

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**LETICIA DE PAULA BUENO DE MELO ASSUNÇÃO**

**ABORDAGEM METODOLÓGICA E CONCEITUAL DA ECONOMIA  
CIRCULAR À LUZ DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: um panorama da  
produção científica**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**CURITIBA  
2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**LETICIA DE PAULA BUENO DE MELO ASSUNÇÃO**

**ABORDAGEM METODOLÓGICA E CONCEITUAL DA ECONOMIA  
CIRCULAR À LUZ DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: um panorama da  
produção científica.**

**METHODOLOGICAL AND CONCEPTUAL APPROACH OF CIRCULAR  
ECONOMY IN THE LIGHT OF SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY: an  
overview of scientific production.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia e Sociedade. Linha de Pesquisa: Tecnologia e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Christian Luiz da Silva

**CURITIBA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



LETICIA DE PAULA BUENO DE MELO ASSUNCAO

ABORDAGEM METODOLÓGICA E CONCEITUAL DA ECONOMIA CIRCULAR À LUZ DA  
CIÊNCIA,

## **1 TECNOLOGIA E SOCIEDADE: UM PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Tecnologia E Sociedade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Área de concentração: Tecnologia E Sociedade.

Data de aprovação: 02 de Fevereiro de 2023

Dr. Christian Luiz Da Silva, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Alexandre Florindo Alves, Doutorado - Universidade Estadual de Maringá (Uem)

Dra. Faimara Do Rocio Strauhs, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, que tão de perto guia e, amorosamente, cuida da minha história. Por Seu sustento incondicional e misericórdias diárias derramadas sobre o meu coração ansioso.

Agradeço ao meu pequeno Pedro, meu filho, meu parceiro de trabalho desde a barriga. Agradeço por sua existência que dá sentido a cada um dos meus dias, por seus sorrisos que me levantam e me incentivaram a ser corajosa como ele.

Ao meu esposo, Thiago, nunca conseguiria expressar de maneira suficiente a gratidão que tenho por nossa parceria. Mesmo quando viveu, seguramente, seus piores momentos, ainda assim achou forças para ser meu apoio incondicional. Sem seu companheirismo esse trabalho não existiria.

Aos meus pais, agradeço pelo colo de conforto, pelas palavras de sustento e incentivo, pelo cuidado constante comigo. Agradeço por serem minha rede de apoio, por cuidarem do Pedro para que eu tivesse tempo para esse trabalho.

À minha sogra, sempre com seu alto astral, disposta a me ajudar sempre que preciso. Sou grata por suas horas de cuidado com nosso Pedro para que eu pudesse trabalhar nesse período.

Aos meus irmãos, Rodrigo e Felipe, agradeço pelos suportes técnicos 24 horas, os momentos como babás, por emprestarem seus logins universitários para a realização dessa pesquisa, para além a parceria e cuidado.

Ao meu orientador, Professor Christian Luiz da Silva, agradeço a dedicação, paciência e persistência, por ter acreditado no meu trabalho em momentos em que eu já não conseguia. Agradeço por ter guiado essa pesquisa, pelas orientações e aprendizados.

Aos professores do PPGTE, através dos quais aprendi lições que ultrapassam a esfera acadêmica. Agradeço por ter aprendido novas percepções e questionado velhas perspectivas.

Aos professores que compuseram a minha banca de avaliação, desde a qualificação, Faimara do Rocio Strauhs e Alexandre Florindo, pela disposição em contribuir e avaliarem esta pesquisa.

“Os otimistas são ingênuos, os pessimistas  
são amargos, mas vale ser um realista  
esperançoso”  
(SUASSUNA, Ariano)

## RESUMO

MELO, Leticia de P. Bueno. **Abordagem metodológica e conceitual da Economia Circular à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade: um panorama da produção científica.** Orientador: Christian Luiz da Silva. 2019. Projeto de Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Sociedade) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

A Economia Circular é um modelo econômico e produtivo, que se diferencia dos modelos vigentes por prezar pela regeneração e restauração do capital natural, de forma a estimular fluxos renováveis e gerir recursos finitos, visando manter as mercadorias e os insumos com alto nível de utilidade e valor econômico pelo maior tempo possível. As pesquisas acadêmicas têm abordado a Economia Circular como estratégia para o desenvolvimento sustentável, tanto no sentido de compreender e avaliar estratégias já em prática, como também no sentido de desenvolver subsídio científico para novas proposições. Desse modo, este trabalho busca analisar – à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade – como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular, quanto às amplitudes das abordagens metodológicas e conceituais adotadas, bem como, quanto às instituições de pesquisa e autores de destaque. Esta pesquisa é de natureza aplicada, com objetivo exploratório e descritivo, a abordagem utilizada é mista e aplicam-se os métodos científicos dialético e indutivo. Para atingir ao objetivo proposto, utiliza-se como procedimento técnico a pesquisa documental, viabilizado pelo levantamento bibliométrico e a análise de conteúdo. A compreensão da forma como se estrutura o campo da pesquisa voltada à Economia Circular se deu pelo levantamento e pela análise de dados quantitativos e qualitativos, com o auxílio dos softwares *Vosviewer* e *Pajek*. A partir de um processo de organização, codificação e tratamento dos dados, pôde-se identificar autores, instituições e regiões geográficas em destaque, nesse panorama, bem como as tendências de abordagem de pesquisa no campo da EC. Estabeleceu-se também, com base em análises quantitativas e qualitativas, que o viés de pesquisa associado às amplitudes metodológicas se relaciona implicitamente com o contexto social de seu surgimento, em um cenário de influência em ambos os sentidos

**Palavras-chave:** Economia Circular. Ciência Tecnologia e Sociedade. Levantamento bibliométrico. Amplitudes da Economia Circular. Dimensões da Economia Circular.

## ABSTRACT

MELO, Leticia de P. Bueno. **Methodological and conceptual approach of circular economy in the light of science, technology, and society: an overview of scientific production.** Advisor: Christian Luiz da Silva. Dissertation (Master in Technology and Society) - Postgraduate Program in Technology and Society, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2019.

The Circular Economy is an economic and productive model, which differs from the current model by valuing the protection and restoration of natural capital, in order to stimulate renewable flows and manage finite resources, maintaining goods and inputs with a high level of utility and economic value for as long as possible. Academic research has exactly the Circular Economy as strategic for sustainable development, both in the sense of understanding and evaluating strategies already in practice, as well as in the sense of developing scientific yield for new propositions. Thus, this work seeks to analyze - in the light of Science, Technology and Society - how the world stage of research aimed at the Circular Economy is structured, regarding the amplitudes of the methodological and conceptual approaches adopted, as well as, regarding the research institutions and authors of prominence. This research is of an applied nature, with an exploratory and descriptive objective, the approach used is wrong and applies dialectical and inductive scientific methods. To achieve the proposed objective, documental research is used as a technical procedure, whose instruments used are bibliometric survey and content analysis. The understanding of the way in which the Research Field focused on the Circular Economy is structured was achieved through the survey and analysis of quantitative and qualitative data, with the help of Vosviwer and Pajek software. Based on the collected data, we were able to identify prominent authors, institutions and geographic regions in this scenario, as well as research approach trends in the field of CE. It was also understood, based on quantitative and qualitative analyses, that the research bias associated with methodological amplitudes is implicitly related to the social context of its incorporation, in a scenario of influence in both directions

**Keywords:** Circular Economy. Science, Technology and Society. Bibliometrics. Development models. Micro level. Meso level. Macro level.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Síntese das escolhas metodológicas.....	24
Figura 2- Relação entre Economia Circular e CTS.....	41
Figura 3 - Áreas de pesquisa da Economia Circular- Publicações anteriores à 2021.....	52
Figura 4- Delineamento metodológico da pesquisa.....	58
Figura 5- Etapas do processo de análise bibliométrica.....	63
Figura 6- Localização dos sete institutos de pesquisa com destaque quantitativo (número de publicações e citações).....	105
Figura 7- Rede de parcerias entre instituições de pesquisa para publicação de trabalhos.....	106
Figura 8- Clusters de coautoria de pesquisadores.....	109
Figura 9- Principal cluster de autores por coautoria.....	110
Figura 10- Síntese dos resultados- Scopus (2017-2021).....	122

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Número de artigos publicados com o termo "Economia Circular" no título, resumo ou palavra-chave (2010- 2022).....	32
Gráfico 2- Evolução das Publicações com “Economia Circular” no título (2010- 2021) .....	67
Gráfico 3- Composição da Categoria Micro em Subcategorias (2017-2021).....	78
Gráfico 4- Regiões de origem dos trabalhos da categoria Micro (2017-2021).....	79
Gráfico 5- Composição da Categoria Meso em Subcategorias (2017-2021).....	84
Gráfico 6- Regiões de origem dos trabalhos da categoria Meso (2017-2021).....	85
Gráfico 7- Composição da Categoria Macro em Subcategorias (2017-2021).....	91
Gráfico 8- Regiões de origem dos trabalhos da categoria Macro (2017-2021).....	92
Gráfico 9- Composição da amostra total de trabalhos por amplitude metodológica (2017-2021).....	97
Gráfico 10- Composição da amostra total de trabalhos por subcategoria das amplitudes metodológicas (2017-2021).....	98
Gráfico 11- Categorização dos artigos britânicos (2017-2021).....	113
Gráfico 12- Categorização dos artigos chineses (2017- 2021).....	117
Gráfico 13- Composição da amostra de artigos Escandinavos por país de origem (2017- 2022).....	119
Gráfico 14- Composição da amostra de artigos escandinavos por categoria de análise (2017-2021).....	120
Gráfico 15- Origem dos artigos da amostra total de trabalhos.....	123

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Textos semente.....	61
Quadro 2- Descritores do levantamento bibliométrico prévio.....	63
Quadro 3- Categorias de Análise e critérios de inclusão.....	72
Quadro 4 – Exemplos de trabalhos com a mesma temática e diferentes abordagens metodológicas.....	73
Quadro 5 – Apresentação das subcategorias de análise e critérios de inclusão.....	75
Quadro 6 - Protocolo da pesquisa.....	76
Quadro 7- Centros de pesquisa com maior número de publicações na amostra (2017-2021) .....	101
Quadro 8- Universidades envolvidas nas 20 publicações mais citadas da amostra..	102
Quadro 9- Universidades com maior produtividade na amostra.....	104

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Resultado do teste de aderência dos descritores na busca por Artigos, Teses e Dissertações publicados entre 2016 e 2021.....	22
Tabela 2- Levantamento Bibliométrico para análise sistematizada .....	644

## **SUMÁRIO**

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1 TEMA.....	16
1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	16
1.3 PROBLEMA E PREMISSAS DA PESQUISA.....	17
1.4 DECLARAÇÃO DE OBJETIVOS.....	19
1.4.1 Objetivo Geral.....	20
1.4.2 Objetivos Específicos.....	20
1.5 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA.....	20
1.5.1 Justificativa Teórica.....	20
1.5.2. Justificativa Prática.....	22
1.6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	23
1.7. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	25
<b>2 ABORDAGENS CONCEITUAIS E METODOLÓGICAS DA ECONOMIA CIRCULAR.....</b>	<b>27</b>
2.1 A ECONOMIA CIRCULAR SOB A ÓTICA DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	28
2.2 A CIÊNCIA E TECNOLOGIA COMO FRUTO DA CONSTRUÇÃO SOCIAL.....	27
2.3 ORIGENS E FUNDAMENTOS DA ECONOMIA CIRCULAR.....	30
2.4 CONCEPÇÕES E FUNDAMENTOS DA ECONOMIA CIRCULAR.....	34
2.5 ECONOMIA CIRCULAR COMO NOVO MODELO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	39
2.5.1. NÍVEIS DE IMPLANTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR.....	42
2.5.1.1 Micro.....	39
2.5.1.2 Meso.....	45
2.5.1.3 Macro.....	48
2.6 TEMAS DE PESQUISA EM DESTAQUE EM CADA NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR.....	51
<b>3. METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>54</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	54
3.2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	56
3.3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	60
3.3.1 Levantamento Bibliométrico introdutório e revisão sistemática.....	60
3.3.2 Levantamento Bibliométrico .....	65

3.3.2.1 Critérios para a seleção da amostra.....	66
3.3.2.2 Softwares para tratamento de dados.....	68
3.3.2.3 Levantamento de dados quantitativos.....	68
3.3.3 Análise de Conteúdo.....	69
3.3.3.1 Organização do material.....	70
3.3.3.2 Codificação dos Conteúdos.....	71
3.3.3.3 Escolhas metodológicas.....	71
3.3.3.4 Tratamento de resultados.....	75
3.4 PROTOCOLO DA PESQUISA .....	75
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISES- AMPLITUDES DE PESQUISA.....</b>	<b>77</b>
4.1 AMPLITUDES DE PESQUISA.....	77
4.1.1 Categoria Micro.....	77
4.1.1.1 Subcategoria Processo.....	79
4.1.1.2 Subcategoria Modelo de Negócios.....	81
4.1.1.3 Subcategoria comportamental.....	82
4.1.2 Categoria Meso.....	84
4.1.2.1 Subcategoria Plataforma de inovação.....	85
4.1.2.2 Subcategoria Regional.....	87
4.1.2.3 Subcategoria Sistema Produtivo e logística.....	88
4.1.2.4 Subcategoria Indústria.....	89
4.1.3 Categoria Macro.....	90
4.1.3.1 Subcategoria Política Pública .....	92
4.1.3.2 Subcategoria Conceitual.....	93
4.1.3.3 Subcategoria Indicadores .....	95
4.1.4 Panorama da produção científica voltada à Economia Circular- Amplitudes Metodológicas. ....	96
4.2 PANORAMA MUNDIAL DA PESQUISA VOLTADA À ECONOMIA CIRCULAR- INSTITUTOS DE PESQUISA E AUTORES EM DESTAQUE.....	99
4.2.1 Institutos de Pesquisa.....	99
4.2.2 Autores em Destaque .....	108
4.3 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ECONOMIA CIIRCULAR COMO PRODUTO SOCIOTÉCNICO.....	112
4.3.1 Reino Unido.....	112

4.3.2 China.....	115
4.3.3 Escandinávia.....	117
4.3.4 A Produção científica mundial voltada à Economia Circular como produto sociotécnico.....	120
4.4 SÍNTESE DO PANORAMA.....	121
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>124</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>137</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A seção inicial dessa Dissertação de mestrado apresenta o projeto desta pesquisa. Deste modo, nessa seção são apresentados: o tema da pesquisa, suas delimitações, a declaração de objetivos, as justificativas da realização da pesquisa, o embasamento teórico e a estruturação da pesquisa

### 1.1 TEMA

A abordagem tradicional da economia industrial baseia-se em um modelo linear de produção, em que são extraídos insumos para a fabricação e a venda de mercadorias, as quais, após seu uso, são encaminhadas ao descarte (ELLEN MACARTHUR, 2013). Dessa forma, o desperdício é incorporado estruturalmente, o que vai de encontro com a preocupação quanto à preservação ambiental, que ganhou destaque a partir da década de setenta, com estudos como *The limits to growth* (MEADOWS, 1972), que aborda a pressão sobre a disponibilidade de recursos naturais e a evidência das externalidades negativas desse modelo de crescimento econômico.

Nesse contexto, a discussão a respeito de um modelo de desenvolvimento econômico sustentável ganhou espaço. Simon Dresner (2002) afirmou que o termo desenvolvimento sustentável começou a ser usado na década de 80, pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais, que o definia como “[...] a integração entre conservação e desenvolvimento, a fim de garantir que as modificações no planeta, de fato, assegurem a sobrevivência e o bem-estar de todas as pessoas.” (DRESNER, 2002, p. 33, tradução nossa). Essa definição adota uma relação de comprometimento intertemporal, que foi incorporado ao conceito de desenvolvimento sustentável no Relatório *Nosso futuro comum* (BRUNDTLAND, 1987), o qual destaca o papel da geração presente na busca por suprir suas demandas sem comprometer a capacidade de manutenção das gerações futuras.

Em paralelo a essas iniciativas de construção de modelos tecnológicos que contemplem o princípio da circularidade, os estudos Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) buscam romper com a tradição essencialista da ciência e tecnologia, de modo a incorporar a dimensão social em seus estudos (LINSINGEN *et al.* 2003).

Esse quadro levou ao questionamento do modelo econômico produtivo vigente, visto seu impacto ambiental negativo. Desta forma, estudos que incorporassem o fator ambiental à análise econômica passaram a ganhar mais atenção, Cechin (2010) destaca essa característica em sua análise às obras do economista Georgescu-Roegen, as quais voltaram-se à estruturação de uma economia ecológica e evolucionária. Esse autor enunciou a dissociação entre o sistema econômico e o ecossistema natural como um paradigma constituinte da economia clássica, e indicou a necessidade de se observar a relação cíclica existente entre natureza e economia, visto que, por um lado, insumos extraídos da natureza são constantemente agregados ao fluxo da renda, e de outro, bens que perderam seu valor econômico são rejeitados na natureza (CECHIN, 2010).

Na década de noventa, do século passado, Pearce e Turner (1990) dedicaram-se ao desenvolvimento de uma análise do sistema econômico que incorporou a economia dos recursos naturais, pela adoção de uma visão circular da economia. Também nesse período passou-se a conceituar o Capital Natural, o qual se refere à fatores naturais, como minérios, rendimento biológico e serviços ecossistêmicos, recursos que possuem potencial impacto nos sistemas sociais e econômicos (CLAYTON; RADCLIFFE, 1996). Do mesmo sentido, McDonough e Braungart (2010, p.34) buscaram compreender as lacunas do sistema produtivo linear, por eles denominado de *Cradle to grave*, as quais culminaram na geração de toneladas de rejeitos e materiais tóxicos todos os anos, no sobrecarregamento dos sistemas de regulamentação e segurança, no desperdício de insumos com valor econômico, e na desvalorização da diversidade ecológica e cultural, dentre outros efeitos negativos. Em oposição a esse modelo, esses autores propuseram o modelo *Cradle to Cradle*, no qual o conceito de desperdício é eliminado por meio de um planejamento produtivo que entende o resíduo como insumo para novas atividades produtivas, e preza pelo equilíbrio da biosfera sem prejudicar o desenvolvimento tecnológico.

A partir dessas abordagens, foi moldado o conceito da Economia Circular, objeto de estudo nesse trabalho, a qual tem sua estrutura baseada em três princípios. O primeiro refere-se à preservação e ao aprimoramento do Capital Natural, que parte da premissa de que tal capital é finito. O segundo princípio aborda a otimização de recursos e produtos e preza pela manutenção de máxima utilidade pelo maior prazo de tempo possível. Por fim, o terceiro princípio faz referência à efetividade da

Economia Circular, que gera externalidades positivas e minimiza perdas sistêmicas, já que a reutilização de resíduos fundamenta um novo *design* da produção (FUNDAÇÃO MACARTHUR, 2013).

Tendo em vista esses princípios, a Fundação Ellen MacArthur (2013) indica que a Economia Circular é um novo modelo econômico, o qual tem por diferença a concepção do desenvolvimento econômico global como dissociado do consumo de recursos finitos. Deste modo, a Economia Circular preza pela regeneração e restauração do Capital Natural, de forma a estimular fluxos renováveis e gerir recursos finitos, visando manter as mercadorias e insumos com alto nível de utilidade e valor econômico pelo maior tempo possível (ELLEN MACARTHUR, 2013).

A Alemanha é indicada como o primeiro país a desenvolver uma legislação que fomentou o desenvolvimento da Economia Circular (SU *et al.* 2013). A Lei alemã do ciclo de substâncias e gerenciamento de resíduos, de 1996, visa a eliminação de resíduos pela concepção cíclica do modelo econômico de produção e consumo (SU *et al.* 2013). No ano de 2002, no Japão, foi implementada uma lei que estabelecia metas de reciclagem, além de promover um gerenciamento de resíduos de maneira regenerativa (SU *et al.* 2013). Destaca-se também que, no ano de 2014, a Comissão Europeia desenvolveu um conjunto de diretivas voltado à gestão de seus resíduos sólidos, o qual visa a implementação de um modelo de Economia Circular para o desenvolvimento local (COMISSÃO EUROPEIA, 2014).

Deste modo, a Economia Circular pode ser integrada desde o *design* produtivo de uma mercadoria, passando pela reordenação da estrutura produtiva, por meio da cooperação entre agentes, até o desenvolvimento de políticas públicas, isso por meio da incorporação de seus princípios fundamentais. Nesse sentido, este trabalho busca analisar – à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade – como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular, quanto às abordagens conceituais, aos níveis de implementação, bem como, quanto aos autores em destaque e seus contextos sociotécnicos.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A produção científica voltada ao tema da Economia Circular é o objeto desse estudo. Desse modo, busca-se desenvolver uma avaliação de como se estrutura esse

campo de estudo, no âmbito global, bem como identificar de que maneira essa produção relaciona-se aos princípios da Ciência, Tecnologia e Sociedade, a partir da Teoria da Instrumentalização Primária e Secundária de Feenberg (2003). Desta forma, busca-se identificar os países, as instituições de pesquisa e os autores de destaque, bem como categorizar as pesquisas de acordo com a amplitude de abordagem utilizada.

Essa análise do estado da arte demanda uma delimitação espacial global, visto que depende de uma compreensão da forma como esse campo de pesquisa se articula em diferentes países e culturas. Deste modo, torna-se possível compreender as diferentes metodologias, compreensões e importâncias destinadas ao tema da Economia Circular, dado o fator territorialidade.

Deste modo, o assunto da pesquisa também se revela como um de seus delimitadores, entretanto, ainda se faz necessária uma delimitação quanto à extensão da pesquisa (MARCONI; LAKATOS, 2012). Para tal, os levantamentos bibliométricos que embasam essa análise referem-se à produção de artigos científicos indexados à bases de pesquisa identificadas como de maior aderência para o tema da Economia Circular, e inclui apenas os trabalhos com acesso aberto, para possibilitar a análise de conteúdo.

O recorte temporal utilizado nessa pesquisa concerne a produção científica publicada entre janeiro de 2017 e dezembro de 2021, o que permite a realização de uma análise da evolução da relevância da Economia Circular como campo de pesquisa. Esse recorte também permite a categorização da produção, de acordo com diversas amplitudes de abordagem identificadas ao longo do trabalho.

### 1.3 PROBLEMA E PRESSUPOSTOS DA PESQUISA

A abordagem tradicional da Economia traz consigo uma alternativa aos problemas que envolvem os resíduos sólidos e a pressão sobre o uso dos recursos naturais, tanto finitos, quanto renováveis (ELLEN MACARTHUR, 2013). Deste modo, a Economia Circular tem se destacado no papel de objeto de pesquisa científica, como resposta ao desafio de promover o desenvolvimento sustentável.

De acordo com a Comissão Europeia (2014) a Economia Circular representa uma alternativa com potencial de agregar, concomitantemente, benefícios

econômicos e ambientais, por meio de uma utilização eficiente de recursos. Diante dessa oportunidade, governos e instituições, entre elas a Comissão Europeia, têm trabalhado em estratégias que promovam a transição do modelo produtivo linear para o circular. Nesse quadro, a pesquisa acadêmica também tem investigado a Economia Circular como estratégica para o desenvolvimento sustentável, tanto no sentido de compreender e avaliar estratégias já em prática, como também no sentido de desenvolver subsídio científico para novas proposições (SU *et al.* 2013).

Nesse contexto, apesar de o conceito de Economia Circular ter evoluído nos últimos anos, por envolver transversalmente diferentes áreas do conhecimento, não há uma definição convencionada do conceito (RUIZ-REAL *et al.* 2018). Diante desse pressuposto, as diferentes concepções de Economia Circular levam a diversas abordagens metodológicas do objeto de pesquisa, e, para além disso, cada uma dessas abordagens metodológicas possui uma delimitação de pesquisa diferente. No nível micro, as pesquisas dedicam-se ao estudo de produtos e processos, a partir dos fundamentos da Economia Circular. Outras pesquisas expandem sua abordagem ao nível Meso, com foco na reordenação da estrutura produtiva. No nível macro, pesquisas ligadas ao desenvolvimento de políticas públicas passam a incorporar os conceitos da Economia Circular. Todos estes níveis serão objetos de estudo desta Dissertação.

Destarte, surge questionamento a respeito dos direcionamentos da pesquisa no campo da Economia Circular, e da compreensão da forma como essas diferentes amplitudes metodológicas interagem na prática. Isso porque a Economia Circular se baseia na integração entre redes de valor, e, para tal, exige a adoção de uma abordagem holística, que permita a compreensão da interconexão entre os sistemas (IWASAKA, 2018).

Além disso, ainda é preciso considerar que a implementação de um modelo econômico não linear, que conecta atores de diferentes etapas do processo produtivo, constrói uma rede de agentes que pode ser entendida como um território. Esse entendimento deriva da concepção de que o território tem, para além de sua dimensão física, a dimensão existencial e social (CHAMPOLLION, 2006). Sendo assim, a identificação dos agentes de destaque no campo da pesquisa da Economia Circular pode responder a questões quanto à influência de diferentes modelos de

territorialidade sobre a compreensão da Economia Circular enquanto objeto de pesquisa.

Diante da problematização apresentada, esta pesquisa busca responder à seguinte pergunta:

**Como se estrutura – à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade – o campo de pesquisa da Economia Circular, em nível global, em termos de autores e instituições de destaque e abordagem conceitual e metodológica?**

A compreensão da forma como se estrutura esse campo de pesquisa permite a identificação do sentido da evolução da Economia Circular, em termos acadêmicos, bem como a identificação de tendências nesse campo de estudo, a despeito de não haver uma conceituação única convencionada da Economia Circular. Essa análise estrutural possibilitará uma maior compreensão do estado da arte da Economia Circular, e pode cooperar para o desenvolvimento futuro de modelos de desenvolvimento local.

Deste modo, essa problematização buscou ser compreendida a partir de uma delimitação temporal que engloba o período entre janeiro de 2017 e dezembro de 2021. A construção dessa delimitação embasa a construção um retrato temporal do panorama a ser investigado, de modo a oportunizar futuro monitoramento das alterações desse cenário. O detalhamento das escolhas que fundamentaram essa delimitação temporal é apresentado no Capítulo de Metodologia.

#### 1.4 DECLARAÇÃO DE OBJETIVOS

Os objetivos que norteiam o desenvolvimento dessa pesquisa qualitativa são apresentados nesta Seção. O objetivo geral, aqui expresso, indica o propósito principal do estudo (CRESWELL; 2010), seguido pelos objetivos específicos, cujas respostas constroem a argumentação, de modo a cumprir com o objetivo geral.

#### 1.4.1 Objetivo Geral

Analisar – à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade – como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular, quanto às amplitudes das abordagens metodológicas e conceituais adotadas, bem como, quanto às instituições de pesquisa e autores de destaque, com vistas a identificar as tendências e padrões territoriais no campo de pesquisa

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

1- Identificar os fundamentos da Economia Circular presentes nas diversas abordagens do conceito.

2- Analisar a produção de artigos do campo da Economia Circular em termos das amplitudes da pesquisa.

3- Analisar dados bibliométricos para a identificação de tendências de pesquisa, autores, instituições e países expoentes no campo da Economia Circular.

### 1.5 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA

As justificativas teórica e prática desta pesquisa são apresentadas nesta Seção. Um levantamento bibliométrico dos termos descritivos desta pesquisa fundamenta sua justificativa teórica. Além disso, esta pesquisa deve alinhar-se ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade, especificamente à linha de pesquisa de Tecnologia e Desenvolvimento, deste modo, a justificativa prática explicita esse alinhamento.

#### 1.5.1 Justificativa Teórica

O modelo econômico linear vigente leva ao desperdício de recursos de alto valor econômico e ambiental (COMISSÃO EUROPEIA, 2014). A Economia Circular surge, nesse contexto, como alternativa na busca pelo desenvolvimento sustentável, o qual é definido pela Organização das Nações Unidas (1987) como um modelo de

desenvolvimento que supre as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de sustento das gerações futuras.

Esse quadro levou a um aumento do número de pesquisas científicas que buscam desenvolver modelos de desenvolvimento local embasados nos princípios da Economia Circular (SU *et al.* 2013). Essas pesquisas, entretanto, abordam a Economia Circular sob diferentes perspectivas, como para o desenvolvimento de produtos e processos, a reordenação da estrutura produtiva ou para o desenvolvimento de políticas públicas (SU *et al.* 2013).

Desse modo, esta pesquisa tem como proposição a análise de como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular, de modo a identificar as diretrizes que norteiam o desenvolvimento dessa área de pesquisa, bem como detectar autores, instituições de pesquisa e países de destaque na produção científica desse campo de conhecimento.

Foi realizado um levantamento bibliométrico (RUTHES; SILVA, 2015) com o propósito de validar o objetivo deste estudo frente à relevância do tema. A etapa de identificação das palavras chaves voltou-se à seleção de termos referentes ao tema, delimitação e objetivos desta pesquisa que, aqui, atuam como termos descritores. Optou-se pelo uso dos termos no idioma inglês, em razão da delimitação da pesquisa, a nível mundial, deste modo, por ser esse idioma o mais usado para indexação de artigos fornece resultados de validação mais precisos. Desta forma, os termos prospectados foram: *Circular Economy*, e *Bibliometric*, os quais levam à artigos cuja abordagem tem maior proximidade com o tema desta pesquisa.

Optou-se pelo uso das duas bases de artigos internacionais de maior aderência para o campo da Economia Circular, *Web of Science* e *Scopus*. Além disso, também foi utilizada a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e a base da Capes para a consulta dos termos em âmbito nacional. O levantamento bibliométrico teve como limitação temporal o período entre os anos de 2016 e 2021, e os termos foram buscados no título, resumo e entre as palavras-chave dos documentos.

Os resultados de busca das palavras-chaves selecionadas nas bases em questão, e que demonstram a aderência dos termos, tanto separadamente, quanto na busca conjunta são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1- Resultado do teste de aderência dos descritores na busca por Artigos, Teses e Dissertações publicados entre 2016 e 2021**

	Bases nacionais		Bases internacionais	
	BDTD	CAPES	SCOPUS	WEB OF SCIENCE
Circular Economy	66	10265	8289	6845
Bibliometric	367	14822	12369	5587
"Circular Economy"+ "Bibliometric"	0	48	64	74

Fonte: Autoria própria (2019).

Por não ter sido encontrado um terceiro descritor da pesquisa que apresentasse aderência no levantamento bibliométrico, os resultados encontrados nas duas bases internacionais foram levados ao nível da análise do potencial do portfólio (RUTHES; SILVA, 2015). Desta forma, foram buscados estudos que possuíssem uma delimitação global e uma abordagem interdisciplinar para sua análise bibliométrica, por meio da leitura dos resumos dos documentos em questão. Essa leitura levou à compreensão de que, além de o resultado das pesquisas nas bases internacionais não serem numerosos, em sua maioria, essas pesquisas não adotam a Economia Circular como objeto central do estudo, não possuem uma abordagem interdisciplinar ou não adotam uma delimitação espacial global, o que justifica a relevância a relevância desta pesquisa.

#### 1.5.2. Justificativa Prática

A Economia Circular fundamenta a criação de modelos de desenvolvimento local que buscam a sustentabilidade. Nesse contexto, a transição do modelo produtivo linear para o circular tange a forma de interação da sociedade com a natureza e o meio social. O Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade - PPGTE da Universidade Tecnológica Federal do Paraná entende que “a sociedade humana se destaca pela capacidade de alterar o meio em que está inserida e essas modificações implicam também em alterações na fisionomia dessa sociedade” (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E SOCIEDADE, UTFPR, 2017, *on-line*). Com base nesse entendimento, o Programa fomenta a investigação interdisciplinar das relações entre tecnologia e sociedade.

As dinâmicas de processos de desenvolvimento territorial sustentável são o objeto central da linha de pesquisa Tecnologia e Desenvolvimento-TD, dentro do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade PGTE, com a qual essa pesquisa dialoga. A linha TD volta seus estudos aos “processos necessariamente pensados e implementados sob o tripé social, econômico e ambiental (sustentabilidade)” (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 2019, *online*). O objetivo desta Dissertação também se alinha aos propósitos dessa linha de pesquisa, visto que busca avaliar seu objeto, o campo de pesquisa voltado à Economia Circular, com a intenção de identificar as dinâmicas de territorialidade e sustentabilidade a ele associadas. Essas dinâmicas são sujeitas, neste trabalho, à investigação, no campo da produção científica voltada à Economia Circular. O alinhamento da pesquisa à linha de pesquisa do programa em que foi desenvolvida possibilita uma análise não tecnicista da produção que comporá a amostra.

Ainda há um alinhamento dessa pesquisa aos assuntos de interesse do Grupo de pesquisa Políticas Públicas e Dinâmica de Desenvolvimento Territorial (PD2T), ao qual se integra a autora desde trabalho. O PD2T dedica-se à “discussão sobre o papel e a interação dos atores locais (Estado, Sociedade e Empresas) no processo de desenvolvimento territorial (Políticas Públicas e Dinâmica de Desenvolvimento Territorial, 2019, *online*), cujo líder é o Orientador de Mestrado da Pesquisadora.

## 1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No Capítulo 3 desta pesquisa a metodologia da pesquisa será pormenorizada e as escolhas metodológicas serão devidamente fundamentadas. Nesta seção introdutória, entretanto, apresentam-se as classificações em que esta pesquisa se enquadra, a fim de elucidar ao leitor quanto às principais características metodológicas que podem ser identificadas neste trabalho.

A pesquisa é de natureza aplicada, já que tem foco na construção de conhecimentos que possam auxiliar na solução de problemas práticos, com abordagem metodológica interpretativista (MARCONI, LAKATOS, 2012). Quanto aos seus objetivos, esta pesquisa revela a adoção de uma visão descritiva do panorama mundial da produção científica voltada à Economia Circular. Ademais, de modo a revelar a natureza desta pesquisa como descritiva (FLEURY, 2017).

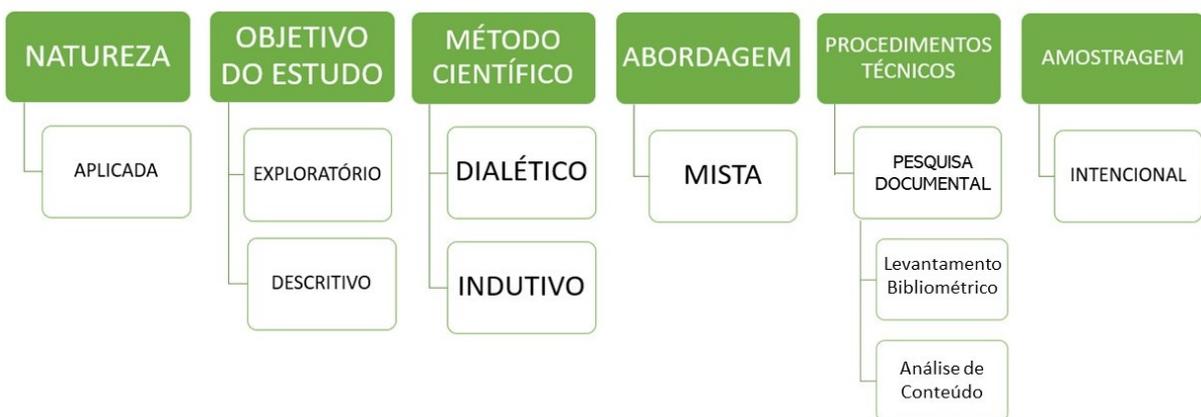
A pesquisa emprega o método científico dialético, pois busca avaliar os fenômenos e dados sem dissociá-los de seu contexto político, econômico e cultural e, a partir disso, busca compreender possíveis generalizações, demonstrando caráter indutivo (PRODANOVI; FREITAS, 2013).

A abordagem adotada nessa pesquisa é mista, visto que a obtenção dos resultados depende da análise conjunta de dados quantitativos e qualitativos. (CRESWELL, 2010). Os procedimentos técnicos empregados no desenvolvimento desta pesquisa são: (i) Pesquisa Bibliográfica e Documental, com uso das seguintes técnicas de pesquisa: Análise Sistemática; Levantamento Bibliométrico e Análise de Conteúdo.

Destaca-se ainda, que há a seleção de uma amostra da produção de artigos científicos que abordam o tema da Economia Circular, escolhida de acordo com as delimitações estabelecidas na pesquisa. A amostra, portanto, é intencional, por ser composta apenas de artigos científicos, e possuir limite temporal e espacial estabelecidos.

Sintetizam-se as escolhas metodológicas desta Dissertação, no que se refere a cada um dos critérios metodológicos aqui discutidos, na Figura 1.

**Figura 1- Síntese das escolhas metodológicas**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

As escolhas metodológicas desta Dissertação, no que se refere a cada um dos critérios metodológicos aqui discutidos, sistematizam-se na Figura 1. Destaca-se, portanto, o uso das ferramentas de análise sistemática, levantamento bibliométrico e análise de conteúdo, os quais serão detalhados no Capítulo de Metodologia.

## 1.7 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Esta Dissertação está estruturada em cinco capítulos somados ao respectivo resumo, referências e apêndice.

O Capítulo introdutório dessa Dissertação de mestrado apresenta o projeto desta pesquisa. Sendo composto pela apresentação do tema, seguido pela delimitação da pesquisa, a declaração dos objetivos, geral e específicos, os quais norteiam o desenvolvimento deste estudo, posteriormente justifica-se a realização desta pesquisa, em termos teóricos e práticos, segue-se com a indicação do embasamento teórico adotado, são então apresentadas as escolhas metodológicas que se enquadram na pesquisa.

O segundo Capítulo será dedicado à apresentação do referencial teórico, o qual elucida os conceitos base. Desta forma, a Economia Circular será estudada sob a perspectiva da criação de modelos de desenvolvimento local sustentáveis, em diferentes escalas.

A metodologia empregada para a realização desta Dissertação será exposta no terceiro Capítulo. Primeiramente, serão detalhados os métodos de levantamento bibliométrico e análise de conteúdo. Seguir-se-á com a descrição dos métodos empregados para a execução do levantamento bibliométrico, desde a etapa de levantamento e tratamento dos dados, os critérios de categorização, até o uso de ferramentas de *software* que possibilitam uma análise de dados mais apurada.

O quarto Capítulo desta Dissertação será dividido em quatro Subseções, que correspondem à análise e discussão dos dados. A primeira Subseção, discute os resultados obtidos pela análise de conteúdo, no que se refere às amplitudes metodológicas, a partir de categorias de análise e suas respectivas subcategorias, bem como os dados bibliométricos atrelados à cada uma delas. A segunda Subseção dedica-se à apresentação do panorama mundial da pesquisa voltada à Economia Circular quanto aos institutos de pesquisa e aos autores em destaque. A terceira Subseção discute a produção científica em Economia Circular como produto societécnico, a partir da análise de três contextos sociais e científicos sob a ótica da CTS. A quarta Subseção visa sintetizar os resultados obtidos por esta pesquisa, e

apresenta os principais fatores da estruturação do panorama da produção científica mundial voltada à Economia Circular.

As considerações finais serão realizadas no quinto Capítulo da Dissertação, e trarão os elementos de prova do cumprimento de cada um dos objetivos declarados no capítulo inicial. Além disso, a partir desses elementos de prova apresentados, são propostas futuras possibilidades de pesquisa.

## **2 ABORDAGENS CONCEITUAIS E METODOLÓGICAS DA ECONOMIA CIRCULAR**

Este capítulo dedica-se à apresentação da fundamentação teórica que alicerça essa investigação. Primeiramente serão elucidados os princípios da Ciência, Tecnologia e Sociedade, ótica adotada nesse trabalho, e como a Economia Circular pode ser interpretada a partir dessa perspectiva. Segue-se com a apresentação da Economia Circular como construção social, a partir da ótica CTS. Em um terceiro momento é exposto um histórico do surgimento da Economia Circular. Em seguida serão apresentados diversos conceitos da EC, elaborados em diferentes contextos, sendo destacados os pontos em comum dessas definições. Nesse sentido a circularidade econômica é discutida como modelo de desenvolvimento sustentável, suscetível a fatores de territorialidade. Os níveis de implementação da Economia Circular, indicados pela literatura de base, são também apresentados nesse Capítulo. Por fim são apresentados os principais campos de estudo no ramo da Economia Circular.

### **2.1 A ECONOMIA CIRCULAR SOB A ÓTICA DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

A perspectiva da Ciência Tecnologia e Sociedade- CTS busca analisar as mudanças científico-tecnológicas a partir de seus aspectos sociais (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003). Nesse sentido, admitindo que a Economia Circular é uma alternativa para condução do desenvolvimento rumo à sustentabilidade, cabe a reflexão a respeito dos aspectos sociais contidos no surgimento da EC, bem como seus impactos na dimensão social.

A CTS, como campo de estudo, teve sua gênese em meados dos anos 60, quando intensificaram-se os questionamentos a respeito dos custos sociais da ciência e a tecnologia (CUTCLIFFE, 2003). Nesse momento da história a neutralidade da ciência passou a ser questionada, bem como a das elites científicas mundiais que norteavam os rumos da pesquisa científica (VARSAVSKY, 1971). A ciência e a tecnologia passaram a ser entendidas, nesse campo de trabalho, como fruto da conjuntura social de que emergem, ao mesmo tempo em que também são instrumento

de mudança do sistema, em contraposição à visão tradicional essencialista da ciência (VARSAVSKY, 1971).

A abordagem tradicional, cujo objeto central do estudo é essencialmente a ciência e a tecnologia, considera que o progresso nesse campo é autônomo e inflexível, o que sugere a neutralidade e o determinismo (BURGER et al., 2019; DAGNINO, 2008). Nessa perspectiva a tecnologia não é necessariamente influenciada pelo contexto social, assim como a sociedade pode não ser afetada pelos desdobramentos tecnológicos (DAGNINO, 2008).

A perspectiva adotada nesse trabalho, por sua vez, admite que “o caráter da [Ciência e Tecnologia] C&T, e não apenas o uso que dela se faz, é socialmente determinado” (DAGNINO, 2008, p. 01). Desse modo, é possível reconhecer determinantes provenientes das relações sociais vigentes na trajetória da ciência e tecnologia (DAGNINO, 2008). A C&T, portanto, assume, nessa ótica, caráter não neutro e não-determinista, visto que são frutos de um processo de construção social. Sendo assim, de acordo com a concepção da CTS, aqui adotada, não se admite o pressuposto de que qualquer progresso científico e tecnológico, indiscriminadamente, resulta em aumento do bem-estar geral.

Nessa lógica, o desenvolvimento científico-tecnológico voltado à implementação da Economia Circular pode ser interpretado segundo a ótica da CTS, adotada por Bazzo, Linsingen e Pereira (2003, p. 127), e caracterizada por eles como “um processo social conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos”.

## 2.2 A CIÊNCIA E TECNOLOGIA COMO FRUTO DA CONSTRUÇÃO SOCIAL

O objeto de análise aqui estudado é examinado sob a ótica das duas instrumentalizações apresentadas por Feenberg (2003) a partir da perspectiva da Teoria Crítica da Tecnologia. A Teoria da Instrumentalização Primária e Secundária (FEENBERG, 2003) sumariza suas críticas quanto às concepções tradicionais da tecnologia, bem como demonstra suas compreensões a respeito da trajetória do desenvolvimento tecnológico.

A instrumentalização primária, de acordo com a Teoria de Feenberg (2003), diz respeito puramente às relações técnicas empregadas e à forma como esse objeto

relaciona-se e orienta-se à realidade e ao seu uso prático (FEENBERG, 2003). Destarte, a instrumentalização primária compreende o âmbito técnico-funcional do desenvolvimento tecnológico. Já a instrumentalização secundária, de fundamental importância para a análise proposta nesse trabalho, incorpora a dimensão social da tecnologia (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017), e permite compreender a evolução da técnica como um processo histórico. Nesse sentido, a instrumentalização secundária abrange a dimensão social da tecnologia (FEENBERG, 2003)

Ainda de acordo com Feenberg (2003), a associação das duas instrumentalizações permite uma compreensão do processo formador da tecnologia de maneira integral, de forma que congrega características técnicas a outros aspectos, os quais advêm do contexto social, como por exemplo fatores éticos. Assim, a Teoria da Instrumentalização Primária e Secundária propõe que o desenvolvimento tecnológico seja analisado, simultaneamente, pelo ponto de vista da operacionalidade tecnológica, bem como do contexto social em que se insere. Ademais, Feenberg (2003) também destaca que a racionalização da tecnologia é a prática que reflete a integração das duas instrumentalizações, é geralmente norteadas pelos princípios capitalistas, e tem no lucro e no poder seus focos principais. Feenberg (2003) propõe então o que chama de racionalização subversiva, a prática que reflete a integração das duas instrumentalizações, baseando-se em um olhar crítico para a trajetória tecnológica, o qual que desafia as hegemonias dominantes e transforma a organização social.

A Teoria da Instrumentalização Primária e Secundária (FEENBERG, 2003) sugere, deste modo, o caráter histórico da tecnologia. Uma nova concepção de tecnologia surge dessa compreensão, visto que, admite-se uma bidimensionalidade, composta pela técnica e pela sociedade, a partir da qual é possível vislumbrar um progresso tecnológico mais sustentável, baseado em um novo modelo de desenvolvimento, cujo planejamento incorpora o âmbito técnico e social do progresso (ARAÚJO, 2016).

Admitindo-se a tecnologia como construção social, a partir do que já foi elucidado, é possível compreender as múltiplas direções envolvidas do processo de desenvolvimento tecnológico (PINCH; BIJKER, 2008), para além de uma visão linear e determinista desse processo. A busca pela compreensão das dimensões técnicas e sociais da tecnologia, concomitantemente, sugere um direcionamento à adoção da

abordagem da tecnologia como construção social, a qual figura no campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

De acordo com essa abordagem, uma investigação a respeito de quem são os atores centrais do processo de desenvolvimento de uma tecnologia, bem como seus conceitos a respeito dessa, revela sua construção para além do estudo da Inovação. Deste modo é possível compreender como as demandas foram geradas e interpretadas em diferentes grupos sociais, além da forma individual como a tecnologia criada impacta a própria sociedade de onde emergiu (BIJKER; HUGHES; PINCH, 1989). Desse modo, os aspectos técnicos (instrumentalização primária) são avaliados a partir do que os atores centrais (aspecto social, instrumentalização secundária) indicam como mais relevante (BIJKER; HUGHES; PINCH, 1989). A um mesmo artefato são conferidos múltiplos direcionamentos, por diferentes grupos sociais, o que permite investigar os traços da configuração social vigente que foram incorporados ao processo de desenvolvimento tecnológico, desde os aspectos puramente técnicos aos sociais, como os referentes a questões econômicas, de produção, políticas e culturais (BIJKER; HUGHES; PINCH, 1989).

Dagnino (2009) ressalta que a não observância conjunta de fatores sociais e técnicos resulta em um determinismo social, o que, bem como o determinismo tecnológico, mascara os fatores preponderantes no curso da tecnologia. Essa concepção vai ao encontro da teoria da instrumentalização secundária de Fennberg (2003), que, conforme já explanado, argumenta que o âmbito social e técnico da tecnologia devem ser analisados em conjunto. A abordagem da Construção Social da Tecnologia, entretanto, vai além da Teoria da instrumentalização primária e secundária no sentido de incorporar novas dimensões de análise à dinâmica tecnológica. O conceito de tecnologia como construção social tem em sua essência o aspecto multidirecional da tecnologia, e assume que esta é fruto da combinação de aspectos como os de caráter técnico, social, econômico, cultural e ambiental (SERAFIM; DIAS, 2010).

### 2.3 ORIGENS E FUNDAMENTOS DA ECONOMIA CIRCULAR

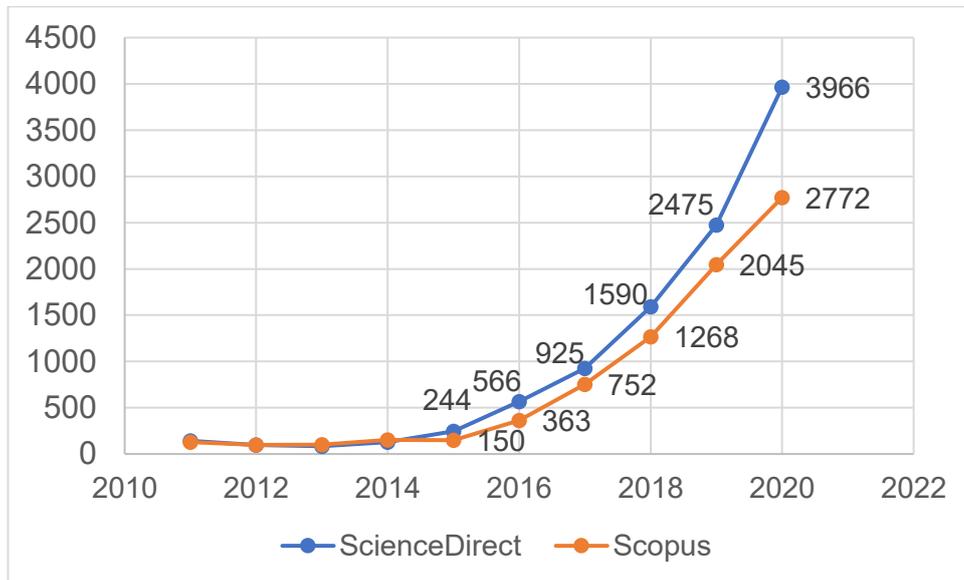
O conceito de Economia Circular (EC) surgiu como alternativa ao modelo produtivo linear, tradicional, que incorpora o desperdício. Esse novo modelo visa a sustentabilidade dos fatores ambientais, econômicos, sociais e tecnológicos da

sociedade (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2002). Deste modo, a Economia Circular tem foco no desenvolvimento tecnológico cuja abordagem vai além do comprometimento com a sustentabilidade ambiental dos processos, de modo a gerar bem-estar social, mediante a construção de novos padrões ambientais, econômicos e sociais (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Desta forma, se faz necessário compreender alguns dos estudos anteriores à conceituação da Economia Circular, os quais postularam princípios que alicerçam esse modelo produtivo.

O conceito de Economia Circular, por sua vez, é comumente atribuído à Pearce e Turner (1990), visto que esses autores usaram o termo pela primeira vez em um modelo econômico, quando dedicaram o segundo capítulo de seu livro *Economics of Natural Resources and the Environment* à análise da relação entre economia e o meio-ambiente. A partir dos conceitos de Georgescu-Roegen os autores elaboraram um modelo em que atribui três funções de cunho econômico ao ecossistema natural. Deste modo, o meio-ambiente, de acordo com Pearce e Turner (1989) fornece recursos, reincorpora resíduos e é fonte de utilidade, em um sistema fechado, circular, em que resíduos também são recursos (RIZOS; TUOKKO; BEHRENS, 2017).

O tema tem sido mais investigado nos últimos anos, como reflexo do desgaste ambiental e dos riscos sistêmicos iminentes do sistema de produção linear, baseado no descarte final da mercadoria (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). A emergência do tema pode ser observada pelo crescimento do número de artigos acadêmicos publicados com o termo “Circular Economy” no título, resumo ou palavra-chave (Gráfico 1), conforme pode ser identificado pelas informações conferidas pelas bases de dados ScienceDirect e Scopus.

**Gráfico 1- Número de artigos publicados com o termo "Economia Circular" no título, resumo ou palavra-chave (2010- 2022)**



**Fonte: Elaboração própria com base em *ScienceDirect* e *Scopus***

A origem dessa discussão, associa-se às ideias de alguns pensadores da chamada Economia Ecológica. Kenneth E. Boulding (1996) definiu a Terra como um ambiente de produção fechado, com recursos produtivos limitados, os quais passam por processos cíclicos de reprodução ou reciclagem. O economista Georgescu-Roegen (1971) embasa teoricamente esse debate a partir da concepção de que a ação humana leva, inevitavelmente, à degradação dos recursos naturais, visto que, são desenvolvidas atividades de transformação de insumos provenientes da biosfera em bens de valor econômico, de modo a consumir recursos naturais e gerar resíduos em todas as etapas do processo.

A Economia Circular revela um caráter interdisciplinar, e dessa forma, incorpora princípios advindos de diversas áreas de conhecimento. A *General Systems Theory*, desenvolvida pelo biólogo Ludwin von Bertalanffy (1950) também contribuiu para a construção do conceito de Economia Circular (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Nessa teoria é ressaltada a complexidade que envolve cada organismo em um sistema, deste modo, é considerada a necessidade da implementação de pensamento sistêmico e visão holística da interação entre as partes do sistema, as quais não podem ser estudadas isoladamente, mas sim a partir de suas relações (VON LUDWIN, 1950). De maneira análoga, a Economia Circular também admite essa complexidade

nos atores e etapas do sistema econômico, e a necessidade de uma análise sistêmica e holística de suas relações (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Sachs (1993), ao debater a sustentabilidade como uma meta, também indica a complexidade envolvida nesse processo, e a necessidade de interpretá-la de modo sistêmico. Por conseguinte, esse autor argumenta haver diferentes dimensões da sustentabilidade: econômica, ecológica, social, cultural, psicológica, espacial e política. Deste modo, como um sistema, qualquer tentativa de busca pela sustentabilidade deve considerar essas dimensões em conjunto (SACHS, 1993). Do mesmo modo, a EC busca o mesmo nível de abrangência, não podendo ser limitada à uma abordagem de gerenciamento de recursos, mas sim visar novas soluções, as quais devem ser capazes de melhorar não só os modelos de renovação energética e material, mas também, os modelos econômicos e de bem-estar social (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Para Erkman (1997), um dos precursores da Ecologia industrial, a dissociação entre a indústria e a biosfera fazem com que pareça haver uma antítese na junção dos termos ecologia e industrial. Entretanto, Erkman (1997) argumenta que não apenas o metabolismo industrial é dependente do ecossistema natural, como também, deve ser reestruturado, a fim de adequar-se ao andamento do ecossistema natural. Para Robert Frosch (1997), expoente da ecologia industrial, é necessário compreender a necessidade de integração do sistema industrial ao ecossistema, de modo a promover a redução e a reutilização de resíduos, bem como a otimização de recursos. A EC, por sua vez, agrega esses fundamentos da Ecologia Industrial, e os expande à uma escala que engloba toda a economia, de maneira sistêmica (UTS, 2015).

Essas concepções vão ao encontro dos fundamentos do modelo *Cradle to Cradle* (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2010) no qual o conceito de desperdício é eliminado por meio de um planejamento produtivo que entende o resíduo como insumo para novas atividades produtivas, e preza pelo equilíbrio da biosfera sem prejudicar o desenvolvimento tecnológico.

Os princípios de Redução, Reciclagem e Reutilização também estão presentes nos fundamentos da Economia Circular. O chamado 3R aborda soluções de gerenciamento de cadeias de suprimento, e visa o estabelecimento de ciclos fechados de produção, por meio do estímulo às políticas de logística reversa.

O conceito de Economia Circular, por sua vez, é comumente atribuído à Pearce e Turner (1990), visto que esses autores usaram o termo pela primeira vez em um modelo econômico, quando dedicaram o segundo capítulo de seu livro *Economics of Natural Resources and the Environment* à análise da relação entre economia e o meio-ambiente. A partir dos conceitos de Georgescu-Roegen os autores elaboraram um modelo em que atribui três funções de cunho econômico ao ecossistema natural. Deste modo, o meio-ambiente, de acordo com Pearce e Turner (1989) fornece recursos, reincorpora resíduos e é fonte de utilidade, em um sistema fechado, circular, em que resíduos também são recursos (RIZOS; TUOKKO; BEHRENS, 2017).

A participação da Fundação Ellen MacArthur na consolidação dos estudos a respeito da Economia Circular também recebe destaque na literatura que se dedica ao seu estudo (GEISSDOERFER et al., 2017; KAMA, 2015; KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018; NIERO; OLSEN, 2016, SILLANPÄÄ; CHAKER, 2019). Os estudos promovidos pela fundação dedicam-se à temas como *design* regenerativo, o modelo *Cradle to Cradle*, performance econômica, e a própria conceituação da EC. As análises promovidas pela fundação são amplamente aceitas, e ganharam difusão por embasarem discussões nas seções do Fórum Econômico Mundial de 2014, na Suíça (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

## 2.4 CONCEPÇÕES E FUNDAMENTOS DA ECONOMIA CIRCULAR

A partir da apresentação de estudos que embasaram sua criação é possível compreender a natureza interdisciplinar da Economia Circular, a qual revela-se também na busca por sua conceituação. Por envolver análises provenientes de diferentes campos do conhecimento, a Economia Circular possui caracterizações desenvolvidas a partir de diferentes pontos de vista, entretanto, alicerçadas sobre os mesmos pilares (SILLANPÄÄ; CHAKER, 2019)

A Fundação Ellen MacArthur (2013) apresenta que a EC tem sua estrutura baseada em três princípios. O primeiro diz respeito à finitude do capital natural, e o comprometimento com sua preservação e aprimoramento. O segundo princípio aborda a manutenção de máxima utilidade dos recursos pelo maior período, pelo compromisso com a otimização de recursos e produtos. O terceiro princípio fundamental da EC, de acordo com a Fundação Ellen MacArthur (2013) faz referência

à sua efetividade, e aponta que as iniciativas voltadas à implementação de uma Economia Circular geram externalidades positivas e diminuem riscos sistêmicos. Com base nesses fundamentos a fundação elaborou uma caracterização (MACARTHUR, 2013, p. 5) que permite uma compreensão da Economia Circular:

[...]uma economia que é restaurativa e regenerativa por princípio e tem como objetivo manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, fazendo distinção entre ciclos técnicos e biológicos. A Economia Circular é concebida como um ciclo contínuo de desenvolvimento positivo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produtividade de recursos e minimiza riscos sistêmicos gerindo estoques finitos e fluxos renováveis. Ela funciona de forma efetiva em qualquer escala. Esse novo modelo econômico busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos.

Deste modo, de acordo com os estudos da Fundação Ellen MacArthur (2013), um projeto alinha-se à Economia Circular quando seu design palavras estrangeiras em itálico se compromete com os princípios já apresentados, sendo livre a dimensão de sua atuação.

A União Europeia, por sua vez, apresentou, no ano de 2015 um plano com 54 metas para implementação da Economia Circular (COMISSÃO EUROPEIA, 2015). A definição apresentada pelo Parlamento Europeu (2018,p.7) a respeito da Economia Circular a enquadra como “um modelo de produção e consumo”, o órgão indica que a extensão do ciclo de vida dos produtos pode ser alcançada por meio da reciclagem, reforma, reuso, aluguel e compartilhamento dos bens (PARLAMENTO EUROPEU, 2020). Essa definição tem como particularidade a atenção não apenas aos modelos de produção de bens, como também aos novos padrões de consumo que são reestabelecidos a partir de uma visão circular da economia.

As metas estipuladas pela União Europeia, nesse sentido, são fruto de pressão para a implementação da Economia Circular nos países que a integram, essa pressão, no contexto europeu, emerge, primordialmente, como uma iniciativa das Organizações Ambientais, sociedade civil e Organizações não Governamentais (ONGs), o que demonstra a adoção de um padrão *bottom up* de política pública (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Dessa forma, a força propulsora da EC, nessa conjuntura, é a demanda por serviços, produtos e legislação mais ecológicos, a qual estimula a participação de empresas privadas e órgãos públicos na transição para uma Economia Circular (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Para as pesquisadoras da Universidade de Navarra, na Espanha, Vanessa Prieto-Sandoval, Carmen Jaca e Marta Ormazabal (2018, p. 6010), a conceito de Economia Circular pode ser consolidado como:

um sistema econômico que representa uma mudança de paradigma no modo como a humanidade se inter-relaciona com a natureza, e tem com o objetivo a prevenção do esgotamento dos recursos naturais e a implementação de ciclos energéticos e de materiais, de modo a facilitar o desenvolvimento sustentável, por meio de sua promoção, em nível micro (empresas e consumidores), meso (agentes econômicos integrados ou em simbiose) e macro (cidades, regiões e governos).

O papel das inovações também é destacado por Prieto-Sandoval, Jaca e Ormazabal (2018) no contexto da Economia Circular, as pesquisadoras argumentam que a promoção de um modelo econômico circular só é possível por meio da inovação das formas de legislação, produção e consumo. Desse modo, a EC circular rompe paradigmas por meio da inovação no âmbito de seus três pilares, o econômico, o ambiental e o social.

Os pesquisadores Alan Murray, Keith Skene e Kathryn Haynes (2015) ressaltam que no Reino Unido o apelo por uma indústria que siga os padrões da Economia Circular não é recente. Esses autores apontam a EC como “a tentativa mais recente de conceituar e operacionalizar a integração da atividade econômica e do bem-estar ambiental de forma sustentável” (MURRAY, SKENE, HAYNES, 2015, p. 20). Entretanto, destacam ainda que, muitas vezes, os pilares ambientais e econômicos acabam encontrando tensões frente à esfera social da sustentabilidade (MURRAY, SKENE, HAYNES, 2015).

Essas tensões são expressas também na Economia Circular, que, segundo os autores supra mencionados, apresenta um foco na reestruturação do sistema industrial, tendo em vista a finitude dos insumos da biosfera, e acaba por silenciar-se quanto às mudanças a que se propõe na dimensão social.

Outra definição de Economia Circular, elaborada por Geissdoerfer et al. (2017; p. 766) a apresenta como “um sistema regenerativo, no qual a entrada de recursos e desperdício, emissão e vazamento de energia são minimizados, gerando ciclos fechados de material e energia”. Esses autores ainda argumentam que a Economia Circular pode levar à sustentabilidade, definida por eles como o equilíbrio na integração entre desempenho econômico, social e ambiental (GEISSDOERFER et al., 2017).

Anualmente, cientistas e profissionais da indústria reúnem-se no *Circular Economy European Summit* para discutirem os rumos desse campo de estudo. A organização do evento apresenta a Economia Circular como uma estrutura conceitual do desenvolvimento sustentável, a qual visa a redução do consumo e desperdício (CIRCULAR ECONOMY EUROPEAN SUMMIT, 2019). A organização destaca alguns projetos urbanos europeus que adotam a Economia Circular como princípio, como nas cidades de Amsterdã, Helsinki, Londres, Paris e Peterborough, e ressalta o papel das inovações para implementação de novas formas de consumo, produção e governo (CIRCULAR ECONOMY EUROPEAN SUMMIT, 2019)

O *Waste and Resources Action Program* (2020), programa que surgiu no Reino Unido, no ano 2000, para promoção da gestão sustentável de resíduos, e que envolve comunidades, empresas e governos, retrata a EC como uma alternativa ao modelo tradicional de produção, o linear. O programa ainda ilustra a circularidade da economia a partir de duas ações: extração de máximo valor dos bens pelo máximo tempo, na produção e consumo, e a posterior regeneração e recuperação dos bens consumidos (WASTE AND RESOURCES ACTION PROGRAMA, 2020).

A promulgação das Leis de Promoção à Economia Circular, na China, no ano de 2008, promoveu a disseminação e o fortalecimento do conceito mundialmente (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Na ocasião, o termo foi descrito como uma definição “geral para atividades de redução, reutilização e reciclagem na produção, circulação e consumo” (MATHEWS; TAN, p. 17, 2011). Os trâmites legislativos para tal, entretanto, foram iniciadas, pelo Comitê Permanente do Congresso Nacional Popular da China, em julho de 2006 (ZHIJUN; NAILING, 2007).

Essas leis surgiram como reflexo às ameaças que os efeitos ambientais e sociais do modelo de crescimento econômico chinês passaram a representar, colocando em risco a própria economia do país (NAUSTDALSLID, 2014). Isso porque a cadência de crescimento chinês tradicional não poderia ser sustentada com a disponibilidade de recursos domésticos chinês, para insumos como petróleo, gás e metais (ZHIJUN; NAILING, 2007). Nesse sentido, a legislação elaborada faz referência direta à um princípio fundador da Economia Circular, o Reduzir, Reutilizar e Reciclar, comumente intitulado de 3R, já citado (ZHIJUN; NAILING, 2007).

Desse modo, a Economia Circular adquiriu papel fundamental no planejamento da atividade econômica chinesa, estando presente no 11º, 12º e 13º “Plano

Quinquenal” (MURRAY, 2015; FERNANDES, 2019). A estratégia chinesa de promoção da Economia Circular adota uma abordagem *Top-down*, expressa pelo papel do governo como motor de sua promoção no país, visando refletir nas estruturas de mercado e consumo, com mecanismos de comando-controle (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; ZHIJUN; NAILING, 2007).

A estratégia do governo chinês de implantação da Economia Circular no país adotou padrões específicos na prática (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). O planejamento adotado sustenta que a Economia Circular deve ser incorporada horizontalmente, com transformações a nível de indústrias, da infraestrutura urbana, da esfera cultural e do sistema de consumo, e verticalmente, promovendo transformações nas empresas, parques industriais, cidades e regiões (ZHIJUN; NAILING, 2007). Esses conceitos são encontrados como alicerce das pesquisas de aplicação da EC na China (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Em face dessa iniciativa do governo chinês de implementar os princípios da Economia Circular no país, diversos estudos dedicaram-se a investigar esse contexto. Em geral, esses trabalhos apresentam a Economia Circular como caminho para alcançar a sustentabilidade em sua dimensão ambiental, apresentando-a como efetiva alternativa para a conciliação entre o desenvolvimento econômico e as políticas ambientais (HAN et al., 2011; ZENGWEI; JUN; YUICHI, 2019). Estudiosos ainda apresentam a Economia Circular, no contexto chinês, como uma estratégia governamental de enfrentamento da escassez de fontes de recursos naturais e da degradação ambiental (SU et al., 2013). A China foi, ainda, o primeiro país a apresentar indicadores da Economia Circular, entretanto, conforme destacado por (GENG et al., 2012), o sistema de indicadores elaborado não abrangeu as questões sociais e econômicas que são envolvidas pela Economia Circular, muito embora a transformação socioeconômica seja assumida na legislação como fundamento da Economia Circular, para além das mudanças na estrutura industrial (ZHIJUN; NAILING, 2007).

Algumas das definições da Economia Circular desenvolvidas em outros contextos buscam ampliar as dimensões envolvidas, por exemplo, os autores nórdicos Korhonen, Honkasalo e Seppälä (2019) desenvolveram uma definição que busca englobar as perspectivas econômica social e ambiental da EC. Deste modo, esses autores a apresentam como um sistema de produção-consumo que têm os materiais

como cíclicos e busca maximizar os serviços produzidos (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018). Esses autores ainda indicam que o sucesso da implementação da Economia Circular pode ser percebido por sua contribuição para o desenvolvimento sustentável nas três dimensões (econômica, ambiental e social) concomitantemente.

Nesse mesmo sentido, uma ampla pesquisa a respeito da definição da Economia Circular foi desenvolvida pelos pesquisadores Julian Kirchherr, Denise Reike e Marko Hekkert (2017), da Utrecht University, na Noruega, que se dedicaram à exploração de 114 definições, a fim de compreender a essência desse conceito. Os autores argumentam que uma definição pode negligenciar dimensões importantes dentro da Economia Circular, entretanto, por meio da elaboração de um quadro interativo, os autores supramencionados indicam a Economia Circular como um Sistema Econômico que abandona o conceito de fim de vida dos produtos, tanto a nível da produção, quanto distribuição e consumo, por meio das ações de redução, reutilização reciclagem e recuperação de materiais. Esses autores ainda destacam que a Economia Circular possui três níveis de operação, o Micro que abrange o consumidor, o produto e a empresa), o nível Meso, que se refere aos parques eco industriais, e, por fim, o nível Macro, que inclui ações voltadas à cidades, regiões e nações (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

## 2.5 ECONOMIA CIRCULAR COMO NOVO MODELO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A Economia Circular visa a criação de qualidade ambiental, econômica, prosperidade e equidade social, por meio de benefícios para as gerações atuais e futuras (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Deste modo, em ressonância com a abordagem da construção social da tecnologia pode ser identificada pela inclusão de múltiplos fatores incorporados aos princípios da EC, visto que, preocupa-se, para além da eficiência técnica dos artefatos, com os aspectos ambientais, econômicos e sociais envolvidos.

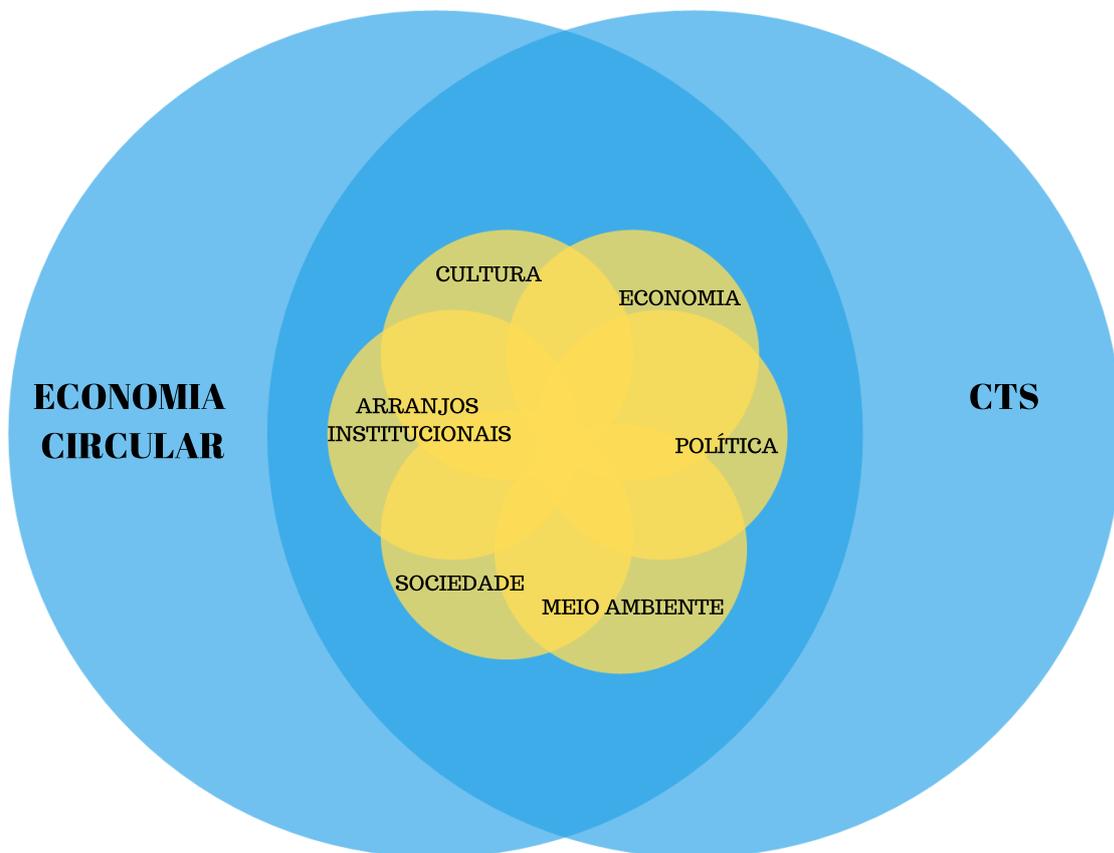
Neste estudo, busca-se identificar os aspectos da instrumentalização secundária no desenvolvimento da Economia Circular não apenas sob o ponto de vista dos impactos dessa tecnologia, mas, principalmente, como fruto de conformidades sociais vigentes. Desse modo a análise do surgimento das iniciativas que visam a

implementação da EC, observando-as a partir do plano de fundo social de que emergem, o que atribui significância política à tecnologia (WINNER, 1986), permite compreender os diferentes focos adotados por essas iniciativas em diferentes contextos sociais.

O modelo de produção linear, em oposição, observa a tecnologia pelo aspecto essencialmente técnico, com vista ao progresso. Entretanto, dessa forma, os aspectos técnicos deixam de sofrer evoluções que seriam possíveis ao incorporar o âmbito social da tecnologia (FEENBERG, 2003). Destarte, a Economia Circular surge da incongruência entre o foco do sistema linear de produção econômica, máxima eficiência e progresso técnico, e seus resultados operacionais, como desperdício de materiais e utilidades, impactos ambientais irreversíveis, implicações negativas na saúde pública e riscos sistêmicos iminentes.

Sendo assim, a Economia Circular surge de demandas econômicas, sociais e ambientais, o que revela seu processo de construção social. Sob o olhar da CTS, essa construção parte de reformas na estrutura social vigente, evolução técnica e demandas em destaque, e não por puro determinismo. Além disso, ainda é possível compreender o caráter interdisciplinar da Economia Circular, o qual corresponde à um aspecto fundamental do campo de estudos CTS (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003), tendo em vista sua característica multidirecional, que demanda competências de diversas áreas sejam integradas para que se compreenda a dinâmica tecnológica. Essa intersecção entre as dimensões enunciadas nos princípios da Economia Circular e a interdisciplinaridade do campo CTS é expressa pelo exemplo da Figura 2, a seguir, não sendo os fatores nela elencados os únicos envolvidos na construção social da tecnologia, entretanto, exemplificam alguns deles.

**Figura 2- Relação entre Economia Circular e CTS**



**Fonte: Elaboração própria com base em Von Linsingen (2007).**

Deste modo, fatores como cultura, economia, política, meio ambiente, sociedade e arranjos institucionais figuram como fatores de territorialidade que influenciam no padrão de desenvolvimento tecnológico. Assim, serão agora mais bem detalhados os níveis de implementação da Economia Circular, nos quais a territorialidade pode ser mais bem compreendida.

### 2.5.1. NÍVEIS DE IMPLANTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

A Economia Circular é descrita a partir de três níveis, usados tanto para fins de pesquisa, quanto para sua prática (PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2018; ZENGWEI; JUN; YUICHI, 2019). O nível Micro diz respeito às empresas e consumidores, em nível Meso, trata-se dos parques industriais, já o nível Macro utiliza uma abordagem ao nível das nações, regiões, cidades (GHISELLINI; CIALANI;

ULGIATI, 2016). A seguir cada um desses níveis serão abordados com mais detalhes.

#### 2.5.1.1 Micro

A transição de uma economia linear para a circular, pressupõe estratégias de redesenho da produção, a fim de alcançar processos mais limpos e ecológicos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Essas transformações dizem respeito ao nível micro da Economia Circular, e referem-se às estratégias empresariais que promovam o fechamento de ciclos energéticos e de materiais (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Empresas cujos modelos de negócio passam a ser ameaçados pela escassez de recursos naturais, o que culmina na incerteza sobre fornecimento e custos de matérias primas, bem como na mudança de comportamento dos consumidores, passam a buscar por novos modelos de negócio (LACY; RUTQVIST, 2016). De acordo com Carayannis et al. (2014) o modelo de negócio equivale ao núcleo que norteia o desenvolvimento das estratégias de uma empresa. Outra definição indica que os modelos de negócio demonstram os fundamentos de uma empresa em sua busca por capturar valor financeiro, pelo suprimento das demandas dos clientes e sua estrutura de criação de valor (HOFMANN, 2019).

Desta forma a criação de modelos de negócio circulares passa a representar uma alternativa para conciliar os interesses econômicos da empresa e as preocupações ambientais no nível micro, visto que esses modelos podem ser disruptivos na indústria, alterando padrões clássicos de consumo e produção (HOFMANN, 2019). A Economia Circular pode, desse modo, fornecer orientação para que esses novos modelos de negócio evoluam no sentido de atingir a sustentabilidade (HOFMANN, 2019).

Em vista disso, no que diz respeito aos processos industriais e a estrutura manufatureira, os projetos que visam a implementação de modelos cíclicos de produção dedicam-se à minimização da produção de resíduos e de emissões de poluentes, ao melhor aproveitamento energético e à redução dos danos ao meio ambiente, além da eliminação do uso de substâncias tóxicas (BERKEL, 1999).

Para além das transformações nos processos de produção das empresas, o nível micro para implantação da Economia Circular também abarca o próprio *design*

do produto (BOCKEN et al., 2016). Nesse sentido, as estratégias traçadas a partir dos princípios da EC focam na extensão do ciclo de vida dos produtos, de modo a desacelerar a série de demandas da exploração de novos recursos. Nesse sentido, são desenvolvidos projetos que considerem o design emocional, a durabilidade física dos produtos, a possibilidade de manutenção, atualização e a remontagem do produto (BOCKEN et al. 2016).

O Plano de Ação para a Economia Circular da União Europeia (COMISSÃO EUROPEIA, 2020) admite a dificuldade no estabelecimento de um conjunto de exigências capaz de garantir a circularidade dos produtos. Entretanto, aponta os modelos de concessão ecológica e os rótulos com certificações ecológicas como um caminho. O modelo de concessão ecológica refere-se à uma série de exigências para a fase de projeto e produção. Os requisitos específicos são aqueles que possuem valores limite, tal qual gasto energético e reciclagem de materiais, já os requisitos genéricos referem-se a fundamentos que devem ser incorporados aos processos de produção, como eficiência energética e material, minimização de impacto ambiental, assistência técnica e análise do ciclo de vida dos produtos. O órgão ainda indica que cerca que 80% do impacto ambiental pode ser reduzido ao repensar a fase de concessão dos produtos (COMISSÃO EUROPEIA, 2020). A busca pelo estabelecimento de princípios sustentáveis nos países que compõe o bloco é expressa por um conjunto de iniciativas que visam priorizar produtos nos moldes da Economia Circular (COMISSÃO EUROPEIA, 2020, p.4), sendo:

- Melhorar a durabilidade, a possibilidade de reutilização, a capacidade de atualização e a reparabilidade dos produtos, reduzir a presença de produtos químicos perigosos nos produtos e aumentar a eficiência energética dos produtos e a sua eficiência na utilização dos recursos;
- Aumentar o teor de materiais reciclados nos produtos, garantindo simultaneamente o seu desempenho e segurança;
- Estimular a remanufatura e a reciclagem de alta qualidade;
- Reduzir as pegadas ecológicas e de carbono;
- Restringir a utilização única e combater a obsolescência prematura;
- Proibir a destruição de bens duradouros não comercializados;
- Incentivar o modelo de negócio “produto como um serviço” ou outros modelos em que os produtores mantêm a propriedade dos produtos ou a responsabilidade pelo desempenho dos mesmos ao longo do ciclo de vida;
- Mobilizar o potencial da digitalização das informações sobre os produtos, incluindo de soluções como passaportes, etiquetagem e marcas de água digitais;
- Recompensar os produtos com base no seu desempenho diferenciado em termos de sustentabilidade, nomeadamente por

meio do estabelecimento de uma relação entre níveis de desempenho elevados e incentivos.

Esse conjunto de apontamentos afeta diretamente o nível micro, alterando, de um lado, os produtos, processos e modelos de negócio adotados pelas empresas, e de outro, os moldes de consumo vigente na sociedade. No âmbito do consumo, o plano ainda complementa que a redução dos preços e a capacitação dos consumidores são o cerne dessas transformações (COMISSÃO EUROPEIA, 2020).

Kalmykonva, Sadagopan e Rosado (2018) também argumentam que o sucesso da implantação da Economia Circular, em nível micro, é dependente de mudanças nos padrões de consumo e uso de produtos. Segundo esses autores, a compreensão, por parte da sociedade, da possibilidade de estabelecimento de uma Economia Circular pode se dar pela emergência das plataformas de compartilhamento de produtos, pela implementação de certificações ecológicas, modelos de consumo que não envolvem, necessariamente, a propriedade dos bens, a consolidação de grupos de consumos responsável, o cuidado com a preservação dos bens e a priorização do consumo de bens virtuais, desmaterializados (KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018). Essas ideias vão ao encontro das iniciativas propostas pela União Europeia no Plano de Ação para a Economia Circular (COMISSÃO EUROPEIA, 2020).

A estratégia do governo Chinês, para estabelecimento da Economia Circular, defende que essa transição deve ser estimulada, verticalmente, partir do nível micro, gerando um efeito de transbordamento aos níveis Meso e Macro (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016), muito embora a iniciativa de implementação da EC seja governamental (KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018). No país a principal iniciativa para a ampla adoção da Economia Circular por parte das empresas se deu pela Lei de Promoção da Produção mais Limpa. Os autores Feng e Yan (2007), ao investigarem a prática da Economia Circular na China, ressaltam a importância de incentivar as empresas a produzirem inovações tecnológicas de acordo com os princípios da Economia Circular, o que pode tornar seus processos mais eficientes e equilibrados em fatores como energia e reciclagem.

A província de Liaong, na China, é um dos exemplos de iniciativa de implantação de um projeto de Economia Circular em nível micro no país. A partir da gestão de biogás, o modelo busca minimizar a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa emitidos na suinocultura (XUE et al., 2019). Deste modo é reduzido o

impacto da atividade sobre o meio-ambiente, e, concomitantemente, há uma otimização energética do processo, em comparação com o modelo de suinicultura linear. O modelo circular de pecuária ainda se mostrou capaz de gerar fertilizantes orgânicos, provenientes da lama do biogás. Estudos de caso indicam que esse modelo de pecuária fundamentado nos princípios da Economia Circular ainda pode, por meio do comércio de carbono, expandir a renda rural, reduzir as desigualdades e gerar novos postos de trabalho (XUE et al., 2019).

No mesmo sentido, as políticas públicas chinesas também visam impactar os hábitos de consumo vigentes. Jing Shao (2019) investigou os avanços do mercado chinês em direção ao consumo sustentável, outro aspecto de mudança da Economia Circular em nível micro. Dessa forma, esse autor identificou que os demandantes chineses passaram a aceitar desembolsar valores mais altos por produtos sustentáveis, além de estarem dispostos a mudar suas práticas a fim de reduzirem os impactos ambientais. Ünal e Shao, entretanto, destacam que, para tal, os consumidores têm exigido cada vez mais informações confiáveis que os auxiliem nas decisões de compra (ÜNAL; SHAO, 2019).

#### 2.5.1.2 Meso

A Economia Circular depende da integração entre atores individuais, os quais já foram tratados na explanação sobre o nível micro da EC. Desta forma, o segundo nível apresentado é intitulado Meso, e trata das formas de integração em rede, como parques industriais e redes de simbiose (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Os sistemas industriais tradicionais, que seguem o modelo econômico linear, são habitualmente ineficientes na gestão dos recursos biológicos. Esse fato faz com que os parques eco industriais tenham emergido como estratégia de implementação da Economia Circular, por proporcionarem ganhos econômicos imediatos em relação aos modelos lineares (GÓMEZ; GONZÁLEZ; BÁRCENA, 2018).

Os chamados sistemas de Simbiose Industrial são compostos pela intensa integração entre unidades industriais, promovendo fluxos de materiais, energia, subprodutos e água (LOWE; EVANS, 1995). Desta forma as perdas de energia e a produção de resíduos é minimizada. A formação de parques industriais, por sua vez, ainda promove maior aproveitamento energético pela redução das distâncias (GHISELLINI et al; 2016). Essa configuração é desenvolvida com o auxílio de

ferramentas da tecnologia da informação, modelos de compartilhamento de conhecimento e de análise de redes com múltiplos atores, ao quais são capazes de adequar a arquitetura industrial aos fundamentos da EC (GÓMEZ, GONZÁLEZ-BÁRCENA; 2018).

Para que tal integração ocorra, as relações interempresariais devem ser revistas pela ótica da Economia Circular. Deste modo, aquilo que seria descartado por uma empresa passa a servir de insumo para outra, redesenhando os fluxos de materiais e energia, com a intenção de gerar ciclos fechados, com minimização de desperdício (FENG; YAN, 2007), e a manutenção de máxima utilidade dos materiais pelo máximo período possível, conforme os princípios da EC (MACARTHUR, 2013, p.5). A eclosão de parques industriais, cidades e regiões que se integram a partir dos pilares da Economia Circular, segundo Zhijun e Nailing (2007) representam uma estratégia de implantação vertical da EC. De modo complementar, esses autores argumentam que, horizontalmente, a implantação da Economia Circular depende de intensa integração entre quatro sistemas, o industrial, a infraestrutura, a esfera cultural e de consumo (ZHIJUN; NAILING, 2007). Ainda de acordo com Zhijun e Nailing (2007), esses quatro fatores afetam as formas como a sobrevivência humana impacta no meio ambiente, além de retroalimentarem-se quanto as estratégias que adotam os princípios da EC.

Para que essa integração possa ser atingida algumas estratégias e vantagens comparativas são incorporadas ao planejamento dos projetos de implantação da Economia Circular em nível Meso. A proximidade física das empresas, por exemplo, possibilita o acoplamento horizontal de suas atividades, por integração regional, pelo compartilhamento de estruturas de produção e a geração de um sistema de informações compartilhadas (ZHIJUN; NAILING, 2007). O êxito dessa integração, entretanto, resulta de um transbordamento dos fundamentos da Economia Circular incorporados individualmente pelas firmas e organizações, as quais associam-se para ampliarem seus ganhos, não apenas financeiros, mas também sociais e ambientais.

Desse modo, a implantação da Economia Circular, em nível Meso, se dá pela construção de um sistema que envolve múltiplos fatores. Os modelos de simbiose industrial sustentáveis configuram um dos passos rumo ao estabelecimento desse sistema. Esses modelos, por sua vez, têm a capacidade de influenciar regionalmente os três setores da economia, além de criarem um ambiente propício à adoção dos

preceitos da EC (ZHIJUN; NAILING, 2007). Também é indispensável a criação de uma infraestrutura capaz de operacionalizar elementos como o trânsito de insumos, rejeitos, energia e informações, de modo ambientalmente e socialmente responsável, e que vise a máxima utilidade dos recursos, pelo máximo período (ZHIJUN; NAILING, 2007). Um terceiro elemento envolvido nesses grandes sistemas complexos de integração, em nível Meso, é o planejamento do sistema. Esse fator deve ser associado a esses sistemas para proporcionarem um ambiente que preze pela construção de arquiteturas verde, além de preocupar-se com a habitação e a qualidade de vida dos trabalhadores (ZHIJUN; NAILING, 2007). Ainda há um quarto fator que sustenta a formação desses sistemas industriais, a logística, de modo a priorizar um modelo de distribuição e consumo sustentável, que preze pela circularidade dos recursos materiais e energéticos (ZHIJUN; NAILING, 2007).

A China foi pioneira no estudo e no planejamento de parques eco industriais, visto que o país, historicamente, adota sistemas de aglomeração industrial, intitulados Áreas Nacionais de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico (SHI; CHERTOW; SONG, 2010). No ano de 2007, um conjunto de 54 dessas áreas foi responsável por 5% do Produto Interno Bruto Chinês, e recebeu 23% do Investimento Estrangeiro Direto no país (SHI; CHERTOW; SONG, 2010) A possibilidade de aumento dos ganhos financeiros e da redução da pressão ambiental gerada por essas áreas, a partir da implantação de uma Economia Circular, despertou o interesse dos tomadores de decisão e pesquisadores chineses, com a intenção de ampliar ainda mais a competitividade da indústria chinesa (SHI; CHERTOW; SONG, 2010).

Nesse sentido, no condado chinês de Tianjin foi implantada, em 1984, uma das Áreas Nacionais de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico, chamada TEDA, a qual foi a primeira a estabelecer um órgão específico responsável pelas questões ambientais, ainda na década de 90. A estratégia de melhora dos indicadores ambientais de TEDA foi adotada com a intenção de melhorar a imagem do parque industrial frente aos investidores internacionais e ampliar sua competitividade em relação a outros parques industriais chineses (SHI; CHERTOW; SONG, 2010). O parque industrial de Tianjin foi selecionado, em 2005, para um projeto piloto de implantação da Economia Circular, e tornou-se um caso de estudo da implantação desse conceito em nível Meso.

O modelo implantado em TEDA buscou ofertar infraestrutura diferenciada às subsidiárias de mais de 60 empresas estrangeiras nela instaladas, e, simultaneamente, reduzir os custos de operação dessas mesmas empresas. O financiamento dessa infraestrutura é feito com receitas fiscais arrecadadas na área simbiótica industrial de Tianjin, que subsidiam serviços como a logística de recuperação de água (SHI; CHERTOW; SONG, 2010). Em contrapartida, TEDA tornou-se um polo de inovações sustentáveis, que promoveu soluções a problemas específicos daquele parque industrial, porém, podem ser replicadas em outras áreas. Com alguns dos resultados desse projeto, foram identificadas ligações interempresariais simbióticas voluntárias, para além daquelas planejadas para a área. Do mesmo modo, identificou-se que as melhoras dos indicadores ambientais de TEDA não se restringiram à sua extensão geográfica, mas sim, estenderam-se às empresas externas ao parque e parceiras das inquilinas (SHI; CHERTOW; SONG, 2010). Esses resultados expressam a formação de uma nova noção de territorialidade criada pelos complexos sistemas industriais simbióticos, que diferentemente dos modelos industriais tradicionais, baseiam-se em cooperação.

#### 2.4.3 Macro

Em nível macro, a implantação da Economia Circular se dá pela consolidação de províncias, cidades, regiões e nações que reconstroem as relações entre o sistema industrial, infraestrutura, planejamento urbano e o sistema social e cultural (ZHIJUN; NAILING, 2007). Essa reconstrução é realizada nos mesmos moldes já elucidados quanto aos parques industriais, entretanto, aplicados à uma amplitude regional maior e à uma territorialidade ainda mais complexa, e que envolve um número superior de atores.

Na década de 70, com o advento da preocupação ecológica e a constatação da pressão ambiental causada pela ação antrópica, o movimento *Urban Ecology* surgiu nos Estados Unidos, visando reorganizar as cidades, de modo a respeitar os limites ecossistêmicos (ROSELAND, 1997). A partir desse movimento, especialistas multidisciplinares passaram a se reunir para elaborar planos de políticas que promovessem as eco-cidades. O papel das cidades como ambiente maximizador de trocas e minimizador de deslocamentos foi apresentado por David Engwicht (1992), e coaduna com as ideias contemporâneas da Economia Circular. A circularidade dos

recursos, da energia e do conhecimento é viabilizada pela intensificação das trocas no ambiente das cidades, de modo a ampliar os ciclos de vida em questão.

A implantação da Economia Circular em nível macro revela a absorção de seus princípios no nível micro e meso dessa sociedade (ZHIJUN; NAILING, 2007). Isso porque a implementação de políticas que visam proporcionar uma logística urbana que presa pela circularidade dos recursos é dependente da incorporação desse fundamento pelos atores que compõe esse organismo urbano. Em nível micro, firmas e consumidores que adaptam rotinas organizacionais e padrões de consumo aos fundamentos da EC e em nível meso, indústrias que se organizam mediante cooperação para realizar um melhor aproveitamento dos recursos. Em nível macro as esferas micro e meso são integradas por meio do Políticas Públicas que visam um planejamento urbano que considera os recursos naturais como finitos, e buscam ampliar seus tempos de utilidade dos fatores de produção. Desse modo, a ideia de eco-cidade construída pelo movimento *Urban Ecology* vai ao encontro dos modelos de planejamento que enraízam a Economia Circular em nível macro (ZHIJUN; NAILING, 2007).

No nível do consumo, as iniciativas para implementar a Economia Circular, perpassam o nível individual da decisão de consumo, pela promoção de novas dinâmicas de compartilhamento de produtos, como os Sistemas de Serviços de Produto. Esses novos modelos de consumo surgiram na década de noventa do século passado, nos países Europeus, já na segunda década deste século foi possível perceber a disseminação dessas dinâmicas entre os consumidores dos países asiáticos (TUKKER, 2015). De acordo com Thomas (2013) os Sistemas de Serviços de Produto são configurados pela geração de valor e da maximização da utilidade dos produtos, por meio da criação de pacotes que combinam serviços e produtos. Tukker e Tischner (2006), por sua vez, indicam que os Sistemas de Serviços de Produto são formados pela combinação entre serviços intangíveis e produtos tangíveis, de forma que maximizam a utilidade dos demandantes.

No nível das políticas públicas, diferentes direcionamentos podem ser observados. No final da década de 90, no Japão, foram criadas 26 eco-cidades, as quais foram construídas com base em um plano que integrou as amplitudes social, econômica, tecnológica e legal. Esse plano voltou-se a edificação de cidades

compromissadas com a proteção ambiental e que internalizam o compartilhamento dessa responsabilidade entre seus atores (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Na China, uma economia planificada, é possível identificar os princípios da Economia Circular a partir do 11º plano quinquenal, de 2006 (ZHIJUN; NAILING, 2007). Nesse sentido, o país compreende que os níveis de desenvolvimento econômico almejados não são compatíveis com a má gestão dos recursos naturais, o que levou à construção de um aparato legislativo que prescreve a reutilização, reciclagem e redução de consumo, adotando os 3Rs da Economia Circular. Podem ser citadas a Lei de Promoção de Produção Mais Limpa, a Lei de Promoção da Economia Circular e a Política de desenvolvimento de indicadores como exemplos de políticas públicas chinesas para implementação da Economia Circular (GENG et al., 2012).

Na União Europeia, o Pacto Ecológico Europeu, também conhecido como *Green Deal*, tem como objetivo principal tornar a economia europeia sustentável (COMISSÃO EUROPEIA, 2020). O pacto compreende um conjunto de políticas a serem adotadas pelos países integrantes do bloco, nas quais é possível identificar a concepção circular da economia. Do prado ao prato é o compromisso voltado à cadeia de produção de alimentos, e, de acordo com o documento de apresentação da política, contribuirá para a implementação da EC, visto que atuará desde o fornecimento de informações aos cidadãos, passando pelo aumento da eficiência dos sistemas de produção alimentar, melhorias logísticas de armazenamento e acondicionamento, redução do desperdício alimentar, até a transformação do setor agrícola e de transporte, a fim de torná-los sustentáveis (COMISSÃO EUROPEIA, 2020). A política voltada à eficiência energética na Europa, por sua vez, tem como uma de suas metas a interconexão dos sistemas energéticos e o reforço a cooperação regional e internacional, dentro do bloco (COMISSÃO EUROPEIA, 2020), ou seja, promove a circularidades dos fatores energéticos. Quanto à promoção de um sistema industrial sustentável, a União Europeia aponta a transição para a Economia Circular como uma forma de fomento às atividades econômicas sustentáveis e à geração de postos de trabalho (COMISSÃO EUROPEIA, 2020). A política voltada ao setor industrial ainda destaca a priorização da redução e a reutilização de insumos produtivos em relação à reciclagem (COMISSÃO EUROPEIA, 2020), a partir da concepção da finitude dos

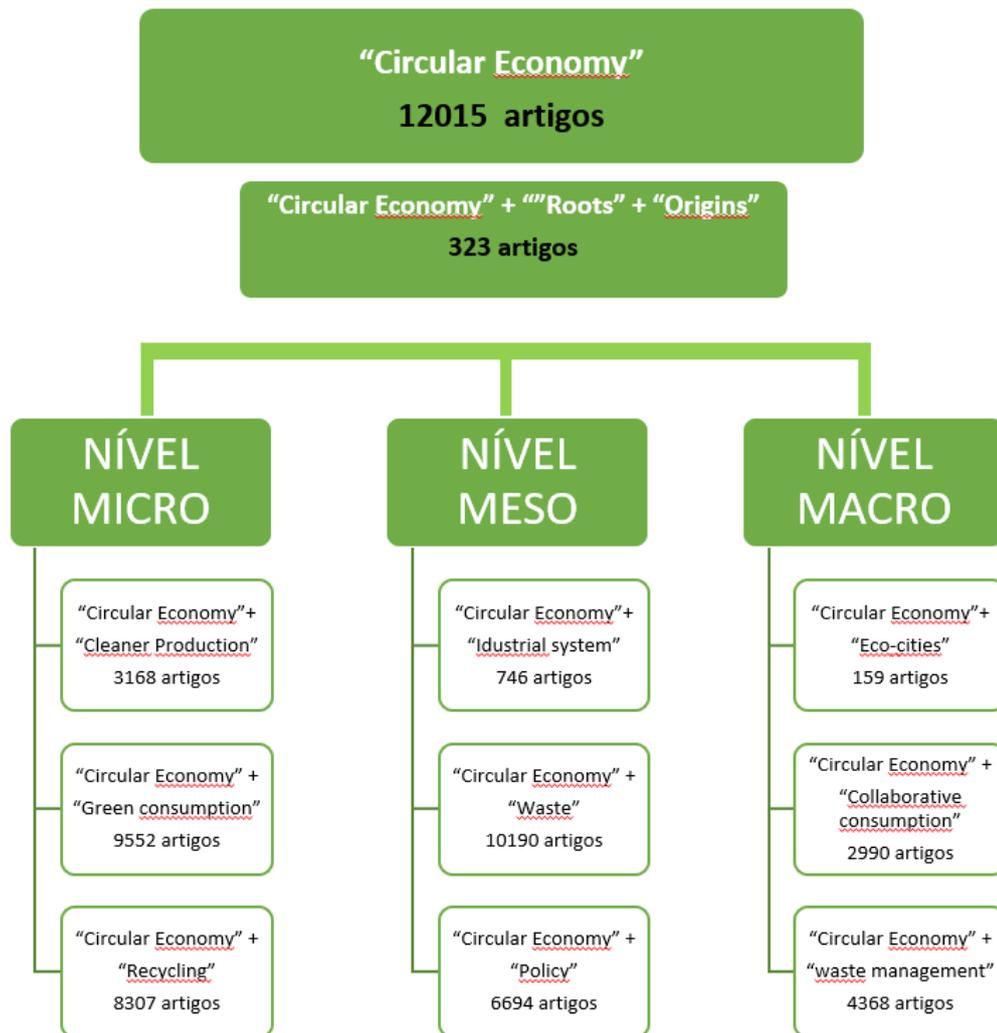
recursos naturais e da necessidade da transição de um sistema produtivo linear para o circular.

No Brasil os modelos de gestão e produção lineares dominam os três setores da economia, entretanto é possível identificar algumas iniciativas, em nível macro, que introduzem os princípios da Economia Circular no mercado brasileiro (MACARTHUR, 2017). As certificações têm assumido papel central no estímulo à transição para uma EC, as certificações ambientais, por exemplo, são requeridas pelos principais mercados consumidores de produtos agrícolas atendidos pelo Brasil (MACARTHUR, 2017). Essas certificações, por sua vez, prezam pela redução de desperdício e a elevação da capacidade regenerativa da produção. A ABNT NBR ISSO 14001, por exemplo, é uma norma de validade internacional, que avalia a operação de sistemas de gestão ambiental, e preza pelo aumento da eficiência do consumo de recursos e redução dos resíduos.

## 2.6 TEMAS DE PESQUISA EM DESTAQUE EM CADA NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR.

Com a finalidade de compreender os principais temas tratados em cada um dos níveis de implantação na Economia Circular, busca-se como base o esquema formatado por Ghisellini et al (2016), o qual, a partir de uma ampla revisão de literatura, expressa como se dividem as pesquisas voltadas à Economia Circular, quanto a seus objetos de pesquisa. Deste modo utilizou-se dos termos chave indicados por Ghisellini et al (2016), em seu esquema original, para realização de uma busca simples no repositório *Science Direct*. Os termos chave propostos neste estudo foram utilizados como palavra-chave na busca e os resultados podem ser encontrados na Figura 3.

**Figura 3 - Áreas de pesquisa da Economia Circular- Publicações anteriores à 2021**



Fonte: Adaptação de GHISELLINI; CIALANI; ULGATI (2012, p.13), Plataforma Science Direct com atualizações (2022).

A busca simples revela uma intensa produção científica voltada ao tema dos resíduos (*Waste*), sendo o tema que retornou o maior número de trabalhos, além de figurar em duas das amplitudes de implantação da Economia Circular. Em nível Meso (10190 artigos) é investigada a produção dos resíduos, já em nível macro, a gestão dos resíduos é estudada (4368 artigos).

Destaca-se ainda, no nível Micro, o número de artigos que tratam, em alguma medida, de questões ligadas ao consumo sustentável (*Green Consumption*) – 9552 artigos.

A pesquisa bibliográfica apresentada neste capítulo, fundamenta este estudo na busca por atender ao objetivo de analisar – à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade – como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular, quanto às amplitudes das abordagens metodológicas e conceituais adotadas, bem como, quanto às instituições de pesquisa e autores de destaque. Deste modo, dentro das bases teóricas aqui estabelecidas, no que tange as amplitudes metodológicas Micro, Meso e Macro, o Capítulo seguinte “Metodologia da pesquisa” apresenta detalhadamente a operacionalização da análise proposta, de modo que os resultados da pesquisa bibliográfica, com uso dos métodos Bola de Neve e Revisão Sistemática de Literatura, serão o fundamento das análises e alinhamentos conceituais.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

As escolhas metodológicas adotadas nesta Dissertação serão apresentadas neste Capítulo. Em um primeiro momento será apresentada uma explanação geral a respeito das classificações da pesquisa, seguida da exposição do delineamento metodológico que norteou o trabalho. Posteriormente a metodologia empregada nas etapas da investigação serão pormenorizadas, de modo a aduzir as ferramentas de pesquisa escolhidas, bem como os protocolos utilizados.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Nesta seção serão apresentadas as características da metodologia da pesquisa aqui desenvolvida. Primeiramente, investiga-se sua natureza, e, por possuir previsão de aplicação prática e dedicar-se a investigar soluções voltadas a um determinado problema, essa pesquisa é caracterizada como de natureza aplicada (MARCONI; LAKATOS, 2012). Deste modo, a metodologia adotada busca identificar, sob a ótica da Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, as múltiplas dimensões envolvidas no processo de transformação de um modelo produtivo linear para o circular. Os resultados dessa pesquisa devem subsidiar uma interpretação sobre a forma como a Economia Circular vem sendo tratada, academicamente, em diversos contextos sociais. Busca-se, aqui, levantar como os fatores técnicos, sociais, econômicos, políticos e culturais, entre outros, que podem mostrar-se relevantes ao logo da pesquisa, interferem na trajetória e concepção da Economia Circular.

Os objetivos desta pesquisa revelam a adoção de uma visão exploratória inicial de como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular. Conforme Fleury (2017, p. 11), uma pesquisa exploratória tem por objetivos: “criar uma visão geral de um determinado fenômeno ou de uma dada condição; gerar novas ideias; ou conhecer os fatos básicos que circundam uma situação”. A familiarização com o tema é indicada por Sampieri, Collado e Lucio (2006) como o foco da pesquisa exploratória, de modo que pode servir como base para outras pesquisas sobre o tema. Ademais, a pesquisa também se propõe a identificar as características que estruturam um determinado campo de pesquisa, com base no conhecimento gerado na fase exploratória. Deste modo, observa-se também um objetivo descritivo nesta pesquisa,

expresso pela criação de categorias analíticas e indicadores (FLEURY, 2017). O funcionamento do campo de pesquisa da Economia Circular será delineado a partir de um processo de descrição, registro, análise e interpretação do objeto da pesquisa (MARCONI, LAKATOS, 2012), o que caracteriza a pesquisa, também, como explicativa.

A pesquisa emprega o método científico dialético, pois busca avaliar os fenômenos e dados sem dissociá-los de seu contexto político, econômico e cultural. Entretanto, por partir da análise de uma amostra intencional, que compõe parte do total da produção científica voltada à Economia Circular no mundo, a pesquisa também se revela indutiva, pois produz generalizações a partir de um conjunto amostral de casos particulares (PRODANOVI, FREITAS, 2013).

A abordagem adotada nesta pesquisa é mista, por assumir procedimentos metodológicos que se baseiam na coleta e na análise de dados quantitativos e qualitativos (CRESWELL, 2010). Deste modo, a análise qualitativa não exclui a importância do levantamento de dados, os quais fornecem consistência à pesquisa, a etapa qualitativa, entretanto, permite que o pesquisador atribua significados a esses dados (PRODANOVI, FREITAS, 2013). Assim, duas formas de dados passam a ser vinculadas na construção da metodologia empregada nesta pesquisa e os resultados esperados resultam da dupla ênfase aqui empregada (CRESWELL; CLARK, 2013). Destaca-se, ainda, que os objetivos aqui estabelecidos não poderiam ser alcançados apenas com o levantamento de dados quantitativos, estes, por sua vez, carecem de um tratamento explicativo, o qual conduza à possíveis inferências e generalizações (CRESWELL; CLARK, 2013).

Quanto aos procedimentos técnicos que serão utilizados para satisfazer os objetivos deste estudo, destaca-se a pesquisa bibliográfica e documental, que visa o reconhecimento do contexto da pesquisa, por meio do levantamento de dados em documentação indireta (MARCONI; LAKATOS, 2012). A pesquisa bibliográfica, por sua vez, é um procedimento que se define pela investigação de materiais já publicados, a análise dessas fontes secundária tem por intenção conduzir esta pesquisa à interpretação daquilo que já foi produzido a respeito do tema, entretanto, com o emprego de uma abordagem específica, aqui construída por meio da sistematização das análises, e que visa a criação de novos conhecimentos (MARCONI; LAKATOS, 2012). Já a segunda técnica tem foco no reconhecimento, por

meio do levantamento de dados, do contexto da pesquisa (MARCONI; LAKATOS, 2012) Nesta pesquisa o levantamento bibliométrico é o procedimento empregado na coleta desses dados, de modo a produzir indicadores que possibilitem a quantificação e posterior qualificação da produção científica (KLEINUBING, 2010).

Um segundo procedimento técnico adotado nesta pesquisa é a Análise de Conteúdo. Essa técnica engloba a categorização sistematizada e o estabelecimento de critérios para a análise do conteúdo recuperado (MARCONI; LAKATOS, 2012). Essa técnica é empregada por buscar compreender as particularidades e descrever tendências dos materiais estudados, além de depreender a respeito dos autores e dos efeitos do conteúdo comunicativo estudado, questões estas expostas por Berelson (1965) como características de pesquisas que demandam análise de conteúdo.

Destaca-se ainda que há a seleção de uma amostra da produção de artigos científicos que abordam o tema da Economia Circular, escolhida de acordo com as delimitações estabelecidas na pesquisa. A amostra, portanto, é intencional, por ser composta apenas de artigos científicos, e possuir limite temporal e espacial estabelecidos (MARCONI; LAKATOS, 2012). Essas particularidades foram intencionalmente estabelecidas por serem consideradas capazes de representar o cenário composto, de modo a possibilitar análises posteriores e possíveis generalizações a respeito do panorama da produção científica no mundo.

As escolhas metodológicas aqui empregadas já foram sintetizadas e apresentadas no primeiro capítulo deste trabalho, as quais podem ser observadas na Figura 1.

### 3.2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Busca-se neste trabalho analisar como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular, quanto aos níveis de implantação (abordagens metodológicas), bem como, quanto aos autores em destaque e seus contextos sociotécnicos. Deste modo, a metodologia adotada busca identificar, sob a ótica da Ciência, Tecnologia e Sociedade, as múltiplas dimensões envolvidas no processo de transformação de um modelo produtivo linear para o circular.

Para tal compreensão as bases de dados de trabalhos científicos permitem acesso facilitado aos trabalhos de pesquisadores de todo o mundo, bem como

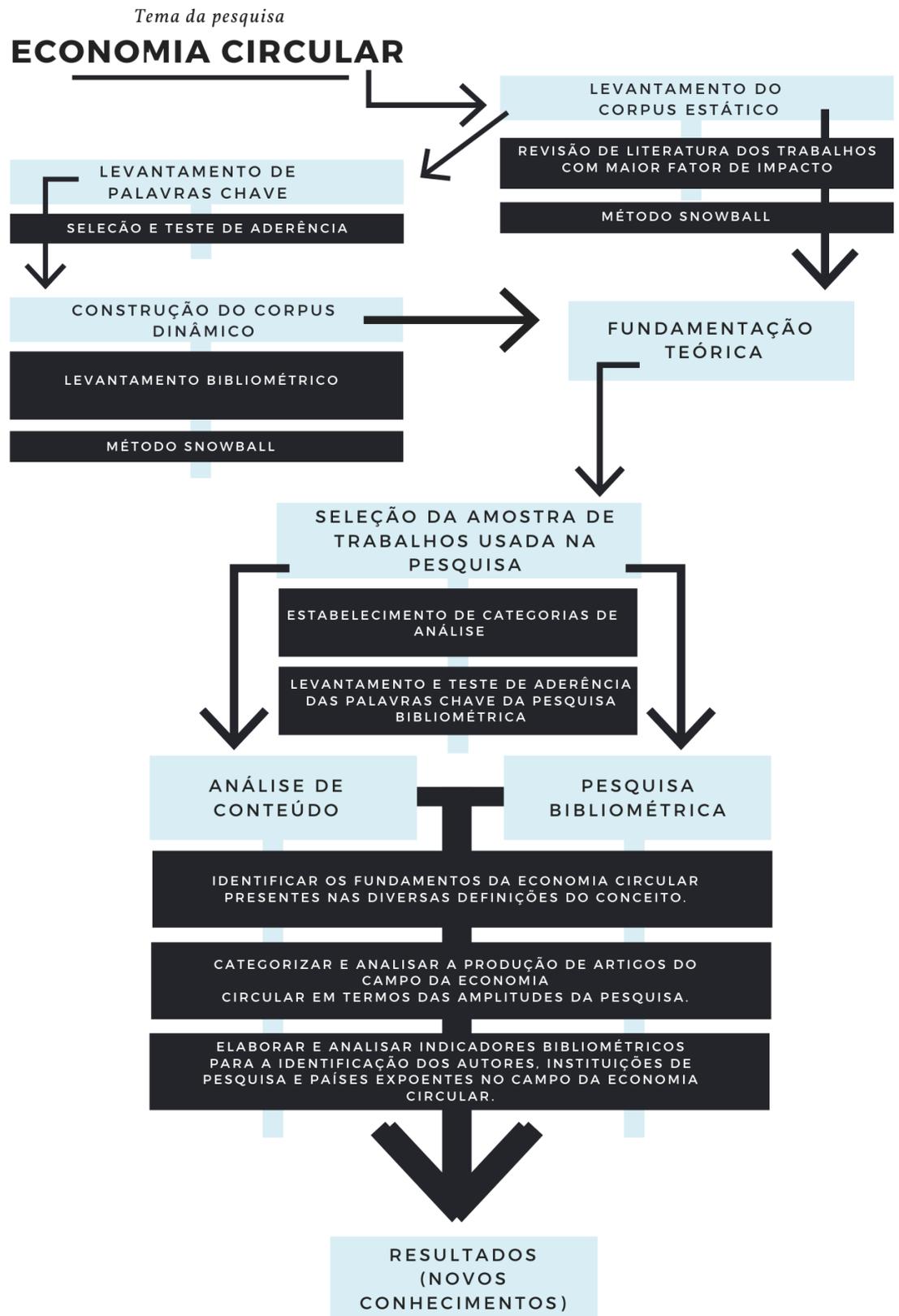
possibilitam que haja recuperação do conhecimento científico e criação de indicadores que permitam uma melhor compreensão dos atores de destaque em uma área de conhecimento (PODSAKOFF et al., 2005).

Essa pesquisa busca atender aos seus objetos sob a perspectiva do recebimento de influência social, econômica, política e cultural. Desse modo, o método dialético, conforme enunciado por Gil (2008), é empregado de maneira a fornecer uma compreensão dinâmica dos processos analisados.

Assim sendo, métodos quantitativos e qualitativos são aplicados em conjunto nesta pesquisa, com a intenção de que haja complementariedade entre os resultados, de modo que possibilite compreender a complexidade envolvida na Economia Circular. Visto que, apenas o levantamento de dados, provenientes do levantamento bibliométrico, não seriam suficientes para fornecer uma explicação adequada do campo de pesquisa (CRESWELL, 2012) voltado à Economia Circular. Se faz necessário, neste caso então, empregar também o método qualitativo, com a intenção de buscar resultados mais detalhado do objeto de pesquisa (CRESWELL, 2012).

O objetivo dessa pesquisa concentra-se em analisar como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular. Sendo assim, foi desenvolvido um delineamento metodológico da pesquisa, que apresenta como se deu a escolha das ferramentas de pesquisa aqui adotadas a partir da construção dos objetivos e são apresentados da Figura 4, a qual ilustra o delineamento metodológico da pesquisa. A pormenorização das etapas de pesquisa, bem como das ferramentas utilizadas será retratada ainda nesse Capítulo, na próxima seção.

Figura 4- Delineamento metodológico da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2020).

Primeiramente, foi elaborada uma revisão de literatura, a qual teve como primeiro passo a busca pelo termo Economia Circular em repositórios, com o objetivo de selecionar artigos com maior fator de impacto. Em posterior análise desses textos, através do uso da técnica *Snowball* (GOODMAN, 1961), foram identificados trabalhos de referência da área, os quais constituem o *corpus* estático deste trabalho.

Primeiramente, foi elaborada uma revisão de literatura, a qual teve como primeiro passo a busca pelo termo Economia Circular em repositórios, com o objetivo de selecionar artigos com maior fator de impacto. Em posterior análise desses textos, através do uso da técnica *Snowball* (GOODMAN, 1961), foram identificados trabalhos de referência da área, os quais constituem o *corpus* estático deste trabalho.

A partir desse primeiro passo, tornou-se possível a construção da fundamentação teórica desse trabalho, o que permitiu uma maior compreensão da área de pesquisa. Ainda com base nos textos cerne, foi também possível elencar palavras chave para o levantamento bibliométrico, o qual foi dirigido com base no método *Knowlegend Development Process* – PROKNOW-C (LIMA; MIOTO, 2012). Dessa forma, realizou-se uma prospecção estratégica que permite explorar o *status* da produção de conhecimento científico e possibilita a identificação de pontos de destaque e hiatos desse contexto (RUTHES; DA SILVA, 2015). Os métodos empregados serão descritos nas próximas Seções deste Capítulo.

A análise em paralelo dos resultados das pesquisas bibliográfica e bibliométrica possibilitou a categorização de novos trabalhos, selecionados a partir de uma revisão sistemática. Esses trabalhos compõem o *corpus* dinâmico desta pesquisa, o qual permite a compreensão atualizada de como o tema tem sido tratado nos últimos cinco anos. Essa compreensão é elementar para a construção da fundamentação teórica, bem como para os passos seguintes da pesquisa, pois embasa a criação de categorias de análise, no que diz respeito à análise de conteúdo, e a escolha de palavras-chave a terem suas aderências testadas, no que tange o levantamento bibliométrico.

### 3.3 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Em princípio, a fim de compreender o contexto e os fundamentos do tema de pesquisa, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, a qual foi operacionalizada por meio de um levantamento bibliométrico seguido pela sistematização da literatura encontrada. Ao longo da pesquisa também foram empregadas como ferramentas a bibliométrica e a análise de conteúdo. Deste modo, nesse Capítulo serão apresentadas essas ferramentas, bem como a descrição do modo como foram aqui empregadas.

#### 3.3.1 Levantamento bibliométrico introdutório e revisão sistemática

Para o alcance dos resultados esperados para esse trabalho, em primeiro lugar, foi realizado um levantamento bibliométrico, o qual deu suporte para a pesquisa bibliográfica introdutória. Desse modo será construído, de maneira metodologicamente fundamentada, o delineamento inicial do objeto da pesquisa.

As bases de dados de trabalhos científicos permitem acesso facilitado aos trabalhos de pesquisadores de todo o mundo, bem como possibilitam que haja recuperação do conhecimento científico e criação de indicadores que permitam uma melhor compreensão dos atores de destaque em uma área de conhecimento (PODSAKOFF et al., 2005). Entretanto, o volume elevado de informações disponíveis pode figurar como uma dificuldade para o pesquisador, tendo em vista que trabalhos de fundamental importância para a construção do conhecimento podem ser suprimidos da pesquisa, enquanto informações de pouca relevância podem ser selecionados (AFONSO et al., 2012).

Tendo em vista a manutenção do rigor metodológico da pesquisa, faz-se necessária a definição de protocolos e de critérios de pesquisa explícitos e bem definidos, a fim de evitar que o fator aleatoriedade interfira no resultado da pesquisa de modo negativo (LIMA; MIOTO, 2012). A metodologia *ProKnow-C* surgiu nesse contexto como modelo de estruturação do processo de levantamento bibliométrico, e estrutura-se em uma sequência de quatro passos: (i) compilação do portfólio bibliográfico a ser utilizado; (ii) análise bibliométrica do material selecionado; (iii) análise sistêmica; (iv) definição dos objetivos da pesquisa (AFONSO; et al, p.13, 2012).

Leituras iniciais de trabalhos, textos “semente” (GOODMAN, 1961), voltados ao tema desta pesquisa embasaram a escolha dos descritores da pesquisa, por meio dos quais seriam feitas as buscas nas bases de dados escolhidas. O levantamento dessas leituras iniciais (Quadro1) baseou-se em uma busca pelos trabalhos em bases de dados nacionais e internacionais, a partir de um filtro que classificava os trabalhos de maneira decrescente a partir do número de citações que receberam. A busca se deu a partir da inserção do termo Economia Circular, na base de dados Scopus, foram então selecionados os 10 trabalhos com maior número de citações.

### Quadro 1- Textos semente

<b>Título</b>	<b>Autoria</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Número de citações</b>
<b>Production, use, and fate of all plastics ever made</b>	, Jambeck, J.R., Law, K.L.	2017	1911
<b>A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems</b>	Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S.	2016	1232
<b>The Circular Economy – A new sustainability paradigm?</b>	Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N.M.P., Hultink E.J.	2017	1078
<b>An organizational theoretic review of green supply chain management literature</b>	Sarkis, J., Zhu, Q., Lai, K.-H.	2011	1024
<b>The Lancet Commission on pollution and health</b>	Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., (...), Yumkella, K., Zhong, M.	2018	988
<b>Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future</b>	Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M.	2017	866
<b>Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions</b>	Peters G.P., Weber C.L., Guan D., Hubacek K.	2007	432
<b>Título</b>	<b>Autoria</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Número de citações</b>

<b>Solid waste management challenges for cities in developing countries</b>	Guerrero, L.A., Maas, G., Hogland, W.	2013	698
<b>Product services for a resource-efficient and circular economy - A review</b>	Tukker, A.	2015	649
<b>Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of the Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health</b>	Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., (...), Vega, J., Yach, D.	2015	649

Fonte: A autoria própria (2021).

A partir da leitura desses trabalhos, foram identificados pesquisas e documentos que compõem o corpus estático deste trabalho. Essa seleção foi realizada por meio da aplicação conjunta das técnicas *Snowball* (“Bola de neve”) e ProKnow C, de modo que foi construído um encadeamento entre referências, o que permite que a amostra aleatória selecionada (textos semente) indiquem os textos fundamentais dessa área de estudo (GOODMAN, 1961). Além dos textos voltados à Economia Circular, ainda foram adicionados ao corpus estático deste trabalho obras que tratam do campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade, visto que é por essa ótica que se alicerçam as análises aqui propostas. Esse conjunto de trabalhos – *corpus* estático – constitui o alicerce para a construção dos conhecimentos visados por esse trabalho, e apresentam conhecimento prévio necessário para que o pesquisador minuciar seu tema de pesquisa (MARICATO, 2011).

Com base nos textos que fundamentam essa pesquisa, um primeiro levantamento bibliométrico foi realizado, a partir do qual buscou-se a sistematização de referências recentes quanto ao tema da Economia Circular. Para essa busca os termos adotados como descritores foram: ***Circular Economy, Sustainable Development, Environmental Technology, Environmental Policy e Economic Systems***. Esses termos foram utilizados para a pesquisa em português e inglês, conforme a correspondência apresentada no Quadro 2.

#### Quadro 2- Descritores do levantamento bibliométrico prévio

Descritores em português	Descritores em inglês
Economia Circular	Circular Economy

Políticas Públicas	Public Policy
Conceito	Definition
Tecnologia e Sociedade	Socio-technical
Sistemas Econômicos	Economic System

Fonte: Autoria própria (2020)

A partir disso, são então adotados os mecanismos da pesquisa bibliométrica, apresentados na Figura 5 (RUTHES; DA SILVA, 2015). Em princípio os termos descritores, definidos como palavras-chave, passaram por um teste de aderência, a partir de buscas realizadas em bases de dados nacionais e internacionais, optou-se, a partir dos testes de aderência, por utilizar-se sempre o termo “*Circular Economy*” associado, em par, a cada um dos outros quatro descritores elencados, agrupados devidamente via algoritmo booleano adotado em cada base de dados. Destaca-se que o volume de trabalhos identificados em bases internacionais, bem como a aderência de seus conteúdos ao escopo desta pesquisa, é superior ao volume de trabalhos nacionais identificados.

**Figura 5- Etapas do processo de análise bibliométrica**



Fonte: Adaptado de Ruthes e Silva (2015)

A delimitação temporal desse levantamento abrangeu os cinco anos que antecederam a pesquisa, visto que a intenção desse primeiro levantamento era identificar os trabalhos mais atuais que têm aderência ao escopo desta pesquisa. As buscas foram realizadas entre 25/09/2020 e 15/10/2020, portanto a pesquisa nas bases de dados teve como filtro a publicação a partir do ano de 2016.

As bases utilizadas para essa pesquisa foram a Biblioteca Scielo e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, bases nacionais, além de Scopus e Web of Science, bases internacionais. Os retornos dessa pesquisa estão apresentados na Tabela 2, e são apresentados por base de dados. Especificamente na pesquisa realizada na Scielo, optou-se por considerar todos os trabalhos retornados na busca por “Economia Circular”, visto o baixo retorno gerado na base. A Tabela 2 apresenta os retornos das pesquisas para cada combinação de palavra-chave assumida.

**Tabela 2- Levantamento Bibliométrico para análise sistematizada**

<b>Base de Dados: Scopus</b>		
<b>Palavra-chave 1</b>	<b>Palavra-chave 2</b>	<b>Resultado</b>
"Circular Economy"	"Public Policy"	82
"Circular Economy"	"Definition"	182
"Circular Economy"	"Socio-technical"	25
"Circular Economy"	"Economic System"	229
<b>Total</b>		<b>518</b>
<b>Base de Dados: Web of Science</b>		
<b>Palavra-chave 1</b>	<b>Palavra-chave 2</b>	<b>Resultado</b>
"Circular Economy"	"Public Policy"	98
"Circular Economy"	"Definition"	215
"Circular Economy"	"Socio-technical"	43
"Circular Economy"	"Economic System"	247
<b>Total</b>		<b>613</b>
<b>Base de Dados: BDTD</b>		
<b>Palavra-chave 1</b>	<b>Palavra-chave 2</b>	<b>Resultado</b>
"Circular Economy"	"Políticas Públicas"	14
"Circular Economy"	"Conceito"	29
"Circular Economy"	"Tecnologia e Sociedade"	1
"Circular Economy"	"Sistema Econômico"	1
<b>Total</b>		<b>45</b>
<b>Base de Dados: Scielo</b>		
<b>Palavra-chave 1</b>	<b>Palavra-chave 2</b>	<b>Resultado</b>
"Circular Economy"		29
<b>Total de resultados obtidos</b>		<b>1205</b>

Fonte: Elaboração própria com base em Scielo, Biblioteca Digital Brasileira de Teses Dissertações, Scopus e Web of Science (2021).

Os resultados foram compilados e filtrados, eliminando-se os artigos duplicados. O levantamento totalizou na identificação de 1204 artigos, que após eliminação de títulos duplicados foram reduzidos para 628 dos quais aproximadamente 9% foram provenientes das bases de dados nacionais, enquanto o restante foi prospectado em bases internacionais. As peculiaridades da produção nacional podem gerar um panorama de produção científica diferente dos que serão apontados nos resultados deste trabalho, visto que são construídos com base em fatores sociotécnicos específicos da realidade brasileira, dessa forma, a questão se apresenta como

A partir desses resultados passou-se à análise dos artigos selecionados, cuja primeira etapa limitou-se ao título dos trabalhos. O critério de inclusão dos artigos baseou-se na amplitude da abordagem do trabalho. Deste modo, buscou-se trabalhos que tratassem do conceito da Economia Circular, de políticas para sua implantação e de mudanças econômicas que visem a circularidade. Como critério de exclusão foi utilizada a especificidade do trabalho, artigos que tratavam do projeto de tecnologias específicas foram eliminados.

Essa sistematização da amostra de artigos levou ao reconhecimento primário de 142 artigos que tinham aderência com o tema dessa pesquisa. Uma segunda etapa da sistematização desses resultados abrangeu as palavras-chave e o resumo dos artigos, podendo-se, deste modo, identificar os trabalhos com alta aderência dos objetivos, da metodologia e dos resultados ao escopo desta pesquisa. Foram utilizados os mesmos critérios de inclusão, para exclusão adicionou-se o critério da centralidade da Economia Circular no artigo, quando o conceito norteava a pesquisa e não apenas figurava como conceito complementar. Desse modo, foram selecionados 53 artigos que tinham forte aderência aos objetivos desta pesquisa, os quais podem ser verificados no Apêndice A. Esses artigos compõem o corpus dinâmico desta pesquisa.

### 3.3.2 Levantamento bibliométrico

Em um segundo momento, este trabalho faz uso do levantamento bibliométrico como ferramenta de pesquisa, e visa, a partir deste, o levantamento de dados e a percepção de tendências que permitam uma análise de como se estrutura o campo de pesquisa voltado à Economia Circular.

A compreensão de como se estrutura o campo de pesquisa dedicado à Economia Circular se dá, neste trabalho, a partir da análise de uma amostra selecionada de artigos (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2006). A partir deste material serão descritas as relações entre centros de pesquisa e entre pesquisadores dedicados a esse campo de pesquisa, além de serem identificadas as abordagens adotadas por esses atores e o nível de implantação ao qual dedicam suas pesquisas.

Assim, nesta pesquisa a bibliometria não é utilizada apenas como ferramenta auxiliar para uma revisão de literatura sistematizada, mas como técnica de pesquisa. Desta forma, foi realizado um levantamento bibliométrico, o qual figura como ferramenta de pesquisa, e visa fornecer dados que viabilizem a percepção de tendências que culminam na análise de como se estrutura o campo de investigação voltado à Economia Circular, à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

#### 3.3.2.1 Critérios para seleção da amostra

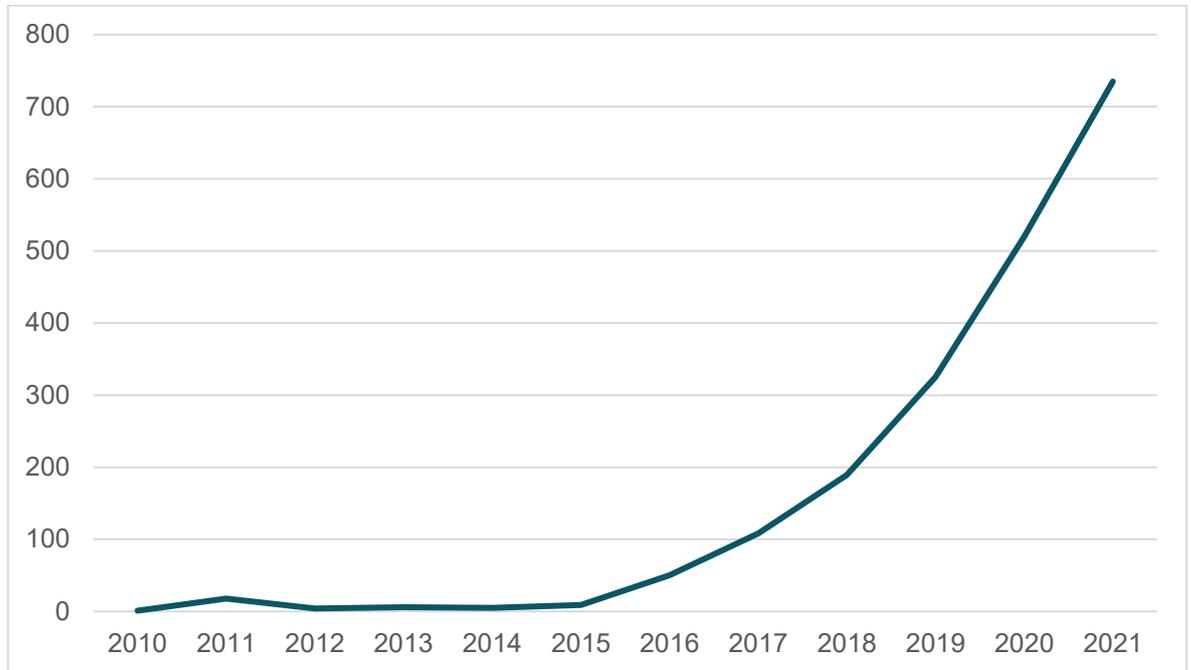
A coleta da amostra de trabalhos base para essa investigação foi realizada de modo a encontrar trabalhos em que a Economia Circular fosse central, como objeto de pesquisa ou viés interpretativo, buscou-se, portanto, minimizar a utilização de pesquisas em que o conceito figura como termo acessório, ou secundário. Deste modo, tomou-se a decisão de incorporar apenas trabalhos que continham em seu título a palavra-chave “Economia Circular”, sendo este o primeiro critério de inclusão na amostra aqui trabalhada.

A plataforma de pesquisa Scopus foi escolhida para a seleção da amostra, por tratar-se do “maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares” (SCOPUS, 2022). Deste modo, a ferramenta proporciona a inclusão do maior número de trabalhos que atendem aos critérios de inclusão aqui detalhados.

Quanto ao período da pesquisa, a amostra foi delimitada para os cinco anos completos que antecederam o momento da seleção da amostra, assim, como critério de inclusão optou-se por selecionar trabalhos elaborados entre janeiro de 2017 e dezembro de 2021. A escolha desse período permite que as análises versem a respeito das tendências mais recentes quanto ao tema, bem como, incluem um período em que a produção voltada à Economia Circular passou a ser mais expressiva

(Gráfico 2), nota-se que a produção nesse período equivale à mais de 20 vezes a produção entre 2010 e 2016.

**Gráfico 2- Evolução das Publicações com “Economia Circular” no título (2010- 2021)**



Fonte: Elaboração própria com base em dados de Scopus

A etapa de análise Análise de Conteúdo exigiu que houvesse acesso ao conteúdo dos trabalhos da amostra, assim, outro critério de inclusão aqui estipulado foi o livre acesso (*open access*).

Deste modo, foi realizado o levantamento da amostra aqui analisada, por meio da plataforma Scopus, cujos critérios de pesquisa foram: (i) conter o termo “Economia Circular” no título do trabalho; (ii) ter sido publicado entre janeiro de 2017 e dezembro de 2021, (iii) ser de livre acesso (*open access*). Esses critérios levaram à uma amostra de 1.785 trabalhos, os quais tiveram seus dados preliminares extraídos da plataforma em planilhas, as quais incluíam os seguintes dados: (i) título do trabalho; (ii) autores e respectivas instituições de filiação; (iii) ano de publicação; (iv) país de origem. Por meio do Excel, a planilha extraída da plataforma Scopus foi detalhadamente analisada, excluindo-se portando, duplicatas decorrentes de erros de digitação ou mudanças de nome dos trabalhos bem como trabalhos que estavam sob análise de plágio e, posteriormente, foram retirados da plataforma. Deste modo, totalizou-se a seleção de uma amostra de 1.771 trabalhos para a análise aqui proposta.

### 3.3.2.2 Softwares para tratamento de dados

Para construção do panorama da produção científica voltada à Economia Circular, foram investigados os autores e instituições de origem dos trabalhos, com a intenção de identificar os principais atores desse contexto de pesquisa. Essa investigação foi viabilizada pelo uso conjunto de três softwares, Microsoft Excel, Vosviewer e Pajek.

Primeiramente, fez-se uso do Microsoft Excel, por meio do qual foi gerada a planilha contendo os trabalhos da amostra selecionada, de modo a viabilizar as duas etapas de categorização dos trabalhos, as quais serão pormenorizadas na próxima seção deste trabalho.

Por meio do *software* Vosviewer, fazendo uso dos dados brutos de coautoria, foram identificados os *clusters* de autores e instituições de pesquisa, o que possibilitou uma melhor compreensão da estrutura do campo de pesquisa mundial voltado à Economia Circular.

Por fim, o *software* Pajek foi utilizado em paralelo ao Vosviewer, visto que em alguns casos considerou-se as imagens geradas no primeiro como mais assertivas para as análises do que as geradas no segundo. Além disso, para correções de possíveis duplicações e alterações na rede (alternativas metodológicas), o *Pajek* demonstrou-se mais amigável para alterações de programação.

### 3.3.2.3 Levantamento de dados quantitativos

A análise da amostra base possibilita a identificação de tendências recentes dedicadas ao campo da pesquisa voltada à Economia Circular, por meio da compreensão dos volumes de produção em cada uma das categorias estipuladas, atrelados a dados de coautoria e de filiação.

O impacto dos principais atores e instituições identificados foi avaliado a partir de dois parâmetros, primeiramente pelo uso dos indicadores de citação fornecidos pela base de dados *Scopus*, seguindo os mesmos critérios de pesquisa da amostra base. O segundo parâmetro refere-se ao grau de dinamismo do autor ou instituição da rede internacional de cooperação em pesquisa para Economia Circular, ou seja, se há destaque do ator quando identificados os clusters de cooperação.

Esses resultados quantitativos embasaram uma discussão qualitativa posterior, o que permitiu compreender o panorama da produção científica desse ramo de pesquisa a partir dos princípios da Ciência, Tecnologia e Sociedade. Deste modo, de acordo com a metodologia aqui descrita, na etapa levantamento bibliométrico, foram gerados dados quantitativos a respeito dos principais atores do contexto científico voltado à Economia Circular, seus respectivos vieses de pesquisa, no que diz respeito à amplitude metodológica (Micro, Meso e Macro), além de revelarem essa produção como fruto das configurações sociais vigentes.

### 3.3.3 Análise de Conteúdo

Essa pesquisa assume natureza aplicada, visto que tem como objetivo a sua aplicação prática, de modo que os resultados aqui gerados podem elucidar soluções a respeito do tema abordado (MARCONI, LAKATOS, 2012). Os resultados dessa pesquisa devem subsidiar uma interpretação sobre a forma como a Economia Circular tem sido abordada, academicamente, em diversos contextos sociais. Por meio da análise de conteúdo, busca-se compreender como os fatores técnicos, sociais, econômicos, políticos e culturais, entre outros que influenciam na concepção de Economia Circular nas escolhas metodológicas da pesquisa.

Desse modo, com foco no cumprimento de seus objetivos, este estudo fez uso de um conjunto de técnicas para exploração dos conteúdos selecionados, conjunto este denominado Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Essas técnicas, por sua vez, não se concentram na exploração do léxico por si só, mas sim do conteúdo que este expressa, visto como antrópico (MARCONI, LAKATOS, 2012).

De acordo com Berelson (1965), a Análise de Conteúdo é uma técnica de pesquisa que permite a exploração das particularidades do material estudado, tanto com relação ao seu conteúdo, quanto referente ao contexto de sua produção, além de também permitir a investigação a respeito da repercussão gerada por esses conhecimentos. Bardin (2011) ainda complementa que como método este tem sua eficiência ligada à possibilidade de compreensão do conteúdo quanto à sua capacidade de generalização e elucidação de conceitos e estruturas.

Sendo assim, a construção de um protocolo que defina as diretrizes a serem seguidas constitui o primeiro passo para o desenvolvimento de uma Análise de Conteúdo, tido que a investigação deve basear-se em critérios que garantam a

uniformidade, a coerência e a objetividade da investigação (BARDIN, 2011). Após a fase de seleção do material que compõe a amostra a ser estudada, cuja metodologia de escolha já foi elucidada, se faz necessária a exploração prática desses conteúdos. Logo, a fim de conferir consistência à essa fase da pesquisa, a categorização surge como um meio para garantir o levantamento de informações, tanto de base quantitativa, quanto qualitativa (BARDIN, 2011).

Laurence Bardin (2011) argumenta que a criação de diferentes níveis de critérios deve alicerçar a etapa da codificação da Análise de conteúdo, e sugere a criação de: Categorias de Contexto, Categorias de Análise e Unidades de Registro e de Contexto, conforme o objetivo da pesquisa. A metodologia para Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011) foi escolhida para nortear essa fase do trabalho, assim, o protocolo realizado para essa etapa será detalhado nas próximas seções.

#### 3.3.3.1 Organização do material

Com base nos objetivos desta pesquisa a amostra de artigos a ser analisada neste trabalho, selecionada a partir de um levantamento bibliométrico, cuja metodologia para seleção já foi previamente explicada, passou por uma fase de pré-análise dos materiais. A validação da amostra selecionada via levantamento bibliométrico e deu pela verificação das regras enunciadas por Bardin (2011). Em primeiro lugar essa autora determina que todos os materiais da amostra devem receber tratamento analítico; além disso deve haver representatividade quanto à diversificação das origens de produção dos materiais, de modo a evitar um viés na pesquisa; ainda é importante que os conteúdos comunicativos selecionados sejam provenientes da aplicação de uma mesma técnica de pesquisa; por fim, os materiais devem ter aderência aos objetivos da pesquisa. Assim, nota-se que os critérios para a seleção da amostra para o levantamento bibliométrico foram ao encontro daqueles apontados por Bardin, de modo que a amostra base de 1.771 trabalhos anteriormente selecionada foi o objeto da Análise de Conteúdo

Já tendo sido escolhida a amostra, e tendo sido a mesma verificada quanto ao atendimento das quatro regras propostas por Bardin (2011), a fase de pré-análise resumiu-se ao estabelecimento dos objetivos almejados por meio da Análise de Conteúdo. No caso deste trabalho, esses objetivos estão diretamente ligados aos seus três objetivos específicos.

Deste modo, buscou-se, por meio da Análise de Conteúdo compreender: (i) os fundamentos e discrepâncias do conceito de Economia Circular (relacionado ao primeiro objetivo específico); (ii) como os trabalhos dividem-se, em termos de volume, com relação às amplitudes metodológicas adotadas – Micro, Meso e Macro – (referente ao segundo objetivo específico); (iii) quais as relações entre as abordagens conceituais e metodológicas dos artigos e o contexto de inserção dos autores, no que diz respeito aos fatores econômicos, sociais, culturais, ambientais, entre outros que podem surgir ao longo da pesquisa (refere-se ao terceiro objetivo específico desta pesquisa).

### 3.3.3.2 Codificação dos Conteúdos

Para que a compreensão do conteúdo comunicativo analisado na pesquisa transforme-se em resultados concretos, quanto a quantificações e qualificações de dados, se faz necessário, de acordo com Bardin (2011), codificar os conteúdos em questão.

Termos, expressões, ícones, nomenclaturas, identidades, entre outros elementos, podem assistir a fase de codificação na figura de **unidades de registro**. Bardin (2011) indica que as unidades de registro possibilitam quantificações do conteúdo por meio da identificação da fração mínima de significância do conteúdo. Essas unidades são definidas a partir das categorias de contexto.

A atribuição de significação e delimitação de conceitos eleitos como unidades de registro é expressa por meio de fragmentos de texto, os quais recebem a nomenclatura de **unidades de contexto** (Bardin, 2011).

As **categorias de contexto** são a medida de codificação mais ampla, surgem a partir da observação dos objetivos da pesquisa e são definidas através do arcabouço gerado pela pesquisa bibliográfica. A diferenciação dessas categorias de contexto em estamentos mais específicos da origem às **categorias de análise**.

### 3.3.3.3 Escolhas Metodológicas

Pretendeu-se, por meio da Análise de Conteúdo, identificar (i) a amplitude metodológica adotada nos artigos da amostra (Micro, Meso, Macro) e (ii) categorizar os artigos a partir de seus objetivos de pesquisa. Desta forma, optou-se por realizar uma classificação em duas etapas. A primeira etapa de análise versa quanto à

amplitude metodológica, cada uma dessas categorias passou então por uma segunda etapa de análise, em que houve a construção do que nomeou-se aqui de subcategorias e que se relaciona aos objetivos dos trabalhos.

Para ambas as etapas de categorização foram realizadas as leituras dos títulos, palavras-chave e resumo de cada um dos trabalhos da amostra. Adicionalmente, quando não incluídos no resumo, os objetivos do trabalho foram também selecionados no texto para a análise do conteúdo.

Construiu-se, portanto, categorias de análise desta pesquisa, as quais correspondem às três amplitudes metodológicas tratadas neste trabalho: Macro, Meso e Micro. Essas categorias, por sua vez, reúnem códigos que, por semelhança, devem ser organizados em uma mesma categoria, por descreverem aspectos semelhantes (Erlingsson; Brysiewicz, 2017). O Quadro 3 apresenta as categorias de análise paralelamente aos critérios de inclusão previamente estabelecidos para cada categoria

### Quadro 3- Categorias de Análise e critérios de inclusão

<b>Categoria de Análise</b>	<b>Critério de inclusão</b>
<b>Micro</b>	Processo industrial, metodologia industrial, modelo de negócios, novas tecnologias, consumo, consumidor, comportamento, estratégia empresarial
<b>Meso</b>	Integração industrial, cadeia de valor, <i>supply chain</i> , logística, sistema industrial, simbiose industrial, eco integração, regiões, setor industrial
<b>Macro</b>	Políticas Públicas, Planos nacionais, Planos regionais, Arranjo institucional, Regulamentação, Conceitual, Definição, Criação de indicadores

Fonte: Elaboração Própria (2022)

Destaca-se, aqui, que a categorização se norteia pelos critérios de inclusão aqui indicados, entretanto, a análise depende também de inferências, que, para Bardin (1977) fundamenta-se na mensagem, no canal e no receptor. Assim, os critérios de inclusão não dizem respeito a temáticas de pesquisa, mas sim às abordagens adotadas. Desta forma, uma mesma temática pode ser adotada por trabalhos de diferentes categorias, como pode ser visto pelo exemplo no Quadro 4.

#### Quadro 4 – Exemplos de trabalhos com a mesma temática e diferentes abordagens metodológicas

CATEGORIA	Micro	Meso	Macro
<b>Temática</b>	Plásticos	Plásticos	Plásticos
<b>Título do trabalho</b>	<i>Bioplastic packaging materials in circular economy</i> (DOBRUCKA; 2019)	<i>Social Life Cycle Assessment of Product Value Chains Under a Circular Economy Approach: A Case Study in the Plastic Packaging Sector</i> (REINALES, ZAMBRANA-VASQUEZ, SAEZ-DE-GUINOA; 2020)	<i>Legacy additives in a circular economy of plastics: Current dilemma, policy analysis, and emerging countermeasures</i> (WAGNER, SCHLUMMER; 2020)
<b>ABORDAGEM</b>	Apresenta novos materiais bioplásticos como alternativa aos plásticos	Descreve o referencial teórico e a abordagem de avaliação de impacto para a Avaliação do Ciclo de Vida Social de cadeias de valor da indústria do plástico	Discute opções de descarte relacionadas à legislação e gerenciamento do descarte de aditivos plásticos

Fonte: Elaboração própria (2022).

O Quadro 4 apresenta três trabalhos da amostra aqui analisadas, e exemplifica de que modo os critérios de inclusão foram usados para categorizá-los. Ambos tratam de temáticas ligadas à plásticos, entretanto, enquadraram-se em diferentes categorias de análise. O trabalho enquadrado na categoria Micro aborda novos materiais e processos de fabricação, critérios de inserção dessa categoria. O segundo trabalho, categorizado como Meso, versa a respeito da cadeia de valor da indústria plástica, atendendo, portanto, aos critérios de inclusão dessa categoria. Por fim, o artigo enquadrado na categoria Macro discute questões de regulamentação e arranjo institucional relacionadas à indústria do plástico.

A partir dessa primeira codificação, fez-se uma segunda etapa de exploração do material da amostra, de modo a serem construídas subcategorias de análise. Essa segunda etapa da análise do conteúdo dedica-se à identificação de eixos de pesquisa recorrentes dentro das categorias de análise (Micro, Meso e Macro). Desta forma, a partir da leitura do material as subcategorias apresentadas no Quadro 5 foram estabelecidas, com base nos critérios de inclusão também apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5 – Apresentação das subcategorias de análise e critérios de inclusão**

<b>Categoria de Análise</b>	<b>Subcategoria de Análise</b>	<b>Critério de Inclusão</b>
<b>Micro</b>	Comportamental	Investigam padrões de consumo e comportamento individual
	Modelo de Negócios	dedicam-se à compreensão dos modelos de negócio e estratégias empresariais
	Processo	apresentam novos métodos, materiais e processos industriais
<b>Meso</b>	Sistema Produtivo e logística	Dedicam-se à investigação de modelos logísticos e de integração industrial
	Tecnologia de Base	Apresentam proposições relacionadas a tecnologias que fundamental a transição circular
	Regional	Investigam iniciativas de integração regional
	Indústria	Investigam a implantação da EC em uma determinada indústria
<b>Macro</b>	Políticas Públicas	Analisa ou apresenta políticas públicas voltadas à EC
	Conceitual	Buscam agregar conceitualmente ao conceito de EC
	Indicadores	Objetivam estudar ou elaborar indicadores para avaliação da EC.

**Fonte: Elaboração Própria (2022)**

As subcategorias apresentadas no Quadro 5 serão analisadas e detalhadas no próximo Capítulo. A segunda etapa de categorização visa a compreensão de tendências de pesquisa no cenário mundial voltado à Economia Circular, bem como em cada uma das amplitudes metodológicas que compõe as três categorias de análise da primeira etapa.

A partir desses critérios, passou-se à leitura individualizada dos materiais e, com o uso de uma planilha o material pode ser organizado e categorizado em duas etapas. Assim, os primeiros resultados quantitativos dessa pesquisa surgiram do levantamento de dados da planilha resultante da análise de conteúdo, os quais, alimentam as análises apresentadas no próximo Capítulo.

### 3.3.3.4 Tratamento dos Resultados

Após a geração de dados quantitativos, gerados pelo levantamento bibliométrico em conjunto com a Análise de conteúdo, se fez necessário um processo de compreensão das características que estes dados refletem. Dessa forma, é necessário que haja um tratamento das informações compreendidas, para que sejam transformadas em novos conhecimentos. Bardin (2011) destaca que esse processo se dá por dedução lógica, meio pelo qual há um silogismo entre proposições já tidas como verdadeiras e novas proposições.

Também com base na Análise de Conteúdo, torna-se possível realizar inferências quanto aos materiais analisados, como é feito, neste trabalho, quanto à conceituação de Economia Circular. Cada uma das subcategorias de análise apresentam um viés conceitual preponderante, o qual é apresentado no Capítulo de análises.

Essa fase é a responsável por integrar os dados qualitativos e quantitativos coletados até então e convertê-los em novos conhecimentos, os quais correspondem aos resultados da pesquisa. Desse modo, a construção do panorama da produção científica voltada à Economia Circular, sob a ótica da Ciência Tecnologia e Sociedade, objetivo principal dessa pesquisa, foi viabilizada por meio a aplicação da Análise de Conteúdo.

### 3.4 PROTOCOLO DA PESQUISA

Vistas as ferramentas escolhidas para a construção da metodologia da pesquisa, espera-se, mediante a construção do protocolo da pesquisa (Quadro 6), sumarizar as ferramentas usadas para a coleta de dados, relativamente à cada um dos objetivos delineados neste trabalho.

#### Quadro 6 - Protocolo da pesquisa

Objetivos Específicos	Etapas Internas	Tratamento de dados Ferramenta de Análise	Ferramentas

1. <b>1. Identificar os fundamentos da Economia Circular presentes nas diversas definições do conceito.</b>	Identificar os fundamentos comuns e as discrepâncias entre os conceitos de Economia Circular provenientes de diferentes contextos sociotécnicos.	Análise quantitativa e qualitativa	Análise sistematizada e Análise de Conteúdo
2. <b>2. Analisar a produção de artigos do campo da Economia Circular em termos das amplitudes da pesquisa.</b>	Produzir indicadores que reflitam como a produção científica mundial, voltada ao tema da Economia Circular, secciona-se em termos de amplitude metodológica – Micro, Meso e Macro. Relacionar esses indicadores aos contextos Sociotécnicos em questão.	Análise quantitativa e qualitativa	Levantamento Bibliométrico e Análise de Conteúdo
3. <b>3. Analisar indicadores bibliométricos para a identificação dos autores, instituições de pesquisa e países expoentes no campo da Economia Circular.</b>	Identificação dos clusters de autores, instituições e países ligados à produção de artigos científicos desse ramo de pesquisa, além dos fatores que sustentam essas relações. Construção de indicadores quantitativos que descrevam tendências desse campo.	Análise quantitativa e qualitativa	Análise Sistematizada, Levantamento Bibliométrico e Análise de Conteúdo

Fonte: Elaboração própria (2022).

Deste modo, a estrutura dos próximos Capítulos deste trabalho se baseia no protocolo aqui estabelecido, será então dedicado um Capítulo específico para as análises referentes a cada um dos 3 objetivos específicos. O Capítulo que os segue irá compreender a compilação e análise das características do campo de pesquisa voltado à Economia Circular, de modo a apresentar, à luz da CTS, o panorama dessa área acadêmica.

#### **4 RESULTADOS E ANÁLISES- AMPLITUDES DE PESQUISA**

Nesta Seção serão tratados os resultados obtidos pela realização desta pesquisa, os quais foram elaborados por meio de um levantamento bibliométrico associado à Análise de Conteúdo. Os resultados serão apresentados em quatro Subseções, as três primeiras foram elaboradas em paralelo aos objetivos específicos delineados no primeiro Capítulo deste trabalho, de modo que os resultados são analisados visando atender ao abjetivo geral da pesquisa. A última Seção sintetiza os resultados gerados nesta investigação e ilustra como o panorama mundial da produção científica voltada à Economia Circular foi aqui caracterizado.

#### 4.1 AMPLITUDES DE PESQUISA

Com vistas a descrever o estado da arte da produção científica mundial em torno do objeto da Economia Circular, a amostra de artigos selecionada para essa exploração teve seu conteúdo categorizado e analisado, a partir das já nomeadas amplitudes de pesquisa (Micro, Meso, Macro). Deste modo, em um primeiro momento serão apresentados os resultados individuais de cada uma das três grandes categorias de análise empregadas nesse trabalho.

A primeira etapa desta análise visa construir elementos de prova para a compreensão de como a Economia Circular é entendida, em termos conceituais e práticos, pela comunidade de pesquisa. Essa construção se dá por meio da observação do destaque dado à cada uma das categorias aqui elencadas, o qual pode sugerir diferentes vieses interpretativos.

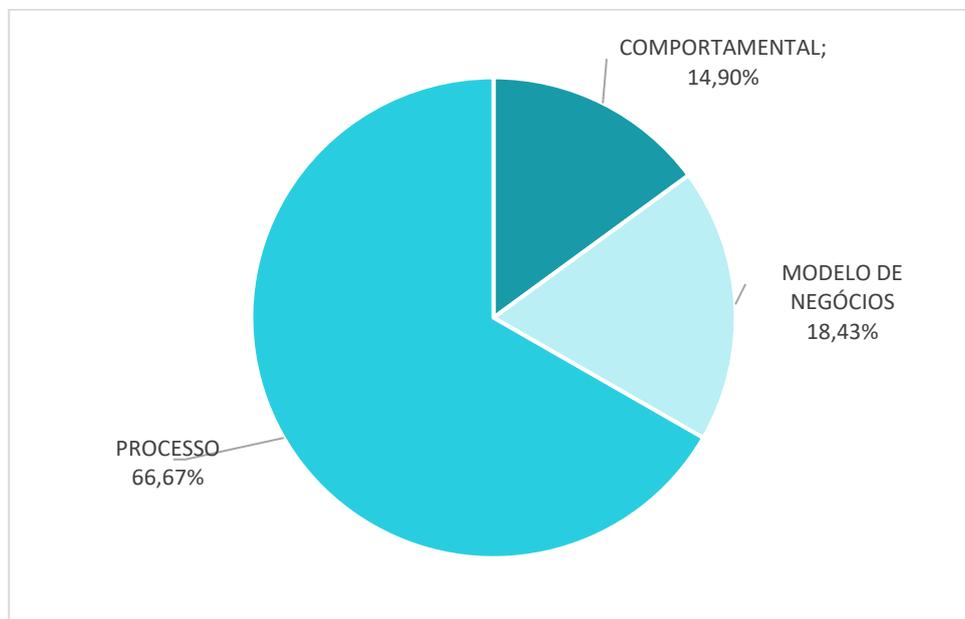
##### 4.1.1 Categoria Micro

O desafio da transição do sistema econômico linear para o circular demanda um rearranjo das estruturas produtivas (GHISELLINI; CIALANI; ULGIAT, 2016). Nesse sentido, Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) destacam o papel das ações de nível Micro. De acordo com esses autores, essas iniciativas buscam implementar processos mais limpos e ecológicos a partir de mudanças que envolvem as estratégias e os modelos de negócios, inovações processuais e de produto, além do comportamento dos agentes individuais, tanto demandantes quanto ofertantes.

Deste modo, em meio à amostra de artigos aqui selecionada, do universo de 1.780 artigos, 650 foram identificados como alinhados à abordagem micro. Essa classificação se deu pela leitura conjunta de título, resumo e metodologia de cada um

dos artigos categorizados, com foco na análise dos objetivos dos trabalhos. Assim, foi possível compreender que a abordagem metodológica adotada por esses trabalhos versava no nível micro, podendo ser enquadrada nas seguintes subcategorias de análise: Processo, Modelo de Negócio e Comportamental, conforme exposto no Gráfico 3. Essas subcategorias surgiram da leitura e da observação da amostra de trabalhos selecionada, bem como dos trabalhos que fundamentam teoricamente esta pesquisa. Os dados levantados com relação à cada uma das subcategorias supracitadas serão agora apresentados e analisados.

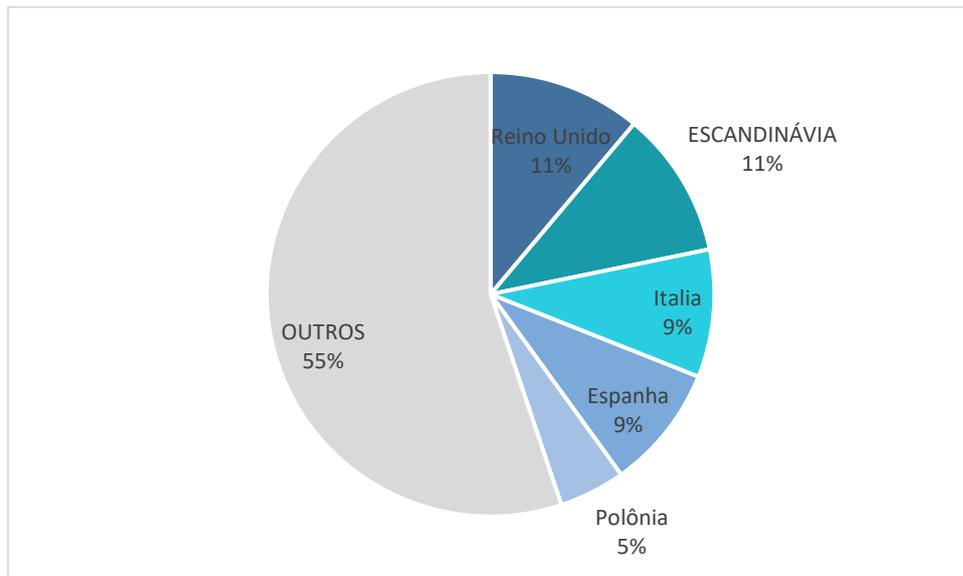
**Gráfico 3- Composição da Categoria Micro em Subcategorias (2017-2021)**



Fonte: Autoria própria (2022).

No que se refere à origem dos artigos enquadrados na categoria Micro, o Gráfico 4 apresenta a localização do instituto de pesquisa referenciado para o artigo na base de dados Scopus. O Reino Unido destaca-se com 11% das produções, seguido pela região da Escandinávia (Dinamarca, Finlândia, Suécia e Noruega). Além desses, Itália (9%), Espanha (9%) e Polônia (5%) também demonstraram um viés de pesquisa voltado à amplitude Micro, com ênfase no comportamento individual dos agentes no processo de transição circular.

**Gráfico 4- Regiões de origem dos trabalhos da categoria Micro (2017-2021)**



**Fonte: Elaboração Própria**

Deste modo, destaca-se a percepção adotada por esses países da necessidade do desenvolvimento de processos, produtos e modelos industriais que internalizem a perspectiva circular da economia, eliminando o conceito de externalidade.

#### 4.1.1.1 Subcategoria Processo

Os artigos enquadrados na subcategoria de análise denominada Processo, apresentam como conteúdo a proposição de novas técnicas, e figuram como cerca de 67% dos trabalhos da categoria Micro. O objeto desses trabalhos é a menor parte da cadeia de produção circular, o processo. Assim, nessa subcategoria são apresentados processos industriais, produtos e metodologias desenvolvidos de acordo com os princípios da circularidade, como a maximização do tempo de utilidade dos insumos e a exclusão dos resíduos.

São artigos como *A first attempt to produce proteins from insects by means of a circular economy* (Uma primeira tentativa de produzir proteínas por meio de uma Economia Circular- Tradução nossa), (Cappelozza et al., 2019), em que os pesquisadores do Centro de pesquisa em Agricultura e Ambiente dedicaram-se a detalhar um meio de produção de larvas da mosca *Hermetia illucens* com base nos princípios da Economia Circular. A circularidade foi agregada ao processo produtivo, pelos pesquisadores, por meio da criação de um ciclo de vida ambiente fechado, cuja

alimentação se dá pelo uso de materiais orgânicos descartados por supermercados como substrato.

O artigo brasileiro produzido na Universidade Federal de Santa Catarina, intitulado *Intensified green-based extraction process as a circular economy approach to recover bioactive compounds from soursop seeds* (MESQUITA *et al.*, 2021) também é um exemplo do que foi enquadrado na subcategoria processo, dentro da grande área Micro. No trabalho as pesquisadoras dedicaram-se ao detalhamento de métodos para a extração de compostos com valor agregado das sementes de graviola que seriam descartadas pela indústria de sucos. Como no exemplo anterior, a compreensão da incorporação do princípio da circularidade no método proposto fica explícita quando se entende o valor econômico e ambiental agregado em um material que, linearmente, seria tido como resíduo. Desta forma, novos processos e produtos são criados, tendo como insumos principais materiais que antes seriam sistematicamente excluídos do processo produtivo e conceituados como uma externalidade econômica.

Ainda quanto a categoria de trabalhos dedicados a investigações em amplitude Micro que têm como foco processos, o artigo britânico *Unlocking value for a circular economy through 3D printing: A research agenda* (DESPEISSE *et al.*; 2017) é o trabalho com maior número de citações da categoria, totalizando 220 citações indexadas. Para esses autores “a Economia Circular visa melhorar radicalmente a eficiência dos recursos, eliminando o conceito de desperdício e levando à uma mudança do modelo linear de explorar-produzir-descartar” (DESPEISSE, *et al.*; 2017). O trabalho tem como cerne compreender até que ponto a tecnologia da impressão 3D pode contribuir para uma Economia Circular, além de buscar compreender se a trajetória atual de adoção dessa técnica configura uma iniciativa eficiente de uso de recursos ou um reforço às práticas negativas de produção.

As análises propostas nos trabalhos enquadrados na subcategoria Processos, cuja amplitude de pesquisa é micro, sugerem a adoção de uma definição de Economia Circular voltada à gestão eficiente e circular de recursos, com foco na eliminação sistêmica do conceito de desperdício, e revela o reaproveitamento de resíduos como forma promissora de efetuar essa reversão. A observação dos títulos, resumos e metodologia dos trabalhos expressam esse fundamento como comum nas diversas

definições de Economia Circular tecidas nas pesquisas que compuseram a amostra investigada.

#### 4.1.1.2 Subcategoria Modelo de Negócios

Na grande categoria denominada Micro, também foram enquadrados artigos cujos objetivos eram voltados a delinear e caracterizar novos Modelos de Negócio. A demanda por novas rotinas organizacionais e de gestão que incorporem os princípios circulares motiva essas pesquisas, que figuraram como cerca de 18% dos trabalhos de amplitude micro (Gráfico 3).

De acordo com Osterwalder, e Pigneur (2020, p. 14), um Modelo de Negócio “descreve a lógica de criação, entrega e captura de valor por parte de uma organização”. Deste modo, com base no princípio da Economia Circular de manutenção do máximo valor dos recursos pelo maior período, novos modelos de negócio passam a ser necessários, visto que a lógica de criação citada por aqueles autores passa por uma mudança de paradigma, da racionalidade linear para a circular.

Osterwalder e Pigneur (2020), ainda elucidam que os Modelos de Negócio incorporam quatro grandes áreas de uma organização: clientes, oferta, infraestrutura e viabilidade financeira. Essa literatura fundamentou a construção da subcategoria de análise aqui nomeada Modelo de negócios. Desde modo, enquadraram-se nessa divisão artigos cujo objeto de estudo é a forma como a firma, individualmente, trata algum dos nove componentes dos Modelo de Negócio (OSTERWALDER; PIGNNEUR, 2020), são eles: segmentos de clientes, proposta de valor, canais, relacionamento com clientes, fontes de receita, recursos principais, atividades-chave, parcerias e estrutura de custos.

A definição de David Teece (2018, p 41) também contribuiu para a construção dos critérios que estabeleceram Modelo de negócios como uma unidade de contexto. Para o autor um Modelo de negócio:

sem aspas e parágrafo bloco – recuo de 4 cm por norma, parágrafo simples descreve o design ou arquitetura dos mecanismos de criação, entrega e captura de valor que [uma empresa] emprega. A essência de um modelo de negócios está em definir a maneira pela qual a empresa

entrega valor aos clientes, atrai os clientes a pagar pelo valor e converte esses pagamentos em lucro.”

Dentre os trabalhos que se enquadraram nessa subcategoria, destaca-se o estudo dos pesquisadores do centro politécnico de Milão, nomeado *Towards a new taxonomy of circular economy business models* - Rumo a uma nova taxonomia de modelos de negócios de Economia Circular (URBINATI *et al.* 2017) que apresenta o maior número de citações nessa subcategoria, totalizando 329 referências indexadas. O trabalho dedica-se a investigar a gestão estratégica de empresas que visam implantar a circularidade em seus processos e rotinas, e revisa a literatura em busca de modelos de negócio que possam contribuir para a produção e a manutenção do mais alto valor dos recursos pelo máximo tempo.

O trabalho *Financial resources for the circular economy: A perspective from businesses* (ARANDA-USÓN *et al.* 2019), advindo da universidade de Zaragoza, na Espanha, por exemplo, trata das origens de financiamento para organizações que buscam implementar processos e sistemas circulares. Os autores supramencionados desenvolvem um modelo matemático para reafirmar o efeito positivo da aplicação de fundos próprios e públicos no curso de implementação da circularidade nas firmas.

É possível compreender que, dado o objeto comum desses trabalhos, as definições de Economia Circular adotadas nessa subcategoria discorrem em torno do conceito de valor. Isto é, esses estudos buscam compreender os impactos da circularidade nas quatro grandes áreas dos modelos de negócios propostas por Osterwalder, e Pigneur (2020). Desta forma, compreende-se que o conceito mais habitualmente utilizado nessa categoria versa a respeito da maximização de valor dos recursos relacionados a clientes, a oferta, a infraestrutura e a viabilidade financeira.

#### 4.1.1.3 Subcategoria comportamental

A subcategoria comportamental representa cerca de 15% dos trabalhos na categoria de análise Micro. Essas publicações referem-se à aspectos do comportamento do consumidor frente à Economia Circular. Esses estudos são motivados pelas mudanças no papel do consumidor promovidas pela busca por sustentabilidade, em todas as suas dimensões bem como, no sentido contrário, a

maneira como o comportamento do consumidor pode estimular a promoção da circularidade econômica.

No modelo econômico tradicional os consumidores são passivos e desconhecedores do processo produtivo por completo (BORRELLO et al. 2017). É o que explicam os autores do artigo *Consumers' perspective on circular economy strategy for reducing food waste*, o mais citado dos artigos da subcategoria comportamental e que, aqui, exemplifica os estudos dessa subcategoria. Os autores ainda reforçam que o engajamento do consumidor na Economia Circular é balizar, enquanto no modelo linear é opcional e esporádico. Nesse sentido, o artigo em questão pode exemplificar como o fator comportamental é abordado, em nível micro, nos estudos da Economia Circular. Esses autores dedicaram-se a estudar a reação dos consumidores a estímulos para o reaproveitamento de resíduos orgânicos, de modo a envolvê-los no processo circular, e compreender como se daria uma mudança paradigmática dos hábitos de consumo. (BORRELLO et al. 2017).

De modo semelhante, outros artigos também buscam compreender e interpretar o comportamento individual a partir de uma nova perspectiva quanto ao ciclo de vida dos produtos. Esse é o caso de artigos como *Life Cycle Thinking for Sustainable Consumption and Production towards a Circular Economy* (GHEEWALA, 2020), *A new mindset for circular economy strategies: Case studies of circularity in the use of water* (VILES; SANTOS; ARÉVALO, 2020) e *Circular economy in Mexico's electronic and cell phone industry: Recent evidence of consumer behavior* (CORDOVA-PIZARRO, 2020). Esses trabalhos exemplificam uma temática recorrente nas pesquisas que se enquadraram na subcategoria comportamental, a relação direta entre o consumo responsável e a compreensão, por parte do consumidor, do ciclo de vida dos produtos. Temas como a obsolescência programada, reúso, reciclagem e padrão de consumo são apresentados como formas de repensar a agência do consumidor no processo produtivo.

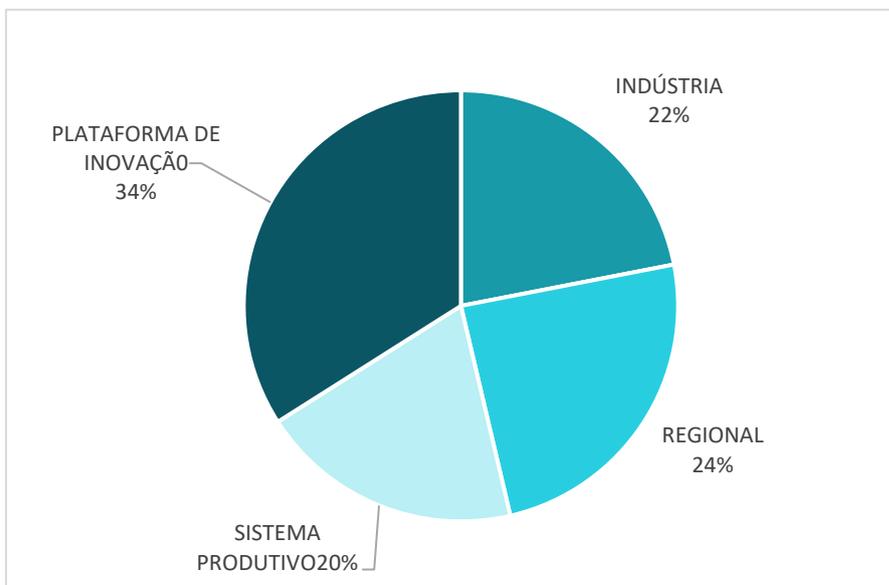
Quanto às definições de Economia Circular adotadas pelos trabalhos dessa subcategoria, destaca-se, então, a compreensão de um sistema econômico que busca ampliar o ciclo de vida de produtos, bem como torná-lo mais sustentável. Sugere-se uma nova configuração dos ciclos de vida, que incorporem conceitos como reutilização, reparo, reforma e reciclagem, e que possibilitem uma nova forma de compreensão de valor por parte do consumidor (KERSTY, 2020).

#### 4.1.2 Categoria Meso

A amplitude metodológica Meso configura a segunda categoria de análise deste trabalho. Sua concepção, já discorrida no Capítulo de fundamentação teórica – Seção XXXX, compreende as relações entre atores individuais, no que tange o tema da Economia Circular. As formas de integração em rede, parques industriais e redes simbióticas são tratadas nesses trabalhos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

A análise de conteúdo desses trabalhos partiu do estabelecimento das seguintes subcategorias: regional (24%), indústria (22%), sistema produtivo (20%), plataforma de inovação (34%) (Gráfico 5). A seguir serão apresentadas casa uma das subcategorias, seus critérios e conceitos basilares.

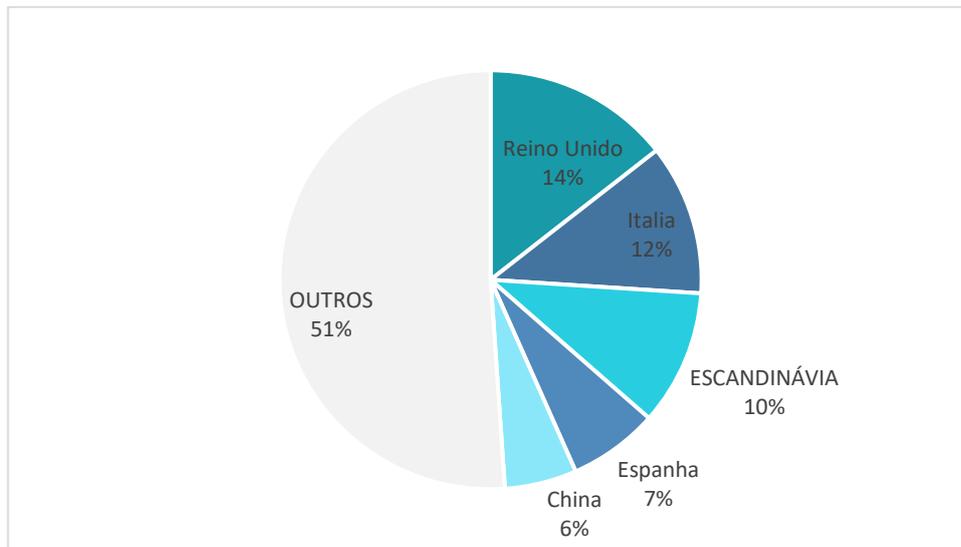
**Gráfico 5- Composição da Categoria Meso em Subcategorias (2017-2021)**



**Fonte: Elaboração própria.**

Quanto às origens dos artigos categorizados como de amplitude metodológica Meso, semelhante à categoria Micro, o Reino Unido (14%) destaca-se como a maior jusante de artigos desta categoria (Gráfico 6). Itália (12%), Escandinávia (10%), Espanha (7%) e China (6%) também apresentaram destaque quantitativo quanto à produção de artigos com abordagem Meso, cujos vieses de pesquisa serão agora apresentados (Gráfico 6).

**Gráfico 6- Regiões de origem dos trabalhos da categoria Meso (2017-2021)**



Fonte: Elaboração própria (2022).

#### **Articulação não trivial!**

##### 4.1.2.1 Subcategoria Plataforma de inovação

A maior das subcategorias da amplitude meso dedica-se à exploração do que foi denominado nesse trabalho como Plataforma de inovação, e representa 34% dos trabalhos dessa amplitude metodológica. O uso dessa nomenclatura como unidade de contexto e para construção do critério de catalogação aqui estabelecido parte da definição de David Teece (2017) de Plataforma de inovação. Esse autor define que o termo se refere ao desenvolvimento de tecnologias básicas, com base nas quais outras tecnologias e inovações podem ser criadas ou agregadas (TEECE,2017).

Deste modo, com base nas leituras que fundamentam esse trabalho, bem como na análise da amostra de trabalhos selecionado, identificou-se que algumas tecnologias se enquadram como Plataformas de Inovação para a Economia Circular. Trata-se de temas como a gestão de resíduos, o tratamento de água e esgoto, as tecnologias digitais 4.0 e o *big data*, a produção energética, a fabricação de materiais poliméricos e novas propostas de uso do *design* no processo produtivo. Assim, compreendeu-se que os artigos que tinham como objeto de estudo algum dos temas supracitados, seja no nível de processo ou de integração industrial, seriam enquadrados na categoria Meso, isso porque o trabalho tem seus impactos para além da amplitude micro, por possibilitar que o sistema produtivo possa conquistar avanços tecnológicos de modo simbiótico.

Dentre os trabalhos que obedeceram aos critério de categorização dessa unidade de contexto, destaca-se o artigo *Skills and capabilities for a sustainable and circular economy* (DE LOS RIOS; CHARNLEY, 2017), com o maior número de citações indexadas da subcategoria (182). O trabalho descreve meios já validados industrialmente para o fechamento de ciclos mediante *design* de produtos, além de destacar como uma série de ferramentas desse campo do conhecimento podem contribuir para a projeção de um futuro sustentável, como o uso de novos recursos e materiais e a melhor compreensão de formas de agregar valor a partir da do estudo de comportamentos sociais.

Outro trabalho que pode exemplificar a subcategoria Plataformas de inovação trata dos avanços das tecnologias digitais rumo à viabilização de uma Economia Circular, trata-se do artigo *The Emergent Role of Digital Technologies in the Circular Economy: A Review* com 168 citações indexadas, que foi produzido pelos pesquisadores da Universidade Tecnológica da Dinamarca Pagoropoulos, Pigozzo e McAlloone (2017). O trabalho dedica-se à compreensão do modo como as tecnologias digitais (em especial Big Data e internet das coisas) podem auxiliar na transição da economia linear para a circular, em especial pela formulação de Sistemas de Serviço de Produto (PSS). O denominados PSS, por sua vez, são um exemplo muito ilustrativo do porquê a unidade de contexto Plataforma de Inovação foi estabelecida neste trabalho. Os Sistemas de Serviço de Produto são inovações baseadas em tecnologias digitais que possibilitam a criação de novos modelos de negócio, de modo que o crescimento econômico deixa de estar condicionado ao consumo de novos produtos, tendo como alternativa o comércio da utilidade de um produto e não de sua propriedade. (PAGOROPOULOS, PIGOZZO, MCALOONE, 2017).

As definições de Economia Circular usadas pelos trabalhos dessa subcategoria de análise incluem uma gama mais diversa de conceitos. É recorrente nesses trabalhos a conceituação da Economia Circular como regenerativa e restaurativa, além da caracterização da EC como um conceito industrial e social, originário da evolução de estudos do ramo da Ecologia Industrial. O foco nesses fundamentos da Economia Circular justifica-se pelo cunho prático que os trabalhos da subcategoria tendem a adotar, os trabalhos sugerem práticas industriais, e do mesmo modo adotam definições que corroboram com essa perspectiva de análise.

#### 4.1.2.2 Subcategoria Regional

O cerne da categoria Meso compreende a integração em rede, nesse sentido o critério de inclusão dos trabalhos na subcategoria regional consiste na identificação de trabalhos cujos objetivos voltaram-se ao estudo de iniciativas de integração a partir da proximidade geográfica. Essas integrações visam atingir vantagens comparativas por meio do planejamento de projetos locais circulares. Trata-se de sistemas de simbiose, parques industriais, integração urbana e iniciativas de associação circular entre agentes individuais, os quais buscam integrar agentes a partir dos critérios da Economia Circular (MARTÍN GÓMEZ; AGUAYO GONZÁLEZ; MARCOS BÁRCENA, 2018).

Esse tipo de integração, baseado em proximidade territorial, emerge da ineficiência dos sistemas industriais tradicionais, que possuem uma falha na gestão de recursos biológicos, segundo a ótica da Economia Circular. Os trabalhos que atenderam aos critérios dessa subcategoria representam cerca de 24% dos artigos cuja amplitude de investigação é Meso. Nesse contexto, a Economia Circular surge como geradora de vantagens ambientais e econômicas, visto que estendem a utilidade dos insumos envolvidos no processo produtivo, o que proporciona ganhos econômico imediatos e uma gestão de recursos ambientalmente mais eficiente (MARTÍN GÓMEZ; AGUAYO GONZÁLEZ; MARCOS BÁRCENA, 2018).

Desse modo, o planejamento para a integração regional entre unidades industriais, urbanas ou de consumo proporcionam geração de fluxos de materiais, energia, subprodutos, água, ou qualquer outro produto que possa ter seu ciclo de vida estendido ao invés de tornar-se resíduo descartado (LOWE; EVANS, 1995). Nesse sentido, o trabalho *Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe*, produzido na universidade de Londres, em 2018, buscou identificar e caracterizar as redes de simbiose formadas na Europa. O artigo conta com 131 citações indexadas e é o mais citado da subcategoria.

Outro trabalho que pode exemplificar a subcategoria Regional é *Circular economy in cities: Reviewing how environmental research aligns with local practices*, produzido na Universidade de Freiburg, na Alemanha, que possui 123 citações indexadas. Essa pesquisa dedica-se ao estudo de integrações regionais urbanas, seu objetivo concentra-se em compreender como a pesquisa científica busca quantificar e

qualificar as vantagens ambientais advindas da integração urbana nos moldes da Economia Circular (PETIT-BOIX, LEIPOLD; 2018).

A construção de estudos de caso é bastante aplicada em trabalhos dessa subcategoria, os quais buscam compreender as construções de sistemas circulares e de simbiose em regiões como a cidade italiana de Turin e dos condados chineses de Tianjin e Zengcheng. Nota-se, portanto, que as pesquisas que investigam integrações regionais em nível Meso adotam um caráter bastante analítico, sendo muitas dessas pesquisas voltadas à elaboração de soluções aplicáveis à indústria, do ponto de vista da Economia Circular.

Desse modo, a compreensão do conceito de Economia Circular amplamente adotado nessa subcategoria também demonstra um caráter prático e realístico. Em geral a Simbiose Industrial é apresentada como a forma prática de implementação de um design industrial regenerativo e restaurador. Assim, a Economia Circular é tida como a alternativa para uma transição do sistema de desperdício para um sistema fechado e mais eficiente (WEN; MENG, 2015).

#### 4.1.2.3 Subcategoria Sistema Produtivo e Logística

A subcategoria nomeada Sistema Produtivo e Logística compreende 20% do total dos artigos cuja abordagem metodológica é Meso. Essa subcategoria integra artigos cujo objetivo voltam-se à compreensão de meios de integração industrial, partindo do pressuposto da integração de cadeias de suprimento (*supply chain*) e à criação de redes logísticas que se adequem aos pressupostos da Economia Circular. Desse modo, esses trabalhos possuem um teor prático, voltado à criação de ferramentas que possibilitem compreender os resíduos como mais do que externalidades, mas sim, insumos que ainda agregam valor e podem ter utilidade em novos processos.

A importância desses trabalhos para a implementação industrial da Economia Circular se apresenta, em especial, na tentativa de elaborar cadeias de suprimento que interfiram na cadeia de valor dos insumos – fontes combinadas para corroborar a assertiva. Deste modo, o compromisso em alongar os ciclos de vida dos produtos, mantendo-os com máxima utilidade pelo máximo período, é um pressuposto que sustenta os objetivos dos artigos dessa subcategoria, que apresentam como produto métodos e revisões literárias voltadas à criação de uma logística circular por princípio.

O trabalho mais citado nessa categoria foi desenvolvido no Reino Unido, e conta com 593 citações indexadas, intitulado *Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications*, dedica-se à apresentação de dois estudos de caso, os quais comparam processos tradicionais e circulares dentro das indústrias química e alimentícia. Por meio de indicadores, os pesquisadores constataram que os modelos que adicionaram princípios circulares à gestão de suas cadeias de suprimentos efetivamente geraram vantagens ambientais, em comparação com o modelo clássico (GENOVESE et al., 2017).

Nesse sentido, os trabalhos dessa subcategoria buscam constatações, muitas vezes por meio de indicadores, das vantagens provenientes do planejamento de sistemas produtivos com base na Economia Circular. Essas vantagens permeiam diferentes esferas da sustentabilidade, como a ambiental, a econômica e a cultural. Destaca-se o uso de ferramentas como avaliação do ciclo de vida de produtos, uma metodologia de processo (*bottom-up*), com foco na análise individual dos ciclos de diferentes componentes do sistema produtivo (BERNERS-LEE et al., 2011). Outra ferramenta de destaque é a metodologia insumo-produto, um modelo macroeconômico-ambiental (*top-down*), voltado à interpretação de dados comerciais macroeconômicos de insumo-produto (BERNERS-LEE et al., 2011).

As definições de Economia Circular amplamente adotadas na subcategoria Sistema Produtivo e Logística referem-se ao planeta Terra como um sistema fechado, e sinalizam a emergência da questão do esgotamento de recursos e da geração de resíduos. Essa visão sistêmica relaciona-se com uma predominância de trabalhos voltados a aplicações práticas, seja no desenvolvimento de novas metodologias ou modelos, seja em revisões bibliográficas de práticas e suas aplicações.

#### 4.1.2.4 Subcategoria Indústria

Para além dos tipos de integração produtiva e de consumo já citados, essa subcategoria reúne trabalhos cuja delimitação adotada pelos pesquisadores estabelece uma única indústria para a investigação. Desse modo, enquadram-se nessa categoria estudos que buscam compreender as formas de integração, novas tecnologias e processos propostos a unidades produtivas e de consumo conectadas por uma mesma cadeia de valor.

Dentre os artigos aqui classificados como de amplitude Meso, 22% foram enquadrados na subcategoria Indústria, o que corresponde à cerca de 6% do total dos artigos da amostra deste trabalho.

Como exemplo da abordagem dessa subcategoria, cita-se uma indústria amplamente abordada entre os trabalhos selecionados, a da Construção Civil, o artigo *ircular economy in construction: Current awareness, challenges and enablers*, trabalho mais citado dessa subcategoria teve 480 citações indexadas. Esse trabalho, desenvolvido na Universidade de *Loughborough*, no Reino Unido, buscou identificar quais atores da indústria da construção estão mais preparados e informados e quais possuem maior defasagem informacional quanto à suas agências na transição para uma Economia Circular (ADAMS,2017)

Da amostra de trabalhos analisados, destaca-se a recorrência de pesquisas que investigam as indústrias da Construção Civil, Têxtil, Química e Agroalimentar. O Plano de Ação da Economia Circular da União Europeia, por sua vez, estabelece sete cadeias de valor primordiais para uma transição circular, sendo elas: (i) Eletrônica e Tecnologia da Informação; (ii) Baterias e veículos; (iii) Embalagens; (iv) Plásticos; (v) Têxteis; (vi) Construção e edifícios e, por fim, (vii) Alimentos, água e nutrientes (COMISSÃO EUROPEIA, 2020). Assim, é possível compreender que há também a identificação, por parte da comunidade acadêmica, dessas indústrias como centrais para implementação da Economia Circular. Esses trabalhos têm como característica a identificação de barreiras que impeçam a implantação da EC nessas indústrias, bem como o desenvolvimento de metodologias para superá-las.

Quanto ao conceito de EC adotado nos trabalhos dessa subcategoria, é possível compreender que há uma recorrente associação entre a Economia Circular e o conceito de Sustentabilidade Ambiental e Econômica. Semelhante a outras subcategorias, a possibilidade de manutenção de máxima utilidade dos produtos pelo máximo período também foi explorada com destaque nesses trabalhos.

#### 4.1.3 Categoria Macro

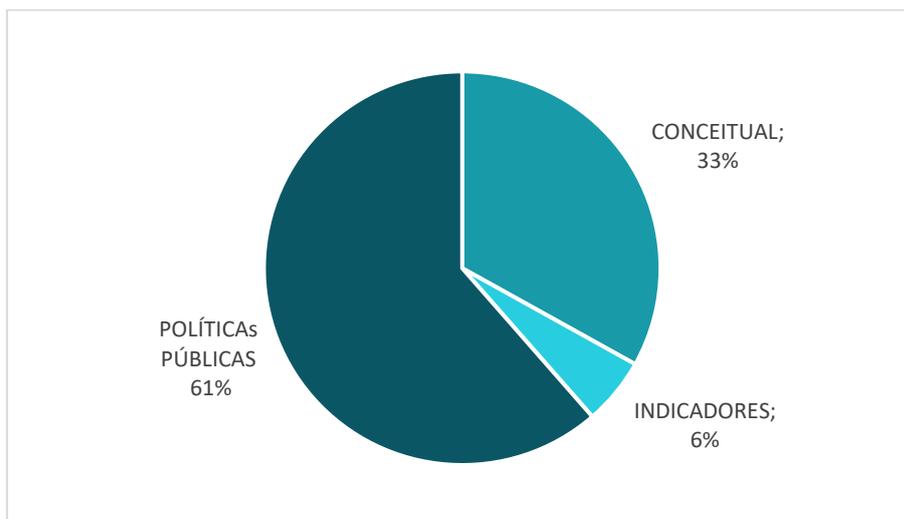
A terceira categoria de análise estabelecida nessa investigação compreende os artigos cuja amplitude metodológica foi identificada como Macro. Esses trabalhos possuem delimitações mais amplas, visto que focam na consolidação da EC em províncias, cidades e nações, de forma a estabelecer meios de reconstrução das

relações entre o sistema industrial, infraestrutura, planejamento urbano e o sistema social e cultural (ZHIJUN; NAILING, 2007).

Nota-se, por meio da análise de conteúdo, a consolidação da ideia de Zhijun e Nailing (2007), que afirmam que a absorção dos princípios da EC em nível macro revela a incorporação desses mesmos princípios no nível micro e meso em uma sociedade. Dessa forma, foram identificados trabalhos com temáticas semelhantes entre as categorias Macro, Meso e Micro, a abrangência da delimitação foi então o critério de categorização aqui utilizado.

A etapa de classificação da análise de conteúdo realizada partiu do estabelecimento, em nível Macro, das seguintes subcategorias: Políticas Públicas (61%), Conceitual (33%), Indicadores (6%), (Gráfico 7). A seguir serão apresentadas as subcategorias, seus critérios de catalogação, os conceitos basilares e alguns dos resultados dessa fase da análise.

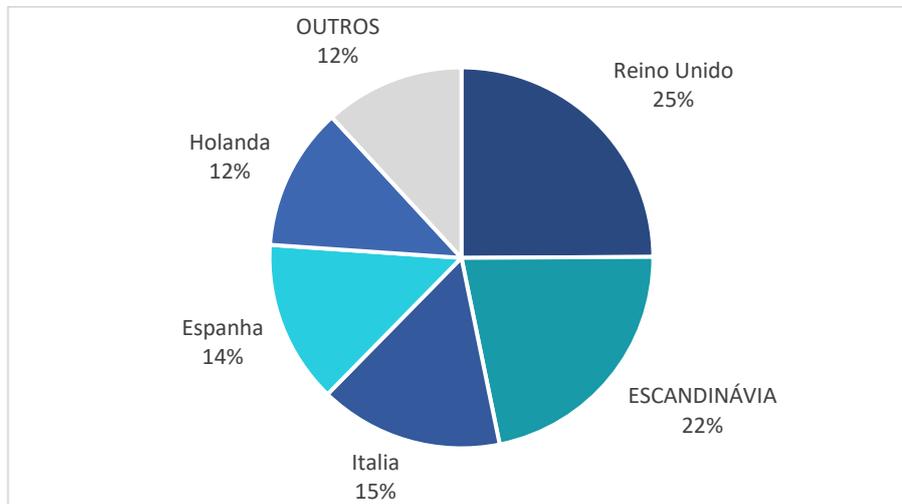
**Gráfico 7- Composição da Categoria Macro em Subcategorias (2017-2021)**



**Fonte: Elaboração própria (2022)**

Quando investigada a origem dos artigos pertencentes à categoria Macro (origem vinculada à inserção do trabalho na plataforma Scopus), assim como nas duas categorias anteriormente analisadas (Micro e Macro) o Reino Unido teve destaque quanto ao volume de publicação, sendo o sorvedouro de cerca de um quarto dos trabalhos com abordagem Macro. A Escandinávia (Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia) também esteve entre as cinco regiões com maior número de artigos na amostra nas categorias analisadas anteriormente, e semelhantemente, é a segunda região com maior número de trabalhos da categoria Macro (22%). Destacam-se, ainda Itália (15%), Espanha (14%) e Holanda (12%) (Gráfico 8).

**Gráfico 8- Regiões de origem dos trabalhos da categoria Macro (2017-2021)**



**Fonte: Elaboração própria (2022)**

#### 4.1.3.1 Subcategoria Política Pública

A definição adotada por esse trabalho para Política Pública foi desenvolvida por Thomas Dye (1972, p. 10), que estabelece o conceito como “qualquer coisa que o governo decida fazer ou não fazer”. Desse modo, o critério de inclusão nessa subcategoria foi estabelecido a partir da identificação de uma estrutura de governança que busque estabelecer um curso de ação para a implantação da Economia Circular. Essa estrutura de governança, por sua vez, é primordialmente comandada pelos governos, de acordo com Dye (1972), mas não exclusivamente, podendo ser dirigida pelo setor privado, organizações de caridade ou outros grupos de interesse social.

Diferentes focos de política pública são explorados pelos trabalhos dessa subcategoria, cujo princípio de agregação surge da concepção de que a quebra de paradigmas promovida pela Economia Circular demanda novos arranjos institucionais, sociais e legais, em comparação à tradicional economia linear (DYE, 1972). Essas lacunas são, então, objetos de políticas públicas, as quais são descritas, analisadas ou formuladas nesses artigos.

Dentre os artigos categorizados como de amplitude Macro, cerca de 61% enquadraram-se na subcategoria Políticas Públicas, o que corresponde à cerca de 20% do total da amostra de trabalhos selecionada. Trata-se, portanto, da subcategoria com o maior número de artigos identificados. Esse dado sugere que as Políticas

Públicas são o objeto de estudos mais recorrente no panorama da produção científica mundial da Economia Circular. Essa relevância demonstra o interesse científico em analisar políticas públicas já implementadas, bem como, de compreender e aperfeiçoar o processo de formulação de políticas públicas para a implementação da Economia Circular.

O trabalho *Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe*, elaborado por pesquisadores da Brunel University, em Londres, é o artigo mais citado da subcategoria, com 408 citações indexadas. A investigação dedica-se à realização de uma revisão dos sistemas nacionais de gestão dos resíduos e da produção energética derivada desses sistemas em alguns países da Europa. Esse tipo de iniciativa no Continente Europeu derivada, primordialmente, do estabelecimento de metas para a implantação da Economia Circular pela União Europeia (MALINAUSKAITE; 2017).

Semelhante à outras subcategorias já analisadas, o conceito de Economia Circular utilizado nessa subcategoria gira em torno da conservação da utilidade de materiais, de modo a minimizar o desperdício, o qual, por sua vez, é incongruente com os princípios da Economia Circular. Desse modo as políticas públicas surgem como eixo para viabilizar as mudanças paradigmáticas propostas pela circularidade.

#### 4.1.3.2 Subcategoria Conceitual

A terceira subcategoria estabelecida foi denominada Conceitual, dentre os artigos identificados como de amplitude Macro. Nesse agrupamento utilizou-se como critério de inclusão a utilização da própria Economia Circular como objeto da pesquisa, isto é, esses trabalhos buscam criar conhecimento a respeito do próprio conceito de Economia Circular. Faz-se importante, aqui, destacar que não se trata, necessariamente, de trabalhos cuja metodologia adotada seja teórico-conceitual, mas sim de pesquisas que visam contribuir para a construção conceitual da Economia Circular.

Assim sendo, foi constatado que, dentre os artigos de abordagem Macro, cerca de 33% foram compreendidos como pertencentes à subcategoria Conceitual. Esse valor equivale à cerca de 11% do total da amostra selecionada para essa pesquisa. Para além do número de artigos, identificou-se também que esses trabalhos figuram entre os mais citados da amostra total, visto que, dentre os dez artigos com maior

número de citações, nove atenderam aos critérios da subcategoria Conceitual. Esses dados revelam uma evidência dessa abordagem metodológica no contexto da produção científica mundial da Economia Circular, tanto em termos quantitativos, quanto do impacto dessas publicações. Esses resultados sugerem que esse tipo de artigo fundamenta outros trabalhos que pretendem discutir a respeito da Economia Circular, independentemente da abordagem que estes adotem.

O artigo mais citado de toda a amostra trabalhada, pertencente à subcategoria Conceitual, e possui 2.411 citações indexadas. Trata-se do trabalho nomeado *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?*, desenvolvido em uma parceria entre a Universidade de *Cambridge* e a Delft University of Technology. O trabalho busca compreender as semelhanças e as diferenças entre os conceitos de Economia Circular e Sustentabilidade, visto que, de acordo com os pesquisadores a lacuna dessa diferenciação diminui a efetividade de planos de ação que visem a implantação da EC (GEISSDOERFER, 2017). Nesse sentido, a definição separada dos dois conceitos sugere que não há uma condicionalidade de que todas as esferas da sustentabilidade sejam atendidas por ações economicamente circulares, quando consideramos o conceito de EC restrito ao fechamento de ciclos materiais e de energia.

A elaboração de um conceito teórico de Economia Circular, bem como a compreensão prática da EC, são um foco recorrente dos trabalhos dessa subcategoria. O segundo trabalho mais citado, com 2.103 indexações, também trata dessa lacuna, nomeado *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*, foi produzido na Universidade de Utrecht, nos Países Baixos. O resultado da análise de conteúdo de 114 trabalhos levou os pesquisadores a indicarem que a conceituação de Economia Circular comumente utilizada versa, principalmente, com relação às atividades de redução, reutilização e reciclagem, e deixa de destacar a essencialidade de uma mudança sistêmica demandada pela EC. Desse modo, semelhante ao que sugeriu a análise do trabalho anterior aqui citado, os pesquisadores apontaram que a prosperidade econômica, seguida da qualidade ambiental, representam os objetivos mais tratados em relação à Economia Circular e que o impacto social e intergeracional é menos explorado no meio.

Deste modo, por se tratar do cerne dessa subcategoria, esta análise de conteúdo indicou que os artigos enquadrados como Conceito adotam uma caracterização de

Economia Circular mais abrangente que as outras subcategorias estabelecidas. No geral, as conceituações de Economia Circular adotadas na subcategoria Conceito” são apresentadas como resultado dos trabalhos, dessa forma, dedicam-se a compreender todas as esferas que compõem a EC. De modo semelhante às categorias anteriormente apresentadas, a EC é tida como um modelo de produção regenerativo, que visa eliminar desperdícios e otimizar a utilidade dos materiais e energia. Para além dessa caracterização, nessa subcategoria também são comumente abordadas as amplitudes social e sistêmica da EC. Desse modo, a equidade social é tomada como um dos objetivos da EC em muitos desses trabalhos, isso ocorreria, por sua vez, mediante à uma mudança nos paradigmas do modelo tradicional da economia, o que levaria a alterações nos padrões sistêmicos, desde o nível Micro (consumo, processos, unidades produtivas), passando pelo nível Meso (modelos simbióticos, cadeias de valor, parques industriais) até o nível Macro (governos, nações, organizações sociais).

#### 4.1.3.3 Subcategoria Indicadores

A terceira subcategoria estabelecida para os trabalhos de abordagem Macro foi denominada Indicadores. Como a nomenclatura sugere, esses trabalhos debruçam-se sobre a necessidade de avaliar a eficácia de ações da Economia Circular por meio de indicadores científicos, os quais possuem a função de exteriorizar, de forma objetiva, as movimentações rumo à uma meta (VAN BELLEN, 2005).

A relevância dessa subcategoria para o desenvolvimento da pesquisa científica na área de Economia Circular fica ainda mais evidente quando identificamos os principais objetivos para a criação de indicadores. Para Van Bellen (2005), por meio dos indicadores é possível compreender condições e tendências de um objeto de estudo, estabelecer referenciais e comparações, avaliar metas e objetivos, identificar pontos de cautela, estabelecer tendências.

Partindo dessas definições, a análise de conteúdo da amostra selecionada indicou que a subcategoria Indicadores corresponde à cerca de 5,5% dos artigos de abordagem Macro. Esses trabalhos dedicam-se a estabelecer maneiras eficazes de indicar o *status* da transição de uma economia linear para a Circular, tanto pela criação de novos indicadores quando pela busca por compreender ferramentas que possam ser validadas frente à pesquisa da Economia Circular.

O trabalho mais citado da categoria, *Circular economy indicators: What do they measure?*, possui 350 citações indexadas, e corresponde ao 17º trabalho mais citado do total da amostra. Produzido na *Ghent University*, na Bélgica, a pesquisa buscou categorizar os indicadores comumente utilizados para avaliar a EC, e usa como padrão de referência comparativa o *status* da economia linear (MORAGA et al. 2019).

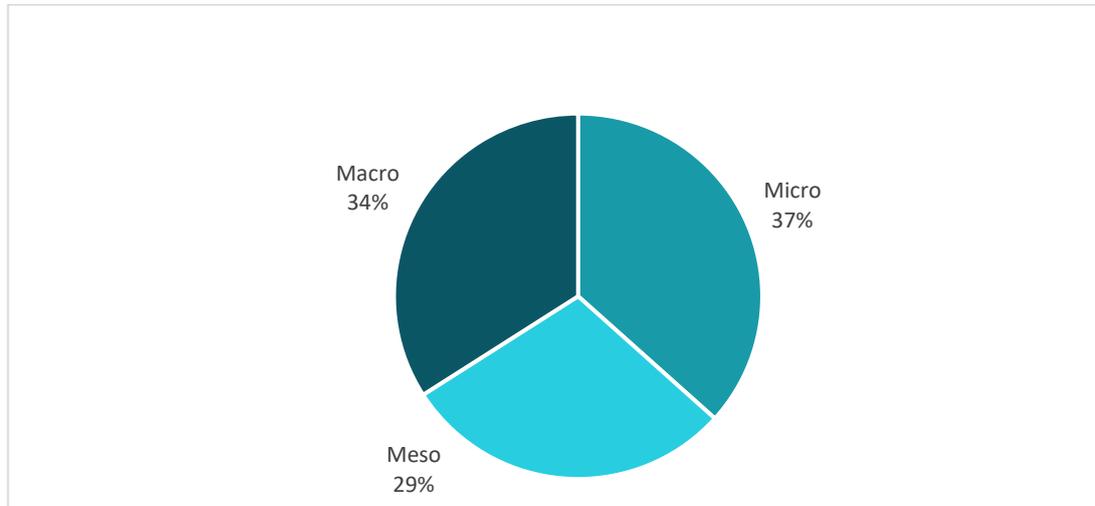
Outro trabalho de referência desta subcategoria é *A taxonomy of circular economy indicators*, produzido na Universidade de Paris- Saclay, possui 337 citações, sendo o segundo mais citado da subcategoria. Como resultado o trabalho apresenta um quadro taxonômico que compreende 50 indicadores circulares e os caracteriza em termos de amplitude de implementação, método de ação, perspectiva conceitual e desempenho (SAIDANI et al. 2019).

Quanto à conceituação de Economia Circular na subcategoria Indicadores, muitos trabalhos destacam a relação, não bem especificada, entre EC e sustentabilidade. Essa indicação se justifica como ponto de partida desses trabalhos para o desenvolvimento de indicadores para a EC, visto que, a área já se encontra mais desenvolvida para o conceito de Sustentabilidade.

#### 4.1.4 Panorama da produção científica voltada à Economia Circular- Amplitudes Metodológicas.

A partir dos resultados anteriormente apresentados, é possível apontar algumas tendências da produção científica voltada à Economia Circular, quanto às amplitudes metodológicas adotadas (Macro, Meso e Micro). Os resultados provenientes da primeira etapa da análise de conteúdo proposta neste trabalho sugerem que, quantitativamente, o panorama da produção científica voltada à Economia Circular é bastante equilibrado entre as três amplitudes descritas neste trabalho. Sendo 37% dos trabalhos classificados como Micro, 34% como Macro e 29% como Meso (Gráfico 9), deste modo, compreende-se que a categoria Meso possui um número de trabalhos um pouco menor, em comparação às duas outras categorias elencadas, o que pode ser explicado por sua característica altamente prática e menos teórica, como já explorado anteriormente.

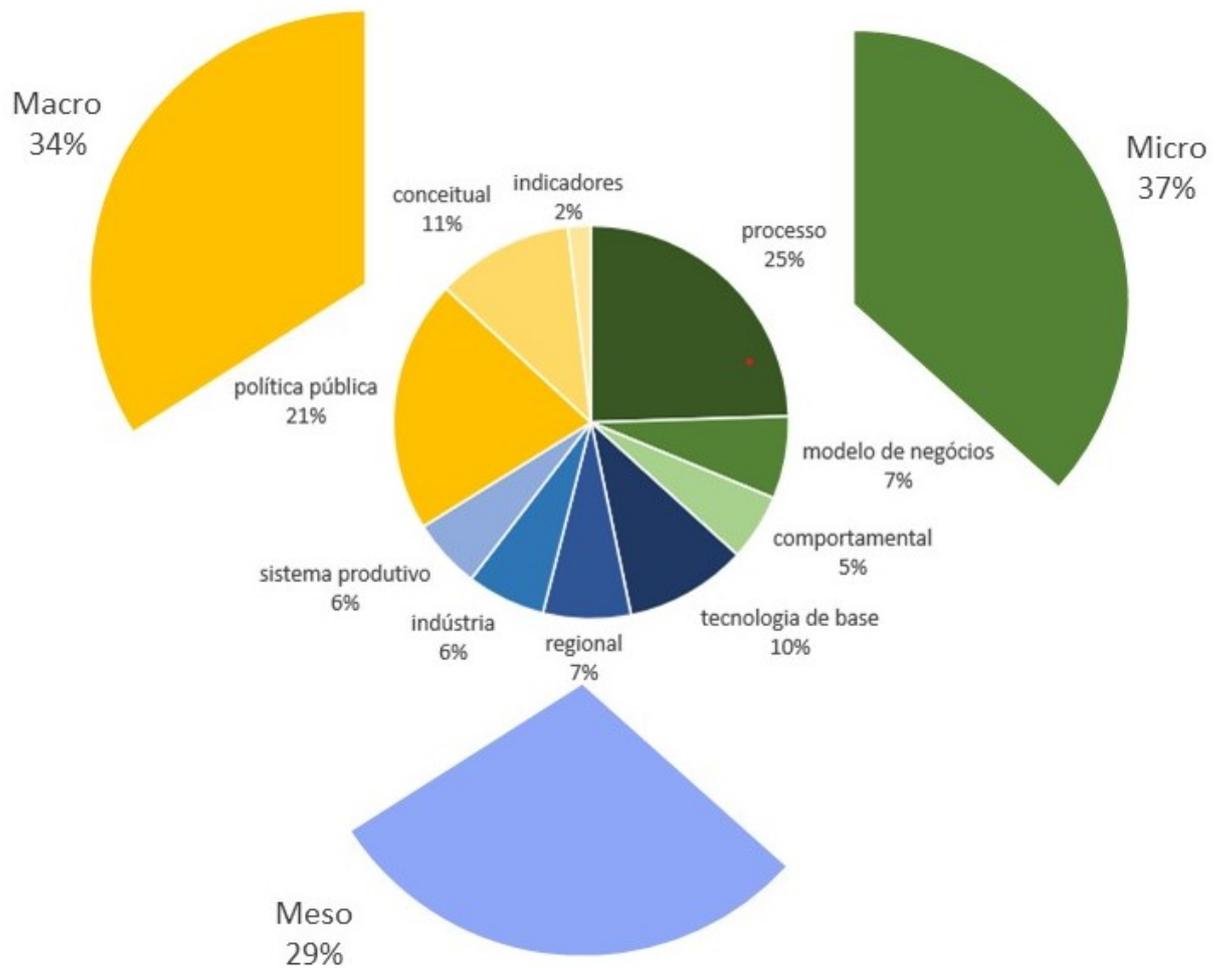
**Gráfico 9- Composição da amostra total de trabalhos por amplitude metodológica (2017-2021)**



**Fonte: Elaboração própria (2022).**

Os resultados da segunda etapa de classificação desta análise fornecem, então, resultados adicionais que permitem uma melhor compreensão desse panorama. Ao estabelecer um segundo nível de categorização, as tendências na produção científica no ramo da Economia Circular ficam mais evidentes. Os resultados dessa segunda etapa, apresentados no Gráfico 10, demonstram, internamente à cada amplitude metodológica, os focos dos trabalhos selecionados na amostra. As subcategorias que compõem a amplitude Micro são graficamente apresentadas em tons de verde, aquelas que se enquadram na amplitude Meso são apresentadas em tons de azul, já em tons de amarelo é possível identificar as subcategorias pertencentes à amplitude Macro.

**Gráfico 10- Composição da amostra total de trabalhos por subcategoria das amplitudes metodológicas (2017-2021)**



**Fonte: Elaboração própria (2022)**

Desse modo, apesar do relativo equilíbrio quantitativo na produção dos três níveis da primeira etapa de classificação, foi identificado que cerca de um quarto de todos os trabalhos analisados foram subcategorizações como de Processo, ou seja, dedicam-se à apresentação de novas técnicas, processos e produtos industriais que assimilem os fundamentos da Economia Circular. Esse dado sugere uma tendência em compreender a Economia Circular pela vista da extensão do ciclo de vida e do *redesign* dos processos industriais.

Outra tendência que se evidenciou por meio da análise de conteúdo diz respeito aos estudos que se dedicam às Políticas Públicas no ramo da Economia Circular, o que corresponde à cerca de 21% dos trabalhos do total da amostra. Essa tendência evidencia a percepção das demandas de transformações sistêmicas propostas pela Economia Circular, e que podem ser viabilizadas por meio de Políticas Públicas, dado que, de acordo com Zhiljun e Nailling (2007) a implantação da Economia Circular em nível macro revela a absorção de seus princípios no nível micro e meso de uma sociedade (ZHIJUN; NAILING, 2007).

Ainda é possível destacar o papel das pesquisas Conceituais (11%), que contribuem para uma melhor fundamentação da ideia de Economia Circular, bem como para consolidar seu conceito de maneira detalhada e abrangente. Além disso, as pesquisas enquadradas como Plataformas de Tecnologia (10%), como já detalhado neste Capítulo, fundamentam de maneira prática a implementação da Economia Circular.

Deste modo, pode-se identificar uma tendência na pesquisa voltada à Economia Circular em buscar compreender e construir o contexto adequado para uma transição da economia linear para a circular. Nesse contexto, a pesquisa científica assume um papel instrumental por meio do qual novas tecnologias, teorias e práticas são desenvolvidas a fim de tirar a Economia Circular de uma realidade ainda incipiente.

## 4.2 PANORAMA MUNDIAL DA PESQUISA VOLTADA À ECONOMIA CIRCULAR- INSTITUTOS DE PESQUISA E AUTORES EM DESTAQUE

Com vistas a identificar as instituições de destaque no campo da produção científica mundial voltada à Economia Circular, nesta Seção serão apresentados e analisados resultados quantitativos e qualitativos extraídos da amostra escolhida neste trabalho. A amostra foi composta por artigos advindos de 159 diferentes institutos de pesquisa, e desse cenário buscou-se identificar os atores de destaque.

### 4.2.1 Institutos de Pesquisa

O primeiro resultado extraído diz respeito aos institutos de pesquisa com maior número de produções presentes na amostra analisada, deste modo, o Quadro 7 apresenta os 20 centros de pesquisa com maior destaque nesse quesito,

acompanhados pelos seus respectivos números de produção e do país em que estão localizados. Os centros de pesquisa apresentados no Quadro 7, em conjunto, foram responsáveis por cerca de 27% do total da produção analisada.

Deste modo, destaca-se, primeiramente, a Universidade Tecnológica da Dinamarca, onde foram produzidos cerca de 2% dos trabalhos. Em sequência, a *Delft University of Technology*, centro de ensino superior localizado nos Países Baixos, figura como o segundo polo com maior produtividade da lista. Ainda é possível extrair do Quadro 7, a evidência assumida pelo Reino Unido nesse cenário, posto que é a localização de 6 dos vinte centros de pesquisa mais produtivos no cenário da Economia Circular, dados os critérios desta pesquisa. Ainda quanto aos resultados extraídos da Quadro 7, é importante destacar que todos os 20 polos investigativos com maior número de produções na amostra selecionada estão localizados no continente europeu.

**Quadro 7- Centros de pesquisa com maior número de publicações na amostra (2017-2021)**

<b>INSTITUTO DE PESQUISA</b>	<b>NÚMERO DE PUBLICAÇÕES</b>	<b>PARTICIPAÇÃO NO TOTAL</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
<b>Universiteit Utrecht</b>	44	2,4845%	Países Baixos
<b>Technical University of Denmark 1</b>	39	2,2021%	Dinamarca
<b>Delft University of Technology 1</b>	37	2,0892%	Países Baixos
<b>University of Exeter</b>	35	1,9763%	Reino Unido
<b>The University of Manchester</b>	31	1,7504%	Reino Unido
<b>Politecnico di Milano1</b>	30	1,6940%	Itália
<b>Bucharest University of Economic Studies</b>	27	1,5246%	Romênia
<b>The Royal Institute of Technology KTH 1</b>	25	1,4116%	Suécia
<b>University of Leeds</b>	22	1,2422%	Reino Unido
<b>Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet</b>	22	1,2422%	Noruega
<b>Cranfield University</b>	22	1,2422%	Reino Unido
<b>Aalborg University</b>	19	1,0728%	Dinamarca
<b>Alma Mater Studiorum Università di Bologna</b>	19	1,0728%	Itália
<b>LUT University</b>	17	0,9599%	Finlândia
<b>University College London</b>	17	0,9599%	Reino Unido
<b>Coventry University</b>	16	0,9034%	Reino Unido
<b>Katholieke Universiteit Leuven 1</b>	16	0,9034%	Bélgica
<b>CNRS Centre National de la Recherche Scientifique</b>	15	0,8470%	França
<b>Polish Academy of Sciences</b>	15	0,8470%	Polônia
<b>AGH University of Science and Technology</b>	15	0,8470%	Polônia

Fonte: Elaboração Própria (2022)

Para além da análise quantitativa, a compreensão dos institutos de pesquisa de destaque, no panorama da produção científica da Economia Circular, passou também pela identificação da origem dos trabalhos com maior número de citações na amostra. Assim, foram tabulados os institutos de pesquisa envolvidos na produção dos vinte artigos mais citados da amostra, o que levou à identificação de 40 centros de pesquisa apresentados no Quadro 8. Também são identificados os países sede de cada centro, bem como o número de artigos em que se envolveram (considerando a amostra dos 20 mais citados).

**Quadro 8- Universidades envolvidas nas 20 publicações mais citadas da amostra**

<b>Instituto de Pesquisa</b>	<b>Número de publicações</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
<b>Utrecht University</b>	3	Países Baixos
<b>University of Cambridge</b>	2	Reino Unido
<b>Radboud University</b>	2	Países Baixos
<b>Imperial College London</b>	2	Reino Unido
<b>Middlesex University</b>	2	Reino Unido
<b>University of California</b>	2	USA
<b>Delft University of Technology</b>	1	Países Baixos
<b>Winchester Business School,</b>	1	Reino Unido
<b>Biosphere Research Institute</b>	1	Reino Unido
<b>Newcastle University</b>	1	Reino Unido
<b>University of Sheffield</b>	1	Reino Unido
<b>University of Kent</b>	1	Reino Unido
<b>University of Borås</b>	1	Suécia
<b>University of Technology, Gothenbur</b>	1	Suécia
<b>Deloitte</b>	1	Países Baixos
<b>KTH Royal Institute of Technology</b>	1	Reino Unido
<b>University of Navarra</b>	1	Espanha

<b>Instituto de Pesquisa</b>	<b>Número de publicações</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
<b>Brunel University</b>	1	Reino Unido
<b>Wroclaw University of Science and Technology</b>	1	Polônia
<b>Norwegian Institute for Air Research,</b>	1	Noruega
<b>Central University of Catalonia</b>	1	Espanha
<b>ozef Stefan Institute - Energy Efficiency Centre</b>	1	Eslovênia
<b>Unidad de Medio Ambiente</b>	1	Espanha
<b>Manik Ventures Ltd &amp; Mission Resources Limited</b>	1	Reino Unido
<b>Universidade de São Paulo</b>	1	Brasil
<b>Universidade Nova de Lisboa</b>	1	Portugal
<b>Instituto Universitário de Lisboa</b>	1	Portugal
<b>University of Sussex</b>	1	Reino Unido
<b>Politecnico Di Milano</b>	1	Itália
<b>Ghent University</b>	1	Bélgica
<b>European Commission – Joint Research Centre</b>	1	União Européia
<b>Katholieke Universiteit Leuven</b>	1	Bélgica
<b>Technical University of Denmark</b>	1	Dinamarca
<b>Université Paris-Saclay</b>	1	França
<b>University College London</b>	1	Reino Unido
<b>Shanghai Jiao Tong University</b>	1	China
<b>University of Shanghai for Science and Technology</b>	1	China
<b>Ellen MacArthur Foundation</b>	1	Reino Unido
<b>Maastricht University</b>	1	Países Baixos
<b>VU University Amsterdam</b>	1	Países Baixos

Fonte: Elaboração Própria

Da análise dos institutos envolvidos na produção dos 20 artigos com maior número de citações da amostra total (Quadro 7), destaca-se que 8 desses 40 centros levantados estão também entre os 20 com maior produtividade, segundo o critério de número de artigos (Quadro 8). Desse cruzamento de dados é possível fazer um primeiro apontamento dos atores de maior influência no panorama da produção científica voltada à Economia Circular, que agrupam em si grande quantidade de publicações e impacto científico. Deste modo, oito centros de pesquisa surgem como expoentes desse cenário, os quais são apresentados na Quadro 9, liderados pela Universidade Utrecht dos Países Baixos.

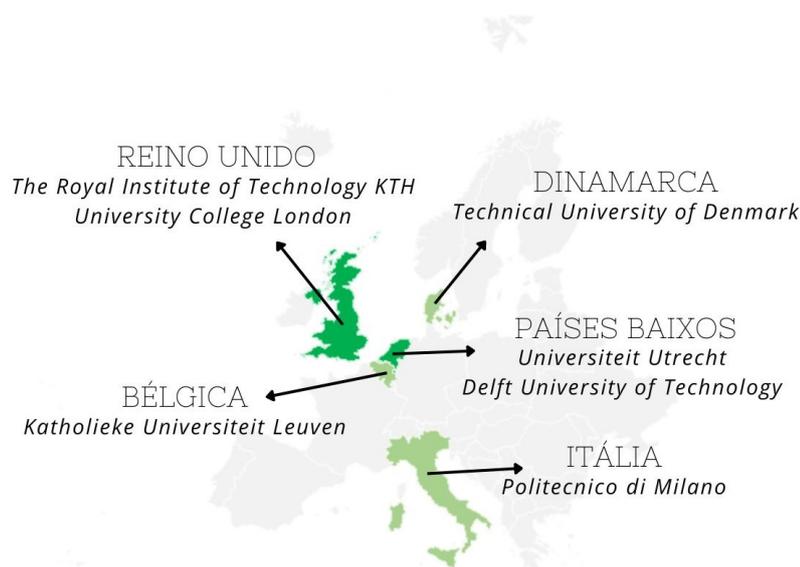
#### Quadro 9- Universidades com maior produtividade na amostra

INSTITUIÇÃO	NÚMERO DE PUBLICAÇÕES	Participações nos 20 artigos mais citados	LOCALIZAÇÃO
Universiteit Utrecht	44	3	Países Baixos
Technical University of Denmark	39	1	Dinamarca
Delft University of Technology	37	1	Países Baixos
Politecnico di Milano	35	1	Itália
The Royal Institute of Technology KTH	31	1	Reino Unido
University College London	30	2	Reino Unido
Katholieke Universiteit Leuven	27	1	Bélgica

Fonte: Elaboração Própria (2022)

Os centros de pesquisa apresentados no Quadro 9, dentre os 159 centros que se envolveram na produção dos trabalhos da amostra utilizada neste trabalho, destacaram-se a partir de seus dados bibliométricos. Ressalta-se que sete institutos de pesquisa se localizam no continente Europeu, conforme pode ser observado pelo mapa apresentado na Figura 6. O que sugere uma emergência do tema na região, e indica uma possível relação sociotécnica a ser investigada.

**Figura 6- Localização dos sete institutos de pesquisa com destaque quantitativo (número de publicações e citações)**

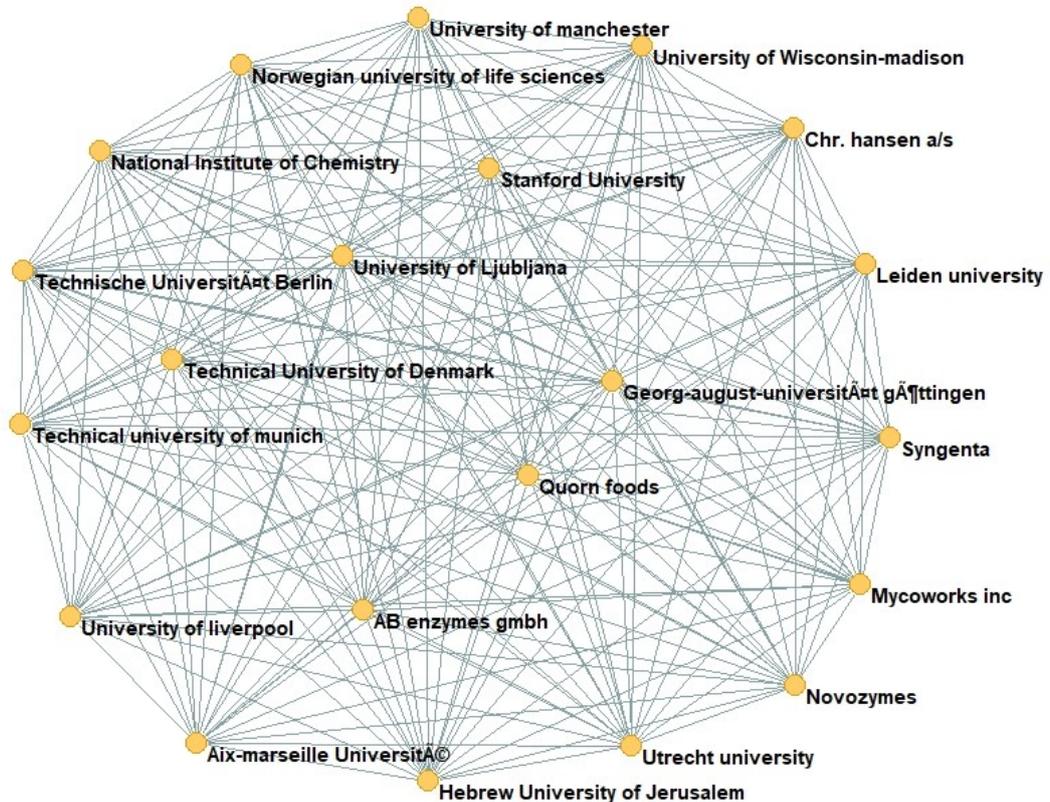


**Fonte: Elaboração Própria (2022)**

Uma terceira etapa para identificação dos institutos de pesquisa em destaque no panorama mundial da produção científica foi então realizada. Para essa etapa foi utilizada a amostra total selecionada neste trabalho (1772 trabalhos), dos quais foram analisados os dados de coautoria. Essa fase da análise tem como objetivo identificar possíveis *clusters* no cenário da pesquisa mundial voltada à Economia Circular. Esse resultado permitirá a identificação da dinâmica de cooperação entre os centros de pesquisa.

Por meio do software *VosViewer*, com o uso da base de dados fornecida pela base *Scopus*, foi possível fazer a identificação de um Cluster de cooperação, composto por 21 institutos de pesquisa, dentre os quais estão centros de pesquisa internos à empresas privadas e universidades. A partir dos dados do *cluster* identificado, foi possível, com o uso do *software Pajek*, gerar uma rede de cooperação entre instituições (Figura 7). A rede não evidencia instituições com maior grau de influência, já que todos possuem arestas com a mesma espessura, mas indica uma relação de proximidade entre todos os atores da rede, visto que os 21 institutos de pesquisa envolvidos possuem laços de cooperação com todos os outros membros da rede.

**Figura 7- Rede de parcerias entre instituições de pesquisa para publicação de trabalhos**



**Fonte:** Elaboração própria com uso dos softwares *Vosviewer* e *Pajek* (2022)

A busca pelos centros de pesquisa em destaque no panorama da produção científica mundial voltada à Economia Circular baseou-se, então, no cruzamento entre os dados do Quadro 9 e da rede de cooperação apresentada na Figura 7, pelo qual pode-se identificar, dentre os centros com destaque em suas produções, aqueles que estão inseridos em uma rede de cooperação institucional. Desta forma foi possível identificar os centros que possuíam três características concomitantes, sendo elas: ter destaque no número de produções, ter produções com destaque em número e citações e fazer parte de uma dinâmica de cooperação (cluster) na pesquisa da Economia Circular. Duas Instituições atenderam a esses critérios, sendo elas: Universidade de Utrecht (Países Baixos) e a Universidade Técnica da Dinamarca.

A Universidade de Utrecht, nos Países Baixos, é, concomitantemente, a universidade com maior número de produções na amostra total e a responsável pelo maior número de artigos dentre os mais citados. O contexto da Universidade é de

valorização da Economia Circular em seus eixos de ensino, como pode ser verificado por um estudo de caso da implantação de uma disciplina de Economia Circular para alunos de destaque da graduação em Utrecht (KIRCHHERR; PISCICELLI, 2019).

Referente ao eixo de pesquisa e extensão da universidade, constata-se a existência do Copernicus Institute of Sustainable Development, o qual usa seu foco multidisciplinar afim de promover políticas e educar agentes rumo à uma transição sustentável, nesse contexto a Economia Circular surge como uma linha de pesquisa em que há 29 cientistas atuando diretamente com o tema (ROMERO-GOYENECHE, 2021).

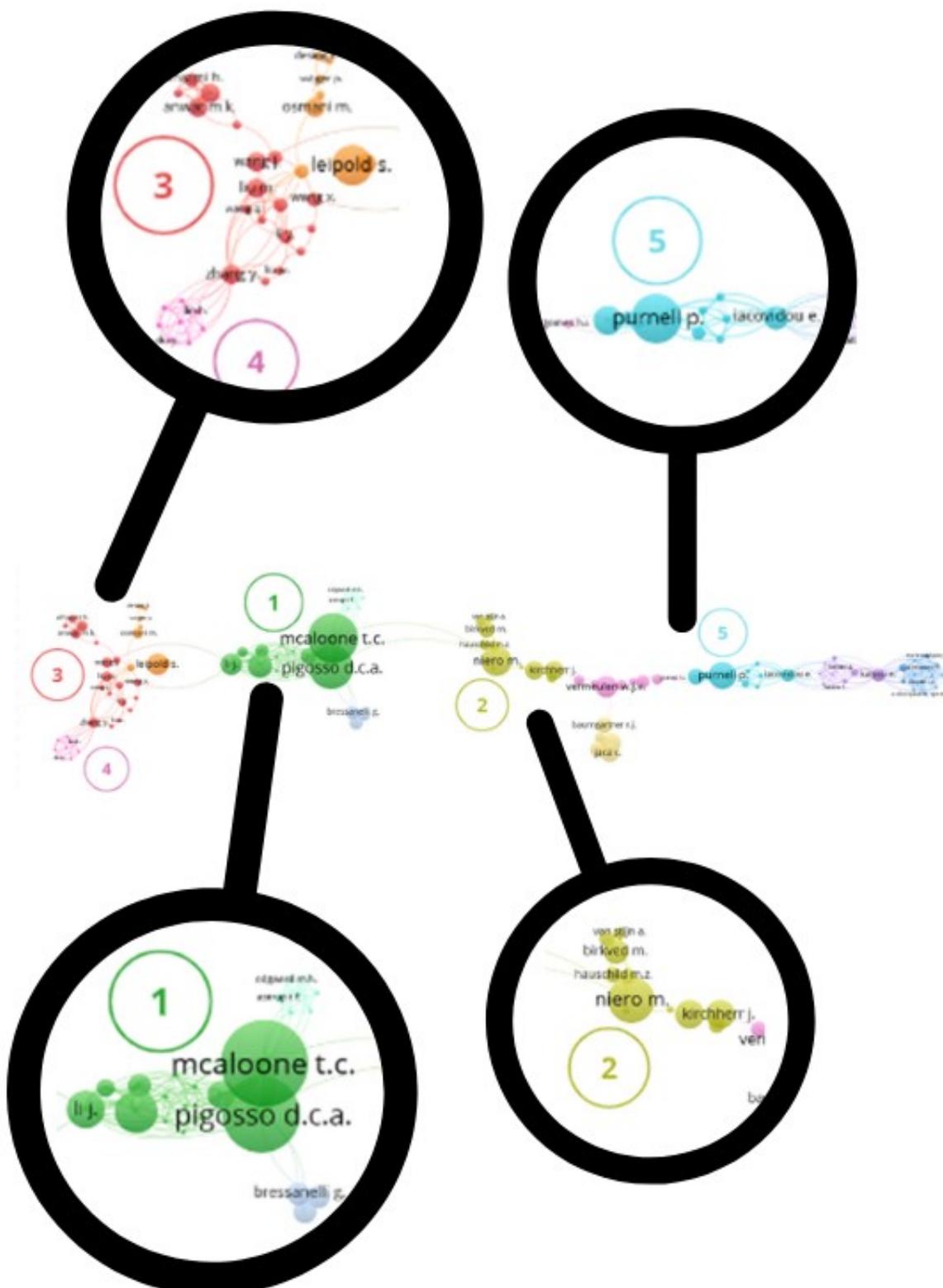
A Technical University of Denmark também surgiu como um dos centros de maior influência no campo da pesquisa voltada à Economia Circular, de acordo com os critérios aqui estabelecidos. O centro de educação superior dinamarquês dedica-se, em especial, às áreas de Ciências Naturais e Tecnologias voltadas à geração de negócios e sustentabilidade (DENMARK TECHNICAL UNIVERSITY, 2022). A Universidade se define como voltada para os negócios, com objetivo de internacionalização de suas pesquisas e associação entre a construção de teorias e modelos empíricos (DENMARK TECHNICAL UNIVERSITY, 2022). Como exemplo da influência da Universidade técnica da Dinamarca, cita-se o projeto CIRCit Norden, que, em colaboração com outras universidades e empresas privadas nórdicas, entre 2017 e 2021, buscou identificar oportunidades e gerar soluções a partir da Economia Circular para a indústria da região (CIRCit, 2022).

Dos resultados apresentados, é possível identificar os institutos de pesquisa expoentes no campo de pesquisa voltado à Economia Circular. Compreende-se, portanto, que as Universidades ocupam papel de destaque na pesquisa da Economia Circular, sendo sete delas academicamente destacáveis com relação às suas publicações: Universiteit Utrecht, Technical University of Denmark, Delft University of Technology, Politecnico di Milano, The Royal Institute of Technology KTH, University College London, Katholieke Universiteit Leuven. Destas, duas ganham destaque por sua inserção em uma rede internacional de cooperação em pesquisa de Economia Circular (CIRCit, 2022), constatando-se, portanto, que, para além de serem bibliométricamente destacáveis, também possuem um grau de dinamismo e influência no cenário da pesquisa mundial voltada à Economia Circular.

#### 4.2.2 Autores em Destaque

A partir da amostra analisada, buscou-se identificar também os autores em destaque no panorama mundial da pesquisa em Economia Circular. Deste modo, duas análises foram propostas, primeiramente, por meio da utilização software *Vosviewer*. OS dados de autoria dos 1.771 artigos da amostra foram analisados, dos quais foram identificados 12 *clusters*, grupos de proximidade e cooperação em pesquisa, a partir dos dados de cooperação entre autores, como pode ser observado na Figura 08. Cada autor é representado por um nó na imagem, cujo diâmetro é proporcional à quantidade de artigos de autoria daquele autor em cooperação com outros atores da rede. As arestas, linhas entre nós, representam a cooperação entre autores. Cada *Cluster* é representado por uma coloração diferente, e é possível identificar que existe relação de coautoria em diferentes *clusters*, cuja proximidade acadêmica é ilustrada na Figura 08. Uma segunda etapa de análise buscou elencar os autores com o maior número de artigos na amostra, os resultados das duas etapas de análise serão aqui apresentados e interpretados.

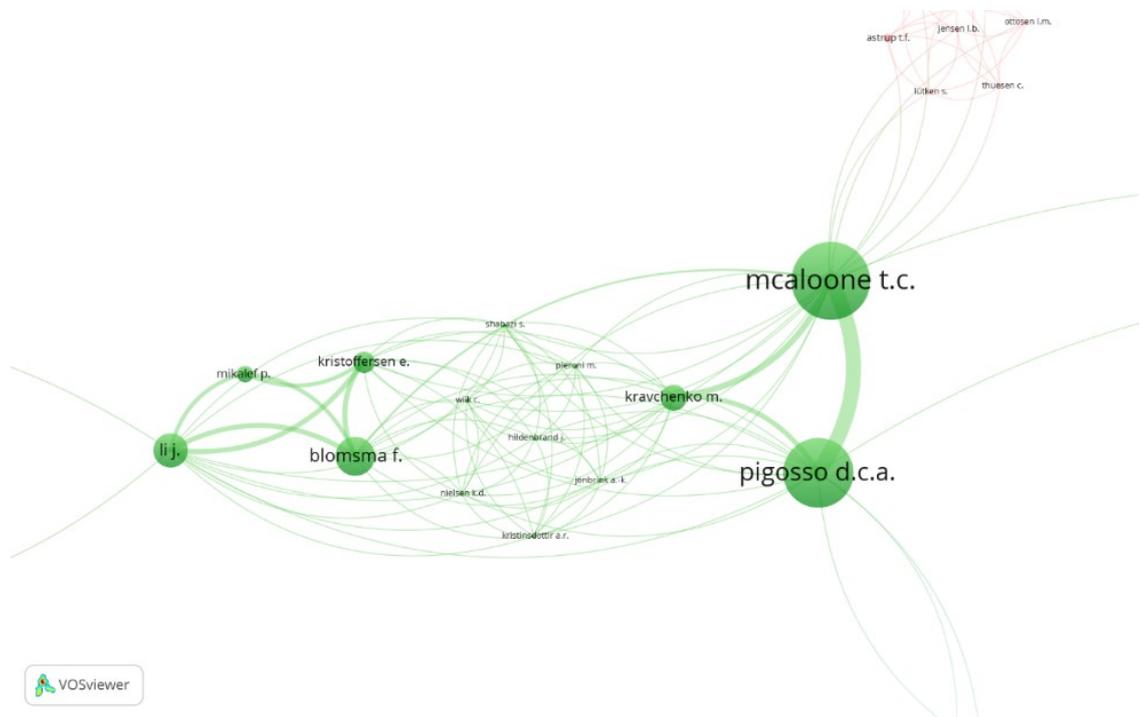
Figura 08- Clusters de coautoria de pesquisadores



Fonte: Elaboração própria com uso do software Vosviewer (2022)

Na Figura 08 alguns *clusters* estão numerados para facilitar a compreensão da análise. O *cluster* número 1 (Figura 8), representado em verde, apresentado em detalhes na Figura 9, destaca-se por ter os nós de maior diâmetro, o que representa autores de maior destaque pelo número de produções. O grupo é formado por 14 autores, dentre os quais destacam-se Tim C. McAloone e Daniela C. A. Pigosso, ambos professores da Technical University of Denmark, autores com o maior número de artigos na amostra, respectivamente 19 e 17 trabalhos.

**Figura 9- Principal *cluster* de autores por coautoria**



**Fonte: Elaboração própria com uso do software Vosviewer.**

O *cluster* número 2 (Figura 8), representado em amarelo, é formado por 11 pesquisadores dentre os quais destaca-se, em número de interações, Monia Niero, lotada na *Aalborg University* (Copenhagen). Essa autora também tem destaque por estar em quarto lugar com o maior número de artigos na amostra total, 10 trabalhos.

Em vermelho, observa-se o *cluster* número 3 (Figura 8), com o maior número de pesquisadores integrantes (18), todos associados a instituições de pesquisa localizadas do Oriente Médio e Extremo Oriente. Este grupo conecta-se ao *Cluster* 4 (representado pela coloração rosa) através do autor Zhang Y (Figura 8), professor associado da *Shanghai Normal University*. O *cluster* 4 (Figura 8), por sua vez, tem como peculiaridade ser formado por 8 pesquisadores, todos lotados em instituições chinesas de ensino e pesquisa.

O quinto *cluster* aqui destacado, em azul claro, é composto por nove pesquisadores, todos associados à Universidade de Leeds na Inglaterra. O autor em destaque neste *cluster* é Phil Purnell, que tem o maior número de cooperações no *cluster*, bem como também ocupa o quarto lugar em número total de publicações na amostra (10 trabalhos).

Marzena Smol, pesquisadora da *Polish Academy of Sciences*, tem o terceiro maior número de trabalhos na amostra (12). Entretanto, essa autora não está inserida nos *clusters* aqui apresentados. Deste modo, os resultados sugerem a evidência da autora no cenário em análise, mas não foram identificados padrões de coautoria e cooperação que a inserissem em uma dinâmica de clusters.

Destacada na sessão anterior como um importante centro do cenário científico voltado à Economia Circular, a *Ulthech Unniversity*, por sua vez, não se destacou da no cenário dos clusters de autores, apesar de ter pesquisadores registrados em diferentes clusters. Esse dado não contesta a importância do centro de pesquisa no panorama, entretanto, indica que o centro de pesquisa não apresenta um autor específico em destaque. Além disso, reafirma a característica de cooperação da universidade com outros centros de pesquisa e não de fortalecimento das publicações entre membros da instituição, visto que seus pesquisadores não surgem como um cluster único.

O destaque do nome dos autores na figura que ilustra os *clusters* de coautoria sugere um papel de destaque para os autores no panorama mundial da pesquisa científica voltada à EC, visto que surgem como autores com fator de influência no padrão de cooperação analisado. A Universidade em que são filiados, por sua vez, já foi apontada neste trabalho como expoente no cenário da produção científica voltada à Economia Circular. Esse resultado não se correlaciona, necessariamente, à importância da Universidade no cenário mundial, mas sim, indica a dinâmica de publicações da instituição, tendo McAlone e Pigozzo como pesquisadores de destaque em sua dinâmica interna de pesquisa e cooperação autoral, assim como no cenário mundial da produção científica voltada à Economia Circular.

### 4.3 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ECONOMIA CIRCULAR COMO PRODUTO SOCIOTÉCNICO

Da análise dos resultados propostos, nota-se vieses de pesquisa característicos à grupos culturalmente similares. Deste modo, nesta sessão, tratar-se-á de alguns países e regiões dos quais puderam ser identificados fatores de territorialidade que interferem nas características da pesquisa local voltada à Economia Circular.

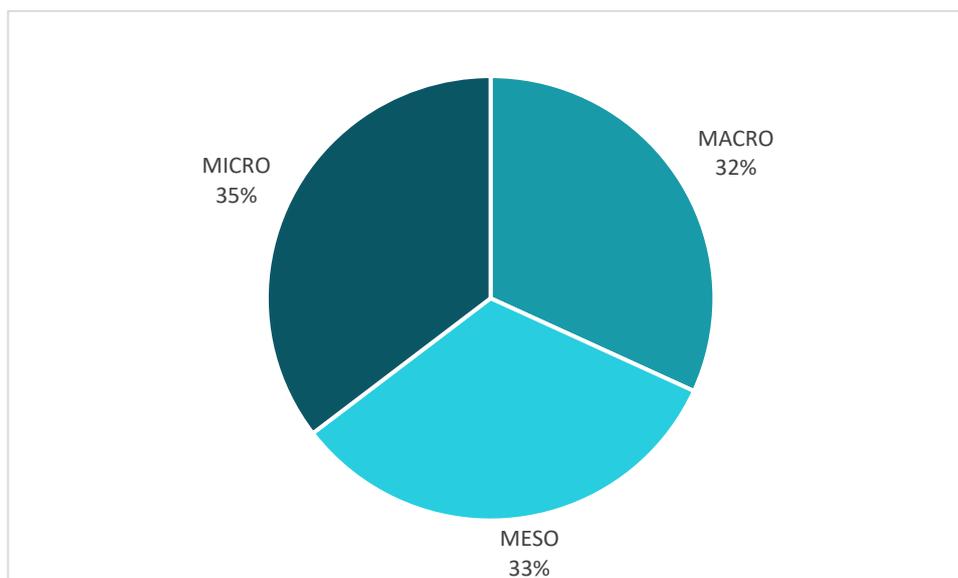
A concepção que embasa essa análise parte da teoria da instrumentalização primária e secundária de Feenberg (2003). Nesta sessão busca-se compreender, nos cenários regionais em destaque no levantamento bibliométrico, os fatores da instrumentalização secundária da Economia Circular, de modo à incorporar às análises a dimensão social da tecnologia (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Assim, alguns contextos socioculturais serão aqui explorados para análise.

#### 4.3.1 Reino Unido

O Reino Unido é o primeiro foco de análise da instrumentalização secundária dos avanços tecnológicos que visam a implementação da Economia Circular. Busca-se, portanto, compreender fatores de territorialidade desse contexto, por meio de uma melhor compreensão das iniciativas em prática.

Dos resultados obtidos, reforça-se que o Reino Unido é a origem da maior parte dos artigos da amostra aqui trabalhada, cerca de 25% do total. A localidade também tem evidência quando observadas as categorias de análise aqui descritas, sendo a origem da maior parte dos artigos nas três categorias: Micro (11%), Meso (14%) e Macro (25%). Esse fator sugere uma concepção abrangente do conceito de Economia Circular, visto que, demonstra a importância dada às três amplitudes metodológicas aqui listadas, o que remete à uma ideia sistêmica da EC, em que a quebra de paradigma proposta é encarada em todos os níveis concomitantemente.

Deste modo, passou-se à investigação de possíveis vieses de pesquisa que se relacionem à fatores territoriais. Os 228 artigos britânicos, semelhante ao cenário mundial, dividem-se de modo equilibrado entre as categorias de análise Micro, Meso e Macro, conforme pode ser observado no Gráfico 11.

**Gráfico 11- Categorização dos artigos britânicos (2017-2021)**

Fonte: Elaboração própria.

Além dos resultados já apresentados, ressalta-se que dos sete institutos de pesquisa apontados no Capítulo anterior como destaques no cenário da pesquisa da Economia Circular, dois são britânicos. Além disso, ao observar-se os institutos de pesquisa envolvidos na produção dos 20 artigos mais citados da categoria, constata-se que 35% deles são britânicos. Esses dados ressaltam a importância dada ao tema no cenário da pesquisa local, em comparação a outros contextos de pesquisa.

Deste modo, são aqui apresentadas algumas iniciativas e instituições que buscam a implantação da Economia Circular no Reino Unido, de modo a compreender o contexto tecnológico local.

Em 2013 o governo britânico desenvolveu o estudo *Future of Manufacturing* em que indicou a Economia Circular como uma alternativa emergente, capaz de transformar os moldes da criação de valor, e que influenciou a formulação do Programa de Prevenção de Resíduos da Inglaterra (PARLAMENT UK, 2013).

O documento *Future of Manufacturing* (2013) também ressalta a importância social de iniciativas como a *Green Alliance*, instituição sem fins lucrativos que constitui um *think tank*, grupo que se dedica à pesquisa e à busca de soluções sustentáveis para a economia britânica, por meio da integração entre estados, empresas privadas, ONGs e agentes políticos (GREEN ALLIANCE, 2022).

Desenvolvido no ano 2000, o Waste and Resources Action Program (WRAP), programa britânico de gestão dos resíduos e recursos, foi fruto de um trabalho

conjunto entre governo, empresas privadas e a comunidade britânica, e foi uma importante medida para a difusão da Economia Circular nos anos seguintes (SILLANPAA, NCIBI, 2019). O plano buscou eficiência econômica por meio de medidas ambientalmente sustentáveis e, para tal, incorporou fundamentos da Economia Circular, como a regeneração de produtos e recursos e a manutenção de valor maximizado dos produtos pelo maior tempo (SILLANPAA; NCIBI; 2019).

Outra instituição de origem britânica é Ellen McArthur Foundation, criada pela velejadora, de mesmo nome, a fundação desenvolveu a definição mais difundida de Economia Circular, e é uma das instituições mais reconhecidas e influentes nesse cenário; Sillanpaa e Ncibi (2019) declaram que a fundação é um ator chave para a promoção da Economia Circular no Reino Unido. Fundada em 2010 Ellen McArthur Foundation dedica-se especificamente à criação de uma Economia Circular, e se propõe a assumir uma posição de governança para tal, por meio do incentivo à inovação e da união entre Estados, empresas, academia e sociedade civil (ELLEN MCARTHUR, 2022)

Quanto ao contexto socioeconômico, Flynn, Hacking e Xie (2019), dedicaram-se a compreender o regime de governança estabelecido no Reino Unido para a implantação de inovações ambientalmente sustentáveis, dado um contexto neoliberal. Para esses autores, observa-se uma dinâmica *top down*, do topo para a base, em que as ações estabelecidas nos polos mais influentes, como Londres e Bruxelas, norteiam as iniciativas desenhadas para as demais regiões. Para além, característico de um sistema neoliberal, o mercado assume papel de destaque na formatação das concepções de Economia Circular adotadas, desta forma, os agentes privados apresentam-se como peças-chave na formulação de políticas públicas (FLYNN, HACKING, XIE; 2019).

As análises de Flynn, Hacking e Xie (2019), portanto, ressaltam a importância de instituições privadas no contexto britânico, como Green Alliance e Ellen McArthur Foundation. Para esses autores, em um contexto de economias neoliberais, a liderança dos projetos e transições sustentáveis, como é o caso da Economia Circular, é assumida pelo setor privado.

Os autores Tapia-Meza, Alvarez-Risco e Del-Aguila-Arcentales (2022) indicam também que a ascensão da Economia Circular no Reino Unido advém também do aproveitamento conjunto de oportunidades, por parte do governo, de empresas, de

universidades, de pesquisadores e de cidades. Esses autores indicam que a consolidada base de conhecimento britânica em diversas indústrias, bem como sua liderança em vários desses mercados, associadas à posição geográfica e uma infraestrutura de pesquisa, financiamento e regulação são o conjunto de fatores que forneceram a este estado a oportunidade de destacar-se quanto à promoção da Economia Circular.

Deste modo, compreende-se que o fator territorialidade da sociedade britânica favoreceu o advento da Economia Circular como objeto de pesquisa, bem como estruturou a forma como essa sociedade concebe o tema. Trata-se de um conjunto de atores, associados à fatores econômicos, sociais e culturais que construíram o contexto de disseminação. Em especial, destaca-se o papel das instituições na dinâmica de governança estabelecida, primeiramente, agentes privados, como a Ellen MacArthur Foundation, que lideram políticas e projetos para a transição circular, além do Governo Britânico, responsável por delinear políticas fundamentadas na Economia Circular e que coadunem com as concepções e inovações sustentáveis da iniciativa privada.

#### 4.3.2 China

O segundo contexto analisado por meio da instrumentalização secundária de Feenberg (2003) é o da sociedade chinesa. O país é o sétimo no *ranking* de produções da amostra aqui tratada (65 trabalhos), entretanto, destaca-se justamente por suas peculiaridades político-econômicas, as quais interferem no cenário da produção científica voltada à Economia Circular no país.

O papel governamental no contexto chinês é intervencionista, aos moldes dos fundamentos do Partido Comunista da China, entretanto, após a liberalização da economia, na década de 80, as formas de intervenção passaram a combinar princípios neoliberais e socialistas, caracterizando-se, de acordo com Bray (2006), como um governo facilitador e autoritário, concomitantemente.

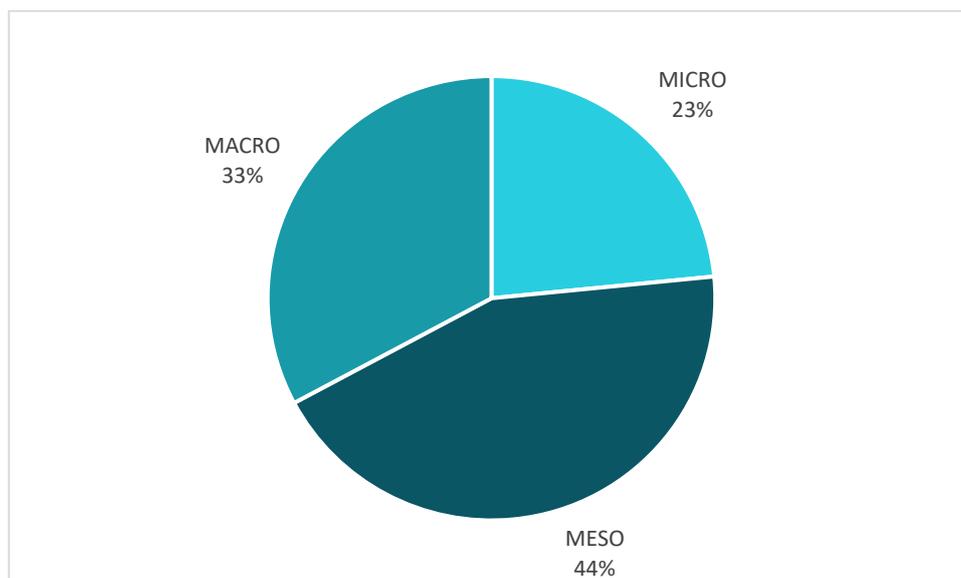
Deste modo, compreende-se o papel central do governo chinês na dinâmica de governança para a implantação da Economia Circular no país, que incluiu em sua agenda de política pública a implantação da Economia Circular (FLYNN; HACKING; XIE, 2019). Assim, aos moldes da mecânica do comunismo chinês, o governo passou a aplicar medidas normatizadoras que fundamentaram o desenvolvimento da

Economia Circular nesse contexto, e estabeleceram a forma de atuação de outros atores. Os agentes privados, por sua vez, têm uma atuação menos expressiva, atuando em comitês técnicos supervisionados pelo estado (FLYNN; HACKING; XIE, 2019).

A China, como maior emissor de gases do efeito estufa do mundo, passou a ser um foco de atenção da comunidade internacional, deste modo, as medidas ambientais passaram a representar também uma estratégia comercial, em especial com sua entrada na Organização Mundial do Comércio (PARK; SARKIS; WU, 2010). Assim, as empresas privadas foram forçadas a assumir práticas mais sustentáveis. Essa pressão também é desempenhada pelo governo, e é expressa pela adoção de uma agenda de desenvolvimento que visa, simultaneamente, o acelerado crescimento econômico, o comprometimento ambiental e a equidade econômica (PARK; SARKIS; WU, 2010).

Em 2006, a Economia Circular foi inserida no 11º Plano Quinquenal chinês, anteriormente, em 2005, foi publicado o Programa de Unidades Experimentais de Economia Circular, cujo foco de atuação foram os principais setores industriais chineses, parques industriais, províncias, cidades e áreas-chave (YONG, 2007). Essa iniciativa fundou 25 parques eco industriais nacionais (YONG, 2007)

A partir da análise desse contexto, é possível compreender a estrutura do cenário chinês da pesquisa científica voltadas à Economia Circular. Ao observar os 65 artigos chineses constantes na amostra, percebe-se uma predominância de trabalhos enquadrados como de amplitude Meso (44%), que se dedicam ao estudo das formas de integração em rede (Gráfico 12), parques industriais e redes simbióticas.

**Gráfico 12- Categorização dos artigos chineses (2017- 2021)**

Fonte: Elaboração própria (2022).

Esse dado possui correlação com o foco de atuação governamental, voltado à formação de parques eco industriais, nos quais são introduzidos os fundamentos da Economia Circular. Os artigos de amplitude Macro, por sua vez, representam cerca de 33% do total dos trabalhos produzidos na China, o que corrobora com o modo de governança aqui expresso, com liderança governamental no processo de transição circular.

#### 4.3.3 Escandinávia

A Escandinávia é uma região de afinidades geográficas e socioculturais, refere-se à Península Escandinávia, e inclui, em sua definição tradicional, a Dinamarca, a Noruega e a Suécia. Algumas definições mais recentes podem incluir a Finlândia nessa definição, concepção adotada neste trabalho (BONDESON, 2017).

A região destacou-se, quantitativamente, como origem dos artigos da amostra de trabalhos analisada por este trabalho. A região apresentou o segundo maior volume de trabalhos nas categorias Micro (22%) e Macro (11%), e ocupou a terceira posição quanto aos trabalhos da categoria Meso (10%). Análogo ao analisado quanto ao Reino Unido, esses dados sugerem uma concepção sistêmica da Economia Circular, a qual admite o papel das três amplitudes metodológicas aqui propostas em uma transição econômica circular.

A região é reconhecida por ter desenvolvido uma notável Responsabilidade Social Corporativa e Sustentabilidade (STRAND; FREEMAN; HOCKERTS, 2014). Deste modo, busca-se interpretar os resultados encontrados nesse trabalho, referentes à Escandinávia, a partir da instrumentalização secundária de Feenberg (2003), de modo a compreender a produção científica local voltada à Economia Circular como um produto sociotécnico. Para tal, adotou-se a concepção de Strand, Freeman e Hockerts (2014) de que os quatro países (Dinamarca, Noruega, Suécia e Finlândia) possuem comportamento monolítico com relação à sustentabilidade.

Os países Escandinavos são adeptos da social-democracia, com economias abertas e altamente sensíveis às demandas globais. Esse contexto gerou um rígido cenário de regulamentação e de políticas públicas com foco em sustentabilidade ambiental (STRAND; FREEMAN; HOCKERTS, 2014). Esses países possuem fortes instituições, com características que oportunizam condições de implantação da Economia Circular. As corporações escandinavas são reconhecidas por sua alta competitividade e comportamento ético (FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL, 2003).

Além da regulamentação estatal, pode-se endossar ainda o papel da autorregulação corporativa no cenário escandinavo, como estratégia empresarial de diferenciação, que busca implementar um modelo de produção mais limpa. Os mecanismos de diálogo entre os atores das economias em análise também são destacáveis, visto que exercem um modelo de governança compartilhada, que envolve Estado, corporações e consumidores (STRAND; FREEMAN; HOCKERTS, 2014).

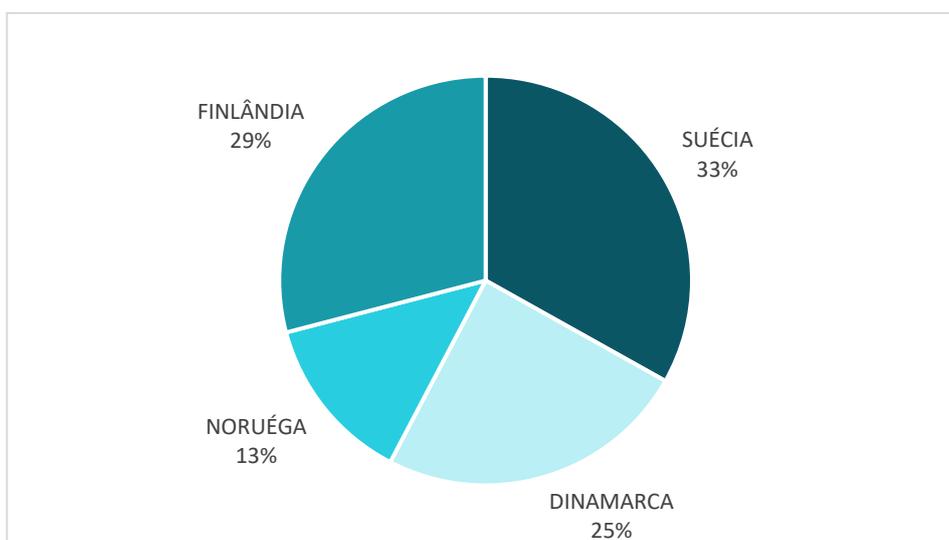
Em relação ao contexto cultural dos países escandinavos, Strand, Freeman e Hockerts (2014) alertam para o risco de basear análises em estereótipos, entretanto, argumentam que a busca por generalizações e caracterizações culturais, dadas certas ressalvas, viabilizam importantes debates. Aqui, buscou-se compreender como esses fatores culturais interferem na evolução da Economia Circular nesse contexto. Hofstede (1980) dedicou-se a compreender a cultura escandinava, valores socialmente compartilhados, o autor destaca o baixo individualismo como fator decisivo nessa estrutura. Grennes (2011) indica que a sociedade escandinava tem a igualdade como fator basilar bem como, as diversas estruturas sociais são forjadas a partir desse valor. O autor supramencionado indica que a equidade econômica, a

igualdade de oportunidades sociais e culturais e o desenvolvimento regional são grandes objetivos comuns nessa cultura (GRENNES, 2011)

Constatado esse contexto, buscou-se interpretar os dados bibliométricos levantados nesse trabalho sob a ótica de uma construção sociotécnica. No levantamento dos centros de pesquisa em destaque no panorama da pesquisa com foco na Economia Circular, duas universidades tiveram maior evidência, dentre elas a Technical University of Denmark, uma instituição escandinava. É possível endossar a relevância dada ao tema da Economia Circular nessa cultura também por meio dos autores em destaque, visto que McAloone e Pigosso, ambos professores da *Technical University of Denmark*, destacaram-se como expoentes na pesquisa da Economia Circular, tanto relativamente ao número de trabalhos de sua autoria na amostra, como também quanto à sua liderança em uma dinâmica de clusters para cooperação científica. A relevância das instituições na cultura escandinava, como anteriormente indicado, vem de encontro com a forte atuação deste centro de pesquisa no panorama da Economia Circular.

Agrupados, os quatro países escandinavos ocupam a segunda colocação no *ranking* de produções na amostra adotada por este trabalho (196 trabalhos). A Suécia é responsável por 33% desses artigos, 29% são de origem finlandesa, 25% foram desenvolvidos na Dinamarca e 13% na Noruega (Gráfico 13).

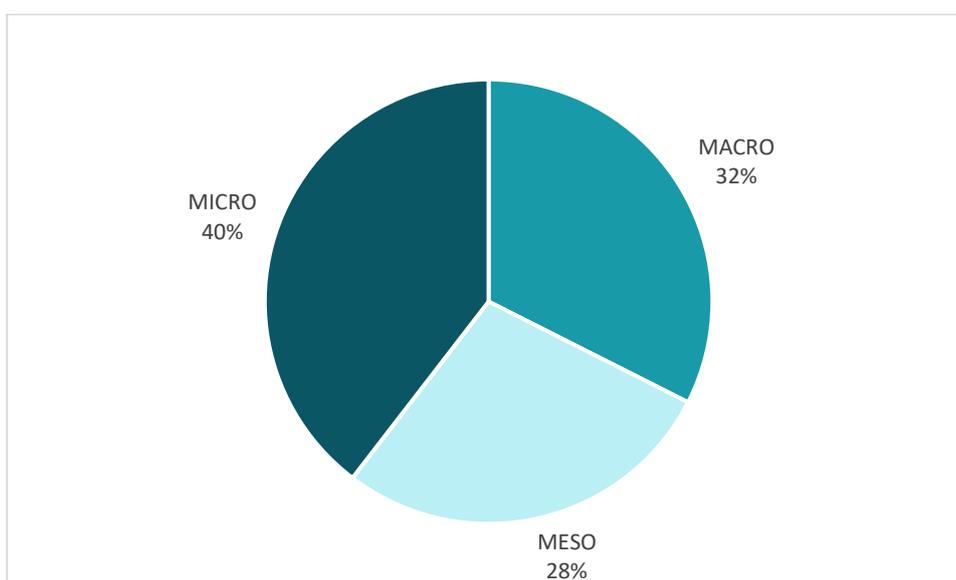
**Gráfico 13- Composição da amostra de artigos escandinavos por país de origem (2017- 2022)**



Fonte: Elaboração própria.

Quanto às amplitudes de pesquisa adotadas (Micro, Meso e Macro), nota-se uma preponderância de trabalhos Micro (40%) (Gráfico 14). Esse fator endossa a tese de que há um contexto de responsabilidade compartilhada, em que se compreende que os atores individuais (consumidores e firmas) têm impacto no modo de governança estabelecido. Além disso, a abertura da economia desses países induz as corporações a investirem em inovações sustentáveis. Esses fatores são refletidos nos dados bibliométricos aqui levantados, com preponderância de artigos com amplitude Micro

**Gráfico 14- Composição da amostra de artigos escandinavos por categoria de análise (2017-2021)**



**Fonte: Elaboração própria.**

#### 4.3.4 A Produção científica mundial voltada à Economia Circular como produto sociotécnico.

Este trabalho buscou descrever como se estrutura – à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade – o campo de pesquisa da Economia Circular, em nível global, em termos de autores e instituições de destaque e abordagem conceitual e metodológica. Deste modo o levantamento bibliométrico possibilitou uma compreensão do estado da arte desse campo de pesquisa. Entretanto, a fim de elaborar uma análise sob a ótica da Ciência Tecnologia e Sociedade, uma investigação a respeito de alguns contextos em evidência no levantamento bibliométrico se fez necessário.

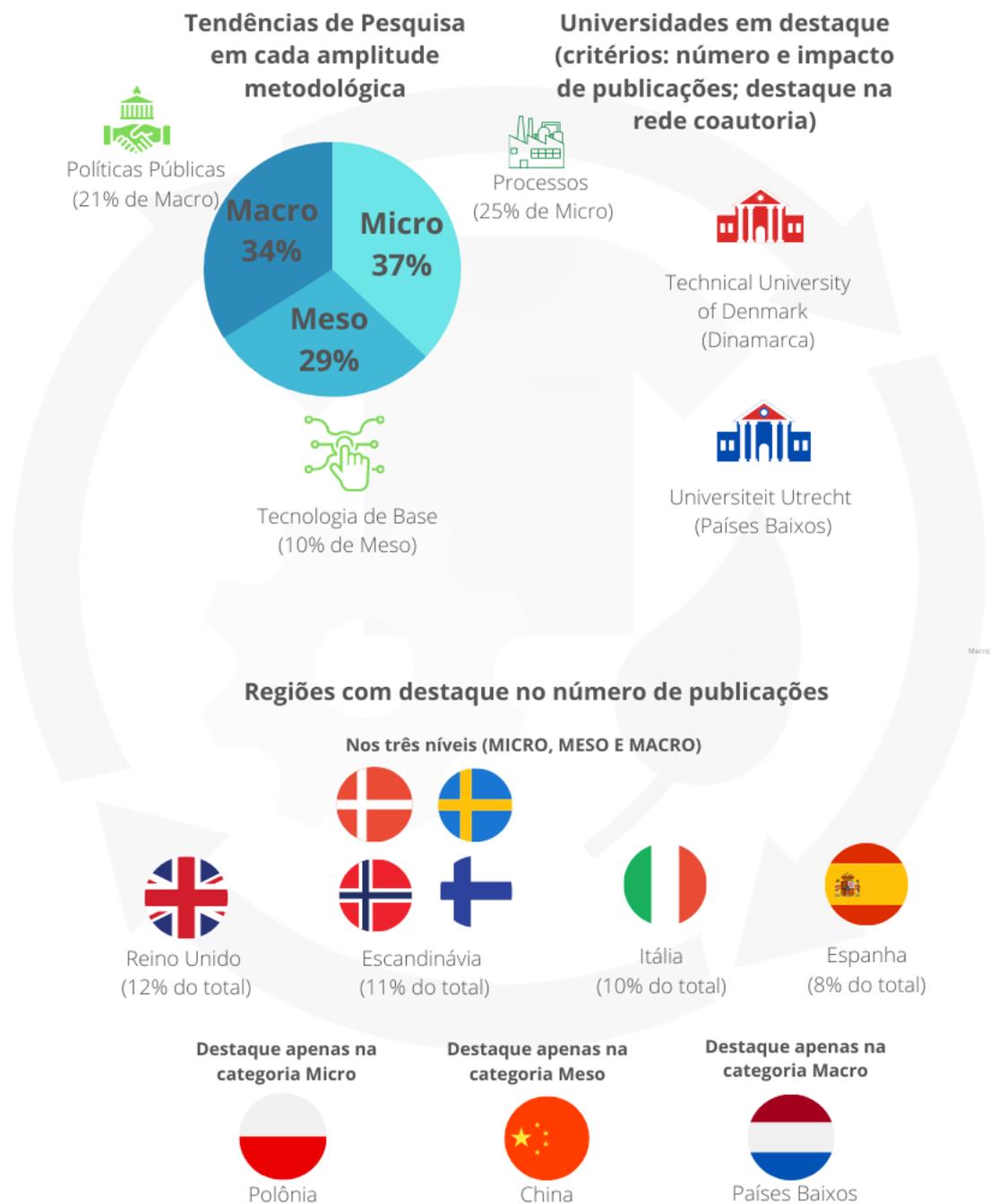
Admitindo-se a tecnologia como construção social, a partir da episteme da CTS, detalhada na fundamentação deste trabalho, é possível compreender as múltiplas direções envolvidas do processo de desenvolvimento tecnológico (PINCH; BIJKER, 2008). Deste modo, o levantamento bibliométrico desacompanhado de uma análise sociotécnica poderia sugerir uma visão linear e determinista da tecnologia. Este trabalho, entretanto, baseia-se na premissa de que não há uma relação simples e proporcional entre a produção de ciência e o nível de bem-estar. Desse modo, os resultados aqui descritos não indicam qual sociedade tem uma compreensão mais apropriada ou bem-sucedida da Economia Circular, mas sim descrevem o panorama da produção científica voltada a esse objeto de pesquisa.

Dada essa percepção, e a elucidação de três contextos sociais distintos, percebe-se a produção científica no ramo da Economia Circular como um produto sociotécnico. Dessa forma, há uma retro influência entre o contexto territorial e o padrão de pesquisa detectado.

#### 4.4 SÍNTESE DO PANORAMA

A síntese dos resultados apresentados nesta pesquisa é ilustrada na Figura 10. Destaca-se, portanto, que os principais focos de pesquisa identificados no campo da pesquisa voltada à Economia Circular são: Processos (amplitude micro), Políticas públicas e Conceitual (amplitude Macro). Os centros de pesquisa que se destacaram no cenário, tanto com relação ao número de publicações, quanto ao papel dinâmico na rede de atores que produzem material científico voltado à Economia Circular são a Technical University of Denmark (Dinamarca) e a Universiteit Utrecht (Países Baixos). Um cluster de pesquisadores destacou-se pelo volume de produções e da capacidade de influência e cooperação na rede de coautoria voltada à Economia Circular, esse agrupamento caracteriza-se por concentrar pesquisadores filiados à *Technical University of Denmark*, como é o caso de Tim C. McAloone e Daniela C. A. Pigasso, autores de maior destaque neste cluster (Figura 8).

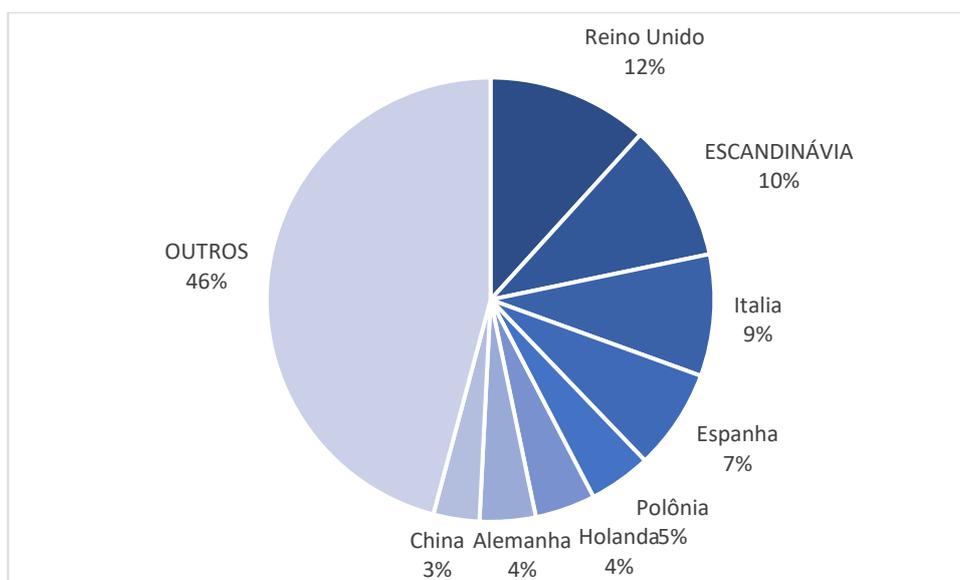
Figura 10- Síntese dos resultados- Scopus- (2017-2021)



Fonte: Elaboração Própria (2023)

Da amostra trabalhada, 12% dos artigos eram originários do Reino Unido (Gráfico 15), a região apresentou-se como o maior sorvedouro científico voltado à Economia Circular, tanto na amostra principal quanto nas categorias de análise, Micro (11%), Meso (14%) e Macro (25%). A região da Escandinávia apresentou 10% do total dos trabalhos (Gráfico 15), e figurou entre as três principais regiões de origem de trabalho nas três categorias de análise aqui trabalhadas.

**Gráfico 15- Origem dos artigos da amostra total de trabalhos**



Fonte: Elaboração própria.

Como localizações de referência na produção de trabalhos voltados à Economia Curcular, surgem ainda Itália (9% do total dos trabalhos) e Espanha (7% do total dos trabalhos) (Gráfico 15). Os países são, respectivamente a terceira e a quarta região geográfica com maior número de trabalhos na amostra. Quando analisadas as amplitudes metodológicas (Micro, Meso e Macro), percebe-se, ainda, que ambos os países figuram nas três categorias de análise entre as quatro localidades com maior número de trabalhos na amostra. Esses dados apontam um destaque destes países no cenário da produção científica voltada à EC, no que se refere à análise quantitativa, o que inclui os Itália e Espanha na compreensão da estruturação do panorama da pesquisa científica mundial voltada à Economia Circular.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho propôs-se a **analisar – à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade – como se estrutura o cenário mundial da pesquisa voltada à Economia Circular, quanto às amplitudes das abordagens metodológicas e conceituais adotadas, bem como, quanto às instituições de pesquisa e autores de destaque - com vistas a compreender as tendências e padrões territoriais no campo de pesquisa**

A resposta ao objetivo geral foi construída a partir dos elementos de prova que respondem à cada um dos objetivos específicos declarados nesta pesquisa. O primeiro objetivo específico - **identificar os fundamentos da Economia Circular presentes nas diversas abordagens do conceito** - foi respondido a partir da construção de um quadro teórico criado a partir de uma revisão bibliográfica, apresentada na fundamentação teórica. Tal quadro visou descrever fatores ontológicos da Economia Circular. Apresenta-se este quadro na Figura 3, que admite três amplitudes da Economia Circular (Macro, Meso e Micro) como um fundamento vigente em diferentes abordagens conceituais do tema.

O segundo objetivo específico consistiu em **analisar a produção de artigos do campo da Economia Circular em termos das amplitudes da pesquisa**. A primeira seção do quarto Capítulo deste trabalho apresenta a categorização da amostra escolhida para a investigação, bem como analisa cada uma das categorias criadas. sintetiza-se os dados quantitativos atrelados à essa categorização no Gráfico 10, que embasou análises quanto às amplitudes de pesquisa adotadas na produção científica voltada à Economia Circular.

O terceiro objetivo específico referiu-se a **analisar dados bibliométricos para a identificação de tendências de pesquisa, autores, instituições e países expoentes no campo da Economia Circular**. Em resposta a esse objetivo, apresenta-se uma síntese dos principais resultados apresentados e analisados ao longo das duas primeiras seções do Capítulo 4 na Figura 10. Na Figura 10 é possível identificar os temas identificados como tendência de pesquisa em cada uma das três amplitudes metodológicas, bem como as duas instituições de pesquisa que, de acordo

com os critérios de análise pormenorizados no Capítulo de metodologias, apresentaram destaque no cenário da produção científica mundial voltada à Economia Circular. No decorrer do Capítulo 4 também é possível encontrar uma discussão a respeito dos autores em destaque nesse panorama, através da rede de coautoria gerada da amostra, pela qual foi possível identificar clusters de pesquisadores.

A partir das respostas aos três objetivos específicos, pôde-se, portanto, atender ao abjetivo geral deste trabalho, de forma também a responder à pergunta de pesquisa apresentada no primeiro Capítulo - **como se estrutura – à luz da Ciência, Tecnologia e Sociedade – o campo de pesquisa da Economia Circular, em nível global, em termos de autores e instituições de destaque e abordagem conceitual e metodológica?**

Com base no panorama identificado a partir do conjunto entre o modelo teórico construído, a categorização e a análise da produção científica e dos dados bibliométricos levantados, foi possível desenvolver uma análise dessas produções a partir do viés da Ciência, Tecnologia e Sociedade, apresentada na terceira Seção do Capítulo 4. Deste modo, compreendeu-se a produção científica como produto sociotécnico, de modo que se identifica uma relação entre o cenário da pesquisa e os fatores territoriais identificados em uma sociedade, como aspectos políticos, culturais e econômicos. Tal compreensão pode ser construída a partir da análise da Economia Circular como estruturada em três amplitudes (Macro, Meso e Micro), e é consolidada a partir do panorama de pesquisa apresentado na Figura 10.

Assim, descreve-se que, o campo da pesquisa voltado à Economia Circular, mundialmente, estrutura-se a partir de três amplitudes metodológicas- Macro, Meso e Micro- dentre as quais os temas de pesquisa tendência são, respectivamente, Políticas Públicas, Tecnologias de Base e Processos. De acordo com os critérios metodológicos estabelecidos, duas instituições de pesquisa surgiram como os principais expoentes nesse cenário: *Technical University of Denmark* (Dinamarca) e *Universiteit Utrecht* (Países Baixos). A primeira, por sua vez, filia os dois pesquisadores que apresentaram destaque no cenário (de acordo com as diretrizes metodológicas aqui traçadas), Tim C. McAloone e Daniela C. A. Pigosso. Quatro localidades apresentaram-se como sorvedouros de trabalhos voltados à Economia Circular, tanto na totalidade quanto na análise individual das categorias (Macro, Meso e Micro), sendo elas, por ordem decrescente de relevância, Reino Unido,

Escandinávia, Itália e Espanha. Disto, identifica-se, à luz da Ciência Tecnologia e Sociedade, que os padrões de governança estabelecidos no processo de transição circular constituem um fator de territorialidade, o qual influencia no cenário local da pesquisa científica voltada à Economia Circular.

Consideram-se as principais contribuições deste trabalho a construção de um panorama que ilustra o estado da arte da pesquisa voltada à um campo de investigação em expansão, a Economia Circular, sob um olhar não tecnicista, de forma a buscar compreender, de um lado, fatores quantitativos que permitam a construção de um panorama do campo de pesquisa, e, de outro, uma análise sociotécnica desta produção. Essa construção, portanto, pode dar suporte teórico a outros trabalhos voltados à Economia Circular, em especial a partir do detalhamento de sua estruturação conceitual em amplitudes metodológicas. Os resultados também podem orientar pesquisadores na escolha de seus objetos de pesquisa, de modo a suprir déficits de pesquisa ou abordar tendências desse campo de conhecimento.

Para além disso, a estrutura de construção do panorama aqui descrito pode também ser replicado para outras áreas do conhecimento, a partir a combinação dos procedimentos aqui descritos (levantamento bibliométrico e análise de conteúdo). Esses resultados, por sua vez, podem contribuir para o estabelecimento de parcerias, no nível de autores ou instituições, por meio da identificação dos atores em destaque no cenário.

Como proposta de novos trabalhos sugere-se a investigação do cenário da pesquisa científica voltada à Economia Circular no contexto brasileiro. Tal investigação se daria com adequação das bases de dados e palavras-chave para seleção de uma amostra de trabalhos que seja representativa do cenário nacional, bem como uma investigação dos fatores territoriais que norteiam a produção científica brasileira quanto à Economia Circular.

Propõem-se ainda um monitoramento do panorama aqui construído, com vistas a identificar e compreender possíveis tendências e alterações dos resultados aqui levantados a partir de diferentes delimitações temporais.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, Katherine Tebbatt et al. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. In: **Proceedings of the Institution of Civil Engineers- Waste and Resource Management**. Thomas Telford Ltd, 2017. p. 15-24.
- AFONSO, M. H. F. et al. Como Construir Conhecimento Sobre O Tema De Pesquisa? Aplicação Do Processo Proknow-C Na Busca De Literatura Sobre Avaliação Do Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, 2012.
- ARANDA-USÓN, Alfonso et al. Financial resources for the circular economy: A perspective from businesses. **Sustainability**, v. 11, n. 3, p. 888, 2019.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. VON; PEREIRA, L. T. DO V. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e sociedade). **Madrid: OEI para a Educação, a Ciência e a Cultura (Cadernos de Ibero-América)**, p. 170, 2003.
- BERELSON, B. Content analysis in communication research. 1952.
- BERKEL, R. VAN. Building a Cleaner World : Cleaner Production , its role in Australia, lessons from overseas , and its future applications. n. March, p. 1–16, 1999.
- BERNERS-LEE, Mike et al. Greenhouse gas footprinting for small businesses—The use of input–output data. **Science of the Total Environment**, v. 409, n. 5, p. 883-891, 2011.
- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações**. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 08 setembro, 2019.
- BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P.; PINCH, T. **The Social Construction of Technological Systems**. [s.l: s.n.]. v. 19
- BOCKEN, N. M. P. et al. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 5, p. 308–320, 2016.
- BOCKEN, N. M. P.; SHORT, S. W. Environmental Innovation and Societal Transitions. **Towards a sufficiency-driven business model: Experiences and opportunities**, v. 41, 2016.
- BONDESON, Ulla. **Nordic moral climates: Value continuities and discontinuities in Denmark, Finland, Norway, and Sweden**. Routledge, 2017.
- BORRELLO, Massimiliano et al. Consumers' perspective on circular economy strategy for reducing food waste. **Sustainability**, v. 9, n. 1, p. 141, 2017.
- BRAY, David. Building 'community': New strategies of governance in urban China. In: **China's Governmentalities**. Routledge, 2009. p. 100-118.

BRUNDTLAND, G. H. *et al.* **Our common future**. Nova Iorque, 1987.

BURGER, M. *et al.* The heterogeneous skill-base of circular economy employment. **Research Policy**, v. 48, n. 1, p. 248–261, 2019.

CARAYANNIS, E. G. *et al.* Business Model Innovation as Antecedent of Sustainable Enterprise Excellence and Resilience. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 5, n. 3, p. 440–463, 2014.

CECHIN, A. **A natureza como limite da economia: a contribuição de GeogescuRoegen**. São Paulo: Editora Senac, 2010.

CHAMPOLLION, P. **Territory and Territorialization: present state of the Caenti thought**. *International Conference of Territorial Intelligence of Alba Iulia 2006 (CAENTI)*. Disponível em: <http://www.territorial-intelligence.eu>. Acesso em: 02/jun/2019

CIRCI. **Introduction to CIRCI**, 2022. Disponível em: <https://circuitnord.com/background/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

**CIRCULAR ECONOMY EUROPEAN SUMMIT**. Disponível em: <http://www.circulareconomysummit.com/en/home>>. Acesso em: 23, setembro, 2020.

CLAYTON, A. M. H. & RADCLIFFE, N. J. **Sustainability: a systems approach**. Cambridge, MA: Westview, 1996.

COMISSÃO EUROPEIA. **Comunicação da comissão ao Parlamento europeu, ao conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité das regiões**, 2020. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0066>. Acesso em: 18 ago. 2022.

COMISSÃO EUROPEIA. Fechar o ciclo – plano de ação da UE para a Economia Circular. p. 1–5, 2015.

COMISSÃO EUROPEIA. Um novo Plano de Ação para a Economia Circular-Uma Europa mais limpa e competitiva. **Official Journal of the European Union**, p. 1–21, 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. Estratégia do Prado ao Prado. **Pacto Ecológico Europeu**, 2020. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/LSU/?uri=CELEX:52020DC0381>. Acesso em 20 set. 2022

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR-CAPES Periódicos. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 08 setembro, 2019.

CORDOVA-PIZARRO, Daniela *et al.* Circular economy in Mexico's electronic and cell phone industry: Recent evidence of consumer behavior. **Applied Sciences**, v. 10, n. 21, p. 7744, 2020.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução: Magda Lopes – 3 ed. – PORTO ALEGRE: ARTMED, 296 páginas, 2010.

CUTCLIFFE, S. H. **Ideas, máquinas y valores - Los estudios de ciencia, tecnología y Sociedad**, 2003.

DA SILVA KLEINUBING, Luiza. Análise bibliométrica da produção científica em gestão da informação na base de dados lisa. **RDBCI: Revista digital de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 8, n. 2, p. 1-11, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rdbci.v8i1>.

DAGNINO, R. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência**. Unicamp, 2008.

DE LOS RIOS, Irel Carolina; CHARNLEY, Fiona JS. Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. **Journal of Cleaner Production**, v. 160, p. 109-122, 2017.

DOBRUCKA, R. **Bioplastic packaging materials in circular economy**. Logforum. 2019; 15: 10. doi: 10.17270. **J. LOG**, 2019.

DOMENECH, Teresa et al. Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe\_ typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy. **Resources, conservation and recycling**, v. 141, p. 76-98, 2019.

DRESNER, S. **The principles of sustainability**. Londres: Earthscan, 2002

ENGWICHT, D. **Towards an eco-city: calming the traffic**. 1992.

ERKMAN, S. Industrial ecology: An historical view. **Journal of Cleaner Production**, v. 5, n. 1-2, p. 1-10, 1997.

EUROPEIA, Comissão. **Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social e ao Comité das Regiões**. Investimento social a favor do crescimento e da coesão, designadamente através do Fundo Social Europeu, no período, v. 2020, 2014.

FAO, Food and Agriculture Organization, 2002. **Guidelines for the Integration of Sustainable Agriculture and Rural Development**. The concept of SARD. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/w7541e/w7541e04.htm>. Acesso em: 14, set, 2020.

FEENBERG, A. **From essentialism to constructivism: Philosophy of technology at the crossroads**. p. 1-60, 2003.

FERNANDES, A. G. Apresentação do Projeto Avaliação do estado atual da Economia Circular para desenvolvimento de um “ Mapa do Caminho ” para o Brasil , Chile , México e Uruguai Mapa do Caminho para a Economia Circular no Brasil Agenda da reunião. 2019.

FILHO, P. V. A. **Hackear a tecnologia: um estudo sobre a teoria crítica da tecnologia de andrew feenberg**. n. June, p. 1-97, 2016.

FLEURY, M.T.L.; WERLANG, S.R.C. **Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens**. Anuário de Pesquisa GV Pesquisa, 2017. Disponível em:

<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/apgvpesquisa/article/viewFile/72796/69984>  
Acesso em: 01 outubro, 2019.

FLYNN, Andrew; HACKING, Nick; XIE, Linjun. Governance of the circular economy: A comparative examination of the use of standards by China and the United Kingdom. **Environmental innovation and societal transitions**, v. 33, p. 282-300, 2019.

**FORESIGHT, U. K. The future of manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the UK.** Summary Report, The Government Office for Science, London, v. 20, 2013.

FROSCH, R. **Closing the loop on waste materials.** *The Industrial Green Game: implications for environmental design and management* (1997).

GEISSDOERFER, M. et al. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–768, 2017

GENG, Y. et al. Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 23, n. 1, p. 216–224, 2012.

GENOVESE, Andrea et al. Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. **Omega**, v. 66, p. 344-357, 2017.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The entropy law and the economic process.** *Cambridge, Mass./London: Harvard UP* (1971).

GEUEKE, Birgit; GROH, Ksenia; MUNCKE, Jane. Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials. **Journal of Cleaner Production**, v. 193, p. 491-505, 2018.

GHEEWALA, Shabbir H. Life Cycle Thinking for Sustainable Consumption and Production towards a Circular Economy. In: **E3S Web of Conferences**. EDP Sciences, 2020. p. 01003.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11–32, 2016.

GOODMAN, L. A. Snowball sampling. **The annals of mathematical statistics**, p. 148-170, 1961

GREEN ALLIANCE. **Annual Report and summary financial statements, 2022.** Disponível em: <https://green-alliance.org.uk/publication/annual-review-2021-22/>. Acesso em: 02 dez. 2022

GRENNES, T. Will the “Scandinavian leadership model” survive the forces of globalisation? A SWOT analysis. **International Journal of Business and Globalisation**, v.7(3), p.332–350, 2011.

HAN, B. F. et al. Late Carboniferous collision between the Tarim and Kazakhstan-Yili terranes in the western segment of the South Tian Shan Orogen, Central Asia, and implications for the Northern Xinjiang, western China. **Earth-Science Reviews**, v. 109, n. 3–4, p. 74–93, 2011.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, S. Capítulo 10-Sampierionlisis de datos cuantitativos 270-335. p. 1–66, 2006.

HOBSON, Kersty. ‘Small stories of closing loops’: social circularity and the everyday circular economy. **Climatic Change**, v. 163, n. 1, p. 99-116, 2020.

HOFMANN, F. Circular business models: Business approach as driver or obstructer of sustainability transitions? **Journal of Cleaner Production**, v. 224, p. 361–374, 2019.

HOFSTEDE, G. (1983) The cultural relativity of organizational practices and theories, **Journal of International Business Studies**, Fall, v. 14, p.75–89, 1983.

IWASAKA, F. Y. **Políticas Públicas e Economia Circular**: levantamento internacional e avaliação da política nacional de resíduos sólidos. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2018 Disponível em: file:///C:/Users/letic/Downloads/FernandaYumilwasakaDEFINITIVO%20(1).pdf. Acesso em 09/jun/2019.

KALMYKOVA, Y.; SADAGOPAN, M.; ROSADO, L. Circular economy - From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, n. October 2017, p. 190–201, 2018.

KAMA, K. Circling the economy: Resource-making and marketization in EU electronic waste policy. **Area**, v. 47, n. 1, p. 16–23, 2015.

KENNETH E. BOULDING. The Economics of the Coming Spaceship Earth. v. 3, p. 1–173, 1996.

KIRCHHERR, J.; PISCICELLI, L. Towards an education for the circular economy (ECE): five teaching principles and a case study. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 150, p. 104406, 2019.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, n. September, p. 221–232, 2017.

KLEINUBING, L. DA S. Análise Bibliométrica da produção científica em gestão da informação na base de dados lisa. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 8, n. 1, p. 1–11, 2010.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. **Ecological Economics**, v. 143, p. 37–46, 2018.

LACY, P.; RUTQVIST, J. **Waste to wealth: The circular economy advantage**. Springer, 2016.

LIMA, C. S. L.; MIOTO, R. C. T. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 59–78, 2012.

LOWE, E. A.; EVANS, L. K. Industrial ecology and industrial ecosystems. **Journal of cleaner production**, v. 3, n. 1-2, p. 47-53, 1995.

MACARTHUR, Ellen. ***Towards the circular economy, economic and business rationale for an accelerated transition***. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2013.

MACARTHUR, F. E. Circular No Brasil : p. 1–31, 2017.

MALINAUSKAITE, Jurgita et al. Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. **Energy**, v. 141, p. 2013-2044, 2017.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 7. ed., 2012.

MARICATO, J. de M. Procedimentos metodológicos em estudos bibliométricos e cientométricos: opções e reflexões no contexto dos processos de recuperação e organização da informação. **COSTA, RLM Estudos contemporâneos em comunicações e artes: melhores teses e dissertações da ECA/USP**, 2010.

MARTÍN GÓMEZ, A. M.; AGUAYO GONZÁLEZ, F.; MARCOS BÁRCENA, M. Smart eco-industrial parks: A circular economy implementation based on industrial metabolism. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, n. August 2017, p. 58–69, 2018.

MATHEWS, J. A.; TAN, H. Progress toward a circular economy in China: The drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative. **Journal of Industrial Ecology**, v. 15, n. 3, p. 435–457, 2011.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. ***Cradle to cradle: Remaking the way we make things***. North point press, 2010.

MEADOWS, D. H. ***The Limits to Growth***. Nova Iorque: Universe Book, 1972

MESQUITA, Patricia C. et al. Intensified green-based extraction process as a circular economy approach to recover bioactive compounds from soursop seeds (*Annona muricata* L.). **Food chemistry: X**, v. 12, p. 100164, 2021.

MORAGA, Gustavo et al. Circular economy indicators: What do they measure?. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 146, p. 452-461, 2019.

MURRAY, A. The Circular Economy: An interdisciplinary exploration of the concept and its application in a global context. In: [s.l.: s.n.].

NAUSTDALSLID, J. Circular economy in China - The environmental dimension of the harmonious society. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, v. 21, n. 4, p. 303–313, 2014.

NIERO, M.; OLSEN, S. I. Circular economy: To be or not to be in a closed product loop? A Life Cycle Assessment of aluminium cans with inclusion of alloying elements. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 114, p. 18–31, 2016.

OSTERWALDER, Alexander et al. **The invincible company: how to constantly reinvent your organization with inspiration from the world's best business models**. John Wiley & Sons, 2020.

PAGOROPOULOS, Aris; PIGOSSO, Daniela CA; MCALOONE, Tim C. The emergent role of digital technologies in the Circular Economy: A review. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 19-24, 2017.

PARK, Jacob; SARKIS, Joseph; WU, Zhaohui. Creating integrated business and environmental value within the context of China's circular economy and ecological modernization. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 15, p. 1494-1501, 2010.

PARLAMENT UK. **Growing a circular economy: Ending the throwaway society - Environmental Audit Committee**, 2014. Disponível em: <https://publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmselect/cmenvaud/214/21406.htm#a15>. Acesso em: 02 dez. 2022

**PARLAMENTO EUROPEU**. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/portal/pt>>. Acesso em: 20, setembro, 2020.

PEARCE, D. W.; KERRY, T. **Economics of natural resources and the environment**. JHU press, 1990.

PETIT-BOIX, Anna; LEIPOLD, Sina. Circular economy in cities: Reviewing how environmental research aligns with local practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 195, p. 1270-1281, 2018.

PINCH, T.; BIJKER, W. E. The social construction of facts and artifacts: or how the Sociology of Science and the Sociology of Technology might benefit each other. In: BIJKER, W.E. et al (eds.). **The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1997, p. 17-50.

PODSAKOFF, P. M. et al. The influence of management journals in the 1980s and 1990s. **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 5, p. 473-488, 2005.

PRIETO-SANDOVAL, V.; JACA, C.; ORMAZABAL, M. Towards a consensus on the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 179, p. 605–615, 2018.

PRODANOV, C.C.; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E SOCIEDADE – PPGTE**. Apresentação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/cursos/mestrado-e-doutorado/ppgte-curitiba> . Acesso em: 15 outubro, 2019.

REINALES, Diana; ZAMBRANA-VASQUEZ, David; SAEZ-DE-GUINOA, Aitana. Social life cycle assessment of product value chains under a circular economy approach: a case study in the plastic packaging sector. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6671, 2020.

REINALES, Diana; ZAMBRANA-VASQUEZ, David; SAEZ-DE-GUINOA, Aitana. Social life cycle assessment of product value chains under a circular economy approach: a case study in the plastic packaging sector. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6671, 2020.

ROMERO-GOYENECHÉ, Oscar Yandy et al. Addressing the sustainable development goals at Utrecht University. 20210. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Romero->

ROSELAND, M. Dimensions of the eco-city. **Cities**, v. 14, n. 4, p. 197–202, 1997.

RUIZ-REAL, J.L. et al. *Worldwide research on circular economy and environment: A bibliometric analysis*. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 12, p. 2699, 2018.

RUTHES, S.; DA SILVA, C. El uso de estudios prospectivos en el análisis de las políticas públicas: un análisis bibliométrico. **XVI Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica – ALTEC 2015**, 2015.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Nobel, 1993

SAIDANI, Michael et al. A taxonomy of circular economy indicators. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, p. 542-559, 2019.

**SCOPUS** - **Base**. Disponível em: <https://www-scopus.ez48.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic> . Acesso em: 10 setembro, 2019.

SERAFIM, M.; DIAS, R. Construção Social da Tecnologia e Análise de Política: estabelecendo um diálogo entre as duas abordagens. **Redes**, v. 16, n. 31, p. 61–73, 2010.

SHI, H.; CHERTOW, M.; SONG, Y. Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 3, p. 191–199, 2010.

SILLANPÄÄ, M.; CHAKER, N. **The circular economy: case studies about the transition from the linear economy**. Academic Press, 2019.

SILVA, C. L. Desenvolvimento Sustentável: um conceito multidisciplinar. In: SILVA, C.L.; MENDES, J. T. G. **Reflexões sobre a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Vozes, 2005. p. 11-40.

SU, B. et al. **A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation**. *Journal of cleaner production*, v. 42, p. 215-227, 2013

TAPIA-MEZA, Patricia; ALVAREZ-RISCO, Aldo; DEL-AGUILA-ARCENTALES, Shyla. The Circular Economy: The United Kingdom. In: **Towards a Circular Economy**. Springer, Cham, 2022. p. 247-262.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK- DTU. **Research at DTU**, 2022 Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/research/research-at-dtu>. Acesso em: 12 nov. 2022

TEECE, David J. Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world. **Research policy**, v. 47, n. 8, p. 1367-1387, 2018.

TEECE, David J.; LINDEN, Greg. Business models, value capture, and the digital enterprise. **Journal of organization design**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2017.

TUDELF. **Designing in extremes: sustainable for users, educational for students**, 2022. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/stories/articles/designing-in-extremes-sustainable-for-users-educational-for-students>. Acesso em: 02 dez. 2022

TUKKER, A. Product services for a resource-efficient and circular economy - A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 76–91, 2015.

TUKKER, A.; TISCHNER, U. Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1552–1556, 2006.

**Uma estratégia europeia para os dados**, 2020. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0066>. Acesso em: 16. Nov. 2022.

ÜNAL, E.; SHAO, J. A taxonomy of circular economy implementation strategies for manufacturing firms: Analysis of 391 cradle-to-cradle products. **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 754–765, 2019.

URBINATI, Andrea; CHIARONI, Davide; CHIESA, Vittorio. Towards a new taxonomy of circular economy business models. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 487-498, 2017.

UTS, 2015. **What Will a Circular Economy Look like in Australia**. Disponível em: <http://www.uts.edu.au/research-and-teaching/our-research/institute-sustainable-futures/news/what-will-circular-economy>. Acesso em 27, setembro, 2020.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. FGV editora, 2005.

VARSAVSKY, O. Ciencia, política y científicismo. **Desarrollo Económico**, v. 11, n. 41, p. 157, 1971.

VASILEIOS RIZOS, V. R.; KATJA TUOKKO, K. T.; ARNO BEHRENS, A. B. **The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts**. [s.l: s.n.]. v. Nº 2017/8

VILES, Elisabeth et al. A new mindset for circular economy strategies: Case studies of circularity in the use of water. **Sustainability**, v. 12, n. 22, p. 9781, 2020.

VON BERTALANFFY, L. **General Systems Theory. The Science of Synthesis: Exploring the Social Implications of General Systems Theory** 103 (2010).

WAGNER, Swetlana; SCHLUMMER, Martin. Legacy additives in a circular economy of plastics: Current dilemma, policy analysis, and emerging countermeasures. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 158, p. 104800, 2020.

WAGNER, Swetlana; SCHLUMMER, Martin. Legacy additives in a circular economy of plastics: Current dilemma, policy analysis, and emerging countermeasures. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 158, p. 104800, 2020.

**WASTE AND RESOURCES ACTION PROGRAMA.** Disponível em: <<https://wrap.org.uk/what-we-do>>. Acesso em: 23, setembro, 2020.

**WEB OF SCIENCE.** Base. Disponível em: [http://apps-webofknowledge.ez48.periodicos.capes.gov.br/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=8DsgCHt4xVhLTdJDn2n&preferencesSaved=](http://apps-webofknowledge.ez48.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=8DsgCHt4xVhLTdJDn2n&preferencesSaved=) . Acesso em: 10 setembro, 2019.

WEN, Zongguo; MENG, Xiaoyan. Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: a case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. **Journal of Cleaner Production**, v. 90, p. 211-219, 2015.

WHITTINGTON, M. S. Thomas R. Dye, Understanding Public Policy. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972, pp. xii, 305. **Canadian Journal of Political Science/Revue canadienne de science politique**, v. 5, n. 4, p. 579-580, 1972.

WINNER, L. Artefatos têm política? v. 21, p. 195–218, 1986.

XUE, Y. NAN et al. Environmental and economic benefits of carbon emission reduction in animal husbandry via the circular economy: Case study of pig farming in Liaoning, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 238, p. 117968, 2019.

YONG, Ren. The circular economy in China. **Journal of material cycles and waste management**, v. 9, n. 2, p. 121-129, 2007.

ZENGWEI, Y.; JUN, B.; YUICHI, M. The circular economy. **Building Engineer**, v. 94, n. 11, p. 24–26, 2019.

ZHIJUN, F.; NAILING, Y. Putting a circular economy into practice in China. **Sustainability Science**, v. 2, n. 1, p. 95–101, 2007.

## APÊNDICE

### Lista de referências que compõem o *Corpus dinamicus* da dissertação

	<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Ano de Publicação</b>
1	Kirchherr J., Reike D., Hekkert M.	Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions	2017
2	Murray A., Skene K., Haynes K.	The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context	2017
3	Korhonen J., Nuur C., Feldmann A., Birkie S.E.	Circular economy as an essentially contested concept	2018
4	Merli R., Preziosi M., Acampora A.	How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review	2018
5	Homrich A.S., Galvão G., Abadia L.G., Carvalho M.M.	The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways	2018
	<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Ano de Publicação</b>
7	den Hollander M.C., Bakker C.A., Hultink E.J.	Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms	2017
9	Masi D., Day S., Godsell J.	Supply chain configurations in the circular economy: A systematic literature review	2017
11	Nußholz J.L.K.	Circular business models: Defining a concept and framing an emerging research field	2017
12	Suárez-Eiroa B., Fernández E., Méndez- Martínez G., Soto-Oñate D.	Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice	2019
13	Hens L., Block C., Cabello-Eras J.J., Sagastume- Gutierrez A., Garcia-Lorenzo D., Chamorro C., Herrera Mendoza K., Haeseldonckx D., Vandecasteele C.	On the evolution of “Cleaner Production” as a concept and a practice	2018
14	Millar N., McLaughlin E., Börger T.	The Circular Economy: Swings and Roundabouts?	2019

15	Geisendorf S., Pietrulla F.	The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition	2018
16	Mayer A., Haas W., Wiedenhofer D., Krausmann F., Nuss P., Blengini G.A.	Measuring Progress towards a Circular Economy: A Monitoring Framework for Economy-wide Material Loop Closing in the EU28	2019
17	Farooque M., Zhang A., Thüerer M., Qu T., Huisingh D.	Circular supply chain management: A definition and structured literature review	2019
18	Lahti T., Wincent J., Parida V.	A definition and theoretical review of the circular economy, value creation, and sustainable business models: Where are we now and where should research move in the future?	2018
19	Leipold S., Petit-Boix A.	The circular economy and the bio-based sector - Perspectives of European and German stakeholders	2018
20	Ávila R.C., Campos J.L.	The social economy facing emerging economic concepts: Social innovation, social responsibility, collaborative economy, social enterprises and solidary economy [La economía social ante los paradigmas económicos emergentes: Innovación social, economía colaborativa, economía circular, responsabilidad social empresarial, economía del bien común, empresa social y economía solidaria]	2018
21	Domenech T., Bleischwitz R., Doranova A., Panayotopoulos D., Roman L.	Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe_ typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy	2019
22	Walmsley T.G., Ong B.H.Y., Klemeš J.J., Tan R.R., Varbanov P.S.	Circular Integration of processes, industries, and economies	2019
23	Wu R., Geng Y., Liu W.	Trends of natural resource footprints in the BRIC (Brazil, Russia, India and China) countries	2017

24	Zhu J., Fan C., Shi H., Shi L.	Efforts for a Circular Economy in China: A Comprehensive Review of Policies	2019
25	Guo B., Geng Y., Sterr T., Zhu Q., Liu Y.	Investigating public awareness on circular economy in western China: A case of Urumqi Midong	2017
26	Hartley K., van Santen R., Kirchherr J.	Policies for transitioning towards a circular economy: Expectations from the European Union (EU)	2020
27	Coderoni S., Perito M.A.	Sustainable consumption in the circular economy. An analysis of consumers' purchase intentions for waste-to-value food	2020
29	Cui T., Zhang J.	Bibliometric and review of the research on circular economy through the evolution of Chinese public policy	2018
31	Geerken T., Schmidt J., Boonen K., Christis M., Merciai S.	Assessment of the potential of a circular economy in open economies – Case of Belgium	2019
32	Wen Z., Hu Y., Lee J.C.K., Luo E., Li H., Ke S.	Approaches and policies for promoting industrial park recycling transformation (IPRT) in China: Practices and lessons	2018
33	da Silva C.L.	Proposal of a dynamic model to evaluate public policies for the circular economy: Scenarios applied to the municipality of Curitiba	2018

35	Stahel W.R.	Analysis of the structure and values of the European Commission's Circular Economy Package	2017
36	Silvestri F., Spigarelli F., Tassinari M.	Regional development of Circular Economy in the European Union: A multidimensional analysis	2020
37	Jurgilevich A., Birge T., Kentala-Lehtonen J., Korhonen-Kurki K., Pietikäinen J., Saikku L., Schösler H.	Transition towards circular economy in the food system	2016
38	Jabbour C.J.C., Jabbour A.B.L.D.S., Sarkis J., Filho M.G.	Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: An integrative framework and research agenda	2019
39	Mylan J., Holmes H., Paddock J.	Re-introducing consumption to the 'circular economy': A sociotechnical analysis of domestic food provisioning	2016
40	Guldmann E., Huulgaard R.D.	Barriers to circular business model innovation: A multiple-case study	2020
41	Fratini C.F., Georg S., Jørgensen M.S.	Exploring circular economy imaginaries in European cities: A research agenda for the governance of urban sustainability transitions	2019
43	Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S.	A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems	2016
45	Geissdoerfer M., Morioka S.N., de Carvalho M.M., Evans S.	Business models and supply chains for the circular economy	2018
46	Tunn V.S.C., Bocken N.M.P., van den Hende E.A., Schoormans J.P.L.	Business models for sustainable consumption in the circular economy: An expert study	2019
47	Michellini G., Moraes R.N., Cunha R.N., Costa J.M.H., Ometto A.R.	From Linear to Circular Economy: PSS Conducting the Transition	2017
48	Cobo S., Dominguez-Ramos A., Irabien A.	From linear to circular integrated waste management systems: a review of methodological approaches	2018

50	Popp J., Oláh J., Kiss vA., Temesi Á., Fogarassy C., Lakner Z.	The socio-economic force field of the creation of short food supply chains in Europe	2019
51	Donia E., Mineo A.M., Sgroi F.	A methodological approach for assessing business investments in renewable resources from a circular economy perspective	2018
53	Garrido-Hidalgo C., Ramirez F.J., Olivares T., Roda-Sanchez L.	The adoption of Internet of Things in a Circular Supply Chain framework for the recovery of WEEE: The case of Lithium-ion electric vehicle battery packs	2020

**Fonte: Elaboração própria, 2020**