

---

## Circular Economy and Waste: A Bibliometric Analysis of Global Scientific Production

### Economia Circular e resíduos: uma análise bibliométrica da produção científica mundial

Received: 05-03-2024 | Accepted: 08-04-2024 | Published: 12-04-2024

---

#### Isabela Rocha Sampaio

Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Brasil

E-mail: isabelasampa@gmail.com

#### Alarcon Matos de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Brasil

E-mail: alarconmatos@gmail.com

#### Lusanira Nogueira Aragão de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1445-5447>

Universidade de São Paulo - USP – UNEB, Brasil

E-mail: lnaragao21@gmail.com

---

#### ABSTRACT

The Circular Economy (CE) has emerged as an alternative to combat the linear production model, which significantly contributes to the environmental impacts faced today, such as depletion of natural resources, energy scarcity, climate change, and loss of biodiversity. Introduced in 1989, CE is a burgeoning research area, highlighting the need for a more in-depth analysis of its development. This research aimed to conduct a bibliometric analysis of publications in CE related to waste, using the Web of Science database. Between 2007 and 2022, the study identified the countries and authors with the highest production, the most cited journals and articles, and thematic analysis through keyword co-occurrence. The research demonstrated the evolution of studies, particularly from 2020 to 2022, revealing Europe as a leader in publications and indicating the need for encouragement in the African continent. Studies on plastic recycling and energy recovery proved to be extensively explored areas, unlike electronic and construction waste recycling, which emerged as promising fields.

**Keywords:** Circular Economy; Waste; Bibliometrics.

---

## RESUMO

A Economia Circular (EC) surgiu como uma alternativa para combater o modelo de produção linear, que contribui significativamente para os impactos ambientais enfrentados na atualidade, como esgotamento de recursos naturais, escassez energética, mudanças climáticas e perda da biodiversidade. Introduzida em 1989, a EC é uma área de pesquisa em ascensão, o que demonstra a necessidade de uma análise mais profunda acerca de seu desenvolvimento. O objetivo desta pesquisa consistiu em realizar uma análise bibliométrica de publicações em EC voltadas a resíduos, através da base de dados da Web of Science. Entre os anos de 2007 a 2022, identificou-se os países e autores que mais produziram, periódicos e artigos mais citados e análise temática através da co-ocorrência de palavras-chave. Comprovou-se a evolução da pesquisa, principalmente entre 2020 a 2022, revelando o continente europeu como precursor em publicações, assim como a necessidade de incentivo no continente africano. Estudos referentes à reciclagem do plástico e recuperação energética revelaram-se áreas muito exploradas, ao contrário da reciclagem de resíduos eletrônicos e de construção civil, que se mostraram emergentes.

**Palavras-chave:** Economia circular; Resíduo; Bibliometria.

---

## INTRODUÇÃO

O modelo tradicional de geração de bens, caracterizado por um fluxo linear que envolve extração, produção, utilização e descarte, tem sido objeto de questionamentos significativos, não apenas em termos de sustentabilidade ambiental, mas também no âmbito econômico e social (FARIAS et al., 2021). Com atual panorama das mudanças climáticas, uso e disponibilidade de recursos e a desigualdade social (ABADIA, 2019), destaca-se a necessidade do Estado e das indústrias centralizarem a questão ambiental nas discussões econômicas, em busca de alternativas ambientalmente sustentáveis para os modos de produção e consumo.

A intensificação da industrialização, o aumento da população mundial, exploração indiscriminada dos recursos naturais, provenientes do modelo de produção linear, impactaram no aumento da geração de resíduos sólidos. Pesquisas do Banco Mundial, conforme Kaza et al. (2018), estimam que em 2016 foram gerados 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos e esse número deverá crescer para 3,40 bilhões de toneladas até 2050, com acréscimo de 19% da produção diária de resíduos per capita em países de renda alta e 40% em países de baixa e média renda, como os das regiões da África Subsaariana, o Sul da Ásia e as regiões do Oriente Médio e Norte da África.

Diante desse desafio, surge a Economia Circular (EC), que aborda a problemática da escassez de recursos e da eliminação de resíduos por meio de uma abordagem benéfica para todos, fundamentada em perspectivas econômicas e de criação de valor (HOMRICH et al., 2018). De maneira integrada e intencional, a EC busca restaurar recursos físicos e regenerar as funções dos sistemas naturais e humanos. Essa expansão promove opor-

tunidades econômicas e sociais mais amplas, resultando em impactos positivos para a sustentabilidade (INDÚSTRIA, 2018).

A EC é indicada como uma alternativa ao processo linear de utilização de recursos e ao crescimento essencial para a economia. Um conceito que está destacando-se tanto na academia quanto nas esferas política, industrial e de mercado (HOMRICH et al., 2018). Embora, tenha embasamento mais sólido nas práticas de mercado, a literatura acadêmica e conceitual sobre a EC ainda se encontra em período emergente (FARIAS et al., 2021).

De acordo com Homrich et al. (2018), o conceito da EC foi introduzido em 1989 pelos economistas Pearce e Turner. Porém o interesse pelo tema vigorou-se no início dos anos 2000, conforme as principais bases de dados de pesquisa científica. Esse crescimento motivou-se após a aprovação da "Circular Economy Law" em 2002 na China, o que intensificou a produção científica no país (ABADIA, 2019; HOMRICH et al., 2018).

Como um tema em ascensão, mostra-se necessário realizar uma análise do conceito e o desenvolvimento de base teórica, assim como a sua aplicabilidade. Diante disto, o presente trabalho buscou analisar as publicações referentes à Economia Circular e resíduos em uma das mais antigas base de dados, a Web of Science (WoS), através das ferramentas da bibliometria.

O texto propõe uma análise da evolução da produção científica internacional em Economia Circular, com foco em resíduos, através das publicações indexadas na WoS. A abordagem inclui a avaliação do volume de publicações, autores e países que mais publicaram, a identificação de documentos e revistas mais citados e a análise da rede de co-ocorrência de palavras-chave, com o viés das humanidades digitais.

## ESTADO DA ARTE

### 1.1 Resíduos Sólidos

A definição para resíduos sólidos varia de acordo com sua localização e contexto no qual estão inseridos, além de ser influenciada, principalmente, pelo escopo de gestão, o que resulta em diferentes formas de classificação (FOSTER; ROBERTO; IGARI, 2016). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) os define como:

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou

economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, p.2).

A NBR 10.004/2004 classifica os resíduos a partir do processo ou atividade de origem, sua composição e características e a comparação dos seus constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004). Podem ser classificados como Classe I - Perigoso; Classe II - Não Perigoso, sendo Não Inertes (II A) e Inertes (II B) (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação dos resíduos de acordo com a NBR 10004:2004.

Classe	Classificação	Características
I	Perigoso	Apresentam periculosidade ou inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
II A	Não Inerte	Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
II B	Inerte	Não ter nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.

Fonte: adaptado de ABNT (2004).

Os resíduos sólidos podem impactar o meio ambiente através do aspecto visual, na liberação de maus odores ou substâncias químicas proveniente da sua decomposição, o que possibilita a contaminação do solo e dos corpos d'água (CAETANO, 2016). Isso ocorre devido ao aumento da presença de elementos sintéticos e poluentes na composição dos resíduos, que se torna fonte de compostos orgânicos voláteis, pesticidas, solventes e metais pesados e são risco eminente aos ecossistemas e à saúde humana (FOSTER; ROBERTO; IGARI, 2016).

Ao considerar esses impactos, é crucial realizar uma gestão adequada. A PNRS classifica uma ordem de prioridade para o gerenciamento de resíduos sólidos: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente correta dos rejeitos. Deve-se, também, buscar por tecnologias que visam à recuperação energética dos resíduos, mediante a comprovação da viabilidade técnica e ambiental e da implementação do programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental (BRASIL, 2010).

## 1.2 Economia Circular

A Economia Circular (EC) surge como uma alternativa para mitigar os impactos do modelo de economia linear, que, com o progresso da economia mundial, resultou em

problemas referentes a esgotamento de recursos naturais, escassez energética, degradação do meio ambiente, poluição, aumento da temperatura global e perda de biodiversidade. Diante disso, o modelo tradicional de crescimento linear passou a ser reavaliado, com a busca por uma abordagem econômica renovada que valorize, entre outros aspectos, a preservação ambiental (TIOSSI; SIMON, 2021).

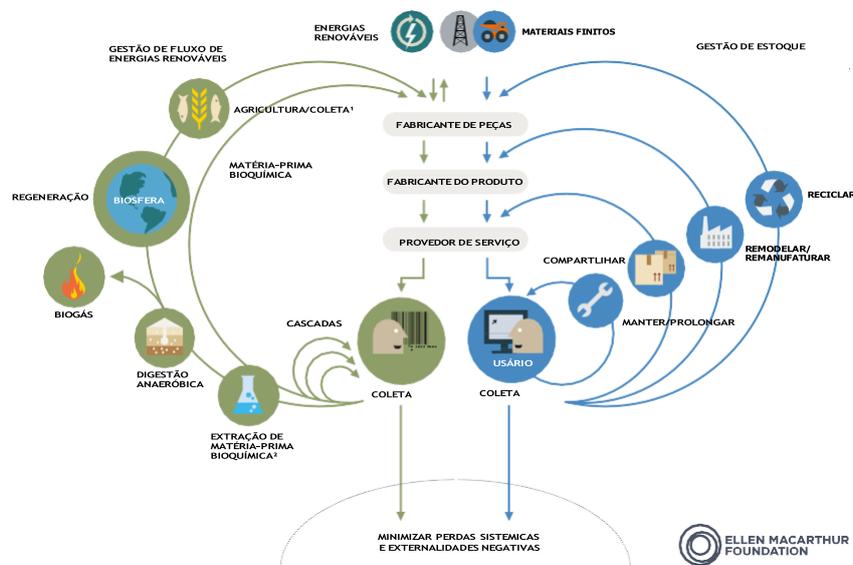
A EC representa um paradigma econômico intrinsecamente ligado à sustentabilidade, cujo objetivo é otimizar a utilização de todos os recursos, reutilizando-os de maneira mais eficaz e minimizando ao máximo a necessidade de empregar recursos novos ou recentemente extraídos. Isso implica que os recursos são extraídos, passa pelo ciclo produtivo, torna-se resíduo e é indefinidamente reciclado no processo ou, se descartado, não venha a impactar o meio ambiente (AGRESOT, 2021). Neste novo sistema econômico, ao transformar resíduos em “nutrientes” biológicos e técnicos que circulam dentro de loops idealmente infinitos, a extração de recursos naturais e os resíduos produzidos para satisfazer as necessidades das sociedades humanas serão significativamente reduzidas (BORRELLO; PASCUCCI; CEMBALO, 2020).

Conforme Ellen Macarthur Foundation (2023), a EC representa uma perspectiva sistêmica para o progresso econômico, com o intuito de trazer vantagens para empresas, sociedade e o meio ambiente. Diferentemente do modelo linear tradicional de "extrair-produzir-descartar", a economia circular é concebida como regenerativa e busca progressivamente separar o crescimento econômico do consumo de recursos limitados (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2023).

Segundo Korhonen et al. (2018), a EC direciona os processos produtivos para além da tradicional reciclagem, que existe desde os primórdios da industrialização. Isso engloba a reutilização, reforma, remanufatura e reparo de produtos, materiais e componentes. Além disso, a EC enfatiza o emprego de fontes sustentáveis de energia, como solar, biomassa e eólica, operando de maneira abrangente ao longo da cadeia de valor do produto.

De acordo com a Ellen Macarthur Foundation (2023), a EC baseia-se por três princípios: (i) eliminar o desperdício e a poluição; (ii) circular produtos e materiais (pelo seu valor mais alto) e (iii) regenerar a natureza. Pode-se observar como esses princípios se desempenham através do Diagrama do Sistema de Economia Circular (Figura 1).

Figura 1: Diagrama do Sistema de Economia Circular



Fonte: adaptado de EMF (2019)

O lado esquerdo do Diagrama representa o Ciclo Biológico, que enfatiza a reutilização, reforma, remanufatura e reparo de produtos, juntamente com o uso de fontes sustentáveis de energia (EMF, 2022a). Essa abordagem inclui a criação de ciclos internos e externos, com aproveitamento em cascata, reintegrando produtos e materiais na economia, em que a regeneração possa ser atingida através de uma abordagem de gestão territorial e de paisagem (EMF, 2022a; INDÚSTRIA, 2018).

Quanto ao lado direito, representa o Ciclo Técnico, que é mais ligado a bens duráveis e às perspectivas econômica e industrial (HOMRICH et al., 2018). O diagrama consiste em ciclos internos que preservam valor ao manter produtos intactos, como compartilhamento, manutenção e reutilização. Compartilhamento, manutenção e reutilização priorizam valor, enquanto a reciclagem é o último recurso. Essa abordagem otimiza a eficiência de produtos e reduz desperdício (EMF, 2022b).

### 1.3 Humanidades digitais

O estudo das influências, possibilidades e composição do digital nas humanidades dá nome a uma área específica chamada humanidades digitais (HD) (OLIVEIRA; MARTINS, 2017). As HD são definidas como um campo multidisciplinar importante, e esta interdisciplinaridade visa criar aplicações e modelos que abrem caminho a novos campos

de pesquisa, tanto na área das Ciências Humanas quanto da Informática bem como em todas as tecnologias a elas associadas (SMIT et al., 2021).

De acordo com Jungk (2020), atualmente, as tecnologias digitais sustentam todas as formas de mídia e comunicação, tornando-se a principal forma de mediação para a geração, exploração e disseminação de conhecimento em todas as áreas. O que rompe e supera conceitos e estruturas tradicionais, trazendo uma transformação sem precedentes para o ambiente universitário.

Para Burdick et al. (2020), as Humanidades Digitais representam uma abordagem emergente na academia que abrange métodos inovadores para pesquisa, ensino e colaboração na publicação. Essa abordagem transcende fronteiras disciplinares, aproveitando as tecnologias computacionais. Elas não formam um campo homogêneo, mas sim um conjunto de práticas diversas que exploram um cenário onde a mídia impressa já não é o principal meio para a produção e disseminação do conhecimento.

Pode-se compreender o surgimento e institucionalização das HD ao comparar com o das Ciências da Informação. Smit et al. (2021) aborda que as ciências da informação têm absorvido conhecimentos e métodos de diversas disciplinas, para posteriormente exportar ideias para áreas como informática e gestão. A natureza das humanidades digitais segue uma trajetória semelhante, à medida que se desenvolvem em conjunto com campos como a Linguística de corpus, que está na interseção entre Ciências Humanas, Ciências Sociais e Ciências Aplicadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O método de pesquisa empregado é o qualiquantitativo. A análise qualitativa partiu do pressuposto das metodologias usadas nas humanidades digitais e a quantitativa através da técnica bibliométrica. De acordo com Aria & Cuccurullo (2017), a bibliometria envolve a aplicação de análises quantitativas e estatísticas das publicações. A abordagem permite uma avaliação quantitativa dos dados de publicação e citação, e atualmente é amplamente utilizada em diversos campos científicos. Por meio da bibliometria, é possível avaliar a evolução, a maturidade, os principais autores, os mapas conceituais e intelectuais, as tendências de uma comunidade científica.

### 2.1 Obtenção e filtragem de dados

Para obtenção dos dados, optou-se pela Web of Science (WoS) como a base indexadora dos artigos consultados, pois ela é considerada o banco de dados de publicações e citações de

pesquisa mais antigo, amplamente utilizado e confiável mundialmente, além de ser uma base mais completa, pois contém a maioria dos artigos que estão em outras bases utilizadas (BIRKLE et al., 2020).

A WoS originou-se no Science Citation Index, fundado por Eugene Garfield em 1964, e ao longo do tempo expandiu sua cobertura seletiva, abrangente e equilibrada para incluir cerca de 34.000 periódicos atualmente. A WoS suporta diversos casos de uso, incluindo a pesquisa global, análises de conjuntos de dados e acesso a dados brutos para parceiros bibliométricos (BIRKLE et al., 2020).

A estratégia de busca consistiu em uma pesquisa avançada, avaliando apenas publicações em formato de artigo. A busca foi realizada em abril de 2023 e considerou o espaço temporal do início das publicações (2007) até o ano de 2022, para obtenção de dados anuais fixos.

Os critérios de busca aplicados foram “circular economy” AND “waste”, no campo de busca tópico, em que se pesquisa o título, resumo, as palavras-chave do autor e o Keywords Plus. Segundo Clarivate (2022), o Keywords Plus extrai palavras ou frases que aparecem frequentemente nos títulos das referências dos artigos, o que proporciona termos de busca complementares para pesquisa do assunto.

A pesquisa generalizada resultou em 10.280 publicações científicas na WoS. Aplicou-se o filtro para recorte temporal, excluindo o ano de 2023, por ainda estar em curso, e, em seguida, refinou-se o tipo de documento, considerando apenas artigos, o que obteve um total de 6.472 artigos. Os dados foram exportados no formato “arquivo de texto sem formatação” e gravou-se o conteúdo como “Registro completo e Referências citadas”.

## 2.2 Ferramentas adotadas para análise quantitativa

Utilizou-se o pacote Bibliometrix, do programa RStudio (2023.03.0+386), para análise dos dados encontrados. O pacote fornece um conjunto de ferramentas para pesquisa quantitativa em bibliometria, através da construção de matrizes para co-citação, acoplamento, colaboração e análise de co-palavras (ARIA; CUCCURULLO, 2017). Quantificou-se o número de publicações anuais, número de publicações por países, por autores, por instituições de pesquisa, por periódicos, assim como os artigos mais citados e os termos de maior ocorrência nas palavras-chave.

Para a análise dos principais periódicos, aplicou-se a Lei de Bradford. Conforme Guedes (2012), a Lei de Bradford é uma ferramenta que permite estimar a relevância de periódicos em uma área específica do conhecimento. É representada por três zonas, sendo todas representadas por 1/3 das publicações. As zonas são divididas como: a zona nuclear (altamente produtiva), a zona moderadamente produtiva e a zona de baixa produtividade (SEMBAY et al., 2020; WARDIKAR, 2013).

Para realizar a análise de co-ocorrência de palavras-chave, utilizou-se o software VOSviewer (1.6.19). Optou-se por esse software, pois ele realiza a análise das palavras-chave do recurso da WoS - Keyword Plus e as escolhidas pelos autores, enquanto o Bibliometrix analisa apenas as do recurso. De acordo com Correia1 et al. (2022), a escolha por palavras-chave em vez de outros campos, como o título ou resumo, é devido ao fato de que elas indicam áreas importantes de pesquisa e conectam diferentes disciplinas que contribuíram para uma determinada publicação, além de evidenciar áreas centrais de estudo pelos pesquisadores em uma publicação específica.

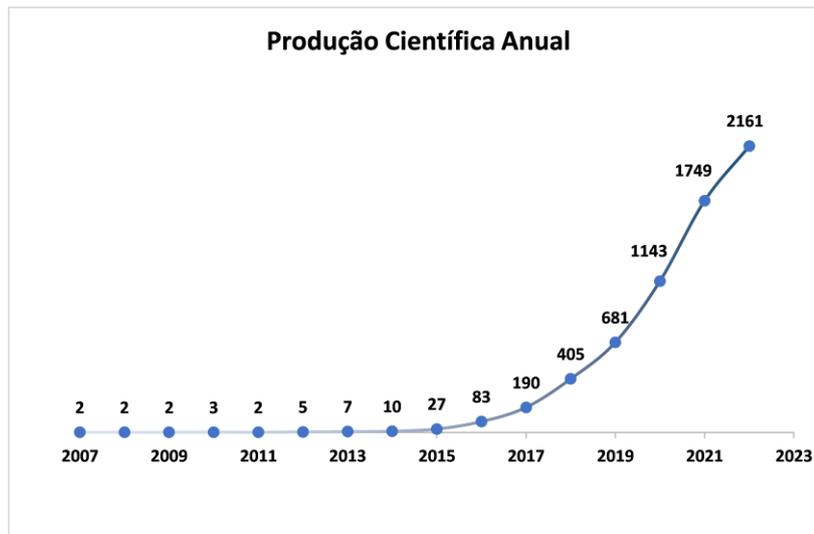
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Relação entre autores, países e suas publicações

Os primeiros registros da produção científica voltada à Economia Circular com ênfase em resíduos encontrados na WoS foi em 2007, com a divulgação de apenas dois artigos e, até 2014, o número de publicações por ano não passava de 10. No período de 2015 a 2019, observou-se um avanço significativo, culminando em até 681 artigos por ano. Contudo, durante o intervalo de 2020 a 2022, registrou-se os índices mais notáveis, superando a marca de mil publicações por ano, conforme ilustra a Figura 2. Ao analisar o desenvolvimento da pesquisa entorno do assunto, a taxa de crescimento anual foi de 59,31%. Dos 6.472 artigos analisados, 323 foram de autoria única e 6.149 multi autorais, com média de 4,59 coautores por documento. Houve a participação de 21.145 autores, sendo 291 com publicações solo. A taxa de coautoria internacional, ou seja, entre países distintos, foi de 33,34%.

O avanço da pesquisa acerca do tema é justificada pelo interesse em combater os impactos ambientais mundiais, principalmente a escassez de recursos, o que impulsiona a busca por melhorias na gestão ambiental, redução da utilização de insumos, adoção de práticas mais sustentáveis e menos lineares nos ciclos produtivos (LIMA; SILVA; EL-DEIR, 2022), além de evidenciar que a EC é uma área de pesquisa relativamente nova e ascendente.

Figura 2: Desenvolvimento da produção científica em EC voltada a resíduos.



Fonte: adaptado de WoS (2023)

Através da Tabela 2, visualiza-se o ranking dos dez autores com mais contribuições nessa temática, através da distribuição de frequência. A classificação dos pesquisadores mais influentes reflete no resultado dos países com mais produção científica durante esses 15 anos.

Tabela 2: Raking dos dez autores que mais publicaram, suas respectivas universidades e países.

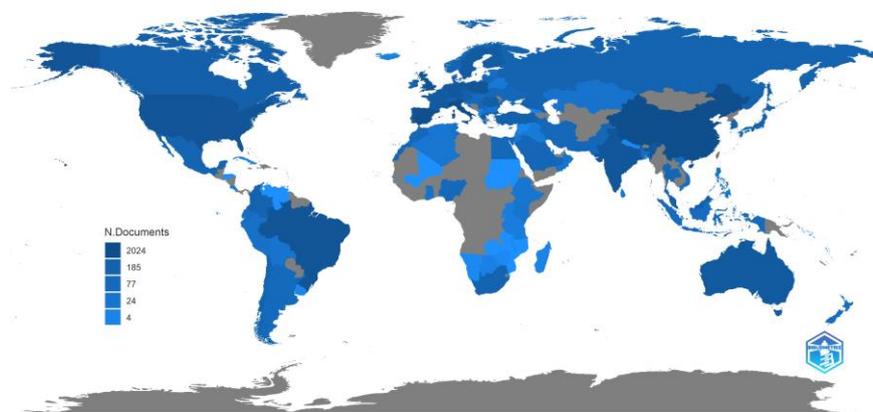
Autores	Nº de publicações	Universidade	País
Hongying Hou	20	Universidade Sun Yat-sen	China
Francisco Corpas Iglesias	19	Universidade de Jaen	Espanha
Yong Geng	19	Universidade de Jiao Tong de Xangai	China
Mari Lundstrom	19	Escola de Engenharia Química da Universidade de Alta	Finlândia
Antonis Zorpas	19	Universidade Aberta de Chipre	Oriente Médio
Indiano D'Adamo	18	Universidade de Aquila	Itália
Jo Dewulf	18	Universidade de Gante	Bélgica
Marzena Smol	18	Academia Polonesa de Ciências	Polônia
Steven De Meester	17	Universidade de Gante	Bélgica
Vincenzo Torretta	17	Universidade de Insubna	Itália

Fonte: adaptado de WoS (2023)

As principais afiliações, durante esses anos, estiveram entre a Universidade de Aveiro, Portugal (n= 121); Universidade de Tecnologia de Delft, Holanda (n = 90); Universidade de Aalto, Finlândia (n = 87); Universidade de Gante, Bélgica (n = 82); Universidade de Tecnologia da Silésia, Polônia (n = 74); Universidade de Palermo, Argentina (n = 65); Universidade de Bolonha, Itália (n = 58); Universidade de Bréscia, Itália (n = 58); Universidade de Jiao Tong de Xangai, China (n = 57) e Universidade de Lisboa, Portugal (n = 57). Esses números fornecem uma indicação do impacto relativo das universidades em termos de pesquisa sobre o tema em questão, o que contribui para

o reconhecimento acadêmico, atração de pesquisadores, aumento da colaboração e captação de recursos e da visibilidade internacional.

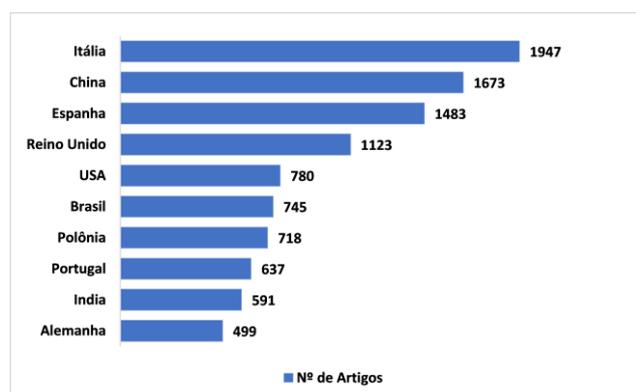
Figura 3: Distribuição da produção científica mundial entre os anos de 2007 a 2022.



Fonte: adaptado de WoS (2023)

Através da Figura 3, visualiza-se a distribuição espacial intercontinental de publicações por países. Europa, Ásia e América do Norte e do Sul são os continentes com os maiores índices de publicação. Os países que estão em cinza não possuem registro de trabalhos publicados na WoS. Ao considerar as publicações solo e de múltiplos países, conforme a Figura 4, o ranking dos dez países mais influentes é liderado pela Itália com 1.947 artigos, em segundo lugar a China com 1.673 e em terceiro a Espanha com 1.483, seguidos por Reino Unido (n = 1.123), Estados Unidos (n = 780), Brasil (n = 745), Polônia (n = 718), Portugal (n = 637), Índia (n = 591) e Alemanha (n = 499).

Figura 4: Ranking dos 10 países que mais publicaram entre os anos de 2007 a 2022.



Fonte: adaptado de WoS (2023)

O continente africano é o que apresenta o menor índice de publicações acerca do tema. Países como Senegal, Nigéria e Angola não possuem publicações registradas na WoS. Segundo Kaza et al. (2018), o crescimento populacional, aliado às altas taxas de

pobreza e baixo desenvolvimento econômico, dificulta o investimento em tecnologias e pesquisa na área. Em 2016, cerca de 69% dos resíduos eram dispostos em céu aberto e o pouco investimento obtido é direcionado para construções de aterros sanitários.

A ausência de pesquisa pode ter impactos negativos significativos em termos de desenvolvimento econômico, sustentabilidade ambiental e competitividade de um país. É fundamental investir em pesquisa nessa área para promover a transição para um modelo mais sustentável e circular de produção e consumo.

O Brasil ocupa a sexta, com 745 artigos publicados. Estar entre os países que mais produzem causa impactos contrários aos descritos acima, além de influenciar na redução do desperdício, na preservação ambiental, na resiliência dos sistemas produtivos e no posicionamento global. Esses impactos podem trazer benefícios significativos para o país, tanto em termos de crescimento econômico quanto de sustentabilidade ambiental.

Para Indústria (2018), o setor industrial brasileiro há diversas oportunidades para serem exploradas. Destacam-se possibilidades promissoras, como o potencial no setor eletroeletrônico para a recuperação de materiais e o desenvolvimento de novos serviços; na construção civil, enfocando a redução da quantidade de resíduos gerados; na indústria têxtil, explorando novos materiais e a criação de cadeias circulares de valor; na gestão de resíduos plásticos, que oferece amplas oportunidades para redução, recuperação e desenvolvimento de novos materiais.

### 3.2 Periódicos e artigos mais citados

De acordo com a Lei de Bradford, foram apontadas 07 fontes como nucleares e inseridas na primeira zona, o que significa que foram consideradas como preferidas pelos autores e mais propensas a publicar sobre economia circular aplicada a resíduos, abrangendo 1/3 das pesquisas. Na segunda zona, 65 fontes englobam mais 1/3 dos estudos e as outras 992 fontes publicaram o terço restante dos artigos, constituindo a terceira zona.

Tabela 3: Definição das zonas a partir da Lei de Bradford

Zonas	Publicações	Fontes	% do total de fontes
1	2.225	7	1 %
2	2.118	65	6%
3	2.129	992	93%
Total	6.472	1.064	100%

Fonte: adaptado de WoS (2023)

Ao analisar a partir do número de publicações, foram destacadas as 10 fontes mais relevantes. As sete primeiras englobam a Zona 1: Journal of Cleaner Production (n = 657);

Sustainability (n = 597); Resources Conservation and Recycling (n = 293); Waste Management (n = 254); Science of The Total Environment (n = 153); Energies (n = 145) e Journal of Environmental Management (n = 126). As demais, compõem as Zona 2: Material (n = 119); Applied Sciences-Basel (n = 103) e ACS Sustainable Chemistry & Engineering (n = 83).

Tabela 4: As dez principais fontes pela Lei de Bradford

Periódico	Nº de Publicações	Zona
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	657	Zona 1
SUSTAINABILITY	597	Zona 1
RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING	293	Zona 1
WASTE MANAGEMENT	254	Zona 1
SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	153	Zona 1
ENERGIES	145	Zona 1
JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT	126	Zona 1
MATERIALS	119	Zona 2
APPLIED SCIENCES-BASEL	103	Zona 2
ACS SUSTAINABLE CHEMISTRY & ENGINEERING	83	Zona 2

Fonte: adaptado de WoS (2023)

Das fontes nucleares, o Journal of Cleaner Production consta o maior número de publicações. O periódico conta com 413 volumes, concentra-se na pesquisa e prática da Produção Mais Limpa, Meio Ambiente e Sustentabilidade. Ele atua como uma plataforma para explorar e debater a aplicação teórica e prática da Produção Mais Limpa, abrangendo questões ambientais e de sustentabilidade em empresas, governo, instituições educacionais, regiões e sociedades (JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION, 2023).

A revista Sustainability ocupa o segundo lugar, com 15 volumes, abordando a sustentabilidade em diversas dimensões humanas. Seu propósito é promover a compreensão científica, possibilitando previsões e avaliações de impacto relacionadas à mudança global, além de apoiar a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (SUSTAINABILITY, 2023).

Em terceiro lugar está a Resources, Conservation & Recycling, com 195 volumes e um periódico complementar Golden Open Access, "Resources, Conservation & Recycling Advances". Essa revista recebe contribuições sobre manejo sustentável e conservação de recursos, com foco em transformações necessárias para alcançar sistemas de produção e consumo mais sustentáveis (RESOURCES, CONSERVATION & RECYCLING, 2023).

Em quarto lugar, o Waste Management é um periódico internacional sobre Gestão Integrada de Resíduo, Ciência e Tecnologia, com 167 volumes. Seu objetivo é fornecer informações abrangentes sobre o gerenciamento de resíduos sólidos, desde a geração até

o descarte, cobrindo uma ampla gama de resíduos, exceto rejeitos de mineração, metalúrgicos e radioativos (WASTE MANAGEMENT, 2023).

As revistas *Science of The Total Environment* (STOTEN), *Energies* e *Journal of Environmental Management*, classificadas do quinto ao sétimo lugar, apresentam objetivos complementares. A STOTEN visa promover pesquisas de alto impacto que abordam o ambiente total, englobando atmosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera e antroposfera. Por outro lado, a revista *Energies* publica estudos abrangendo desenvolvimento tecnológico, políticas de engenharia e gestão no amplo campo da energia, desde tecnologias de geração até processos físicos e químicos subjacentes. O *Journal of Environmental Management* dedica-se a estudos relacionados à gestão de recursos naturais, valoração e gestão de resíduos, controle de qualidade ambiental, análise e avaliação ambiental, incluindo aspectos socioeconômicos e políticos da gestão ambiental (SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, 2023; ENERGIES, 2023; JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, 2023).

Os periódicos nucleares identificados nesta análise são considerados relevantes e de alto impacto na publicação de pesquisas sobre o tema, tornando-os uma escolha adequada para pesquisadores que desejam submeter estudos futuros nesse mesmo campo científico. Observa-se também que os objetivos estão relacionados à busca pela sustentabilidade, produção mais limpa, conservação, energias renováveis e valorização dos resíduos, diretrizes que vão de encontro com os princípios da EC. O que comprova, novamente, a necessidade de investir em pesquisa sobre o tema e o retrocesso dos países com ausência de publicações.

Os artigos mais citados mundialmente foram publicados nas revistas *Journal of Business Ethics*; *Green Chemistry*; *Omega*; *Resources, Conservation and Recycling*; *Journal of Industrial Ecology*; *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*; *Energy and Environmental Research* (Tabela 5). Ao contabilizar o número total de citações durante esses anos, obteve-se uma média de 16,17% de citações por ano e uma média de, aproximadamente, 4% de citações por ano por documento.

Tabela 5: Ranking dos documentos mais citados mundialmente, seus respectivos autores, revista e número de citações (TC).

Autor	Ano	Título do artigo	Periódico	TC
<b>MURRAY, A et al.</b>	2017	The Circular Economy: An Interdiscipli-	Journal of Business Ethics	987
<b>SHELDON, R.</b>	2017	The E factor 25 years on the rise of green chemistry and sustainability	Green Chemistry	713
<b>GENOVESE, A. et al.</b>	2017	Sustainable supply chain management and	Omega	604
<b>REIKE, D. et al.</b>	2018	The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options	Resources, Conservation, and Recycling	501
<b>HAAS, W et al.</b>	2015	How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005	Journal of Industrial Ecology	491
<b>SCHROEDER, P et al.</b>	2019	The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goal	Journal of Industrial Ecology	455
<b>SHELDON, R.</b>	2018	Metrics of Green Chemistry and Sustainability: Past, Present, and Future	ACS Sustainable Chemistry & Engineering	452
<b>BLOMSMA, F e Brennan, G.</b>	2017	The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity	Journal of Industrial Ecology	448
<b>MALINAUSKAITE, J et al.</b>	2017	Municipal Solid Waste Management and waste-to-energy in the Context of a Circular Economy and Energy Recycling in Europe	Energy	405
<b>KACPRZAK, M et al.</b>	2017	Sewage sludge disposal strategies for sustainable development	Environmental Research	402

Fonte: adaptado de WoS (2023)

Ao analisar os temas, nota-se que o primeiro, quarto, sexto e oitavo artigo fornecem uma base teórica e contextual para compreender a EC e a sua relevância para o desenvolvimento sustentável, através do seu conceito e evolução histórica. Os demais aplicam os conceitos da EC para alguns seguimentos, como química verde, gestão de processos e de resíduos sólido e a aplicação em uma determinada região, o que demonstra a atuação da EC em diferentes contextos e evidencia a sua relevância para soluções concretas e sustentáveis em setores específicos da economia. Essa abordagem ampla contribui para uma compreensão mais completa da Economia Circular e destaca seu potencial para promover a sustentabilidade em diferentes áreas.

Dentre as temáticas dos artigos mais citados, nota-se a ausência de diversidade aplicação da EC, apenas três dos artigos são sobre estudo de casos. Temas como

reciclagem de outros resíduos, como o de construção civil, reaproveitamento energético, como compostagem e biodigestão, e beneficiamento poderiam ser abordados.

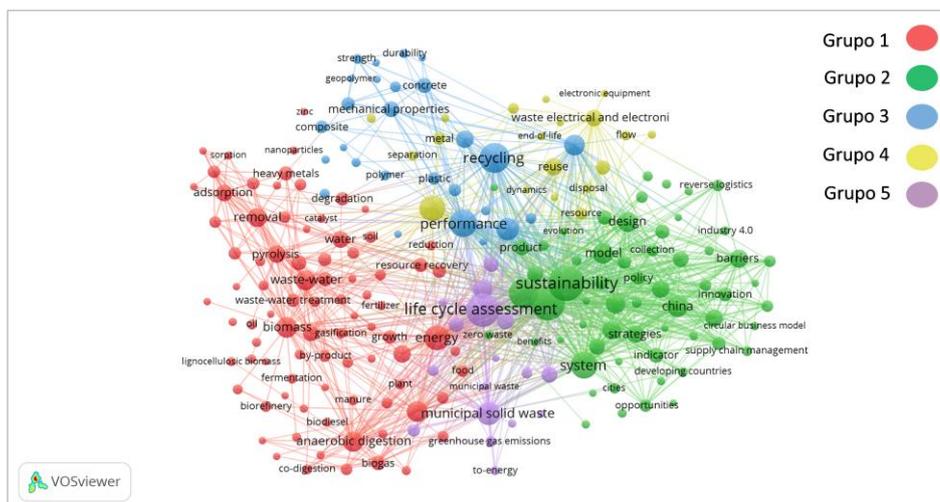
### 3.3 Co-ocorrência de palavras-chave

A identificação das palavras-chave mais frequentes possibilitou a análise dos temas mais abordados pelos autores. Dessa forma, reciclagem lidera os dez principais temas com a ocorrência de 581, seguido por sustentabilidade (n = 569), gerenciamento de resíduos (n = 474); avaliação do ciclo de vida (n = 252), desenvolvimento sustentável (n = 175), resíduo de comida (n = 146), digestão anaeróbica (n = 130), simbiose industrial (n = 121), resíduos sólidos municipais (n = 120) e recuperação de recursos (n = 120).

Através do software VOSviewer, analisou-se a co-ocorrência de palavras-chave de uma forma geral, considerando as escolhidas pelos autores e as definidas pelo recurso Keyword Plus da WoS. Conforme a Figura 5, as palavras foram divididas em cinco clusters (grupos) representados por cores distintas. As conexões feitas entre eles são representadas pelas linhas, cada círculo retrata uma palavra-chave e o seu tamanho é influenciado pela quantidade de ligações feitas por cada uma delas. Os grupos foram nomeados de acordo com a palavra de maior ocorrência e mais ligações.

O grupo 1 chama-se energia, o grupo 2 é sustentabilidade, o 3 é reciclagem, o 4 recuperação e o 5 avaliação do ciclo de vida. Nota-se que os grupos foram divididos por áreas da economia circular, tipos de tecnologia aplicadas e por tipos de resíduos.

Figura 5: Co-ocorrência de palavras-chaves a partir do VOSviewer.



Fonte: adaptado de WoS (2023)

O grupo 1 caracteriza-se por palavras que indicam a geração de energia através das tecnologias para tratamento de efluentes, destinação de lodo ativado e de resíduos orgânicos. Compostagem, biomassa, digestão anaeróbica representam as tecnologias de destinação e fertilizantes, biogás, biodiesel e biochar os produtos finais que podem ser reinseridos na cadeia produtiva. Ao buscar por essas palavras, encontram-se trabalhos referentes a reutilização de águas residuais, utilização térmica do lodo de tratamento de efluente, utilização de algas para digestão anaeróbica, aplicação de biorresíduos como biossorventes para remoção de metais pesados, o uso de biofertilizantes na produção agrícola.

O grupo 2 tem uma característica voltada para as diretrizes da economia circular, como sustentabilidade, gestão, projeto, gerenciamento de resíduos, desenvolvimento sustentável, sistema, desafios, estratégias, inovação, economia, eficiência, estrutura, simbiose industrial e ecologia industrial. São palavras que fundamentam a EC e que têm ligação com todos os outros grupos.

O grupo 3 volta-se para reciclagem do plástico e de resíduo de demolição e construção civil, traz palavras voltadas ao comportamento do resíduo, impacto causado, propriedades mecânicas e desempenho. Há muitos estudos que abordam sobre os impactos ambientais, redução do consumo e reciclagem do plástico, como se pode observar no artigo *Environmental impacts of post-consumer plastic wastes: Treatment technologies towards eco-sustainability and circular economy* (CHAWLA et al., 2022), que trata de todos esses temas na perspectiva da EC. Por outro lado, a área de reciclagem de resíduos de construção e demolição civil mostrou-se emergente, com muitos trabalhos sobre a avaliação da eficiência da gestão do resíduo para a EC, conforme aborda Bao & Lu (2020) e suas aplicabilidades, como mostra o artigo *Recycled Aggregates Produced from Construction and Demolition Waste for Structural Concrete: Constituents, Properties and Production* (PACHECO; BRITO, 2021).

O grupo 4 traz a recuperação e reuso dos resíduos eletrônicos, com palavras que retratam a composição (cobre) e análise de fluxo de material. A gestão dos resíduos eletrônicos (e-waste) também é uma área em desenvolvimento. Ao filtrar por essas palavras na WoS, são encontradas diversos artigos que abordam sobre a influência econômica da reciclagem (CONSTANTINESCU et al., 2022), assim como os possíveis riscos ambientais, por se tratar de um resíduo perigoso (KAZANCOGLU et al., 2020).

Por último, o grupo 5 é direcionado para a avaliação do ciclo de vida dos resíduos sólidos, com ocorrências de palavras que remetem a tecnologias que não são circulares

(aterro e incineração) e seus impactos ambientais, como mudanças climáticas, emissão de gases de efeito estufa. Ao analisar os artigos correspondentes às palavras do grupo, notam-se estudos que utilizam a avaliação do ciclo de vida para identificar os impactos ambientais causados pelo uso das tecnologias citadas (SAUVE; Van Acker, 2020) e também, para atestar a redução dos impactos e efetividade de tecnologias mais limpas (COSTA; MIRANDA; PINTO, 2022).

Em geral, a análise dos grupos sugere que há uma diversidade de pesquisas relacionadas à economia circular no mundo, em que engloba diferentes aspectos, desde a contextualização e aplicabilidade, e a geração de energia e renda através de tecnologias de destinação de resíduos, como a reciclagem por exemplo. Indica-se um interesse e uma atuação significativa nesse campo, o que contribui para o avanço da EC em busca de soluções mais sustentáveis, econômicas e eficientes na gestão de resíduos, o que impacta positivamente no cenário ambiental internacional.

## CONCLUSÃO

Com base nas publicações da Web of Science, visualizou-se a evolução significativa da pesquisa em Economia Circular entre os anos de 2007 a 2022. Foram identificados 6.472 artigos, com os maiores índices de publicação entre os anos de 2020 a 2022. Esses resultados comprovam que a EC é um tema em ascensão, consolidado em alguns países como Itália, China e Espanha.

Pode-se observar que em países subdesenvolvidos, como alguns países do continente Africano, o progresso da pesquisa ainda encontra-se lento. Conforme (FARIAS et al., 2021), é crucial realizar estudos em economias emergentes para identificar as peculiaridades e desafios para aplicação da EC, além de combater problemas ambientais e promover a sustentabilidade.

O Brasil encontra-se em 6º lugar no ranking dos 10 países que mais publica sobre o tema Posição importante, pois a presença entre os líderes em publicações sobre EC não indica apenas um compromisso com práticas sustentáveis, como oferece benefícios tangíveis em termos de influência global, investimentos, inovação e competitividade.

As distribuições dos cinco grupos, para análise das palavras-chave mais co-citadas, permearam-se entre temas relacionados à energia, sustentabilidade, reciclagem, recuperação e avaliação do ciclo de vida. Recuperação energética através de resíduos orgânicos, tecnologias para tratamento de efluentes e reciclagem do plástico são temas bastante trabalhados. Com oportunidade desenvolvimento da pesquisa em reciclagem de resíduos eletrônicos e resíduos de construção civil.

Esta análise bibliométrica apresentou o cenário mundial do desenvolvimento da pesquisa em Economia Circular com ênfase em resíduos. Para estudos futuros, recomenda-se realizar uma pesquisa mais detalhada em países de economia emergente, para identificar as lacunas e as possibilidades para incentivo da pesquisa, assim como influenciar no desenvolvimento sustentável e econômico do país.

## REFERÊNCIA

ABADIA, Lorena Gamboa. Modelos de negócio alinhados aos princípios da economia circular e sustentabilidade: estudo de múltiplos casos. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2019.

AGRESOT, Ikarin Jael de la Hoz. Economía circular: nuevo modelo económico basado en la rentabilidad económica y sostenibilidad ambiental. 2021.

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. bibliometrics: An r-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, Elsevier, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004 : Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004. 1-5 p.

BAO, Zhikang; LU, Weisheng. Developing efficient circularity for construction and demolition waste management in fast emerging economies: Lessons learned from Shenzhen, china. *Science of The Total Environment*, v. 724, p. 138264, 2020.

BIRKLE, Caroline et al. Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity. *Quantitative Science Studies*, MIT Press One Rogers Street, Cambridge, MA 02142-1209, USA journals-info . . . , v. 1, n. 1, p. 363–376, 2020.

BORRELLO, Massimiliano; PASCUCCI, Stefano; CEMBALO, Luigi. Three propositions to unify circular economy research: A review. *Sustainability*, MDPI, v. 12, n. 10, p. 4069, 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2010. ISSN 1677-7042. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>.

BURDICK, Anne, et al. Um breve guia para as humanidades digitais. *TECCOGS Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP), 2020.

CAETANO, Juliana Argente. Reaproveitamento do resíduo Terra da Shredder através da técnica de solidificação/estabilização em matrizes de cimento Portland para aplicação na construção civil. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2016.

CHAWLA, Shashi et al. Environmental impacts of post-consumer plastic wastes: Treatment technologies towards eco-sustainability and circular economy. *Chemosphere*, v. 308, p. 135867, 2022.

PRIVATE. KeyWords Plus generation, creation, and changes. 2022. Clarivate. Disponível em: <[https://support.clarivate.com/ScientificandAcademicResearch/s/article/KeyWords-Plus-generation-creation-and-changes?language=en\\_US](https://support.clarivate.com/ScientificandAcademicResearch/s/article/KeyWords-Plus-generation-creation-and-changes?language=en_US)>. Acesso em: 13 junho 2023.

CONSTANTINESCU, Andreea et al. The influence of eco-investment on e-waste recycling-evidence from EU countries. *Frontiers in Environmental Science*, Frontiers, p. 1078, 2022.

CORREIA1, Gabriela Ribeiro et al. Produção científica sobre resíduos de poda urbana: uma análise cienciométrica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 4, p. 1701–1714, 2022.

COSTA, Laura Pires; MIRANDA, Débora Micheline Vaz de; PINTO, José Carlos. Critical evaluation of life cycle assessment analyses of plastic waste pyrolysis. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, v. 10, n. 12, p. 3799–3807, 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. The circular economy in detail. Deep dive. 2023. EMF. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail-deep-dive>>. Acesso em: 16 agosto 2023.

EMF. Circular economy systems diagram. 2019. EMF. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>>. Acesso em: 29 agosto 2023.

\_\_\_\_\_. The biological cycle of the butterfly diagram. 2022. EMF. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/the-biological-cycle-of-the-butterfly-diagram>>. Acesso em: 29 agosto 2023.

\_\_\_\_\_. The technical cycle of the butterfly diagram. 2022. EMF. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/the-technical-cycle-of-the-butterfly-diagram>>. Acesso em: 29 agosto 2023.

ENERGIES. About Energiese. 2023. MDPI. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/journal/energies/about>>. Acesso em: 13 junho 2023.

FARIAS, Fabíola Gomes et al. Uma década de estudos sobre economia circular: tendências e reflexões através de análise bibliométrica internacional. *Internext*, v. 16, n. 3, p. 289–305, 2021.

FOSTER, Allan; ROBERTO, Samanta Souza; IGARI, Alexandre Toshiro. Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. *Encontro internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente*, São Paulo, 2016.

GUEDES, Vania Lisboa da Silveira. A bibliometria e a gestão da informação e do conhecimento científico e tecnológico: uma revisão da literatura. *PontodeAcesso*, v. 6, n. 2, p. 74–109, 2012.

HOMRICH, Aline Sacchi et al. The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 175, p. 525–543, 2018.

INDÚSTRIA, Confederação Nacional da. *Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira*. 2018.

JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION. About the journal. 2023. Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cleaner-production>>. Acesso em: 13 junho 2023.

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. About the journal.

2023. Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-environmental-management>>. Acesso em: 13 junho 2023.

JUNGK, Isabel. A aliança entre humanidades e tecnologias computacionais e a ressignificação de conhecimento. *TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, n. 21, 2020.

KAZA, Silpa et al. *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. [S.l.]: World Bank Publications, 2018.

KAZANCOGLU, Yigit et al. Risk assessment for sustainability in e-waste recycling in the circular economy. *Clean Technologies and Environmental Policy*, Springer, p. 1–13, 2020.

KORHONEN, Jouni et al. The circular economy is a contested concept—*Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 175, p. 544–552, 2018.

LIMA, Iara Lícia Pereira; SILVA, Thamirys Suelle da; EL-DEIR, Soraya Giovanetti. Aplicação da economia circular nos resíduos sólidos da indústria têxtil: *Bibliometria. Revista Brasileira de Meio Ambiente & Sustentabilidade*, v. 2, n. 2, p. 5–27, 2022.

OLIVEIRA, Luis Felipe Rosa de; MARTINS, Dalton Lopes. O estado da arte em pesquisas sobre humanidades digitais no brasil. *PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP*, v. 10, n. 1, p. 09–20, 2017.

PACHECO, João; BRITO, Jorge de. Recycled aggregates produced from construction and demolition waste for structural concrete: Constituents, properties, and production. *Materials*, v. 14, n. 19, 2021.

RESOURCES, CONSERVATION & RECYCLING. About the journal. 2023. Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/journal/resources-conservation-and-recycling>>. Acesso em: 13 junho 2023.

SAUVE, Giovanna; Van Acker, Karel. The environmental impacts of municipal solid waste landfills in Europe: A life cycle assessment of proper reference cases to support decision making. *Journal of Environmental Management*, v. 261, p. 110216, 2020.

SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT. About the journal. 2023. Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/journal/science-of-the-total-environment>>. Acesso em: 13 junho 2023.

SEMBAY, Marcio et al. Aplicação da lei de bradford a pesquisas relacionadas a open government. In: *FACULTAD DE COMUNICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN Y*

SERVICIO DE PUBLICACIONES DE LA Anales de Documentación. [S.l.], 2020.v. 23, n. 1.

SMIT, Johanna Wilhelmina et al. HUMANIDADES DIGITAIS, BIG DATA E PESQUISA CIENTÍFICA. São Paulo: Fundação Fernando Henrique Cardoso (FFHC), 2021.

SUSTAINABILITY. About Sustainability. 2023. MDPI. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/journal/sustainability/about>>. Acesso em: 13 junho 2023.

TIOSSI, Fabiano Martin; SIMON, Alexandre Tadeu. Economia circular: suas contribuições para o desenvolvimento da sustentabilidade. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 2, p. 11912–11927, 2021.

WARDIKAR, Vijay Ganesh Viju. Application of br application of Bradford's law of scattering t s law of scattering to the liter o the literature of library information science: A study of doctoral theses citations submitted to the universities of Maharashtra, India. Library Philosophy and Practice (e-journal), n. 1054, 2013.

WASTE MANAGEMENT. About the journal. 2023. Elsevier. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/journal/waste-management>>. Acesso em: 13 junho 2023.