



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANTÔNIA LARISSA DE OLIVEIRA SOUZA

**ECONOMIA CIRCULAR:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE CONCEITOS E ÁREAS DE
APLICAÇÃO**

MOSSORÓ

2021

ANTÔNIA LARISSA DE OLIVEIRA SOUZA

**ECONOMIA CIRCULAR:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE CONCEITOS E ÁREAS DE
APLICAÇÃO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thomas Edson Espindola
Gonçalo

MOSSORÓ

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS719 Souza, Antônia Larissa de Oliveira.
ee ECONOMIA CIRCULAR: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
SOBRE CONCEITOS E ÁREAS DE APLICAÇÃO / Antônia
Larissa de Oliveira Souza. - 2021.
47 f. : il.

Orientador: Thomas Edson Espindola Gonçalves.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2021.

1. Economia Circular. 2. Sustentabilidade. 3.
Ciclo de Vida. I. Gonçalves, Thomas Edson Espindola
, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANTÔNIA LARISSA DE OLIVEIRA SOUZA

**ECONOMIA CIRCULAR:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE CONCEITOS E ÁREAS DE
APLICAÇÃO**

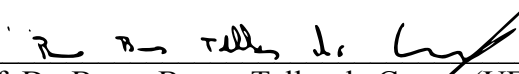
Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título em Engenharia de Produção.

Defendida em: 11 / 11 / 2021.

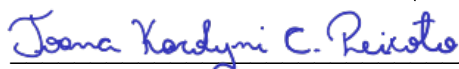
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Thomas Edson Espindola Gonçalo (UFERSA)
Presidente



Prof. Dr. Breno Barros Telles do Carmo (UFERSA)
Membro Examinador



Prof. Ma. Joana Karolyni Cabral Peixoto (UFERSA)
Membro Examinador

Arthur Sávio de Oliveira Souza, meu irmão (In Memoriam).

*João Damião de Souza Filho e Cleópatra Cilene Santos de Oliveira Souza, meus pais
(presentes)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sei que sem Ele eu não estaria aqui e nada do que fiz seria possível;

Agradeço aos meus pais pela paciência, apoio nos momentos difíceis e por estarem presentes nos momentos felizes;

Agradeço ao Orientador por toda a paciência, mesmo em meio a algumas dificuldades que encontramos, mas o apoio e incentivo do mesmo foi inegável para a conclusão desse trabalho;

Agradeço a Banca Examinadora por toda a atenção e apreciação do trabalho;

Agradeço aos meus amigos e familiares que me acompanharam por todo esse caminho até aqui, apoiando quando necessário e incentivando para que eu não desistisse.

"Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades. Lembrai-vos de que as grandes proezas da história foram conquistadas do que parecia impossível".

(Charles Chaplin)

RESUMO

Na década de 1980, se deu início à “era digital”. Desde então, o consumo de matérias primas e geração de resíduos têm aumentado de forma significativa, o que poderá comprometer a capacidade do planeta. Com isso surge o conceito de Economia Circular como algo inovador para implantação de uma nova forma de processo produtivo. Ele propõe modificações estruturais no sistema linear, que já possui suas práticas consolidadas na maioria dos países e são definidas como “ciclo fechado”. Apesar do que propõe a Economia Circular, esse conceito ainda é pouco abordado na literatura e, consequentemente, pouco aplicado nas empresas de todo o mundo, uma vez que ainda não se tem muito conhecimento sobre o assunto. Diante disso, o presente trabalho tem o objetivo de fazer uma revisão da literatura quanto ao assunto, mostrando os conceitos pertinentes, verificando os campos de atuação atuais e quais áreas onde esse tipo de modelo pode ser aplicado, e mostrar como anda a difusão do assunto na literatura atualmente. Por meio da utilização da base de dados “*Web of Science*” foram criados gráficos que mostram como anda a produção de trabalhos no tema, verificando as principais áreas com publicações, a quantidade de artigos produzidos ao longo dos anos, os periódicos e afiliações com mais publicações. Na revisão bibliográfica foi possível verificar que a produção sobre o assunto vem crescendo ao longo dos anos, que se pode aplicar a prática em várias áreas como por exemplo, indústria, construção civil, agronomia, incluindo a esfera governamental, e que poucos são os exemplos práticos de aplicação.

Palavras-chave: Economia Circular. Sustentabilidade. Ciclo de Vida.

ABSTRACT

In the 1980s, the “digital age” began. Since then, consumption of raw materials and waste generation have increased significantly, which could compromise the planet's capacity. With this comes the concept of Circular Economy as something innovative for implementing a new form of production process. He proposes structural changes in the linear system, which already has its practices consolidated in most countries and are defined as “closed loop”. Despite what Circular Economy proposes, this concept is still little discussed in the literature and, consequently, little applied in companies all over the world, since there is still not much knowledge about the subject. Therefore, the present work aims to review the literature on the subject, showing the relevant concepts, verifying the current fields of activity and which areas where this type of model can be applied, and showing how the dissemination of the subject is progressing in the literature today. Using the "Web of Science" database, graphs were created that show how the production of works on the topic is progressing, checking the main areas with publications, the number of articles produced over the years, the journals and affiliations with more publications. In the literature review, it was possible to verify that the production on the subject has been growing over the years, that the practice can be applied in various areas such as industry, civil construction, agronomy, including the government sphere, and that there are few examples practical application.

Keywords: Circular Economy. Sustainability. Life cycle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas do Ciclo de Vida do Produto.....	19
Figura 2. Design da Economia Linear	21
Figura 3. Design da Economia Circular	21
Figura 4. Definições da Economia Circular.....	23
Figura 5. Etapas de construção do trabalho	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Categorias da Web of science.....	29
Gráfico 2. Anos da publicação	30
Gráfico 3. Principais Afiliações	30
Gráfico 4. Títulos da Publicação	31
Gráfico 5. Autores com artigos mais citados entre 2018 e 2022	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Síntese das Propriedades da Sustentabilidade	17
Quadro 2. Conceitos dos 3Rs	18
Quadro 3. Premissas da Avaliação do Ciclo de Vida.....	20
Quadro 4. Princípios da Economia Circular	22
Quadro 5. Empresas com práticas voltadas a Economia Circular no Brasil.....	25
Quadro 6. Informações dos 20 artigos mais citados.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EC	Economia Circular
EI	Ecologia Industrial
EMF	<i>Ellen Macarthur Foundation</i>
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NISP	<i>National Industrial Symbiosis Program</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa e Objetivos	14
2	EMBASAMENTO TEÓRICO	16
2.1	Desenvolvimento Sustentável	16
2.2	Ciclo de vida do produto	18
2.3	Economia Circular	20
2.3.1	Conceito	20
2.3.2	Áreas de aplicação	23
2.3.3	Exemplos no Brasil	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3.1	Etapas do trabalho	27
3.2	Busca na base <i>Web of Science</i>	27
4	RESULTADOS.....	29
4.1	Análise gráfica dos resultados	29
4.2	Síntese dos principais artigos.....	32
4.2.1	Indústria 4.0.....	35
4.2.2	<i>Big data</i>	36
4.2.3	Modelos circulares de negócio	36
4.2.4	Ecologia Industrial	37
4.2.5	Revisões bibliográficas e de conceitos.....	38
4.2.6	Outras relações	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da chamada “era digital”, economistas e ambientalistas perceberam que estava ocorrendo o desperdício de matéria-prima e de produtos gerando cada vez mais resíduos que, por muitas vezes, não eram descartados de maneira correta. Com isso, desde a década de 1980, o conceito de Desenvolvimento Sustentável foi aceito como algo economicamente viável, ambientalmente seguro e socialmente aceitável para as gerações, tanto no presente como no futuro. (XAVIER, 2017)

Nos últimos anos, o consumo de matérias primas tem aumentado de forma significativa, o que poderá comprometer a capacidade do planeta caso não se pense em uma forma de frear o modelo linear de produção e consumo atual. (SANDOVAL *et al.*, 2017)

Por meio dessa reflexão feita, aos poucos se começou a pensar no Ciclo de Vida do Produto, ou seja, sobre os estágios de produção, utilização e descarte de um produto, desde a coleta de matéria prima até os resíduos que podem ser gerados com a degradação dos materiais que o compõem. Com o passar do tempo, foi verificado que esse conceito não era suficiente, pois, novas matérias primas eram utilizadas e resíduos eram gerados, sendo necessário se pensar também no destino destes. (BARBIERI e CAJAZEIRA, 2009)

Com isso veio o conceito de Economia Circular como algo inovador para implantação de uma nova forma de processo produtivo, pois ele propõe modificações estruturais no sistema linear, que já possui suas práticas consolidadas na maioria dos países e são definidas como “ciclo fechado”: extrair-produzir-descartar. Esse novo modelo de economia visa possibilitar um maior aproveitamento e reaproveitamento de produtos industrializados, bens duráveis e não duráveis, em todo o seu ciclo de vida útil, ou seja, desde a concepção até sua reutilização. (ABDALLA e SAMPAIO, 2018)

1.1 Justificativa e Objetivos

O conceito de Economia Circular se mostra muito pertinente para as empresas, porém, seus conceitos ainda não são aplicados nas empresas por completo. É de conhecimento geral que as organizações tem buscado cada vez mais incluir o fator “preservação do meio ambiente” nas suas atividades e esse modelo pode ser um grande aliado para isso.

Já existem várias revisões bibliográficas do assunto que mostram a difusão do tema o meio acadêmico, mas, não se mostra nelas quais as áreas de aplicação que tem proposto nesses trabalhos, ou como anda a difusão do tema no Brasil. Diante disso, o presente trabalho tem o objetivo de fazer uma revisão da literatura quanto ao assunto e os objetivos específicos são:

- Mostrar os conceitos pertinentes ao assunto Economia Circular e o seu próprio conceito, conforme a literatura;
- Mostrar quais os campos de atuação em todo o mundo, dando destaque à sua aplicação no Brasil; e
- Verificar como anda a difusão e discussão do assunto no meio acadêmico brasileiro, trazendo quais os principais autores.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Desenvolvimento Sustentável

A “era digital” teve seu início na década de 1980 e, com ela, houve o aumento da exploração de recursos naturais para a produção de bens e essa utilização contínua na indústria e a alta no consumo de bens foi-se mostrando uma problemática quanto aos resíduos que são gerados. Com a realização das conferências da Biosfera e das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano nos anos de 1968 e 1972, a geopolítica ambiental foi mundializada, com o nome de Ecodesenvolvimento, se mostrando contra as práticas econômicas da época, que não levavam em conta a parte ambiental, e trazendo para a discussão uma nova forma de olhar para o desenvolvimento aliando à conservação ambiental. (XAVIER, 2017)

Vieira (2012) destaca que o Ecodesenvolvimento “estaria focado no atendimento das necessidades básicas da população, através da utilização de tecnologias apropriadas aos diversos ambientes e pela promoção da autonomia (*self-reliance*) das populações envolvidas no processo”. Foi sendo visto que esse conceito não seria o suficiente para definir algo de longo prazo, por isso veio o conceito de Desenvolvimento Sustentável que “prioriza o papel de uma política ambiental, a responsabilidade com os problemas globais e com as futuras gerações”.

A primeira vez que o Desenvolvimento Sustentável teve o seu conceito definido foi no Relatório Brundtland, de 1987, sendo dado como aquele que busca “[...] garantir que se atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (WCED, 1987)

Segundo Barter e Russell (2012) o objetivo principal do desenvolvimento sustentável não é salvar a natureza em si, mas, pensar em estratégias que permitam o crescimento econômico sem que o meio ambiente seja prejudicado por isso. É importante que as organizações pensem bem nessas estratégias, uma vez que podem influenciar nas inovações e tecnologias que serão utilizadas na aplicação dessas práticas sustentáveis.

Diante dessas informações, Feil e Schreiber (2017) conceitua o desenvolvimento sustentável como uma estratégia para ser utilizada a longo prazo para melhoria da qualidade de vida da sociedade. Ele deve integrar os aspectos ambientais, econômicos e sociais, focando nos que são negativos para que sejam recuperados e o processo de evolução possa ocorrer normalmente. Além disso, eles destacam que algumas informações intrínsecas devem ser levadas em conta para o entendimento do assunto, conforme o Quadro 1:

Quadro 1. Síntese das Propriedades da Sustentabilidade

Desenvolvimento Sustentável
Objetiva o crescimento econômico sem agressão ambiental humana
Visão de longo prazo em relação às gerações futuras
Abrange o ambiental, o econômico e o social em equilíbrio mútuo
Propõe mudança no comportamento da humanidade
Materializado por meio de estratégias
Envolve processos e práticas

Fonte: Adaptado de Feil e Schreiber (2017)

Esse conceito fundamentou a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Rio-92) e nela se estabeleceu que os assuntos meio ambiente, economia e sociedade deveriam sempre andar juntas nesse padrão desenvolvimentista. Na Eco Rio 1992 foi proposta a Agenda 21, que é um plano de ação que deve ser adotado global, nacional e localmente, por organizações das Nações Unidas, governos e sociedade, para ser aplicado nas áreas onde a ação humana gera impacto ao Meio Ambiente. (VIEIRA, 2012)

Ainda conforme Vieira (2012), a Agenda 21 global foi criada consensualmente e com a contribuição dos governos e instituições da sociedade civil de 179 países e durou cerca de dois anos para que fosse totalmente completada, sendo finalizada exatamente na Rio-92. O capítulo 7 desse documento trata da Promoção do Desenvolvimento Sustentável e estabelece as premissas básicas pra isso, sendo elas:

- Oferecer a todos habitações adequadas;
- Aperfeiçoar o manejo dos assentamentos humanos;
- Promover o planejamento e o manejo sustentáveis do uso da terra;
- Promover a existência integrada de infraestrutura ambiental: água, saneamento, drenagem e manejo de resíduos sólidos;
- Promover sistemas sustentáveis de energia e transporte nos assentamentos humanos;
- Promover o planejamento e o manejo dos assentamentos humanos localizados em áreas sujeitas a desastres;
- Promover atividades sustentáveis na indústria da construção;
- Promover o desenvolvimento dos recursos humanos e da capacitação institucional e técnica para o avanço dos assentamentos humanos.

Por isso, para que haja um desenvolvimento efetivo, deve-se considerar vários pontos, sendo os seus principais as estratégias ligadas à geração de emprego e renda; à diminuição das disparidades de rendas existentes entre as pessoas e regiões; às mudanças nos padrões de

produção e consumo; cidades sustentáveis e a adoção de novos modelos e instrumentos de gestão. (VIEIRA, 2012)

2.2 Ciclo de vida do produto

Ao longo do tempo, a sociedade começou a refletir quanto às atitudes preventivas que trouxeram conscientização a respeito do Desenvolvimento Sustentável. Diante disso, entendeu-se que prevenir a disposição incorreta de resíduos minimiza o consumo de recursos naturais, além de reduzir custos das organizações, gerando economia no processo produtivo e, conseqüentemente, aumentando o lucro. (SEO e KULAY, 2006)

O ciclo de vida de um bem ou serviço está baseado na Economia Linear e, conforme Abdalla e Sampaio (2018) a base da economia linear está no conceito conhecido como 3R's: Reduzir, Reutilizar e Reciclar, e eles podem ser definidos conforme o Quadro 2:

Quadro 2. Conceitos dos 3Rs

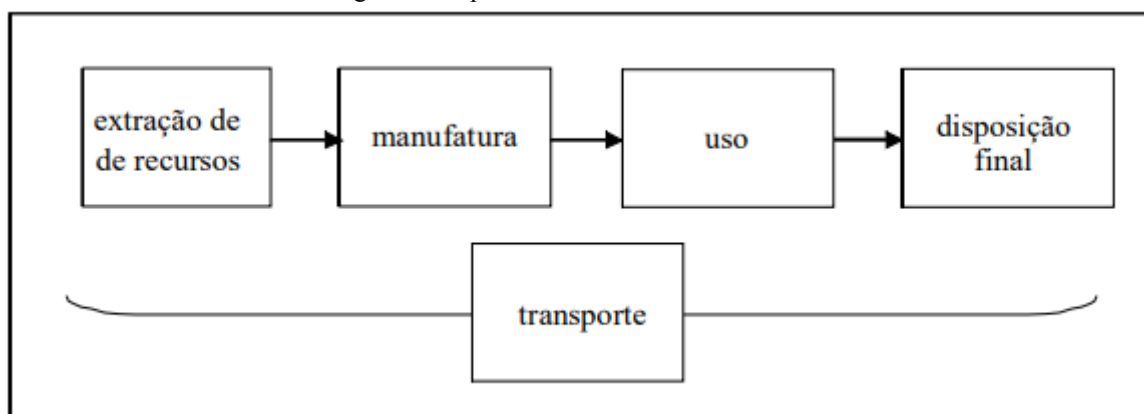
Reduzir	Reutilizar	Reciclar
Gerenciar os recursos para diminuir a quantidade matéria-prima consumida em algum processo	Utilizar novamente um material para aquilo que ele foi projetado ou para algo semelhante, aumentando a sua vida útil.	Técnicas utilizadas para aproveitar resíduos e coloca-los de volta no ciclo de produção.

Fonte: Adaptado de Viet (2012)

Barbieri e Cajazeira (2009) definem o ciclo de vida como estágios do processo produtivo e comercialização de um produto ou bem, desde a origem dos recursos naturais, passando pelo beneficiamento, estocagem, processamento, manutenção, entre outros estágios intermediários, até o descarte final dos resíduos gerados após o uso, conceito conhecido como “do berço ao túmulo” (*cradle to grave*). Eles destacam que, em cada etapa de uma cadeia produtiva novos recursos são utilizados e resíduos são produzidos. Por isso é necessário entender quais impactos ambientais são gerados em cada uma dessas etapas para pensar em formas de como reduzir esses resíduos e a utilização desses recursos. A visão do ciclo de vida se mostrou a forma mais eficaz para auxiliar nessa compreensão.

Seo e Kulay (2006) entendem que o Ciclo de Vida do Produto “pode ser entendido como conjunto de etapas necessárias para que um produto cumpra sua função, compreendido desde a obtenção dos recursos naturais até sua disposição final, logo após haver se esgotado o cumprimento da função” e acrescentam que ele é constituído por cinco etapas, conforme pode ser visto na Figura 1:

Figura 1. Etapas do Ciclo de Vida do Produto



Fonte: Seo e Kulay (2006)

Para que haja a redução do uso de recursos naturais e de descarte de resíduos não utilizados na produção do produto, é necessário ter conhecimento de quais são os impactos ambientais gerados por cada etapa da cadeia produtiva, uma vez que os problemas de uma passa a outra e a análise isolada de cada uma se torna pouco eficaz. A visão do ciclo de vida completo, auxilia na atuação mais eficaz para a compreensão dos problemas ambientais gerados como também as oportunidades para implementação de inovações nos processos visando reduzir os resíduos. (BARBIERI e CAJAZEIRA,2009)

Apesar de se referir à cadeia produtiva, a aplicação desse conceito ocorre, verdadeiramente, na Cadeia de Suprimentos (*supply chain*) e é um modelo de gestão da cadeia com foco no cuidado com o ambiente, por isso, recebe outras denominações, como, por exemplo, cadeia de suprimentos verde (*green supply chain*) ou sustentável (*sustainable supply chain*). Essa gestão, que leva em conta o ciclo de vida do produto, requer conhecimento pontual sobre os impactos ambientais gerados em cada etapa, para que assim as ações para minimizar os impactos sejam mais bem orientadas. (BARBIERI E CAJAZEIRA,2009)

Conforme Seo e Kulay (2006), por meio dos progressos empreendidos pelos esforços de melhorar a gestão baseada no ciclo de vida do produto, veio o procedimento de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que teve sua metodologia padronizada por meio da série 14000 da *International Organization for Standardization* (ISO). Os autores ainda destacam que a ACV “proporciona informações sobre as interações que ocorrem entre as etapas que constituem o ciclo de vida desse bem e o meio ambiente”, por isso, em um dos primeiros simpósios organizados pelas SETAC na primeira metade da década de 1990, foram estabelecidas as premissas para esse tipo de estudo, que são apresentadas no Quadro 3:

Quadro 3. Premissas da Avaliação do Ciclo de Vida

Premissas da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)
Fornecer uma imagem, tão fiel quanto possível, de quaisquer interações existentes com o meio ambiente
Fornecer uma imagem, tão fiel quanto possível, de quaisquer interações existentes com o meio ambiente
Gerar subsídios capazes de definir os efeitos ambientais dessas atividades
Identificar oportunidades para melhorias de desempenho ambiental

Fonte: Adaptado de Seo e Kulay (2006)

Barbieri e Cajazeira (2009) destacam que a ACV apresenta dados sobre todos os impactos gerados de acordo com a categoria dos recursos utilizados, tais como energia elétrica, água e as substâncias lançadas no meio ambiente no processo de fornecimento destes. Porém eles destacam que, como é necessária uma grande quantidade de dados para acontecer essa avaliação, a utilização de programas computacionais sofisticados se faz necessário, para que torne esse processo mais fácil.

Além dessa limitação, Seo e Kulay (2006) mostram que, além da ISO, outras instituições propuseram estruturas para a condução desse estudo e, apesar das diferenças entre eles não serem tão grandes, os resultados obtidos são diferentes, mesmo quando são utilizados vários métodos para um só caso.

2.3 Economia Circular

2.3.1 Conceito

A economia linear de produção, mais aplicada atualmente, está chegando ao seu limite, uma vez que esse modelo não considera que os recursos energéticos e materiais são finitos, além de gerar degradação ambiental devido os resíduos que são dispostos, muitas vezes de maneira incorreta no meio ambiente, além de aumentar a competição por commodities, gerando um aumento de preço e instabilidade no mercado dessa categoria. (GONÇALVES e BARROSO, 2019)

A *Ellen Macarthur Foundation* (EMF, 2013) destaca que o modelo linear ocasiona perdas energéticas, pois, um resíduo quando eliminado em um aterro tem a sua energia perdida, esta que poderia se reutilizada em outro processo, gerando uma economia maior de energia. Assim, esse modelo gera desperdício de recursos que, somado aos problemas ecológicos já

existentes, influenciam na dimensão econômica, gerando o aumento dos preços de matéria prima.

Na Figura 2 é possível ver como seria o design da Economia Linear:

Figura 2. Design da Economia Linear

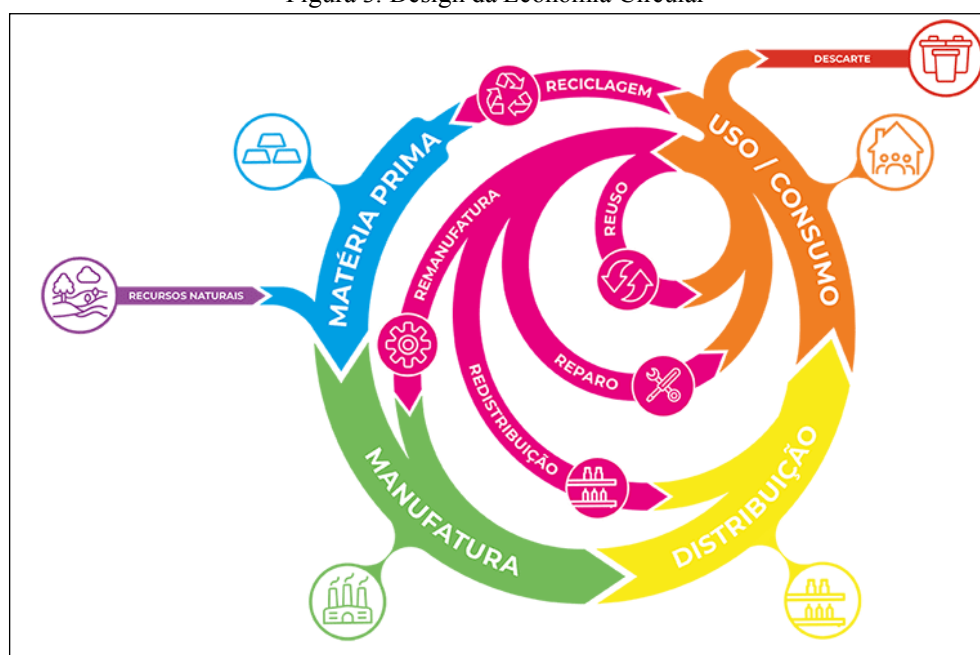


Fonte: Ideia Circular (2018)

A evolução da economia global foi dominada pelo modelo linear de produção, onde os produtos são feitos a partir de matérias-primas, vendidos, usados e descartados, gerando resíduos para o meio ambiente. Diante disso, a EMF (2016) em seu documento “Rumo à Economia Circular” estabelece que, mesmo experimentando grandes avanços na eficiência de recursos, qualquer sistema que tenha como base o consumo, tende a ter perdas no caminho da cadeia de valor, diferente dos sistemas que buscam o uso restaurativo dos recursos.

Na Figura 3, é apresentado o design da Economia Circular que, comparando com a Figura 2, mostra como elas tem propostas diferentes:

Figura 3. Design da Economia Circular



Fonte: Ideia Circular (2018)

No documento elaborado pela *House of Commons* (2014, p. 5) de Londres/UK a Economia Circular é descrita como aquela que se afasta da atual economia linear (fabricar-usar-dispor) no qual os produtos, e os materiais que o compõe são valorados de forma diferenciada, criando uma economia mais robusta. Eles ainda destacam que essa ideia não é algo novo e está associada com outros conceitos, como “do berço ao berço” e “ecologia industrial”, além de incluir uma gama de ciclos onde os recursos são sempre reutilizados e o seu valor mantido, sempre que possível.

Diante disso, defende-se que aplicando esse conceito pode-se haver a redução de descarte de produtos e geração de resíduos (lixo), porém, isso vai muito além, pois também há diminuição da demanda dos recursos naturais destinados à matéria-prima utilizada nos diversos tipos de processos produtivos. (ABDALLA e SAMPAIO, 2018)

A economia circular tem como base três princípios, conforme mostrado no Quadro 4:

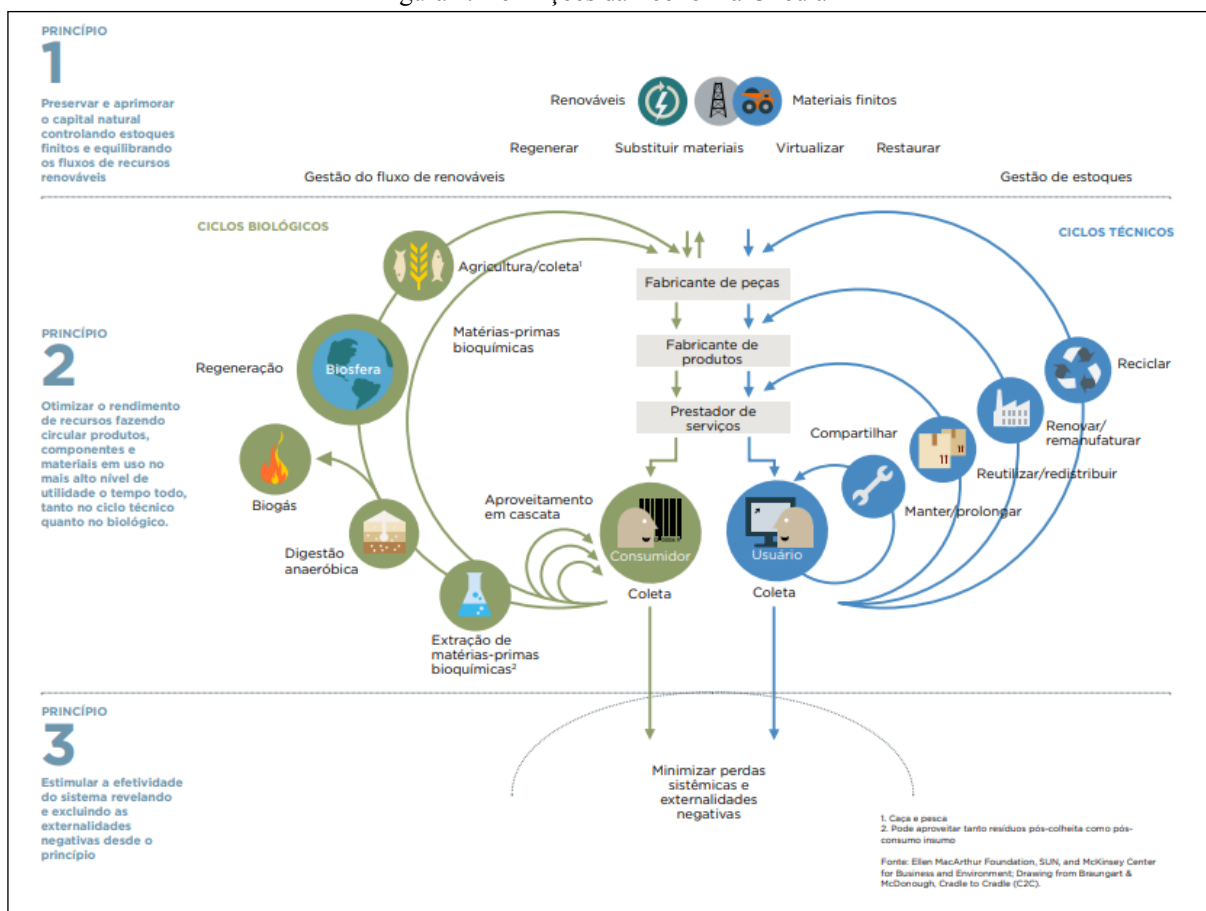
Quadro 4. Princípios da Economia Circular

Princípios da Economia Circular	
Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis	A aplicação da desmaterialização dos produtos e serviços, sempre que for ideal. Fazer a seleção de recursos de forma sensata e escolher tecnologias e processos que utilizem recursos renováveis.
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	Projetar a remanufatura, renovação e reciclagem do produto, de forma que os materiais continuem sempre circulando e contribuindo para a economia de alguma forma. Estimular a reinserção dos nutrientes biológicos na biosfera para decomposição para que eles se tornem matérias primas para um novo ciclo.
Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio	Redução de danos a sistemas e áreas como habitação, educação, saúde, entretenimento e mobilidade. Haver a gestão da utilização da terra, água, ar, poluição sonora e liberação de tóxicos para o meio ambiente.

Fonte: Adaptado de EMF (2016)

A EMF (2016) diz que o conceito de Economia Circular se caracteriza como uma economia que tem por princípio a restauração e regeneração e seu objetivo é manter os insumos utilizados no nível mais alto de valor e utilidade em toda a cadeia produtiva. A Figura 4 também ilustra como funcionaria a aplicação desses princípios em uma Cadeia de Valor:

Figura 4. Definições da Economia Circular



Fonte: EMF (2016)

Atualmente, o conceito de Economia Circular surgiu como uma meta política em meio a um contexto de aumento de preço de recursos e mudanças climáticas que não favorecem. Ele é dado como uma alternativa para tornar os recursos energéticos e o uso dos materiais mais eficientes. (SEHNEM e PEREIRA, 2019)

2.3.2 Áreas de aplicação

Nos últimos anos o conceito de Economia Circular tem se difundido em todos os continentes na tentativa de influenciar a criação de políticas públicas e de ações e programas no setor privado, aumentando o alcance e auxiliando no aumento da preservação ambiental. (ABDALLA e SAMPAIO, 2018)

Os países da Europa são os pioneiros na implantação de um sistema circular em suas indústrias e sistemas econômicos. Calixto e Ciscati (2016) confirmam isso por meio do exemplo da cidade de Kalundborg, na Dinamarca que, desde a década de 1980, começou uma iniciativa denominada “simbiose industrial”. Esta simbiose consistiu na transformação do parque industrial em um ambiente diversificado, onde os resíduos de uma atividade industrial se

transformavam em matéria prima para outra atividade. Essa iniciativa foi primeiramente privada, depois foi algo regulamentado no âmbito governamental e a cidade se tornou uma referência nesse âmbito.

Inspirados pela iniciativa dinamarquesa, o governo chinês começou a adotar essas medidas na cidade de Suzhou, onde há um polo de mais de 4 mil indústrias do ramo eletrônico, no ano de 2005. O sistema de Economia Circular que foi aplicado nessa cidade e serviu de base para o plano do governo chinês direcionado à aplicação do método nos outros parques industriais do país. (CALIXTO e CISCATI, 2016)

Fraga (2017) fez um estudo de aplicação na indústria portuguesa de pasta, papel e cartão, onde foi possível identificar uma economia na energia elétrica, a diminuição na rejeição de efluentes líquidos, emissão de CO₂, maior utilização de biocombustíveis, redução no envio de resíduos para aterro, na utilização de madeira e água em todo o processo.

Além da área industrial, conforme Barboza *et al.* (2019) diante da alta produção de resíduos sólidos que ocorre na Construção Civil, é importante se pensar em uma ação que possa motivar o aproveitamento do uso desses resíduos, principalmente o plástico, sendo possível gerar novas oportunidades de emprego de acordo com as características geográficas de cada país e regiões para a melhoria desses processos.

Na área da agricultura há o exemplo da fazenda projetada pela Dra. Emma Naluyima, perto do Lago Vitória, em Uganda, na África Oriental, que está em funcionamento desde 2010. A mesma trouxe uma proposta de uma fazenda utilizando pouco espaço, porém alto rendimento por meio de um sistema cíclico, onde foi criado um sistema misto para a criação de gado e plantações em uma relação simbiótica, ou seja, os resíduos gerados por um são reaproveitados pelos outros, tudo isso por meio de processos biológicos e naturais. (EMF, 2021)

A empresa Apeel, fundada em 2012 na Califórnia - USA, desenvolveu uma técnica onde as frutas e vegetais recebem uma película de proteção comestível. Geralmente nos supermercados é comum ver as frutas e vegetais envoltos em embalagens plásticas para evitar que estes se contaminem, estraguem ou ressequem. Pensando na redução da utilização de plásticos nesses casos, foi criado uma película comestível para os alimentos, utilizando como base as próprias proteções biológicas dos alimentos para evitar que os mesmos acabem estragando nas prateleiras ou ressecando. Dessa forma, ocorre a redução do uso do plástico, reduzindo os gastos de água dessa indústria, além de reduzir a perda das frutas e legumes, já que com a película elas demoram a estragar. (EMF, 2020a)

Além da iniciativa privada, há governos buscando a criação de políticas públicas para tornar suas cidades totalmente circulares. Na Inglaterra, a cidade de Peterborough, em 2015,

decidiu iniciar um plano para tornar-se totalmente circular até o ano de 2050, por meio de parcerias locais com empresas, buscando integrar os princípios da Economia Circular na cidade, impulsionando as mudanças. Os principais objetivos da cidade são: o crescimento econômico, redução de emissões de GEE, consciência empresarial do sistema circular, redução de resíduos e aumento da reciclagem, além do foco na conscientização da população e mudança de hábitos. (EMF, 2019a)

2.3.3 Exemplos no Brasil

No tópico anterior foi possível verificar as áreas onde a Economia Circular pode ser aplicada e, também, que em sua maior parte os exemplos que se pode ver são de empresas ou governos de outros continentes, principalmente da Europa. Porém, há exemplos de empresas e governos brasileiros que tem buscado utilizar dos princípios da Economia Circular nas suas gestões.

Gonçalves e Barroso (2019) trazem exemplos de empresas de grande, médio e pequeno porte, que atuam ou nasceram no Brasil, utilizando práticas que tem como princípio a Economia Circular em suas gestões. Na Figura 5 é possível ter um resumo de três empresas de grande porte e suas práticas voltadas para a Economia Circular:

Quadro 5. Empresas com práticas voltadas a Economia Circular no Brasil

Empresa	Práticas	Impacto
Arcelor Mittal	- Cogeração de energia elétrica; - Injeção finos de carvão vegetal no alto forno; - Uso de biomassa renovável; - Programa Produtor Florestal	- Redução das emissões de metano; - Qualidade ABNT Ambiental; - Geração de novas fontes de receita, a partir da venda de seus coprodutos;
Coca-Cola	- Desde 2008 redução de 17% no design das embalagens; - Embalagens retornáveis, cada garrafa pode ser reutilizada até 25 vezes; - Investimento em cooperativas de reciclagem e inclusão de catadores; - Produção de mini tampa com menos de 30% de resina virgem; - Plant Bottle - Garante destinação correta para 51% das embalagens;	- Impacto direto 110 cooperativas e 5 mil famílias; - Redução 25% no custo de produção da mini tampa; - Aumento da reciclagem de 5,7% (2016) para 8,2% (2017); - Redução de água captada de 34,2% desde 2001; - Redução de 18% nas emissões de CO₂; - Redução de 12% no consumo de energia desde 2012;
Votorantim Cimentos	- Emprego de resíduos da varrição na fabricação de areia, pedriscos e papel reciclado; - Criação de peças de decoração a partir de resíduos gerados; - Utilização de combustíveis alternativos: biomassa, pneus, resíduos do coprocessamento e resíduos produzidos por outras indústrias; - Reuso de água e captação de água da chuva;	- Em 2017 foram reciclados 471,0 t. de resíduo de varrição; 76,9 t. de resíduos de argamassa e aditivos não perigosos; - Redução de 17% no kg de CO₂; - Selo de empresa amiga da Mata Atlântica; - Redução de 89,2% na captação de água na unidade do Cantagalo no RJ; - Redução de 77,1% no consumo de água para produção de cimento; - 25% da energia consumida teve origem fontes renováveis;

Fonte: Gonçalves e Barroso (2019)

Além de empresas de grande porte, como mostra a Figura 5, existem *startups* no Brasil quem nasceram com base em práticas da Economia Circular. Exemplos são: a *CBPak*, que produz embalagens a partir da fécula da mandioca brava; a *Sinctronics* recebe materiais como carcaças de cartuchos de tintas, notebooks velhos e quebrados, além de outros objetos plásticos, para produzir o polímero que é utilizado nas impressoras 3D; A Revoada utiliza restos de pneus e nylon de guarda-chuvas para a confecção de carteiras, mochilas e bolsas. (GONÇALVES e BARROSO, 2019)

Além das iniciativas privadas, há também governos que tem utilizado desses princípios para a criação de políticas públicas. A cidade de São Paulo possui um programa chamado *Connect the Dots* que tem como objetivo criar uma rede alimentar que enfrente a desigualdade social e apoie a agricultura local. Este programa envolve 160 agricultores da região que tem seus itens comprados pelo governo, por um valor acima do mercado, para que seja incentivado a agricultura orgânica, sem fertilizantes sintéticos ou pesticidas, que ajuda na regeneração do solo, promove a biodiversidade e combate as mudanças climáticas excessivas. (EMF, 2020b)

Também na cidade de Belo Horizonte, existe um programa que visa a diminuição do lixo eletrônico por meio da remanufatura dos equipamentos digitais. Fundado em 2008, o Centro de Recondicionamento de Computadores (CRC) foi estabelecido pelo governo para promover a inclusão digital em áreas de baixa renda por meio da criação de espaços para acesso da internet e ensino básico sobre computação com os materiais remanufaturados. Além da redução de lixo eletrônico, esse programa ainda aumenta as perspectivas de emprego na região, já que são jovens que aprendem e fazem esse trabalho de remanufatura. (EMF, 2019b)

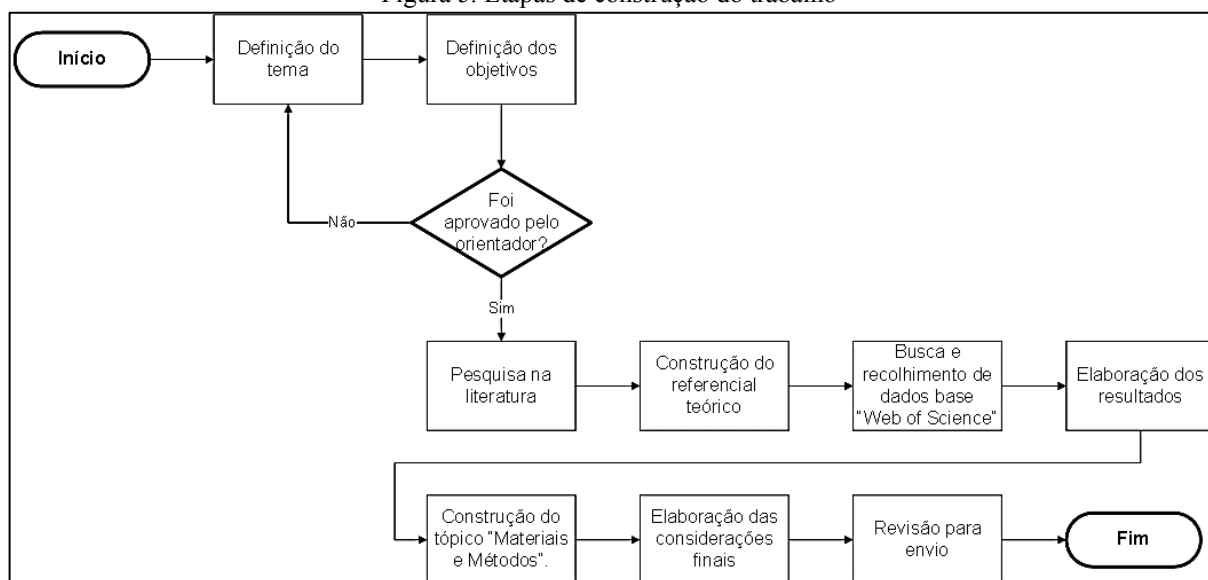
3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho se classifica como uma revisão bibliográfica que para Macedo (1994) tem como base a pesquisa bibliográfica definido como “a busca de informações bibliográficas, seleção de documentos que se relacionam com o problema de pesquisa (...) e o respectivo fichamento das referências que sejam posteriormente utilizadas” e acrescenta que a revisão bibliográfica seria uma busca do que existe sobre tal assunto na literatura existente e o que os autores tratam desse assunto.

3.1 Etapas do trabalho

Na Figura 5 tem-se as fases seguidas para a construção do presente trabalho:

Figura 5. Etapas de construção do trabalho



Fonte: AUTORA (2021)

3.2 Busca na base *Web of Science*

De modo a compreender como o tema “Economia circular” está se difundindo no Brasil, foi realizada uma busca na base *Web of Science* utilizando os termos “*Circular economy*” AND “*Brazil*”. Essa base de dados foi escolhida por englobar vários trabalhos de periódicos e temas diferentes, podendo nela fazer filtrações específicas e gerar gráficos para visualização dos dados que serão utilizados para análise e cumprimento dos objetivos do trabalho. Foram considerados artigos publicados nos últimos cinco anos, totalizando 429 resultados. Os artigos foram então, apresentados e discutidos na seção 4 a seguir.

A base *Web of Science* foi acessada por meio do site do Periódico CAPES, na função “Buscar base”. Ao entrar na base foi selecionado a opção “Documentos” e, com os termos citados anteriormente, foi feita uma busca dos principais trabalhos que tratam sobre o assunto.

Após a busca apareceram todos os trabalhos que continham os termos e foram organizados pelos mais citados, ou seja, aqueles que tem mais citações em trabalhos acadêmicos ficaram em primeiro na listagem. Com isso, foi utilizado a função “Analisar resultados” para obter informações e gráficos de forma organizada que auxiliassem a ver como anda a produção acadêmica sobre o assunto. Dentre os gráficos disponíveis na base, foram utilizados:

1. Categorias da Web of Science – principais áreas de publicação;
2. Anos da publicação – quantidade de artigos publicados ao longo dos anos;
3. Afiliações – a quais entidades estão afiliadas as publicações;
4. Títulos da publicação – os periódicos com mais publicações sobre o assunto.

Além dos gráficos, desses artigos mais citados, foram refinados os resultados filtrando os artigos publicados entre os anos de 2018 e 2022 e foi feito um quadro contendo nele as principais informações sobre os mesmos. Foi feita leitura dos 20 trabalhos mais citados, por serem aqueles que tinham sido citados 40 vezes ou mais, e uma síntese sobre o que se trata cada um desses trabalhos, mostrando quais as principais discussões na área da Economia Circular no Brasil nesses últimos cinco anos.

4 RESULTADOS

4.1 Análise gráfica dos resultados

O Gráfico 1 apresenta as 10 áreas com mais publicações de artigos nos últimos anos.

Gráfico 1. Categorias da *Web of science*



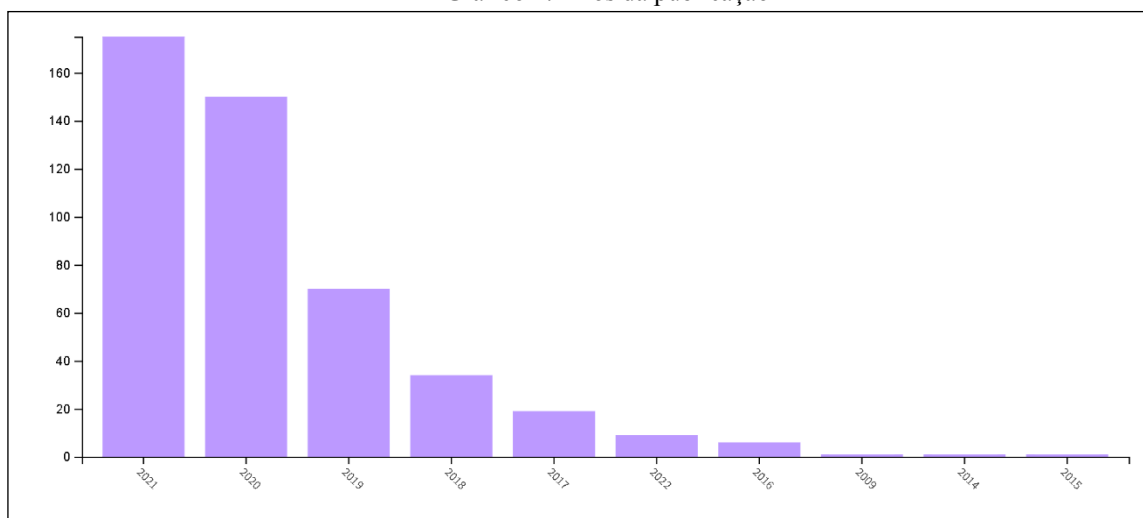
Fonte: *Web of science* (2021)

É possível verificar que a maior parte dos trabalhos publicados, 196 deles, estão classificados na área “Ciência ambiental”, o que é comum já que a base do assunto veio da preservação ambiental, sendo as outras 4 áreas com mais publicações de áreas semelhantes, as quais são “Tecnologia de Ciência Sustentável Verde”, “Engenharia Ambiental”, “Estudos Ambientais” e “Combustíveis Energéticos”.

Após as áreas com bases ambientais, é possível verificar que “Administração” e “Negócios” também são áreas com bastante publicações, mostrando que esse assunto está se difundindo no meio da Gestão Empresarial, ou seja, as organizações estão se preocupando cada vez mais com a parte ambiental e em como a Economia Circular pode beneficiá-las.

No Gráfico 2 possível ver como foi a produção de artigos ao longo dos últimos anos.

Gráfico 2. Anos da publicação



Fonte: *Web of science* (2021)

A produção de trabalhos com o tema da Economia Circular foi aumentando ao longo dos anos, sendo que os anos de 2020 e 2021 foram os que tiveram maior produção, com 150 e 175 trabalhos, respectivamente. Na base “*Web of Science*” a primeira vez que houve um trabalho com esse tema foi em 2009, porém, somente em 2014 foi ter um novo trabalho e, desde então, novos trabalhos foram sendo publicados.

Algo interessante de se destacar é que, em 2019, houveram 70 trabalhos publicados com esse assunto, já em 2020 houveram 150 trabalhos, ou seja, mais que duplicou a produção, mostrando que, com o início da pandemia de COVID-19, que se iniciou nesse ano, o tema começou a ser mais explorado.

Pode-se verificar no Gráfico 3 as 10 principais afiliações com trabalhos publicados.

Gráfico 3. Principais Afiliações



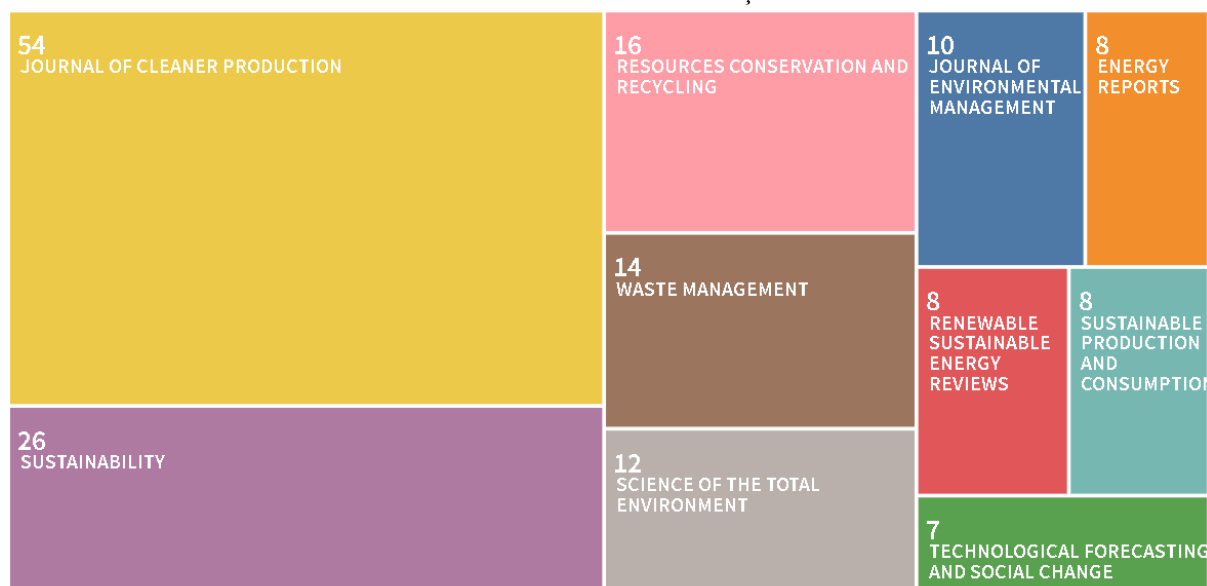
Fonte: *Web of science* (2021)

A universidade que mais possui trabalhos publicados é a “Universidade de São Paulo (USP)”. De maneira geral, é possível verificar que as universidades localizadas no estado de São Paulo são as que possuem mais publicações com o tema, sendo quatro delas e 124 trabalhos do total apresentado pelo gráfico.

Além dessas localizadas no estado de São Paulo, as universidades que tem mais publicações afiliadas são dos estados de Santa Catarina, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Brasília. Também, algo interessante de se destacar é que, em sua maioria, as universidades são brasileiras, tendo somente a “Universidade de Aveiro”, com 14 publicações, que é localizada em Portugal.

No Gráfico 4 são apresentados os 10 periódicos que possuem mais publicações com o tema.

Gráfico 4. Títulos da Publicação



Fonte: *Web of science* (2021)

O periódico que possui mais publicações é o “*Journal of cleaner production*”, que tem como foco publicações de trabalhos que tragam o tema energia limpa. Em sua maioria, os periódicos que tem trabalhos publicados sobre Economia Circular são da área de Meio Ambiente.

Mas além destes, o periódico “*Technological forecasting and social change*”, que não traz a parte ambiental como tema principal, mas sim as previsões tecnológicas e mudanças sociais, também teve algumas publicações, mostrando que o tema Economia Circular vai bem além da preservação do meio ambiente.

4.2 Síntese dos principais artigos

O Quadro 6 traz as informações dos 20 artigos mais citados na área, mostrando os autores, ano de publicação, periódico, título e qual o tipo de artigo.

Quadro 6. Informações dos 20 artigos mais citados

Nº	AUTORES	ANO	PERIÓDICO	TÍTULO	TIPO
1	Jabbour, ABLD; Jabbour, CJC; Godinho, M; Roubaud, D	2018	ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH	Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations	PROPOSTA DE PESQUISA
2	Geissdoerfer, M; Morioka, SN; De Carvalho, MM; Evans, S	2018	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	Business models and supply chains for the circular economy	REVISÃO DE LITERATURA
3	Homrich, AS; Galvao, G; Abadi, LG; Carvalho, MM	2018	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways	REVISÃO TEÓRICA
4	Nascimento, DLM; Alencastro, V; Quelhas, OLG; Caiado, RGG; Garza-Reyes, JA; Lona, LR; Tortorella, G	2019	JOURNAL OF MANUFACTURING TECHNOLOGY MANAGEMENT	Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context A business model proposal	PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO
5	Ren, S; Zhang, YF; Liu, Y; Sakao, T; Huisingh, D; Almeida, CMVB	2019	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	A comprehensive review of big data analytics throughout product lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research directions	REVISÃO TEÓRICA
6	Jabbour, CJC; Jabbour, ABLD; Sarkis, J; Godinho, M	2019	TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE	Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: An integrative framework and research agenda	PROPOSTA DE PESQUISA

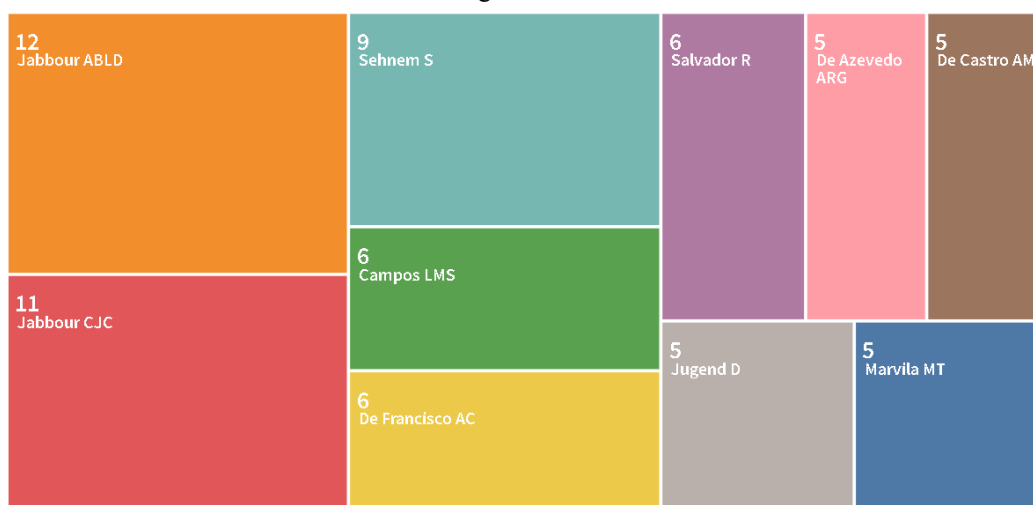
7	Saavedra, YMB; Iritani, DR; Pavan, ALR; Ometto, AR	2018	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy	REVISÃO TEÓRICA
8	Nizetic, S; Djilali, N; Papadopoulos, A; Rodrigues, JJPC	2019	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management	PROPOSTA DE TECNOLOGIA
9	Jabbour, CJC; Sarkis, J; Jabbour, ABLD; Renwick, DWS; Singh, SK; Grebinevych, O; Kruglianskas, I; Godinho, M	2019	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	Who is in charge? A review and a research agenda on the 'human side' of the circular economy	PROPOSTA DE PESQUISA
10	Esmacilian, B; Wang, B; Lewis, K; Duarte, F; Ratti, C; Behdad, S	2018	WASTE MANAGEMENT	The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper	REVISÃO DE LITERATURA
11	Jabbour, ABLD; Luiz, JVR; Luiz, OR; Jabbour, CJC; Ndubisi, NO; de Oliveira, JHC; Horneaux, F	2019	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	Circular economy business models and operations management	PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO
12	Ferasso, M; Beliaeva, T; Kraus, S; Clauss, T; Ribeiro-Soriano, D	2020	BUSINESS STRATEGY AND THE ENVIRONMENT	Circular economy business models: The state of research and avenues ahead	REVISÃO DE LITERATURA
13	Benachio, GLF; Freitas, MDD; Tavares, SF	2020	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	Circular economy in the construction industry: A systematic literature review	REVISÃO DE LITERATURA
14	Sousa-Zomer, TT; Magalhaes, L; Zancul, E; Campos, LMS; Cauchick- Miguel, PA	2018	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	Cleaner production as an antecedent for circular economy paradigm shift at the micro-level: Evidence from a home appliance manufacturer	ESTUDO DE CASO

15	de Abreu, MCS; Ceglia, D	2018	RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING	On the implementation of a circular economy: The role of institutional capacity- building through industrial symbiosis	ESTUDO DE CASO
16	Sousa-Zomer, TT; Magalhaes, L; Zancul, E; Cauchick-Miguel, PA	2018	RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING	Exploring the challenges for circular business implementation in manufacturing companies: An empirical investigation of a pay-per-use service provider	ESTUDO DE CASO
17	Zuin, VG; Ramin, LZ	2018	TOPICS IN CURRENT CHEMISTRY	Green and Sustainable Separation of Natural Products from Agro- Industrial Waste: Challenges, Potentialities, and Perspectives on Emerging Approaches	ESTUDO DE CASO
18	Kummerer, K; Clark, JH; Zuin, VG	2020	SCIENCE	Rethinking chemistry for a circular economy	REVISÃO TEÓRICA
19	Galvao, GDA; de Nadae, J; Clemente, DH; Chinen, G; de Carvalho, MM	2018	10TH CIRP CONFERENCE ON INDUSTRIAL PRODUCT- SERVICE SYSTEMS, IPS2 2018	Circular Economy: Overview of Barriers	REVISÃO TEÓRICA
20	Julianelli, V; Caiado, RGG; Scavarda, LF; Cruz, SPDF	2020	RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING	Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework	REVISÃO TEÓRICA

Fonte: AUTORA (2021)

Conforme pode ser verificado no Quadro 5, alguns autores estão entre os trabalhos mais citados, inclusive com mais de um trabalho com esse tema, é o exemplo de Jabbour ABLD e Jabbour CJC que, junto de outros autores, possuem quatro trabalhos entre essa lista e isso se confirma no Gráfico 5, quando verificado no portal quais os autores com mais citações no filtro aplicado, onde esses dois aparecem nas primeiras colocações:

Gráfico 5. Autores com artigos mais citados entre 2018 e 2022



Fonte: *Web of Science* (2021)

Fazendo a síntese desses trabalhos foi possível verificar que alguns assuntos se repetem em cada um deles, apesar de serem feitos por autores diferentes. Sendo assim, nas seções a frente será mostrado o que cada um deles falam em seus trabalhos divididos pelos assuntos tratados relacionados com a Economia Circular.

4.2.1 Indústria 4.0

Jabbour et al (2018) desenvolveram um estudo de estado da arte apresentando um *roadmap* relacionando os princípios de economia circular por meio da abordagem da indústria 4.0. Conforme os autores, as tecnologias de manufatura digital e avançada são capazes de desbloquear a circularidade dos recursos nas cadeias de suprimento, apesar da conexão entre economia circular e indústria 4.0 não esteja tão bem explorada. Assim, tem-se uma discussão sobre o relacionamento mutuamente benéfico entre EC e indústria 4.0, uma agenda futura de pesquisas sobre essa integração e os princípios de EC baseados nas teorias de gestão mais relevantes.

Ainda na área da Indústria 4.0, Nascimento et al (2019) exploram como as tecnologias dessa indústria podem se integrar com as práticas da EC para estabelecer um modelo de negócios onde os materiais desperdiçados são reutilizados e reciclados. Para a criação desse modelo, foi levado em conta os conceitos do assunto para integrar e avaliar qual o potencial entre eles e, assim, foi feito a validação do mesmo por meio de entrevistas com gestores, pesquisadores e professores de gestão de operações para coletar informações relevantes. Com isso, foi possível trazer recomendações quanto ao reaproveitamento dos resíduos, os reinserindo na cadeia de abastecimento.

4.2.2 *Big data*

Ren et al (2018) fizeram uma revisão geral abrangente de *big data* na manufatura inteligente e propuseram uma estrutura conceitual a partir da perspectiva do Ciclo de Vida do Produto, para fornecer fundamentos teóricos para que a comunidade acadêmica desenvolva ainda mais sobre a aplicação de análise de big data à manufatura inteligente, um dos princípios da EC. Foi proposta uma estrutura que permite uma análise das aplicações potenciais e vantagens principais, havendo também a discussão dos desafios atuais e direcionamento das pesquisas futuras para fornecer informações para a academia e indústria.

Também sobre o assunto *big data*, Jabbour et al (2017) defendem em seu trabalho a integração da EC com os dados da big data, trazendo uma nova estrutura que integra os assuntos para a aprimorar a compreensão dessa junção e, também, uma matriz relacional que mostra a complexidade da gestão de dados e partes interessadas. Com isso, é apresentado uma agenda de pesquisa com proposta de pesquisa clara e direcionamento para pesquisas futuras, mostrando que a integração dos assuntos EC e Big Data fornece muitas ideias para acadêmicos.

4.2.3 Modelos circulares de negócio

Em outro estudo, Jabbour et al (2019a) trazem a discussão a respeito da Gestão de Recursos Humanos nas organizações que aplicam a EC, uma vez que foi verificado que a literatura que fala sobre a EC não cita muito a respeito da inclusão dos recursos humanos das organizações na mesma. Foi feito o cruzamento das ligações entre a Gestão de Recursos Humanos Verdes, como é denominado essa gestão dentro da aplicação da EC, e o modelo ‘ReSOLVE’CE, onde após a exploração dessa estrutura foi proposto uma agenda de pesquisa futura, junto de propostas de pesquisas sobre o assunto e, também, a estrutura pode auxiliar tanto o meio acadêmico como profissional no desenvolvimento da compreensão da gestão de recursos humanos e dos aspectos de gestão da mudança da EC.

Jabbour et al (2019b) também fizeram um estudo sobre as implicações da adoção de modelos de negócios de EC nos processos de tomada de decisão da Gestão de Operações nas áreas de design do produto e cadeias de suprimentos. Foi feita uma revisão sistemática da literatura para identificar as novas demandas da Gestão de Operações em relação às mudanças nos procedimentos de trabalho, as mudanças que as tomadas de decisão nessa gestão devem fazer para apoiar os modelos de negócio da EC, e as diretrizes que irão ajudar os gestores envolvidos a desenvolver habilidades para atender às demandas da sociedade e do mercado. Com isso, os resultados ajudarão aos gerentes de operações a prever necessidades para o

desenvolvimento de capacidade na EC e os estudiosos podem aproveitar para desenvolver mais sobre o assunto.

Geissdoerfer et al (2018) discutem o desempenho de sustentabilidade dos modelos circulares de negócios e cadeias de suprimentos circulares, utilizados para implementação do conceito de EC no nível organizacional, propondo uma estrutura para integrar modelos de negócios circulares e gestão de cadeia de suprimentos circular buscando o desenvolvimento sustentável. Por meio de 4 estudos de caso, foi verificado que esses modelos variam em complexidade da cadeia de abastecimento circular e na proposição de valor, mas que, tanto os negócios como a cadeia de suprimentos circular, ajudam cumprir os propósitos da sustentabilidade.

Em outro estudo, Sousa-Zomer et al (2018b) trazem uma discussão sobre como as mudanças para uma EC está associada à necessidade de implementar modelos de negócio inovadores, porém, a adoção de estratégias de negócios circulares na indústria tem sido limitada, pois, as empresas de manufatura enfrentam desafios para fazer essa transição e estes são poucos discutidos na prática. Assim, foram identificados os desafios enfrentados por essas empresas de manufatura por meio de uma revisão na literatura e concluiu-se que, para serem feitas as mudanças necessárias para implementação de um modelo circular de negócios deve-se haver a colaboração de todas as partes interessadas e o contexto específico de cada negócio deve ser levado em conta.

Também na área de modelos de negócios, Ferasso et al (2020) verificaram, por meio de uma análise bibliométrica, como a EC e os modelos de negócios estão relacionados atualmente na literatura empresarial e de gestão. Foram analisados 253 artigos, de várias bases de dados científicos, de acordo com os princípios do tema e termos-chave, onde foi feito um mapeamento identificando os termos mais explorados e os menos explorados nas pesquisas. Os autores concluíram que há um conjunto de tópicos que são mais explorados, como modelos de negócio circulares, cadeia de suprimentos, desperdício e reutilização, por exemplo. Além disso, foi possível identificar alguns tópicos emergentes ainda, como os relacionados com a parte de oferta e demanda, desempenho e contexto de modelos de negócios circulares.

4.2.4 Ecologia Industrial

Saavedra et al (2017) trazem uma discussão sobre os conceitos de Ecologia Industrial (EI) e Economia Circular, mostrando que as ferramentas da EI podem auxiliar na transição dos sistemas lineares para circulares, ajudando na aplicação da EC. Por meio de uma análise bibliométrica em contexto internacional, foi identificado que a evolução da EC não seria

possível sem os conceitos e ferramentas da EI, principalmente a Simbiose Industrial e Parques Ecoindustriais, mostrando também que a contribuição acontece em três aspectos: conceituais, técnicos e políticos.

Benachio, Freitas e Tavares (2020) fizeram um estudo sobre como a EC pode ser aplicada na Indústria da Construção, já que é uma das áreas que mais explora recursos naturais e gera resíduos sólidos em todo o mundo. Para isso, foi feita uma revisão sistemática da literatura com artigos nas áreas de desenvolvimento da EC, reaproveitamento de materiais, estoques de materiais, EC no ambiente construído, Análise ACV e passaporte de materiais. Após a análise destes, foram identificadas lacunas de conhecimento na área da construção e criada uma tabela com práticas conhecidas da EC para a Indústria da Construção, dividida de acordo com o ciclo de vida.

Ainda na área da indústria, dessa vez na manufatura, Sousa-Zomer et al (2018a) trouxeram um estudo de caso onde exploram os princípios e práticas de produção mais limpa adotados em uma empresa de manufatura a fim de compreender como poderia ser implementada a economia circular na mesma por meio dessas práticas. Assim, após a análise, foi possível verificar que essas práticas são valiosas para implementação da EC em relação às estratégias de design de produto circular, além disso, a otimização tecnológica pode contribuir para a redução dos níveis de emissões de gases e foi verificado que as práticas e princípios de produção mais limpa estão interligados em todos os processos.

Abreu e Ceglia (2018) exploram em seu trabalho o papel da capacitação institucional por meio da simbiose industrial no desenvolvimento de uma economia circular. Foram feitas entrevistas com pessoas e empresas diretamente ligadas ao Programa Nacional de Simbiose Industrial (NISIP), no Reino Unido, e com isso possível identificar que o NISIP aumentou a capacidade institucional de desenvolver a simbiose industrial por meio do aumento de conhecimento e recursos relacionais.

4.2.5 Revisões bibliográficas e de conceitos

Homrich et al (2017) investigam, por meio da base de dados *Web of Science* e *Scopus*, as tendências e lacunas na convergência de caminhos da literatura sobre o conceito da EC, fazendo uma análise semântica, bibliometria e uma revisão sistemática da literatura. Foi verificado que há uma falta de consenso sobre as terminologias e definições, onde estes propõem uma definição ao fim da análise. Além disso, foi verificado que existem dois grupos principais e diferentes de pesquisa líderes em regiões geográficas distintas, sendo a uma na

China concentrada em ecoparques e simbiose industrial, e a outra preocupada com cadeias de suprimentos, circuitos fechados de materiais e modelos de negócios.

Nižetić et al (2019) fazem uma discussão a respeito de temas atuais e os desafios que devem conduzir a um futuro sustentável, baseado na aplicação de tecnologias inteligentes. O artigo tem como base o progresso da pesquisa mais recente nas seguintes áreas temáticas: Edifícios verdes, uso e consumo de energia; utilização de energia solar; eficiência e eliminação de resíduos; cidades inteligentes e Internet das Coisas. O trabalho traz a discussão sobre conceitos pertinentes ao assunto da EC, falando da gestão inteligente e sustentável de recursos, conceitos de produção mais limpa e outras várias ações que conduzem ao desenvolvimento sustentável.

Zuin e Ramin (2018) fazem uma discussão sobre os conceitos de separação verde e sustentável de produtos naturais, com base nos principais estudos realizados sobre o tema nos últimos 10 anos. São apresentadas as principais técnicas analíticas da biotecnologia para a realização desse procedimento, incluindo também abordagens de separação verde e sustentável emergentes em contextos de bioeconomia e EC.

Galvão et al (2018) mostram em seu trabalho as barreiras que são encontradas para a implementação da EC, por meio de uma pesquisa bibliométrica, de redes e análise de conteúdo de uma amostra de artigos provenientes de várias bases. Após a análise, as principais barreiras identificadas no estudo foram: tecnológicas, políticas e regulatórias, financeiras e econômicas, gerenciais indicadores de desempenho, clientes e sociais.

Julianelli et al (2020), por meio de uma revisão da literatura e análise de conteúdo de uma amostra de outras revisões, propõem em seu trabalho a taxonomia de cinco fatores críticos de sucesso da logística reversa capaz de criar valor para a empresa e sua cadeia de valor, por meio da perspectiva do ciclo da EC. A taxonomia proposta para os fatores foram: Planejamento e Gestão de Materiais, Avaliação do Ciclo de Vida, Sustentabilidade Industrial, Tecnologia da Informação e Comunicação, e Promotores e Relacionamentos. Eles ilustram como cada componente da cadeia de abastecimento circular é influenciado por esses cinco fatores, destacando que os de promotores e relacionamentos são importantes, já que influenciam todos os outros componentes.

4.2.6 Outras relações

Esmaeilian et al (2018) discutem sobre princípios da EC na proposição de uma estrutura conceitual para um sistema de gestão de resíduos para cidades inteligentes. São discutidos dois elementos interligados para uma cidade inteligente: uma infraestrutura para

coleta de dados do ciclo de vida do produto e um conjunto de novos modelos de negócios baseados nos dados do ciclo de vida do produto, de forma a evitar a geração de resíduos, separação de resíduos a montante e coleta dentro do prazo. A estrutura que é proposta, destaca o valor dos dados do ciclo de vida do produto na redução do desperdício e a necessidade de unir as práticas de gerenciamento de lixo ao ciclo de vida do produto.

Kümmerer, Clark e Zuin (2020) discutem em seu trabalho como a química e seus produtos devem ser adaptados para um sistema de EC, uma vez que o mesmo tem como objetivo eliminar o desperdício e reciclar produtos, economizando recursos e preservando o meio ambiente. São propostas várias práticas para integrar a química na EC e eles destacam que isso somente irá ser concretizado a partir do momento que houver uma nova atitude em relação ao ensino, pesquisa e engenharia química, juntamente do design de produto.

Com a síntese desses trabalhos é possível verificar que muitas áreas diferentes para a aplicação e discussões sobre a EC foram explorados, inclusive trazendo a relação deste com assuntos que estão em alta na atualidade, como a Indústria 4.0 e *big data*, por exemplo, havendo também a sugestão de novas pesquisas. Vale destacar também que a literatura sobre o assunto tem crescido, mas alguns autores destacam em seus trabalhos que falta crescimento na parte prática, para auxiliar na implementação das práticas nas organizações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Economia Circular é uma prática que, quando aplicada corretamente, pode reduzir ou mitigar vários problemas ambientais que são comuns na atualidade, principalmente a geração e disposição incorreta de resíduos. Além da parte ambiental, que é a que possui mais atenção quando se fala nessa prática, as organizações podem ser beneficiadas, também, na parte administrativa e econômica, pois, a EC vai muito além do meio ambiente, já que um modelo de gestão circular agrega valor às organizações e auxilia no melhor andamento dos processos.

Pode-se verificar que, apesar da maior parte dos exemplos de aplicação dessa prática serem da Europa e Ásia, no Brasil algumas empresas estão incluindo a cultura da gestão circular nos seus processos e algumas já foram criadas com princípios dessa prática como foram mostrados exemplos.

Assim como mostrado o exemplo da cidade de Peterborough, na Inglaterra, a EC vai muito além de práticas adotadas por organizações ambientais ou empresas, pois, havendo incentivos governamentais isso pode se tornar uma cultura em toda a sociedade, tornando essas práticas não só algo de uma linha de produção ou nova tecnologia, mas, algo que os pequenos empreendedores e até civis podem aplicar no seu dia-a-dia, ajudando no desenvolvimento sustentável para as gerações futuras.

Algo interessante de se destacar é que a produção sobre o assunto vem crescendo ao longo dos anos, mostrando que o interesse sobre o assunto é cada vez maior. É possível que, com os efeitos sofridos pela pandemia do COVID-19 nas organizações, uma das saídas procuradas para recuperação sejam sistemas circulares, pois, se mostra que pode ser algo bem eficiente.

Na revisão bibliográfica feita, muitos dos autores afirmam que há muito material teórico sobre o assunto Economia Circular, mas que faltam exemplos práticos para mostrar os benefícios que essa prática pode gerar para uma organização ou sociedade. Talvez, por ser algo que seus benefícios serão mostrados a longo prazo, os gestores ainda não têm muito interesse em tornar seus negócios totalmente circulares, sendo necessário haver mais incentivo, tanto governamental, como mais pesquisas para sugestão de modelos de negócios e, até mesmo, palestras e capacitações sobre o assunto.

Nos artigos analisados verifica-se o cruzamento dos conceitos da EC com outros conceitos que ainda estão em expansão, mas que são mais conhecidos, como por exemplo a Indústria 4.0 e *Big Data*, mostrando que havendo mais exploração do assunto a união destes pode facilitar e auxiliar ainda mais na difusão e aplicação desses princípios.

Com a construção do trabalho foi possível entender os conceitos que a EC traz junto com ela e ter uma compreensão melhor sobre o assunto pôde auxiliar na melhor formação profissional, trazendo um diferencial competitivo. Além disso, esses conceitos podem ser aplicados no dia-a-dia, não somente pensando em algo para auxiliar na esfera organizacional, mas já inserindo como uma cultura pensando no desenvolvimento sustentável da sociedade.

A principal limitação encontrada na produção do trabalho foi que algumas bases de periódicos necessitam do acesso por meio de redes internas de universidades credenciadas, porém, no caso do Periódico CAPES, isso foi facilitado por meio da ferramenta de acesso CAFE, que ajudou a diminuir mais essa limitação para a pesquisa.

Como sugestão para outros trabalhos com este tema, pode ser feito uma revisão de literatura mais ampla, utilizando também outras bases de trabalho científico disponíveis no portal de periódicos CAPES, por exemplo. Também, pode ser feito uma pesquisa sobre como os princípios da Economia Circular podem ajudar na recuperação de empresas que passaram por alguma dificuldade devido as restrições trazidas com a pandemia do COVID-19.

REFERÊNCIAS

- A.S. HOMRICH, G. GALVÃO, L.G. ABADIA, M.M. CARVALHO, **The circular economy umbrella: trends and gaps on integrating pathways**, J. Clean. Prod. (2018), Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064>> Acesso em: 26 out. 2021.
- ABDALLA, Fernando Antônio; SAMPAIO, Antônio Carlos Freire. **Os novos princípios e conceitos inovadores da Economia Circular**. Entorno Geográfico, [S.L.], v. 1, n. 15, p. 82, 13 jul. 2018. Universidad del Valle. <http://dx.doi.org/10.25100/eg.v0i15.6712>. Disponível em: <https://entornogeografico.univalle.edu.co/index.php/entornogeografico/article/view/6712>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- ABREU, Mônica Cavalcanti Sá de; CEGLIA, Domenico. **On the implementation of a circular economy: the role of institutional capacity-building through industrial symbiosis**. Resources, Conservation And Recycling, [S.L.], v. 138, p. 99-109, nov. 2018. Elsevier BV.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.001>. Acesso em: 29 out. 2021.
- BARBIERI, José Carlos; CAJAZEIRA, Jorge Emanuel Reis. **Cadeia de suprimento e avaliação do ciclo de vida do produto: revisão teórica e exemplo de aplicação**. O Papel, São Paulo, v. 70, n. 09, p. 52-72, set. 2009. Disponível em: http://revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1311883092_de7b3647b9dfc4ef6d0a128a5cb3ec6b_1778858231.pdf. Acesso em: 13 maio 2021.
- BARBOZA, D. V *et al.* **Application of Circular Economy in Civil**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 8, n. 7, p. e9871102, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i7.1102. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1102>> Acesso em: 13 abr. 2021.
- BARTER, N.; RUSSELL, S. **Sustainable Development: 1987 to 2012 – Don't Be Naive, it's not about the Environment**. In: 11TH AUSTRALASIAN CONFERENCE ON SOCIAL AND ENVIRONMENTAL ACCOUNTING RESEARCH (A-CSEAR). Proceedings... University of Wollongong, 2012. p. 1-18. Disponível em: < https://research-repository.griffith.edu.au/bitstream/handle/10072/53965/82480_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y > Acesso em: 01 mai. 2021
- BENACHIO, Gabriel Luiz Fritz; FREITAS, Maria do Carmo Duarte; TAVARES, Sergio Fernando. **Circular economy in the construction industry: a systematic literature review**. Journal Of Cleaner Production, [S.L.], v. 260, p. 121046, jul. 2020. Elsevier BV.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>. Acesso em: 27 out. 2021.
- BUTTURI, M.A.; LOLLI, F.; SELLITTO, M.A.; BALUGANI, E.; GAMBERINI, R.; RIMINI, B.. **Renewable energy in eco-industrial parks and urban-industrial symbiosis: a literature review and a conceptual synthesis**. Applied Energy, [S.L.], v. 255, p. 113825, dez. 2019. Elsevier BV.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113825>. Acesso em: 03 nov. 2021.
- CALIXTO, B.; CISCATI, R. **Como a economia circular pode transformar lixo em ouro**. Blog do planeta. Época. 31/10/2016. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/06/como-economia-circular-pode-transformar-lixo-em-ouro.html>> Acesso em: 19 out. 2021

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION **Rumo à Economia Circular: o Racional de Negócio para Acelerar a Transição.** 2016. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf> Acesso em: 14 mai. 2021

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Developing a measurement framework for the city and local businesses: Peterborough.** 2019a. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/developing-a-measurement-framework-for-the-city-and-local-businesses>. Acesso em: 19 out. 2021

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Tackling electronic waste and digital poverty in Brazil: Belo Horizonte.** 2019b. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/tackling-electronic-waste>. Acesso em: 19 out. 2021

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **How to run a profitable circular farm: one-acre farm.** 2021. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/one-acre-farm>. Acesso em: 19 out. 2021

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition.** 2013. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>. Acesso em: 14 set. 2021

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Working with nature to make food last longer: Apeel.** 2020a. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/apeel>. Acesso em: 19 out. 2021

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Regenerative agriculture around São Paulo: Connect the Dots.** 2020b. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/connect-the-dots>. Acesso em: 19 out. 2021

ESMAEILIAN, Behzad; WANG, Ben; LEWIS, Kemper; DUARTE, Fabio; RATTI, Carlo; BEHDAD, Sara. **The future of waste management in smart and sustainable cities: a review and concept paper.** Waste Management, [S.L.], v. 81, p. 177-195, nov. 2018. Elsevier BV.. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.047>>. Acesso em: 26 out. 2021.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados.** Cadernos Ebape.Br, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 667-681, jul. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395157473>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cebape/v15n3/1679-3951-cebape-15-03-00667.pdf>. Acesso em: 05 maio 2021.

FERASSO, Marcos; BELIAEVA, Tatiana; KRAUS, Sascha; CLAUSS, Thomas; RIBEIRO-SORIANO, Domingo. **Circular economy business models: the state of research and avenues ahead.** Business Strategy And The Environment, [S.L.], v. 29, n. 8, p. 3006-3024, 21 jun. 2020. Wiley.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bse.2554>. Acesso em: 27 out. 2021.

FRAGA, Manuel António Castro Henriques de Castro. **A economia circular na indústria portuguesa de pasta, papel e cartão**. 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2017. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/21794/1/Fraga_2017.pdf. Acesso em: 13 abr. 2021.

GALVÃO, Graziela Darla Araujo; NADAE, Jeniffer de; CLEMENTE, Diego Honorato; CHINEN, Guilherme; CARVALHO, Marly Monteiro de. **Circular Economy: overview of barriers**. *Procedia Cirp*, [S.L.], v. 73, p. 79-85, 2018. Elsevier BV.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.011>. Acesso em: 03 nov. 2021.

GEISSDOERFER, M., MORIOKA, S.N., CARVALHO, M.M. et al. (2018), "**Business models and supply chains for the circular economy**", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 190, pp. 712-21. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.159>.> Acesso em: 25 out. 2021.

GONÇALVES, T. M.; BARROSO, A. F. F. **A economia circular como alternativa à economia linear**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 11., 2019, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2019. p. 265-272. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/12561>. Acesso em: 14 set. 2021

HOUSE OF COMMONS. **Growing a circular economy: Ending the throwaway society**. HC-214. Londres: House of Commons/ Environmental Audit Committee, 2014. Disponível em: <https://publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmselect/cmenvaud/214/214.pdf>.> Acesso em: 08 abr. 2021

IDEIA CIRCULAR. **O que é a economia circular?**. 2018. Disponível em: <https://www.ideiacircular.com/economia-circular>>. Acesso em: 14 set. 2021

JABBOUR, A.B.L. S., JABBOUR, C.J.C., GODINHO Filho, M. et al. **Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations**. *Ann Oper Res* 270, 273–286 (2018). Disponível em: <https://doi-org.ez13.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10479-018-2772-8>> Acesso em: 25 out. 2021.

JABBOUR, A.B.L. S.; JABBOUR, C.J.C.; GODINHO Filho, M.; SARKIS, J. (2019a), **Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: An integrative framework and research agenda**, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 144, pp. 546-552. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.010>.> Acesso em: 26 out. 2021

JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Sousa; LUIZ, Joao Victor Rojas; LUIZ, Octaviano Rojas; JABBOUR, Charbel Jose Chiappetta; NDUBISI, Nelson Oly; OLIVEIRA, Jorge Henrique Caldeira de; HORNEAUX JUNIOR, Flavio. **Circular economy business models and operations management**. *Journal Of Cleaner Production*, [S.L.], v. 235, p. 1525-1539, 20 out. 2019b. Elsevier BV.. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.349>>.. Acesso em: 27 out. 2021.

JABBOUR, Charbel Jose Chiappetta; SARKIS, Joseph; JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Sousa; RENWICK, Douglas William Scott; SINGH, Sanjay Kumar; GREBINEVYCH, Oksana; KRUGLIANSKAS, Isak; GODINHO FILHO, Moacir. **Who is in charge? A review and a research agenda on the ‘human side’ of the circular economy**. *Journal Of Cleaner*

Production, [S.L.], v. 222, p. 793-801, jun. 2019. Elsevier BV.. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.038>>. Acesso em: 26 out. 2021.

KÜMMERER, Klaus; CLARK, James H.; ZUIN, Vânia G.. **Rethinking chemistry for a circular economy**. Science, [S.L.], v. 367, n. 6476, p. 369-370, 24 jan. 2020. American Association for the Advancement of Science (AAAS).. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1126/science.aba4979>. Acesso em: 03 nov. 2021.

MACEDO, Neusa Dias de. **Iniciação à pesquisa bibliográfica**. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1994. 59 p. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=2z0A3cc6oUEC&oi=fnd&pg=PA7&dq=pesquisa+bibliogr%C3%A1fica&ots=SD-j3ivrME&sig=fQ_PlixBAIt0_UyQEUA-6pZuguE#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 14 maio 2021.

NASCIMENTO, D.L.M., ALENCASTRO, V., QUELHAS, O.L.G., CAIADO, R.G.G., GARZA-REYES, J.A., ROCHA-LONA, L. and TORTORELLA, G. (2019), "**Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal**", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 30 No. 3, pp. 607-627. Disponível em: <<https://doi-org.ez13.periodicos.capes.gov.br/10.1108/JMTM-03-2018-0071>> Acesso em: 26 out. 2021.

NIŽETIĆ, Sandro; DJILALI, Nedjib; PAPADOPOULOS, Agis; RODRIGUES, Joel J.P.C.. **Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management**. Journal Of Cleaner Production, [S.L.], v. 231, p. 565-591, set. 2019. Elsevier BV. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.397>>. Acesso em: 25 out. 2021.

REN, S.; ZHANG, Y.; LIU, Y.; SAKAO, T.; HUISINGH, D.; ALMEIDA, C.M.V.B. (2019), **A comprehensive review of big data analytics throughout product lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research directions**, Journal of Cleaner Production, Vol. 210, pp. 1343-1365. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.025>>. Acesso em: 26 out. 2021.

SAAVEDRA, Yovana M.B. et al. **Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy**. Journal Of Cleaner Production, Brazil, v. 170, n. 1, p. 1514-1522, jan. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.260>>. Acesso em: 25 out. 2021.

SANDOVAL, V. Prieto *et al.*, **Economía circular**, ingeniería, n.º 15, pp. 85-95, nov. 2017. Disponível em: <<http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308>>. Acesso em: 08 abr. de 2021.

SEHNEM, Simone; PEREIRA, Susana Carla Farias. **Rumo à Economia Circular: sinergia existente entre as definições conceituais correlatas e apropriação para a literatura brasileira**. Revista Eletrônica de Ciência Administrativa, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 35-62, 1 jan. 2019. IBEPES (Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Sociais). <http://dx.doi.org/10.21529/recadm.2019002>. Disponível em: <http://periodicosibepes.org.br/index.php/recadm/article/view/2581>. Acesso em: 16 out. 2021.

SEO, Emilia Satoshi Miyamaru; KULAY, Luiz Alexandre. **Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão**. Interfacehs, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-23, ago. 2006. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/2006-v1-art4-portugues.pdf>. Acesso em: 05 maio 2021.

SOUSA-ZOMER, Thayla T.; MAGALHÃES, Lucas; ZANCUL, Eduardo; CAMPOS, Lucila M.s.; CAUCHICK-MIGUEL, Paulo A.. **Cleaner production as an antecedent for circular economy paradigm shift at the micro-level: evidence from a home appliance manufacturer**. Journal Of Cleaner Production, [S.L.], v. 185, p. 740-748, jun. 2018. Elsevier BV.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.006>. Acesso em: 28 out. 2021.

SOUSA-ZOMER, Thayla T.; MAGALHÃES, Lucas; ZANCUL, Eduardo; CAUCHICK-MIGUEL, Paulo A.. **Exploring the challenges for circular business implementation in manufacturing companies: an empirical investigation of a pay-per-use service provider**. Resources, Conservation And Recycling, [S.L.], v. 135, p. 3-13, ago. 2018. Elsevier BV.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.033>. Acesso em: 29 out. 2021.

VIEIRA, Juliana de Souza Reis. **Cidades Sustentáveis / Sustainable Cities**. Revista de Direito da Cidade, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 1-39, 31 dez. 2012. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/rdc.2012.9710>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/9710>. Acesso em: 16 set. 2021.

WCED - World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>> Acesso em: 01 mai. 2021

XAVIER, Laércio Noronha. **Reinterpretação conceitual do desenvolvimento sustentável em face do planejamento urbano e da economia circular**. Revista de Direito Econômico e Socioambiental, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 233-266, jan./abr. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/direitoeconomico/article/view/17691>> Acesso em: 13 abr. 2021.

ZUIN, Vânia G.; RAMIN, Luize Z.. **Green and Sustainable Separation of Natural Products from Agro-Industrial Waste: challenges, potentialities, and perspectives on emerging approaches**. Topics In Current Chemistry, [S.L.], v. 376, n. 1, p. 2-54, 17 jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC.. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s41061-017-0182-z>. Acesso em: 02 nov. 2021.