

Análise conceitual e estratégias de implementação da economia circular no contexto urbano



Brasília

2022

JESSICA COSTA SPEHAR



PPG-FAU

Programa de Pós-Graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de Brasília

Análise conceitual e estratégias de implementação da economia circular no contexto urbano

Jessica Costa Spehar

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade de Brasília para obtenção de título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Projeto e Planejamento Urbano e Regional

Orientador: Rômulo José da Costa Ribeiro

Brasília

2022

Página de autorização a reprodução e divulgação do trabalho

Imagem da capa (“Conheça a economia circular, o modelo econômico”, 2018)

Nome: SPEHAR COSTA, Jessica

Título: Análise conceitual e estratégias de implementação da economia circular no contexto urbano

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade de Brasília para obtenção de título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Projeto e Planejamento Urbano e Regional

Orientador: Rômulo José da Costa Ribeiro

Aprovada em: ___/___/___

Banca examinadora

Rômulo José da Costa Ribeiro – UnB

Raquel Naves Blumenschein - UnB

Eugenia Aumond Kuhn - UFRGS

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

Ficha catalográfica

--

PRÓLOGO

Antes de apresentar a pesquisa, é válido mencionar a trajetória da escolha do tema, que foi construída ao longo de experiências profissionais e pessoais vivenciadas. O ponto de partida foi o trabalho realizado na Companhia de Desenvolvimento Habitacional do DF, iniciado em 2015, por meio de convite do arquiteto Gilson Paranhos, para um trabalho desafiador e inovador, até então. Trata-se da criação e implementação do programa de Assistência Técnica de Habitação de Interesse Social (ATHIS) no setor público da capital. Foi tido como referência nacional e internacional por seus resultados, e é de extrema satisfação ter colaborado com o êxito do trabalho. O que inclui todas as dificuldades enfrentadas, que me proporcionou crescimento profissional e pessoal por meio da imersão em comunidades de baixa renda. Foi possível colaborar, em conjunto com as comunidades locais, com espaços urbanos mais qualificados e moradias mais dignas à parcela excluída de muitas ações do estado. Essa experiência reforça indagações pessoais, e a respeito da profissão do arquiteto e urbanista e seu papel na sociedade. Apesar do reconhecimento do trabalho, me sentia incompleta por ter atingido pequena parcela de moradores diante de tantas urgências.

Certamente se o tema desta pesquisa fosse Assistência Técnica de Habitação de Interesse Social, palavras não me faltariam e sua fluidez seria certa. As comunidades e os amigos que fiz nessas localidades me motivaram a buscar fazer a diferença de alguma forma, ao desprender da escala residencial social para a urbana. Ao tentar compreender como a cidade em que moram poderia corroborar com redução de desigualdade social e econômica existentes de forma a respeitar o meio ambiente.

A falta de infraestrutura básica, a ocupação desenfreada em áreas de risco e de preservação natural, o volumoso descarte incorreto de resíduos em ruas e em córregos, chamaram ainda mais minha atenção. Pois consequências pontuais como estas repercutem para a sociedade como um todo. A forma que habitamos e cuidamos de nossos recursos apresentam consequências para todo Planeta Terra, como é mostrado nas mídias nacionais e internacionais. O período de Pandemia, iniciada em 2021,

proporcionou uma pausa forçada na rotina, muitas vezes automatizada. Período de reflexões individuais sobre as consequências das ações coletivas foram presentes.

O descuido com a geração de nossos resíduos continuava me chamando atenção. Noto a quantidade de plásticos e garrafas de vidro na margem do Lago Paranoá e presencio a redução alarmante do seu nível de água ao remar. Viagens a lazer passaram a ser diferentes, passei a observar os resíduos e sua disposição, principalmente em praias. Até mesmo os locais considerados mais preservados no Brasil, a presença de plástico é latente.

Na pós-graduação, quando participei da aula do professor Rômulo, percebi o quanto a destinação de resíduos está fora de controle quando foi apresentada a turma uma imagem de nosso planeta. Ele então indagou sobre o que poderiam ser os (muitos) pontos brancos em volta da Terra. A surpreendente resposta foi que se tratava de resíduos de satélites em sua órbita.

Ao me inscrever no mestrado, meu propósito não foi apenas a obtenção de título, possibilidade de aumento de salário ou status profissional. Estava em busca de compreender o que os estudos científicos estavam abordando para resolução de questões ambientais como as que estava observando. Ademais, que se ofertassem oportunidades sociais e atrativas do ponto de vista financeiro, diante da prevalência do modelo econômico adotado. Paralela a essa trajetória de estudos participei de seleções sobre empreendedorismo de impacto social. O que me proporcionou debates ricos com pessoas interessadas em gerar valor de forma respeitosa ao meio ambiente. Foi então que ouvi, pela primeira vez, sobre economia circular. Desde então passei a observar atividades circulares que estavam acontecendo, mas que não havia me atentado antes. Estabelecimentos, principalmente mercados alimentícios e lojas de vestuário usam esse termo como marketing sustentável. Por fim, me veio a indagação o que é economia circular e como é vista no contexto urbano?

Assim, com período letivo já iniciado, a mudança do tema de pesquisa ocorreu. A “Análise de sintaxe e morfologia urbana em ocupações informais” iria ficar para outra oportunidade.

AGRADECIMENTOS

Aos professores da pós-graduação da UnB que me proporcionaram reflexões valiosas ao trabalho: Valério Medeiros, por sua disponibilidade em revisar meu projeto de pesquisa. Ao Rômulo Ribeiro, Frederico Holanda, Liza Andrade e Yaeko Yamashita, pelos ensinamentos ao longo desta trajetória. Em especial as professoras que participaram da banca de qualificação e defesa com suas ricas e minuciosas contribuições favoráveis ao aperfeiçoamento do trabalho: Raquel Blumenschein (UNB) e Eugenia Kuhn (UFRGS). Aos colegas da pós-graduação com quem me conectei virtualmente nessa jornada concomitante ao momento pandêmico.

Aos amigos que fiz nas comunidades por onde passei, em especial a Fercal. Espero que algum dia eu possa retribuir com os frutos deste trabalho.

As obras que fazem parte da minha profissão e que me permitem refletir sobre a geração de resíduos da construção civil. Me faz repensar que apenas descartar e tornar o processo mais célere não condiz com a responsabilidade cidadã e ética da arquitetura. Assim como pensar em projetos que reduzam geração de resíduos, e em obras com destinação de materiais em locais apropriados, ou para doação daqueles em bom estado.

A amiga Maritza Dantas que me incentivou durante toda trajetória, a começar pela motivação para me inscrever no PPG da FAU/UnB, e por me acalantar em momentos de dúvidas.

A amiga Manuella Coelho que me incentivou no ingresso na Secretaria de Desenvolvimento Urbano e de Habitação do Distrito Federal. Onde trabalho, e participo da Diretoria Estudo de Monitoramento Territorial, na coordenação de Planejamento e Sustentabilidade Urbana. Dentre as atividades desenvolvidas, colaborar com a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial me deixa motivada pelos debates em grupo. Estes que geram curiosidade e interesse por parte da equipe sobre as estratégias circulares que menciono. Sou grata por permitirem espaço de fala para divulgar economia circular, e por todo aprendizado em equipe. Em especial, ao amigo

José Mario Pacheco por trocas diárias no trabalho e por ser inspiração de simplicidade e de profissionalismo.

Ao André Borges, pela parceria nos momentos de estudo e de vida. Pelo incentivo e demonstrações de afeto e amor, essenciais nessa jornada. Ao Manoel Brod, amigo que me proporcionou trocas ricas sobre vida acadêmica.

A minha família por acreditar em minhas escolhas, pela compreensão de minha ausência em alguns momentos. Carlos, Evani, Mariana, Gabriela e Daniel: vocês são meus exemplos e alicerce. Aos meus sobrinhos: Julia, Rafael, Isabela, Helena, Luiza e Dante, pelas brincadeiras divertidas e por todos os abraços apertados. Principalmente nos dias de maior dedicação aos estudos, os tornando menos exaustivos.

Por fim, agradecimento especial ao meu pai, Carlos Roberto Spehar. Profissional apaixonado por sua área de conhecimento, e que deixa seu legado registrado por onde passa ou permanece. Mesmo já não pertencendo mais ao quadro de docentes na Universidade de Brasília, me orientou durante toda essa caminhada. Sempre esteve ao meu lado, e me fez sentir acolhida, como filha e pesquisadora.

“Eu também quero a volta à natureza. Mas essa volta não significa ir para trás, e sim para frente”

Friedrich Nietzsche

RESUMO

A Revolução Industrial proporcionou mecanização e simplificação dos processos que levaram ao aumento da produção para atender à demanda populacional e ao desenvolvimento rápido e desordenado das cidades. O preço da expansão urbana foi a intensa e crescente extração de recursos naturais e adequação de infraestruturas para atender os novos arranjos socioespaciais. A economia circular (EC) surgiu como alternativa de substituir o modelo linear de produção e consumo. Incluída nos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU, com restauração e regeneração em toda cadeia de valor. Este trabalho tem como objetivo investigar por meio de análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura, a economia circular aplicada em contextos urbanos, a fim de identificar estratégias de implementação. É feito o mapeamento da importância da EC para atividades sustentáveis, por meio de análise de 888 publicações da base de dados da *Scopus*. Em seguida, o agrupamento de pesquisas com temáticas semelhantes, e o agrupamento em categorias e subcategorias de estratégias circulares. Os resultados foram obtidos em diferentes escalas: macro (cidades), meso (edifício) e micro (material). Perpassam por estratégias que envolvem recursos e infraestrutura urbana como água, energia, resíduo e mobilidade. A pesquisa ainda destaca a importância da gestão para o sucesso de sua implementação. Como análise de desafios e oportunidades, o envolvimento de agentes participativos, tecnologia, avaliação, conscientização e educação. Assim, de forma ampla e específica, espera-se contribuir com diretrizes para conduzir gestores públicos e demais interessados a fomentar ações circulares.

Palavras-chave: Economia circular urbana. Planejamento urbano estratégico. Gestão de resíduos urbanos. Estratégias circulares. Cidade resiliente. Análise bibliométrica.

ABSTRACT

The Industrial Revolution met the mechanization and simplification of processes that led to increased production for population demand and the rapid and disorderly development of cities. The expansion of urban was growing and resources of natural and intense resources to meet the new socio-spatial arrangements. The circular economy (CE) emerged as an alternative to replace the linear model of production and consumption. Including in the UN development goals, replacing the end-of-life concept with sustainable construction and maintaining the value environment throughout the construction. This work aims to investigate, through systematic bibliographic analysis and literature review, an economics circular applied in urban contexts, in order to identify implementation strategies. Activity mapping is carried out for 888 CE surveys through Scopus. Then the grouping of searches with similar similarities, and as dividing into categories and subcategories of circular strategies. The results were obtained at different scales: macro (cities), meso (building) and micro (material). They permeate urban through strategies that involve resources and infrastructure such as water, energy, humidity and mobility. The research also highlights the importance of management for the success of its implementation. As an analysis of challenges and opportunities, the involvement of participatory agents, technology, evaluation, awareness, and education. Thus, it is expected in a specific and specific way, it will contribute with guidelines to promote public management and complement circular actions.

Keywords: Urban circular economy. Strategic urban planning. Urban waste management. Circular strategies. Resilient city. Bibliometric analysis.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	26
1. Apresentação do tema	26
2. Justificativa	29
3. Problema e questão de pesquisa	30
3.1. Questão de pesquisa	31
4. Objetivos da pesquisa	31
5. Delimitações	32
6. Limitações	32
7. Estrutura da dissertação	33
CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO	36
1. Relação de produção e consumo no espaço urbano	36
1.1. Consumo, crescimento populacional e expansão urbana	36
1.2. Consequências sociais, econômicas e ambientais	38
2. Circularidade no contexto urbano	41
2.1. Contexto mundial de implementação	45
2.1.1. Economia Circular Urbana na China	47
2.1.2. Cidades-piloto.....	50
CAPÍTULO II: MÉTODOS	55
1. Escolha da base de dados	56
2. Pesquisa geral – Termo: <i>Circular Economy</i>	57

3. Fluxograma das etapas de pesquisa	60
CAPÍTULO III: RESULTADOS	63
4. Análise bibliométrica de Economia Circular Urbana.....	63
4.1. Classificação das categorias e subcategorias.....	65
5. Categoria: Gestão da Economia Circular no contexto urbano.....	68
5.1. Subcategoria: Agentes participativos, incentivos fiscais e legais	73
5.2. Subcategoria: Desafios e Oportunidades.....	76
5.3. Subcategoria: Educação e Conscientização	77
5.4. Subcategoria: Tecnologia.....	78
5.5. Subcategoria: Avaliação e indicadores	80
6. Categoria: Estratégias de Recurso e infraestrutura	84
6.1. Subcategoria: Água.....	85
6.2. Subcategoria: Energia.....	86
6.3. Subcategoria: Resíduo.....	87
6.4. Subcategoria: Mobilidade.....	90
7. Categoria Macro: cidade	92
7.1. Economia Circular e Sustentabilidade.....	95
7.2. Metabolismo urbano e Metabolismo Circular	98
8. Categoria Meso: edifício	100
9. Categoria Micro: material.....	102
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Economia linear, reciclagem e circularidade no contexto global	40
Figura 2: Diagrama do Sistema de Economia Circular.....	42
Figura 3: Economia circular na China	47
Figura 4: Cronologia de implementação de estratégias circulares na China.....	50
Figura 5: Métodos e etapas de pesquisa	56
Figura 6: Análise de economia circular no país e em cidades (China) utilizando base de dados <i>Scopus</i>	58
Figura 7: Publicações sobre economia circular (EC) por país ou território.....	59
Figura 8: Quantidade de publicações/ano sobre economia circular (EC).....	60
Figura 9: Rede de análise bibliométrica abordando o tema <i>Circular economy cities</i>	64
Figura 10: Valor relativo, expresso por tamanho, de palavras termos associadas à economia circular urbana.	65
Figura 11: Classificação de pesquisas conectadas à economia circular	66
Figura 12: Classificação por categorias de pesquisas conectadas à economia circular	67
Figura 13: Esquema com gestão e escalas de estratégias circulares.....	68
Figura 14: Estrutura circular urbana.	70
Figura 15: Subcategoria - Agentes participativos	73
Figura 16: Desafios e oportunidades para implementação de estratégias circulares....	77
Figura 17: Ferramentas de Tecnologia	79
Figura 18: Subcategorias de Recurso e Infraestrutura.....	85
Figura 19: Participação do governo em todo o processo de gestão de resíduo da construção civil.....	88

Figura 20: Subcategorias da escala macro: cidade.....	92
Figura 21: O metabolismo de uma região	99
Figura 22: O novo metabolismo de uma região.....	100
Figura 23: Subcategorias de EC em Edifício.....	101
Figura 24: Subcategorias de Material.....	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estratégias municipais de ação em área urbana e rural de Dalian, China ...	51
Quadro 2: Fluxograma da Etapa I do trabalho - Preparação da pesquisa.	61
Quadro 3: Tipos de intervenção política circular urbana, adaptados da EMF (2015)....	70
Quadro 4: Tipos de intervenção política circular urbana, adaptados da EMF (2015)....	72
Quadro 5: Descrição algumas ferramentas de Tecnologia	79
Quadro 6: Principais avaliações de sistema de indicadores de economia circular (EC)	81
Quadro 7: Facilitadores e inibidores	90
Quadro 8: Descrição de Subcategorias da escala macro: cidade	93
Quadro 9: Sustentabilidade e Economia Circular	96
Quadro 10: Descrição de Subcategorias de EC em Edifício	101
Quadro 11: Descrição de Subcategorias de Material	103

INTRODUÇÃO

1. Apresentação do tema

A Revolução Industrial teve papel preponderante na transformação social. Ocorreram mudanças rápidas e profundas nos sistemas organizacionais das empresas e governos, no comportamento da sociedade e em novos arranjos socioespaciais urbanos. A relação de produção, fluxos e consumo de produtos para atender à crescente demanda populacional passa a ser revista, no que tange os impactos em vários aspectos, sociais, econômicos e ambientais.

Os componentes urbanos são importantes, não apenas ao desenvolvimento social e econômico como a conservação ambiental (UNITED NATIONS, 2019a). Processos acelerados da expansão urbana têm exigido automação produtiva, a qual indica privilegiar a quantidade em detrimento da qualidade, afastando do ser humano de servir e colaborar (MUMFORD, 1998). O avanço econômico é frequentemente acompanhado por consumo de material e de energia, além de poluição ambiental (WANG et al., 2018).

Práticas observadas em cidades no contexto mundial revelaram que medidas econômicas continuam sendo um dos meios mais eficazes de conservar o meio ambiente e os recursos, além da necessidade de constantes adaptações na gestão e planejamento das cidades, que perduram até os dias de hoje. Por muito tempo, o crescimento econômico teve como métrica principal o Produto Interno Bruto (PIB) produzido por esses espaços, na busca incessante por geração de produtos e pelo consumo desenfreado da cultura consumista.

Com as mudanças climáticas, um dos principais desafios globais a serem enfrentados, é o tipo de avaliação do desenvolvimento. Este tem sido questionado, uma vez que os aspectos sociais e ambientais devem ser contemplados na análise do progresso em base sustentável. A conscientização sobre os recursos finitos do planeta Terra, seu esgotamento e o entendimento que ações do passado e do presente podem ameaçar o bem-estar de futuras gerações. Com isso levaram a academia, estado e

demais organizações da sociedade a repensarem no seu papel no ecossistema. A economia circular surgiu como alternativa de substituir o modelo linear de produção e consumo, com fluxo de materiais em um sistema fechado. Essa abordagem tem sido reconhecida pela Organização das Nações Unidas como de grande potencial para manter a integridade do meio ambiente, podendo proporcionar equidade entre países e gerações. As interconexões de comunidades, com participação responsável dos integrantes, devem desempenhar papel relevante na consolidação da economia circular.

Desastres naturais, poluição, aquecimento global e escassez de água têm colocado em risco a fonte de recursos e sobrevivência da humanidade. A urbanização e as mudanças climáticas têm incentivado as cidades a traçar novos caminhos para um futuro equilibrado (PRENDEVILLE; CHERIMB; BOCKENB, 2017). As pessoas deverão ocupar o centro de desenvolvimento em base sustentável. Dentre desafios mais urgentes na cidade, encontra-se a escassez de recursos levando ao modelo de Economia Circular como estratégia de desenvolvimento nacional, visando melhorar a eficiência no uso de material e energia.

O atual sistema socioeconômico linear, com descarte de produtos no final de seu ciclo de vida, é a principal causa de esgotamento, pois a produção de resíduos tem sido grande e diretamente proporcional à população (SU et al., 2013). A economia circular (EC) é um modelo econômico alternativo que substitui o sistema predominante do tipo *take-make-despose* – extrair, produzir e descartar. Defende a restauração, regeneração e reciclagem de materiais de alto valor, propondo que os recursos sejam reutilizados, renovados ou retornados à natureza (BOLGERA; DOYON, 2019). A circularidade dos componentes do produto descortina grande oportunidade de resposta para a gestão ineficiente de recursos (ACELEANU et al., 2019).

O conceito de economia circular (EC) se origina do pensamento ecológico-industrial e da filosofia “ganha-ganha”. Ou seja, economia e meio ambiente podem conviver em harmonia (GENG et al., 2012). Desenvolveu-se, em resposta à insatisfação com o modelo de economia linear, fluxos de recursos que substituem o conceito de fim de vida com restauração e regeneração da cadeia de valor, (GEISSDOERFER et al., 2017a).

Apontam-se três aspectos relevantes: fechamento de loops de uso de recursos por reciclagem, desaceleração de loops por prolongamento da vida útil de materiais e produtos, e estreitando laços ou reduzindo o uso de matérias-primas (BOLGER; DOYON, 2019).

Na visão tradicional considera-se a reutilização e a reciclagem de material como forma de contribuir para a extensão do ciclo de vida dos produtos. Porém, com base na visão mais ampla, é necessário pensar não apenas o consumo e produção de bens e serviços. Inclui-se, ainda, uso mais eficiente e eficaz de energia renovável, como transformação de resíduos de materiais inseridos a novos fluxos de produção. A abordagem sistêmica reforça como cada elemento influencia na funcionalidade de todo o processo (ACELEANU et al., 2019).

O sucesso da abordagem circular requer mudanças de atitude em toda a sociedade, por meio de educação, informação e o incentivo à participação ativa do público, aumentando a conscientização das pessoas (SU et al., 2013), além de integração de agentes, ações e instrumentos relevantes. Adotar esse modelo econômico proporciona redução de material de consumo e geração de resíduos, o que promove maior eficiência no uso de recursos. Por essa razão a EC está recebendo mais atenção em todo o mundo. Exemplo de destaque é a China, que tem grandes planos políticos para atender essa circularidade, e os países europeus – como Itália, Espanha e Portugal, que descobriram a transição para esse modelo econômico, reduzindo consideravelmente as emissões de carbono (DE ANDRADE JUNIOR; ZANGHELINI; SOARES, 2017).

O planejamento das cidades e as estimativas populacionais permitem gestão de políticas públicas eficientes, podendo antecipar problemas, promovendo o uso e ocupação sustentável do solo e zelando pelo equilíbrio dos ecossistemas naturais. Tem implicações não apenas para a área localizada na cidade, mas em nível global (THE WORLD BANK, 2021). Além de permitir envolver a comunidade na gestão de resíduos e demais ações estratégicas da economia circular nas cidades (IZDEBSKA; KNIELING, 2021).

2. Justificativa

Apenas 6% das publicações sobre economia circular tratam do contexto urbano, de acordo com análise do banco de dados da *Scopus*. O tema ainda é visto mais como estratégia voltada para o ciclo produtivo e para o descarte de materiais, do que como estratégia sistêmica urbana. Publicações de estudos e práticas circulares se concentram, em sua maioria, em países desenvolvidos, como China, Japão e países da Europa, em especial a Itália. O Brasil, Índia e Chile são dos poucos países que não se enquadram nessa classificação, e que publicam sobre o tema.

No Brasil, por exemplo, de 2010 a 2021, foram publicadas 558 pesquisas sobre economia circular. Atualmente já possui 164 novas pesquisas. Quando se trata de circularidade no contexto urbano, foram encontrados 33, e mais da metade publicadas em 2021. Os temas abordam: gestão de resíduos sólidos, reciclagem, coleta seletiva, catadores, transporte, plataforma e tecnologia. Apenas dois artigos brasileiros, tratam sobre o espaço urbano. Um refere-se a política pública em Curitiba (2018), e o outro, sobre revisão crítica e cidade regenerativa (2021). Vale frisar que foram contabilizadas publicações brasileiras de 2018 em diante. O que representa estudos recentes no país e potencial desconhecimento da abordagem circular.

Poucas pesquisas abordam extensivamente, do ponto de vista bibliométrico, atividades que se cruzam com a circularidade urbana. Não foram encontradas pesquisas que tratem da análise de publicações somadas a parâmetros categóricos, a fim de esmiuçar escalas de aplicação da abordagem no território.

Pressupõe-se que a definição de parâmetros para análise bibliométrica pode auxiliar na identificação de mais atividades circulares relacionadas a implementação no espaço urbano. O que traz latente relevância para pesquisas futuras, do ponto de vista global.

3. Problema e questão de pesquisa

Críticas à economia circular têm sido relacionadas a abordagem pouco clara (POMPONI; MONCASTER, 2017), além da análise conceitual não ter definição aceita por unanimidade (ACELEANU et al., 2019). Prendeville et al. (2018) descrevem como restrita a gestão de resíduos urbanos aplicada a modelos de negócios em empresas. Estratégias circulares têm diferido das que são aplicadas às cidades. Portanto, torna-se necessário desvendar o como e o porquê dessa abordagem no contexto urbano. Ou seja, o potencial da Economia Circular (EC) e de sua aplicabilidade têm sido reconhecidos. Porém, o conceito de cidade circular precisa de reflexão crítica, bem como métricas e indicadores para evidenciar avanços em direção à sustentabilidade.

A compreensão do conceito de EC, principalmente por parte dos gestores públicos, torna-se necessária para se fomentar diretrizes e implementações nas cidades (PRENDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018). Alguns desafios podem dificultar adoção da EC como falta de informação e conscientização dos atores envolvidos na regulação, fiscalização e gestão pública. Estas contribuem para acelerar a transição, necessitando incentivos econômicos, tecnologias inclusivas e de indicadores de desempenho para avaliar cidades que utilizam o modelo (SU et al., 2013).

Motivos para adotar princípios EC na escala urbana não faltam. Por exemplo: pode-se alocar recursos para segurança ambiental, logo promovendo o bem-estar dos habitantes; reduzindo o custo de matéria-prima; auxiliando na resolução de problemas decorrentes dos resíduos urbanos. Pode ainda contribuir na redução de mudanças climáticas, uma vez que a diminuição no uso de novos produtos, evita a degradação de novas áreas, preservando a natureza e o equilíbrio do ecossistema (ACELEANU et al., 2019). EC tem sido definida como um sistema regenerativo em que as entradas de recursos, as produções de resíduos e o gasto de energia são minimizados pela desaceleração e fechamento de cadeias produtivas (GEISSDOERFER et al., 2017a). A economia circular engloba uma infinidade de conceitos diferentes com a finalidade de prolongar a vida útil dos materiais e reduzir efeitos poluentes da produção, dissociando

o crescimento econômico dos danos ambientais (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (EMF), para a eficácia desse sistema, são necessários alguns princípios como o de preservar e valorizar o capital natural e otimizar recursos e aumentando o rendimento. Existem diversos caminhos alternativos para a criação de valor que têm como premissa o conceito de recursos finitos (WANG et al., 2018). Em uma análise bibliométrica abrangente, identificaram-se onze conceitos distintos, mas similares, relacionados à sustentabilidade urbana. Mesmo diante do crescente uso do conceito de EC por parte dos legisladores, pouco se tem relacionado a cidades circulares, o que se soma a necessidade de mais dados empíricos sobre o tema (DE JONG et al., 2015).

A ausência de consenso sobre o que seja cidade circular e a necessidade de identificar como e por que da utilização dessa abordagem, e principalmente quais suas estratégias, tem se tornado a base de investigação desta pesquisa exploratória. Portanto, entende-se que haja necessidade de identificar ferramentas e metodologias eficazes para permitir a transição urbana na adoção da economia circular (BOLGER; DOYON, 2019).

3.1. Questão de pesquisa

Esta pesquisa teve, como norteadora, a seguinte questão: *A partir da análise bibliométrica, da compreensão conceitual e de experiências práticas em diferentes países, o que é a economia circular e quais estratégias vêm sendo implementadas em escala urbana?*

4. Objetivos da pesquisa

A pesquisa teve, como objetivo principal, *investigar por meio de análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura, a economia circular aplicada em contextos urbanos,*

a fim de compreender suas formas e estratégias de implementação. Espera-se que se possa nortear e instigar gestores públicos, e demais interessados, a colaborarem com a prática circulares. Para alcançar esse propósito, tem-se como objetivos específicos:

- Realizar análise bibliométrica de publicações relacionadas a “*circular economy cities*” no período de 2010 a 2021, com a utilização da base de dados da *Scopus*.
- Identificar estratégias de implementação de economia circular no espaço urbano, e seus agentes participativos;

5. Delimitações

Para atender o objetivo do trabalho de identificar processos, estratégias práticas da EC, foi realizada revisão de literatura por meio de artigos científicos, principalmente, de autores mais citados, e documentos elaborados pela Ellen MacArthur Foundation (EMF).

O banco de dados bibliométricos tem como sua fonte a *Scopus*, determinado pelo intervalo de publicações de 2010 a 2021, referentes a estudos globais sobre o tema. Isto é, não foi delimitado territorialmente as publicações e práticas circulares citadas.

6. Limitações

A China é o país referente em economia circular urbana, e as crescentes publicações relatam estudos práticos em cidade pilotos e gestão pública que foram essenciais para implementação. Muitos autores citam o relatório da Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma, e demais documentos do governo chinês. Mas, em geral, quando estes são acessíveis, estão incompletos. Seria de grande valia poder acessá-lo na íntegra para compreender os resultados obtidos, tendo em vista replicação da abordagem circular em outras cidades do mundo.

Outra limitação desta pesquisa foi o tempo disponível para dissertação associada à mudança de tema do projeto de pesquisa, tendo seu início concomitante ao da pandemia COVID-19, envolvendo imprevistos de cronograma acadêmico e pessoal. Por ser um tema relativamente novo, demandou mais tempo de análise e compreensão sistêmica para prosseguir com estudos mais aprofundados. Desta forma, resultados mais avançados, previstos inicialmente, como estudo de caso, não ficarão prontos a tempo da finalização desta pesquisa, sendo objeto de estudo futuro. Assim, optou-se por ajustar a pesquisa ao cronograma disponível, com estudo do conceito e estratégias de práticas circulares urbanas que estão sendo implementadas, para posteriormente pesquisar e quantificar resultados.

7. Estrutura da dissertação

Para compreender a questão de pesquisa e atender seus objetivos, o trabalho foi estruturado em três capítulos. O primeiro capítulo apresenta referencial teórico, iniciado com a análise da relação cidade, produção e consumo. Perpassa pelo momento histórico da Revolução Industrial, período de grandes transformações tecnológicas e de transformação socioespacial, promovido pela expansão urbana e demográfica. Trata do período pós Segunda Guerra e a mais recente pandemia. Pondera como esses eventos corroboraram como o aumento da produção e o consumo de bens, e impulsionaram os impactos ambientais, as desigualdades social e econômica presentes.

Em seguida traz aspectos conceituais e práticos de princípios da economia circular no espaço urbano, e os diferencia da economia linear. Apresenta o diagrama Borboleta, ferramenta visual elaborado pela Fundação Ellen MacArthur, que contribui no entendimento da abordagem por esquematização de ações e princípios. Por fim, apresenta a circularidade na escala urbana, e identifica potencialidade no contexto mundial de países que já utilizam a abordagem.

O segundo capítulo trata dos métodos de pesquisa, por meio do estado da arte, sobre estratégias de implementação da economia circular no contexto urbano, a fim de compreender estudos mais relevantes. É feita a escolha da base de dados da *Scopus*,

referente ao período de 2010 a 2021, e desenhado o fluxograma das etapas seguintes para o alcance o objetivo do trabalho. Devido à extensa análise feita, foi possível agrupar e classificar categorias e subcategorias semelhantes, o que permite tipificar e parametrizar outras ações relacionadas a práticas circulares, desde a escala macro da gestão urbana a menor escala do material.

.O terceiro capítulo apresenta os resultados da análise bibliométrica. Trata da gestão da economia circular com a identificação dos agentes participativos e estratégias de viabilidade, que envolve quatro eixos: energia, água, mobilidade e resíduo. Traz ferramentas de fluxos processuais de cima para baixo ou de baixo para cima, intervenções políticas, que envolvem planejamento estratégico, governos locais, parcerias público-privadas, comunidade, tecnologia, empreendedorismo e, indicadores de avaliação de desempenho. Em seguida é detalhado os níveis de implementação e estratégias de recurso e infraestrutura. Por fim, são apresentadas as considerações finais e recomendações para pesquisas futuras.

CAPÍTULO I



CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO

1. Relação de produção e consumo no espaço urbano

1.1. Consumo, crescimento populacional e expansão urbana

O crescimento da produção, desencadeado pela Revolução Industrial, substituiu a Era da Agricultura até o final do século XX. Iniciada na Inglaterra, proporcionou transformações rápidas e profundas em estruturas tradicionais. Com a revolução industrial, houve mudança no conceito de trabalho, modificando indústrias, em decorrência do desenvolvimento tecnológico, econômico e socioespacial (CHIAVENATO, 2011).

Esse marco histórico foi dividido em dois momentos, isto é, a 1ª Revolução Industrial ou revolução do carvão e do ferro (1780 – 1860), quando se substituíram trabalhos manuais por produção mecanizada de máquinas a vapor e oferta de emprego nas regiões das fábricas. Estas favoreceram a veloz migração de pessoas do campo para povoados, acelerando processos de urbanização. A 2ª Revolução Industrial ou Revolução do Aço e eletricidade (1860 – 1914) marcada por substituição do ferro pelo aço, do vapor pela eletricidade. Transformaram-se os transportes e expandiu a indústria, permitindo maior produção e geração de riquezas. A mecanização e simplificação dos processos levou a novas formas organizacionais e divisão de trabalho, aumentando a produção em série ou repetitiva (CHIAVENATO, 2011).

No mercado ocorreu redução de preços dos produtos, devido à acelerada capacidade de produção e aumento da competitividade de forma eficiente. Isto levou as indústrias a buscarem cada vez mais melhorias no âmbito tecnológico, visando suprir a demanda e diminuir o preço final do produto. Por fim, a Revolução proporcionou rupturas organizacionais sobreviventes da Idade Média, avanços tecnológicos, ampliação de mercado e sistema industrial de produção (CHIAVENATO, 2011).

No conjunto, as revoluções industriais ocasionaram crescimento rápido e desordenado das cidades, exigindo mudanças de gestão pública e urbana mais

eficazes. O desenvolvimento urbano surgiu se contrapondo ao modelo pós-liberal, estabelecido no século XIX, por modelos de cidades alternativas. Outros avanços surgiram como criação da lâmpada, eletricidade, gás, telefone, elevador, ferrovias, novos modais de transporte e fábricas a vapor, tornando o meio urbano mais atrativo, principalmente àqueles em busca de melhores condições de vida (CHIAVENATO, 2011).

O crescimento populacional considera vários aspectos, principalmente: taxa de natalidade, mortalidade e fecundidade, além de crescimento migratório e êxodo rural. Outro marco importante foi o período após a Segunda Guerra Mundial por meio de campanhas e tecnologias, que ajudaram a reduzir doenças e mortalidade infantil. Pesquisas recentes, como no Relatório de Perspectivas da População Mundial elaborado em 2019 pelas Nações Unidas, indicam que a população continua crescendo, apesar da taxa de desaceleração, principalmente devido ao envelhecimento e redução da taxa de fertilidade. Outro ponto que vale ressaltar é o crescente movimento migratório internacional em busca por melhores condições de vida. Destaca-se o cenário atual, acarretando alterações no índice de desenvolvimento em alguns países (UNITED NATIONS, 2019a).

Estima-se que a população global cresça, atingindo 8,5 bilhões em 2030, 9,7 bilhões em 2050 e 10,9 bilhões em 2100. Esse crescimento ocorrerá principalmente na África, onde se encontram os países menos desenvolvidos. Países dos demais continentes tendem, em geral, a atingir o pico demográfico e iniciar seu declínio até o final deste século, isso devido, em grande parte, ao envelhecimento populacional (UNITED NATIONS, 2019a).

As cidades são grandes responsáveis pelas altas concentrações de pobreza onde a desigualdade tem se evidenciado. A ocupação socioespacial é marcada por comunidades de média e alta renda separadas por assentamentos informais precários com falta de infraestrutura, segurança e salubridade. Nas cidades são produzidos mais de 80% do produto nacional bruto. Mais de 55% da população mundial vivia em áreas urbanas em 2018, a expectativa para 2050 é que a proporção suba para dois terços (UNITED NATIONS, 2019a).

Enquanto, de um lado, se tem o crescimento econômico, do outro, reforça a disparidade social, com aumento do total estimado de moradores de favelas - mais de 650 milhões em 1990. O Relatório sobre tendências demográficas e urbanização, elaborado pelo Banco Mundial (THE WORLD BANK, 2021), descreve como um dos grandes desafios para os planejadores, a proposta de cidades compactas usando princípios de design universal. Isto é, o ambiente urbano torna-se utilizável para todos, sem necessidade de adaptação ou acomodação especializada, áreas que permanecem habitáveis e acessíveis, tornando as cidades produtivas.

1.2. Consequências sociais, econômicas e ambientais

Em 2018, mais da metade da população mundial vivia em áreas urbanas. Cerca da quarta parte, ou um bilhão de pessoas, viviam em favelas ou assentamentos (UNITED NATIONS, 2019a). O preço da expansão urbana, com o crescimento demográfico, tem sido a extração exacerbada de recursos naturais. Estes resultaram, não apenas no aumento da produção e o consumo de bens, como o de infraestruturas para adequação das novas ocupações territoriais. Estas têm surgido além da expansão imobiliária, com baixo investimento em saneamento básico, mobilidade urbana, saúde, educação, criação de empregos e políticas habitacionais (RAWORTH, 2019)

A pobreza extrema tem diminuído, com mais de um bilhão de pessoas ascendendo socialmente nos últimos 25 anos. Porém, o ritmo tem desacelerado, principalmente em países de baixa renda, afetados por conflitos políticos. Encontram-se mais de 700 milhões de pessoas vivendo com menos de US\$1,90 por dia (UNITED NATIONS, 2019b). Estudos da ONU apontam ainda que, aproximadamente, 1 em cada 9 pessoas no mundo não tem acesso aos alimentos essenciais. Desde 2014, a fome tem aumentado devido, ainda, aos impactos das mudanças climáticas. Uma das causas levantadas é a desaceleração econômica, que reduziu a capacidade fiscal para proteger os mais vulneráveis do aumento dos preços internos e perda de renda. Outra razão são as condições climáticas adversas, que afetam a disponibilidade e os preços

dos alimentos, assim como insegurança civil, alta do combustível, e declínio da produção de alimentos (UNITED NATIONS, 2019b).

No final de 2019, teve início a pandemia do vírus COVID-19, aumentando ainda mais as incertezas no cenário, político, econômico e social, reforçando a notória desigualdade entre as comunidades globais. Locais mais povoados e sem infraestrutura adequada tornaram-se focos de infecções. O Banco Mundial reforça a preocupação com as tendências demográficas e de urbanização atuais e de longo prazo no contexto atual de mudanças climáticas, pobreza, migração - reforçando a importância de planejamento do uso do solo, saneamento, mercado imobiliário e os impostos para enfrentar desafios globais e novas crises (THE WORLD BANK, 2021). Como agravante da insegurança alimentar, tem-se a recente guerra da Ucrânia, invadida pela Rússia e mudanças climáticas por efeito antrópico, aumentando a imprevisibilidade na produção e distribuição de alimentos (IFPRI, 2022).

A Organização das Nações Unidas, em suas propostas para alcançar seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), considera, para futuros estudos, propostas de ação: a) colaboração e investimento intersetorial para enfrentamento de desafios complexos, como pobreza e mudanças climáticas; b) análise de meios de planejamento urbanístico, tendo em conta o envelhecimento populacional e mudanças climáticas. Migrantes, desalojados por problemas climáticos podem sobrecarregar a infraestrutura e os recursos urbanos (UNITED NATIONS, 2019b).

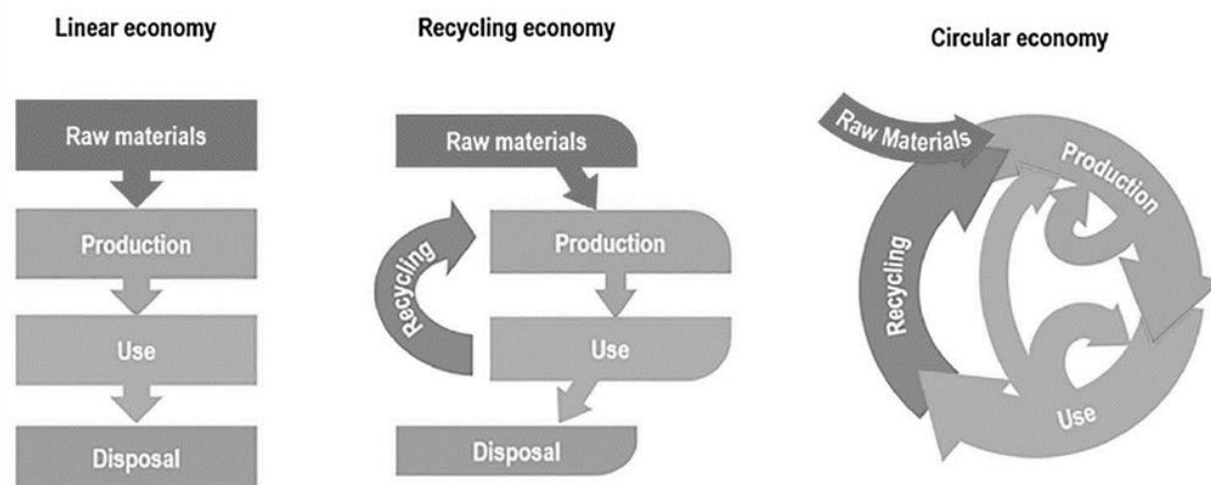
Em síntese, o aumento contínuo populacional, a rápida industrialização e urbanização, bem como a negligência na supervisão ambiental, apresentam desafios ao desenvolvimento sustentável. Problemas marcantes incluem degradação da terra, desertificação, desmatamento, esgotamento e poluição da água, bem como perda de biodiversidade (SU et al., 2013).

As cidades não apenas representam o crescimento demográfico, como contribuem para alteração do meio ambiente com o elevado consumo de recursos e poluição. Ademais, moradores de favelas, em número crescente, vivem com ausência ou inadequação de infraestrutura e serviços como saneamento, estradas e transportes, agravando a poluição do ar. As áreas urbanas são responsáveis por cerca de 70% das

emissões globais de carbono e mais de 60% das uso de recursos (UNITED NATIONS, 2019b).

A economia linear baseia-se em uso extensivo de recursos com grande geração de resíduos. Em contraposição, a economia circular envolve a reaproveitamento de materiais, como os resíduos de fabricação, para se tornarem potenciais fontes para outros processos (**Figura 1**). Com base na sua reutilização, espera-se agregar valor por mais tempo em sistema de produção, o mais fechado possível (ACELEANU et al., 2019). Ou seja, a estrutura tradicional linear é baseada em um modelo de extração, produção, uso e descarte em que a destinação final dos resíduos pode ser por meio de reciclagem, incineração e aterro. A estrutura circular visa minimizar o desperdício e as emissões, bem como fechar os circuitos de água, energia e materiais. EC tem abordagem regenerativa, que tenta evitar o descarte e a perda de valor econômico e ecológico na cadeia produtiva (DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY - DUT, 2021).

Figura 1: Economia linear, reciclagem e circularidade no contexto global



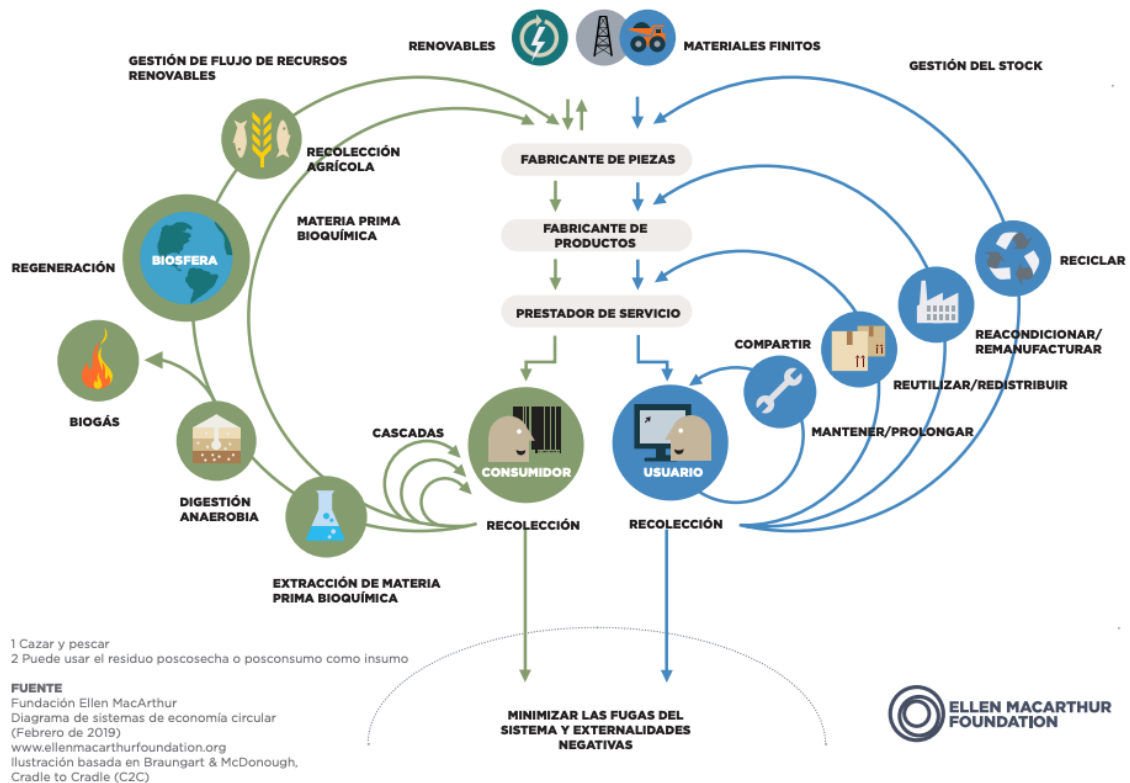
Fonte: Downes (2018) em pesquisa de Bolger et al. (2019).

2. Circularidade no contexto urbano

Desde a disseminação do conceito de economia circular, muitas estruturas foram desenvolvidas para ajudar na compreensão e implementação de seus princípios. O modelo desenvolvido pela Fundação Ellen MacArthur conhecido como "Modelo Borboleta" (**Figura 2**) baseia-se nos conceitos da estrutura "berço ao berço" de Braungart e McDonough. Os autores descrevem cinco critérios: saúde do material, reaproveitamento, avaliação da energia necessária à produção, uso da água e responsabilidade social (PRENDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018). Esse modelo compreende uma série de loops e cascatas de materiais entre as partes interessadas no ciclo de recursos, utilizando três princípios básicos: preservar e aumentar o capital natural, otimizar rendimentos de recursos e promover a eficácia do sistema ("Ellen Macarthur Foundation", [s.d.]). São estabelecidas seis ações para tornar o modelo sustentável: regeneração, compartilhamento, otimização, looping (ciclagem), virtualização e troca, concentradas em nível nacional, regional e local.

O diagrama borboleta, aplicado as cidades, pode ser entendido da seguinte forma: o lado direito ilustra o ciclo técnico e o fechamento dos recursos facilitados por estratégias de circularidade, como reutilização, reforma e reciclagem; o lado esquerdo do diagrama mostra o ciclo biológico e os loops e cascatas garantindo a gestão sustentável dos recursos biológicos e criando fluxos e estoques renováveis. O objetivo final desse modelo econômico é minimizar a extração de matérias-primas e a geração de resíduos (DUT, 2021).

Figura 2: Diagrama do Sistema de Economia Circular



Fonte: Foundation Ellen MacArthur (2019).

O diagrama descreve seis ações de negócios que traduzem esses três princípios em ações concretas: regeneração, compartilhamento, otimização, looping, virtualização e troca. O conceito de Economia Circular aplicado ao espaço urbano é notado em cidades inteligentes, que pode ser entendida como sustentável, atuando na economia, governança, meio ambiente e na vida como um todo (ACELEANU et al., 2019). É necessário compreender formas de sua aplicabilidade, para isolar divergências quanto ao entendimento desde a visão estratégica de sustentabilidade até o conceito de cidades inteligentes. O conceito de cidade circular pode ser visto como um dos objetivos para o desenvolvimento de cidade preparada para o futuro. Ou seja, é a aplicabilidade de princípios da EC aos espaços urbanos para fechar cadeias de recursos (ACELEANU et al., 2019).

Na prática, torna-se necessário a participação de stakeholders no processo compreendendo cidadãos, comunidade, negócios e interessados no conhecimento (PRENDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018). A aplicabilidade da economia circular pode ser visualizada em ação estratégica resumida em três elementos urbanos: energia, água e resíduo sólido.

De acordo com Kusch-Brandt (2020), as cidades estão se tornando cada vez mais importantes na implantação de energia renovável, sendo as grandes responsáveis por dois terços do consumo global de energia. Mais de 100 cidades mundiais utilizam pelo menos 70% de sua demanda de eletricidade com fontes renováveis de energia. Existem diversas formas para diminuir esses impactos como, menor consumo de energia de diferentes atividades por mudança de comportamento, utilização de tecnologias como células fotovoltaicas e microturbinas eólicas, que geram eletricidade para consumo local. A combinação dessas medidas pode tornar uma casa menos dependente de sistema central de energia e mudar de sistema linear para circular (DUT, 2021).

O processo da água no ecossistema é completamente circular, começando pelo ciclo de vida. Água da chuva ou água doce produzida centralmente, retorna em ciclo repetitivo (DUT, 2021). Ao longo do último século, o uso global de água aumentou em mais de duas vezes a taxa de crescimento populacional. Esse crescimento, junto com rápida urbanização, desenvolvimento socioeconômico e mudanças em padrões de consumo, continua a impulsionar a demanda de água, agravada por mudanças climáticas de causa antrópica. Cerca de 50 a 70% da área úmida natural do mundo foi perdida nos últimos 100 anos devido às incertezas climáticas (UNITED NATIONS, 2019b).

Para reduzir a pressão sobre disponibilidade de água doce, países e regiões precisam melhorar o uso de recursos hídricos não convencionais, como a reutilização de água residuais, água dessalinizada e de drenagem agrícola (UNITED NATIONS, 2019b). A captação de água da chuva pode fornecer um influxo alternativo, por exemplo, para irrigar jardins, assim como o uso de tecnologias que permitem utilizar,

sequencialmente, água de uma atividade para outra – também conhecido como ‘uso cascata’(DUT, 2021).

Cerca de um caminhão de lixo plástico é despejado ao mar a cada minuto. A continuar nesse ritmo, estima-se que em 2050 haverá mais plástico que peixe nos oceanos (RAWORTH, 2019). Diferentemente das outras frentes de saneamento, não existe uma rede subterrânea para coletar resíduos domésticos, sendo a maior parte realizada sob a responsabilidade de companhias públicas. Contudo, existem diferentes maneiras de transporte e destinação final de dejetos.

Os resíduos domésticos, devido à sua natureza diversa, seguem o ciclo de vida ou circularidade oferecendo diferentes oportunidades de otimização no processo. Por exemplo, alimentos podem ser reaproveitados, por meio da compostagem e utilização como fertilizante, produtos danificados consertados e utilizados novamente, roupas podem ser doadas ou vendidas, dentre tantas outras soluções baseadas na vivência do dia a dia da sociedade.

Porém, para elevar a circularidade do fluxo do lixo doméstico torna-se importante a mudança de comportamento do consumidor para maximizar resultados. Como a conscientização sobre o consumo em relação à obtenção de produtos mais duradouros ou que podem ser facilmente reutilizados, evitando-se o descarte (DUT, 2021).

Os benefícios da transição para uma economia circular são a redução da pressão sobre o meio ambiente, economia de energia, redução das emissões de CO₂, redução de custos com resíduos, melhoria do abastecimento com matéria-prima, estimulando inovação e criação de novos empregos. Como resultado, a demanda por matérias-primas diminui à medida que muitos materiais são preservados ou resíduos são devolvidos ao processo de produção (ACELEANU et al., 2019).

Isso implica diminuir a dependência de importação e a vulnerabilidade das indústrias frente à flutuação de preços ou a insegurança de abastecimento causada pelo esgotamento de recursos, escassez ou outros fatores geopolíticos (ACELEANU et al., 2019). Tendo em vista a importância do tema, são apresentadas, a seguir, análises de sua aplicação no contexto dos continentes.

2.1. Contexto mundial de implementação

O continente africano possui sete dos dez países com a urbanização mais acelerada projetada entre 2018 e 2050 (THE WORLD BANK, 2021), conseqüentemente ações urgentes de implementação de EC no continente são de relevância mundial. Na América Latina a EMF (Ellen MacArthur Foundation, 2017) visualiza potencial para transição circular por sua riqueza em recursos naturais, biodiversidade e inovação social. Pode promover crescimento econômico distribuído e inclusivo, com abordagem em escalas de diversos interessados. No Brasil, São Paulo foi anunciada em 2021, como a primeira cidade em que a EMF irá atuar, por meio de empresas globais e filantrópicas, com apoio do governo local para promover EC no país e na América do Sul. Essa fundação tem demonstrado a capacidade de gerar benefícios econômicos, ambientais e de saúde estimados em US\$140 milhões por construção de sistema alimentar regenerativo e inclusivo fundamentado em estratégias circulares (“Ellen Macarthur Foundation”, [s.d.]). A América do Norte tem sido vista pela Fundação como continente importante para transição circular como grande polo de tecnologia, inovação e de finanças, principalmente Canadá e EUA.

Na Austrália algumas cidades têm aplicado princípios circulares, como é o caso de Adelaide, que adotou o 'índice de desperdício zero' (WANG et al., 2018). Melbourne analisa como a EC pode ser executada por políticas locais, uma vez que o município está sujeito a vários níveis de legislação que influenciam no planejamento estratégico. Políticas de reciclagem têm sido promovidas visando incentivar a reutilização e recuperação de resíduos, estabelecendo metas e prioridades. Ações têm sido desenvolvidas como: alternativas para aterros sanitários, fomento a inovações, com a criação de fundo de inovação para minimizar resíduos, e formação de parcerias entre indústrias locais de reciclagem e o setor público (BOLGER; DOYON, 2019). Em Melbourne tem-se discutido tecnologias de transformação de resíduos em energia, reconhecendo a importância de elevar a eficiência do consumidor no processo, acreditando que a economia compartilhada pode reduzir desperdícios.

A publicação Estratégias Europa 2020 objetivou impulsionar o crescimento econômico inteligente, sustentável e inclusivo com metas de geração de empregos. Nesse contexto, tem-se investido cada vez mais no desenvolvimento tecnológico para tornar o uso de recursos mais eficiente com redução de desperdícios e aprimoramento do processo (ACELEANU et al., 2019). Em 2013 a União Europeia incluiu em seu plano a meta de desperdício zero, estimulando a conscientização popular e o crescimento de estratégias circulares (PRENDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018).

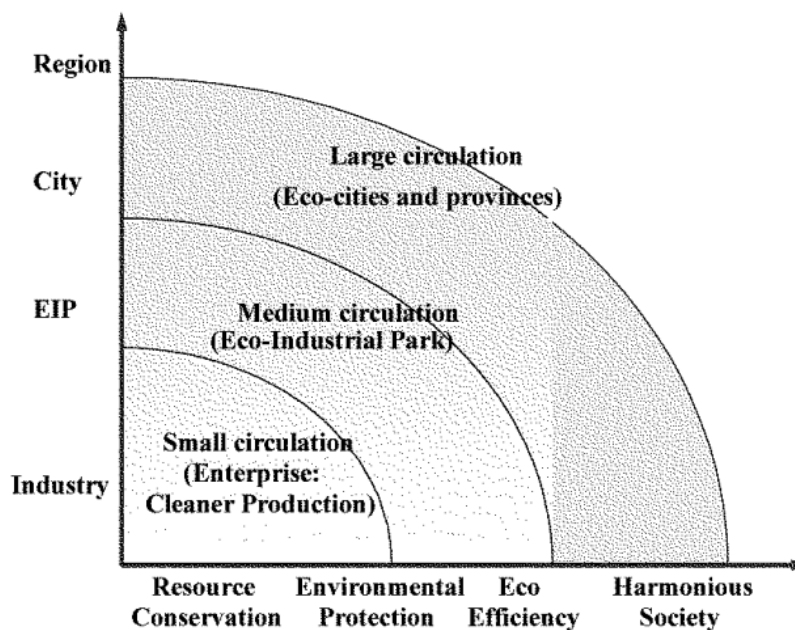
FORCE (*Cities Cooperating for Circular Economy*), que se baseia no conceito de governança colaborativa, apresentou projeto de pesquisa e inovação, em execução a partir de 2016 até 2021, cofinanciado pela União Europeia. Envolve todos os stakeholders a desenvolver e implementar soluções inovadoras e sustentáveis para a promoção da economia circular em suas cidades (IZDEBSKA; KNIELING, 2021). O objetivo geral é minimizar o vazamento de materiais da economia linear, em quatro cidades: Copenhague, Hamburgo, Lisboa e Gênova (“Waste streams - Value Chains”, [s.d.]).

A EMF visualiza a Ásia como importante centro de consumo e produção, responsável por cerca de 60% da população mundial. A China e a Índia, consideradas as maiores economias do continente, passam por urbanização e industrialização acelerados e conseqüentemente, geram grandes impactos ambientais. Ainda na Ásia, o Japão, dependente de matéria-prima importada, tem, em seu território, área reduzida para descarte de resíduos (GENG et al., 2012). Juntamente com a China, considera a economia circular solução chave para segurança alimentar e hídrica que promove sustentabilidade socioambiental e desenvolvimento econômico (ACELEANU et al., 2019). Estima-se que a Índia supere a China como o país mais populoso do mundo, por volta de 2027 (UNITED NATIONS, 2019a). Como consequência, deve aumentar o consumo de recursos e a produção de resíduos, sendo importante a disseminação do conceito de EC e sua implementação, como meio de conservar água, materiais, energia e solo.

2.1.1. Economia Circular Urbana na China

A China é um dos grandes países de referência de implementação e incentivo da EC urbana, reforçados pelas publicações de pesquisas sobre o tema nos últimos anos, com análises de implementação urbana. De 2000 a 2005 o produto interno bruto (PIB) cresceu nove vezes (BANCO MUNDIAL, 2017a, b), tendo Pequim como a cidade mais poluída do mundo. O país, tendo enfrentado escassez de recursos e problemas ambientais graves, em seu Plano Quinquenal de governo para 2006 a 2010, determinou mudança na economia. Iniciando por utilizar o desenho de eco cidades, o modelo da EC chines aborda indústrias, parques eco industriais (EIP), cidades e regiões (**Figura 3**). Relaciona essas áreas de aplicação com recurso circular, proteção ambiental, eco eficiência, e sociedade em harmonia (ZHANG et al., 2008).

Figura 3: Economia circular na China



Fonte: (ZHANG et al., 2008)

Em 1998 o conceito de EC foi proposto pela primeira vez como modelo de desenvolvimento eco industrial (Yuan et al., 2006 (GENG et al., 2009) Posteriormente, passou a compreender estratégia econômica e ambiental, que foi iniciada com cidades-piloto a ser replicada em nível nacional. Em 2002 o estado lançou leis, metas e políticas nacionais de apoio ao desenvolvimento da EC, como taxas de poluição, impostos ambientais, ferramentas de gestão ambiental; avaliações do ciclo de vida (ACV) e de redução de resíduos. Em 2004 a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (NDRC), sediou a conferência nacional de promoção da EC, foi responsável pelo Programa Piloto Nacional de Economia Circular, iniciado em 20 cidades chinesas. Para avaliar o desempenho delas e das novas cidades em que se implementou modelo circular, foi criado um cálculo de Índice de Desenvolvimento Circular Urbano.

De 2012 a 2016 obtiveram-se resultados satisfatórios e crescentes, associados à iniciativa de cima para baixo. Como por exemplo, as cidades pilotos apresentaram mais de 35% de melhoria em relação a quantidade de recursos e gestão de resíduos (GENG et al., 2009). O Estado identificou áreas-chave para consolidar EC: exploração e consumo de recursos pelos principais setores industriais e agrícolas; geração de resíduo, consumo verde com conservação de energia e água. Em 2005 as estratégias circulares tornam-se oficialmente política de estado com o objetivo de reduzir consumo de produtos e aumentar seu ciclo de vida para diminuir a geração de resíduos e poluentes. Nesse mesmo ano foi lançado o primeiro conjunto de projeto piloto de cidades circulares, envolvendo setores industriais, empresas e parques industriais em dez localidades. Em 2007 foram aplicadas a mais setores produtivos (ZHAO, 2020) e criados os primeiros indicadores de EC, no contexto mundial (GENG et al., 2012)

Foi promulgada em 2008 a Lei de Promoção da Economia Circular, sendo um instrumento de aplicação das estratégias circulares. As empresas passaram a ter obrigação e incentivo para produção limpa e ações de ecodesign, com transparência de informações de desempenho ambiental, ao público e ao governo, e monitoramento de seu desenvolvimento (ZHANG et al., 2008). Os principais mecanismos são: planejamento governamental, controle total do consumo de recursos e descarga de

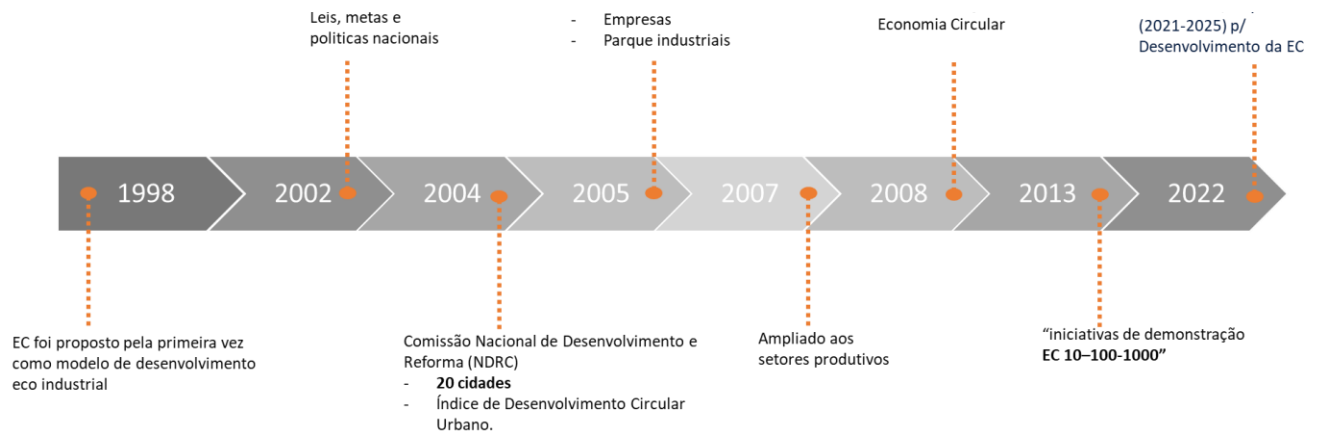
poluição, avaliação da EC, responsabilidade estendida ao produtor, supervisão de empreendimentos poluentes, e, por fim, mecanismos de incentivos.

O consumo racional tem sido estimulado, com obrigação de planos locais e metas objetivas, adequadas para cada município. Como contrapartida, o estado tem promovido apoio financeiro ao setor industrial, orientando-o a adotar a produção limpa. Por exemplo: empresas que adotam princípios circulares tem prioridade de financiamento especial, investimento e empréstimo. Para isso foi necessária a criação de um fundo especial de EC para apoiar esses projetos e capacitar agentes envolvidos (ZHAO, 2020).

Em 2013 o Conselho de Estado lançou as “iniciativas de demonstração EC 10–100-1000” com o objetivo de continuar a economia circular no contexto urbano e de expandir para indústrias, agricultura e serviços. Foram escolhidas 10 áreas como objetivo, são elas: utilização de recursos, melhorias em parques industriais, sistema de reciclagem e de recursos renováveis, mineração urbana, industrialização de remanufatura, reciclagem e descarte de resíduo de cozinha, processos colaborativos de produção e destinação de resíduos, agricultura circular, setor de serviços circulares, e tecnologias de reciclagem e recuperação.

Escolheram-se 100 cidades para produção 100% circular e de consumo verde, com iniciativas de políticas locais e participação de especialistas. Além disso o projeto de EC envolveu 1000 empresas e parques industriais escolhidos por sua alta produtividade, utilização de resíduos sólidos e reuso de água. identificaram-se as melhores práticas: regulamentação e criação de fundo circular local, plataforma de compartilhamento de dados sobre gestão de resíduos e serviços terceirizados de coleta, reciclagem, reutilização e descarte de resíduos (ZHAO, 2020). A síntese da implementação de estratégias circulares pode ser compreendida na **Figura 4**.

Figura 4: Cronologia de implementação de estratégias circulares na China



Fonte: Autoria própria.

2.1.2. Cidades-piloto

A consolidação de estratégias circulares iniciou em regiões industriais objetivando identificar melhores práticas reproduzíveis em todo o país. Aplicaram-se em três níveis: dentro das empresas, em parques industriais e na sociedade como um todo, da produção ao consumo. Para o primeiro foram impostas medidas de reaproveitamento de energia e água residual. Para o segundo, utilizou-se complexo de empresas diferentes unidas, representando parcela significativa do PIB. Estas podem, coletivamente, alcançar objetivos circulares por meio de gestão cooperativa dos fluxos de recursos de empresas geograficamente agrupadas. Compartilha-se infraestrutura e serviços e comercialização de energia, águas residuais e resíduos sólidos.

Para tanto, os governos locais proporcionam a conexão dessas empresas por meio de plataforma para a troca de informações sobre resíduos e sua recuperação, além de fornecer apoio financeiro à infraestrutura do parque industrial. O terceiro nível está focado na sociedade e seu consumo. As cidades modelos nas quais se adotaram estratégias circulares em 2005 e 2007, tiveram seus resultados apresentados em 2014 e 2015. A Nova Zona de Desenvolvimento Industrial de Alta Tecnologia de Suzhou foi

um dos 13 parques industriais lançados pela NDRC no primeiro lote do programa piloto de CE em 2005, por meio da utilização da mineração urbana. Importante ressaltar que a gestão de cima para baixo com a participação do governo local como gestor do parque industrial foi fator crucial para o sucesso desse caso (ZHAO, 2020).

Realizou-se análise do uso de estratégias circulares e resultados em cidade modelo de Dalian, na China (GENG et al., 2009), baseada em relatórios do governo municipal e entrevistas (**Quadro 1**). Os principais desafios descritos foram: baixo incentivo às indústrias para racionalizar energia e água; necessidade de apoio financeiro por parte de governo, empresas e bancos, para colaborar com a implementação de ações da EC, que tendem a ser mais caras; conscientização sobre reavaliação de processos de produção e consumo.

As principais soluções se concentraram em: ajustes de políticas para economia de energia e redução de consumo; mudança na política tributária às indústrias para projetos ambientais; apoio e prestação de serviços financeiros, por parte do governo municipal, com criação de fundo especial de fomento a ações de EC; incentivo deste a instituições financeiras para viabilizar empréstimos a projetos circulares; e transparência nas informações de desempenho ambiental das indústrias. O município incentiva a comunidade, por meio de premiação e divulgação de boas práticas circulares, capacitação de empresas - públicas e privadas – escolas e comunidades, com oficinas.

Quadro 1: Estratégias municipais de ação em área urbana e rural de Dalian, China

Recurso	Estratégia
Água	<p>Área Urbana: Coleta de água da chuva de telhados e das ruas.</p> <p>Área Residencial: Estrutura de preço e gestão de cotas, de acordo com unidade utilizada.</p> <p>Sistema distinto para fornecimento de água potável e não potável.</p> <p>Área Rural: Coleta de água da chuva.</p> <p>Área industrial: Redução de perda de água por vazamento ou evaporação. Fomento a utilização de águas residuais tratadas e seu monitoramento, e políticas de preço benéficas para as boas práticas</p>
Energia	<p>Área Urbana: Busca por alternativas de energia mais limpas - eólica, sola, água do mar - para sistema de aquecimento e refrigeração.</p>

Área Rural: Incentivo a uso de metano e biogás.
Área Industrial: Incentivo a utilização de tecnologia e equipamentos mais avançados e com baixo consumo de energia.

Resíduo Área Urbana: Redução do consumo e valorização ou reciclagem de resíduos, com critérios rígidos de descarte. Por exemplo, construção de área de descarte para que catadores.
Área Industrial: Triagem dos recicláveis e não recicláveis. Para redução do consumo e valorização ou reciclagem de resíduos, com critérios rígidos de descarte. Incentivo a obter certificação ISSO 14001. Fornecimento de subsídio e suporte técnico p/ reutilização de seus próprios resíduos dentro das fábricas.

Fonte: Quadro de autoria própria (SPEHAR, J.C).

Em Xangai, 2019, a regulamentação de resíduos sólidos, aumentou conscientização e separação de resíduos na fonte, bem como mudança de estilo de vida, por estabelecer pagamento de taxas de acordo com a quantidade de resíduos gerados. Instituiu-se coleta de resíduos por transportes diferentes, de acordo com o tipo, obrigando o governo local a fomentar trabalho de reciclagem e recuperação com “apoio financeiro, construção de redes e utilização de resíduos úmidos reciclados em hortaliças públicas e agricultura” (ZHAO, 2020).

Indicadores foram utilizados para avaliação de produção de recursos, de consumo de recursos, de utilização abrangente de recursos, descarga de resíduos e poluição. A crescente urbanização, tem aumentado a demanda por terra, o que exige seu uso de forma mais eficiente. Conclui-se que a economia circular tem se fortalecido como estratégia fundamental para busca de riqueza dentro do próprio país (ZHANG et al., 2008). Por fim, na China se observou que, para construir sociedade de fluxo de materiais em ciclo fechado, funcionou a iniciativa de cima para baixo, em escala local e nacional, com estratégias ao longo prazo, contendo metas a serem cumpridas e de avaliações de desempenho.

Para isso, se apoiam em planos de política nacional elaborados a cada cinco anos. Estes planos promovem atividades de autossuficiência do país em diversos setores de produção, com inovação tecnológica e estratégias circulares. Propõe conservação de

recursos para reduzir, reutilizar e reciclar (3R`s), associada a metas de redução de resíduo e de consumo de energia. A transição para cidade circular implica em ações que promovam sistema de reciclagem e recuperação de recursos, redesenho de infraestrutura que atenda parque industrial com práticas circulares, e com foco nos consumidores e em mudança em seu estilo de vida mais sustentável.

CAPÍTULO II

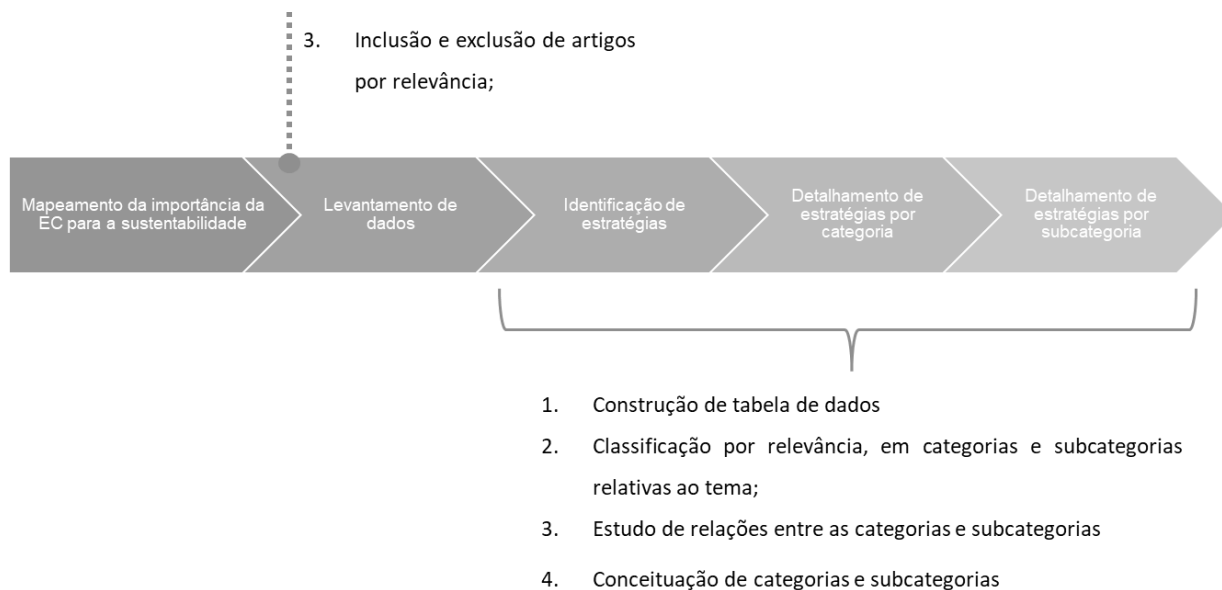


CAPÍTULO II: MÉTODOS

Esta pesquisa está inserida no campo de análise e proposições sobre planejamento urbano e estratégico que colaborem com a compreensão do conceito e implementação de princípios da economia circular no espaço urbano. Trata-se de gestão pública local, regional e territorial que permite a conscientização e a participação dos cidadãos, assim como fomento as empresas para acelerar a transição de linear para circular. A revisão bibliográfica objetiva entendimento da relação das cidades e o consumo de recursos naturais para atender demandas e consequentes impactos ambientais, econômicos e sociais.

A identificação de estratégias circulares perpassa por conhecer seu processo, sua estrutura, atores envolvidos, elementos e escalas de atuação, e avaliação de sua implementação no contexto urbano, identificando-se possíveis oportunidades de pesquisa e atividades circulares urbanas. A **Figura 5** apresenta esquematicamente os métodos e suas etapas para alcançar o objetivo da pesquisa. Inicialmente é feito o mapeamento da importância da EC para atividades sustentáveis no contexto urbano, em seguida são levantados dados de publicações relevantes, para posterior agrupamento de pesquisas com temáticas semelhantes as dividindo em categorias e subcategorias de estratégias circulares. Por fim são detalhadas.

Figura 5: Métodos e etapas de pesquisa



Fonte: Autoria própria.

Esta pesquisa teve como foco conhecer como a abordagem circular tem sido desenvolvida no espaço urbano e quais suas estratégias. Inicialmente buscou-se identificar as palavras-chave mais utilizadas em EC, visualizar os períodos de maior relevância de números de publicações para definir, e justificar o espaço-tempo da pesquisa. Em seguida, utiliza-se da revisão de literatura, fundamentada em dados bibliométricos, que possibilita a identificação de temas e estudos mais relevantes da circularidade urbana. A base de dados escolhida está detalhada a seguir.

1. Escolha da base de dados

A pesquisa é caracterizada como meta-analítica, com propósito de investigar os dados de publicações e seu desenvolvimento ao longo do tempo e espaço. Identifica também quais seus principais componentes e autores mais citados, corroborando para

pesquisas futuras com maior embasamento científico, a partir da compreensão da tendência temática (GEISSDOERFER et al., 2017b). Vai além da simples contagem, também permite identificação das ligações e mapeá-las em um campo de pesquisa (FETSCHERIN; HEINRICH, 2015).

Foram considerados relatórios da Fundação EMF como fonte primária da pesquisa, e posteriormente foi realizada busca e estudo de publicações científicas na base de dados escolhida, a *Scopus*. Obteve-se classificação das fontes bibliográficas, por meio de revisão sistemática de literatura, com agrupamento de artigos de acordo com tema. A metodologia para conclusão da pesquisa foi a análise de publicações referentes à economia circular urbana, compreensão do estado da arte, atualização e integração de conhecimento existentes, e análise quantitativa dos dados obtidos. Utilizou-se, como base metodológica, “Revisão de Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora” (MARIANO, ARI MELO ; SANTOS, 2017).

- Analisar publicações científicas sobre “*circular economy cities*”, por revisão de literatura, para compreender os estudos e as práticas interseccionadas com o tema.
- Detalhar os resultados bibliométricos por meio de categorias inseridas na área de interesse, a fim de conhecer outras práticas circulares que envolvem estratégias de implementação e seus agentes participativos no território urbano.

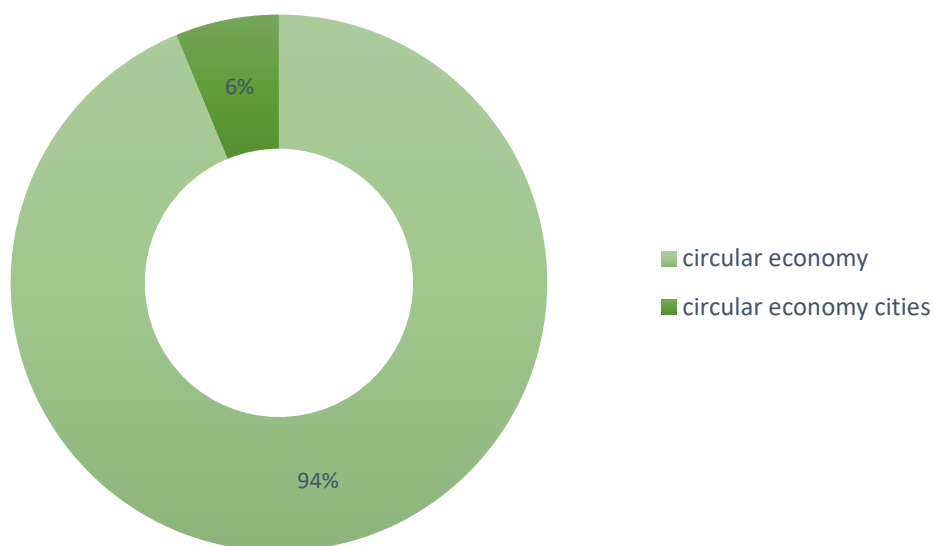
2. Pesquisa geral – Termo: *Circular Economy*

O aumento de publicações referentes a economia circular é um indicativo da relevância temática no meio científico, assim como para os agentes políticos e empresas que veem potencial em sua implementação (GEISSDOERFER et al., 2017b).

Para entender a relevância do tema Economia Circular pesquisou-se na *Scopus* pelo termo *circular economy*, sem aspas, que encontrou 13.320 resultados, tendo a

China como país que lidera a temática em relação aos demais. As palavras-chave mais utilizadas foram: EC, desenvolvimento sustentável, reciclagem, sustentabilidade e gestão de resíduos. Já em pesquisa no contexto urbano, foi utilizado o termo *circular economy cities*. Destaca-se que o termo utilizado também foi pesquisado sem aspas e apresentou 888 resultados. Ao fazer comparativo entre estes dois termos, utilizando a mesma base de dados, observou-se que apenas 6% dos artigos científicos reportam pesquisa sobre economia circular no contexto urbano (**Figura 6**).

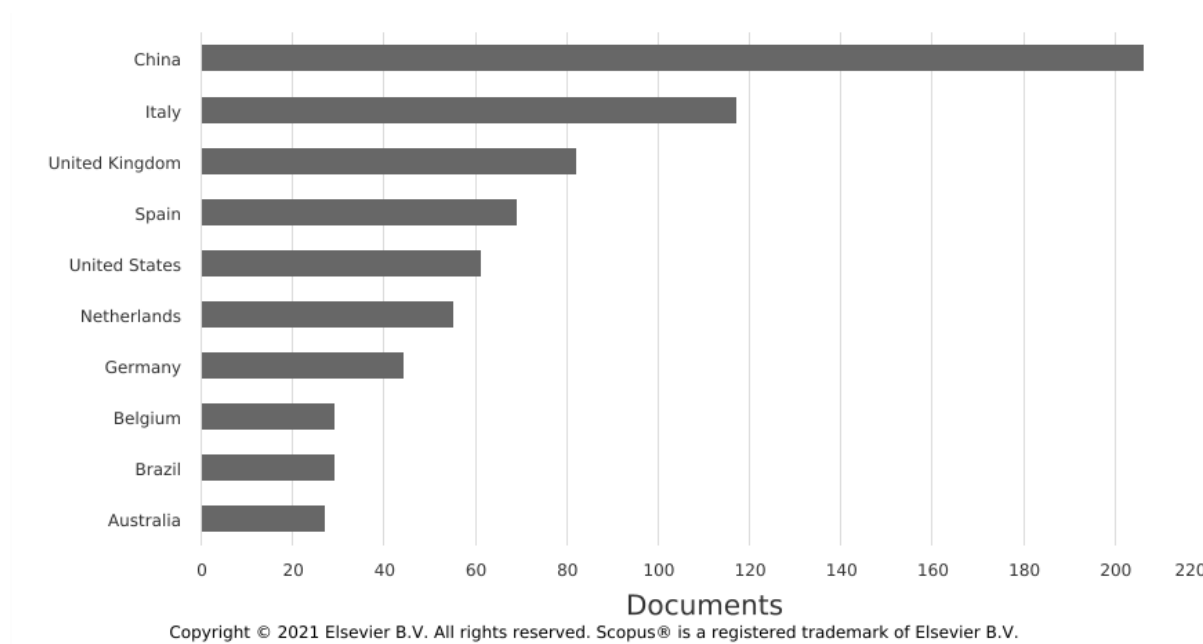
Figura 6: Análise de economia circular no país e em cidades (China) utilizando base de dados *Scopus*.



Fonte: Autoria própria.

Ao analisar o banco de dados da Scopus e utilizado o termo específico, *circular economy cities*, nota-se relevante produção científica, principalmente em países como a China e Itália (**Figura 7**).

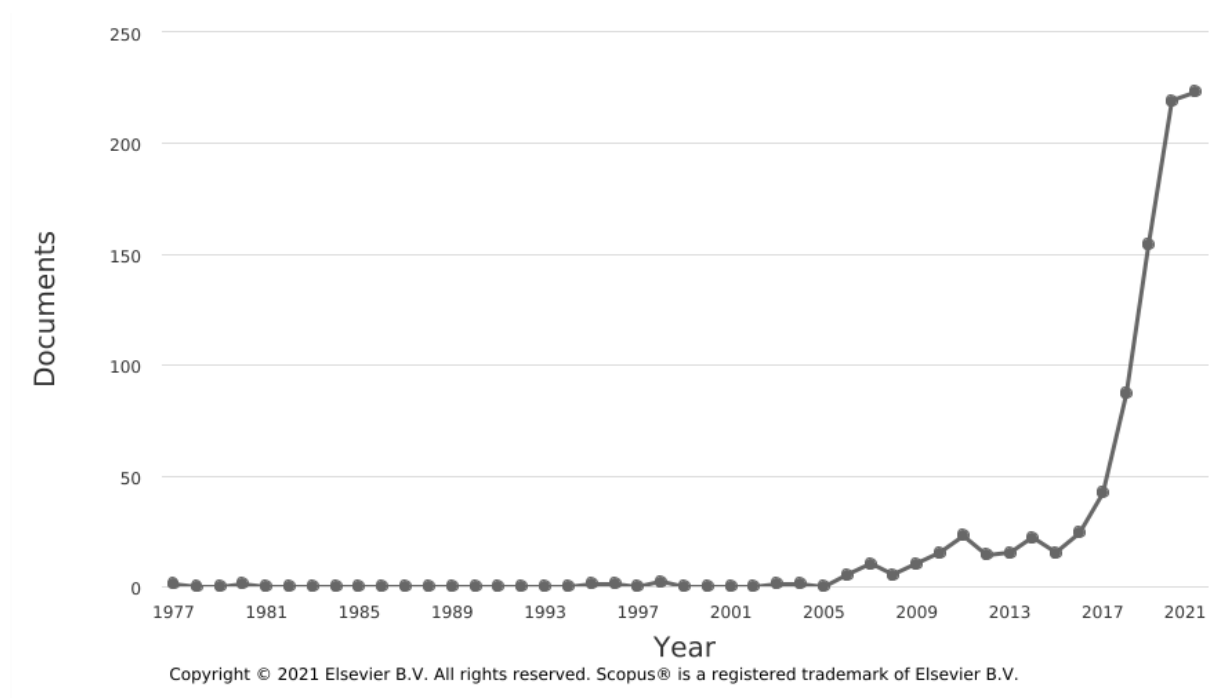
Figura 7: Publicações sobre economia circular (EC) por país ou território.



Fonte: Scopus (novembro/2021).

O período de maior relevância temática, utilizando a base de dados escolhida para essa pesquisa, foi a partir de 2005, com expressivo aumento de publicações em 2017 até o momento presente (**Figura 8**).

Figura 8: Quantidade de publicações/ano sobre economia circular (EC).

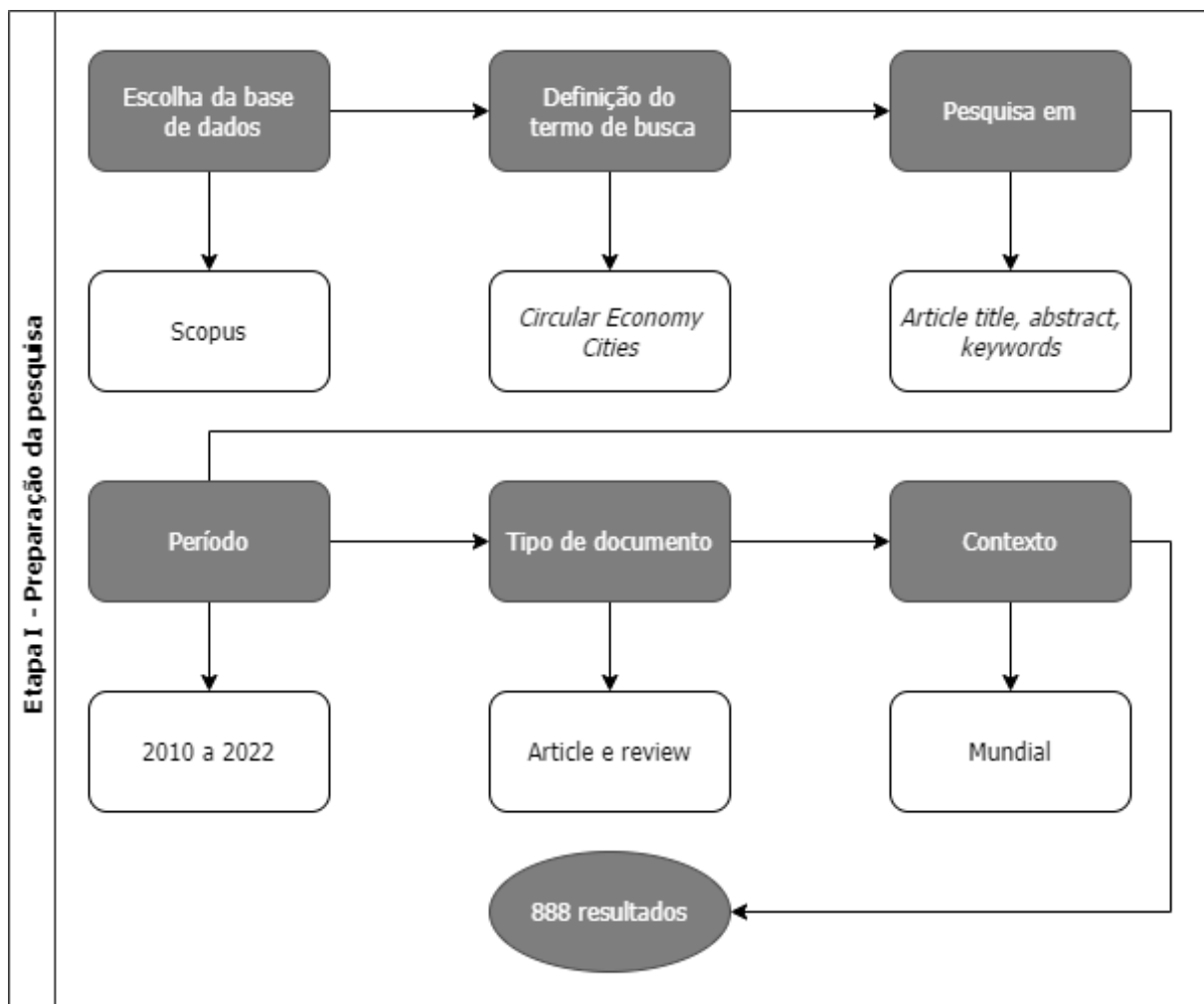


Fonte: Scopus (novembro/2021)

3. Fluxograma das etapas de pesquisa

Em um primeiro momento foram consideradas fontes em recorte temporal de 2010 a 2022, mais relevantes indexadas pela base de dados da *Scopus* (**Quadro 2**). Os dados são relativos à pesquisa realizada em novembro de 2021. Destaca-se que, até a data da entrega do trabalho, 164 novos artigos, não cobertos na pesquisa, já foram publicados.

Quadro 2: Fluxograma da Etapa I do trabalho - Preparação da pesquisa.



Fonte: Autoria própria.

Foram analisados títulos, palavra-chave, e o resumo de 888 publicações. Com base nesse quantitativo foi criada a tabela contendo as seguintes informações, extraídas da *Scopus*: nome do autor, título, ano de publicação, fonte de pesquisa, número de citações, resumo, palavras-chave, editora e idioma original da pesquisa. Os resultados são elencados a seguir, no Capítulo III deste trabalho.

CAPÍTULO III

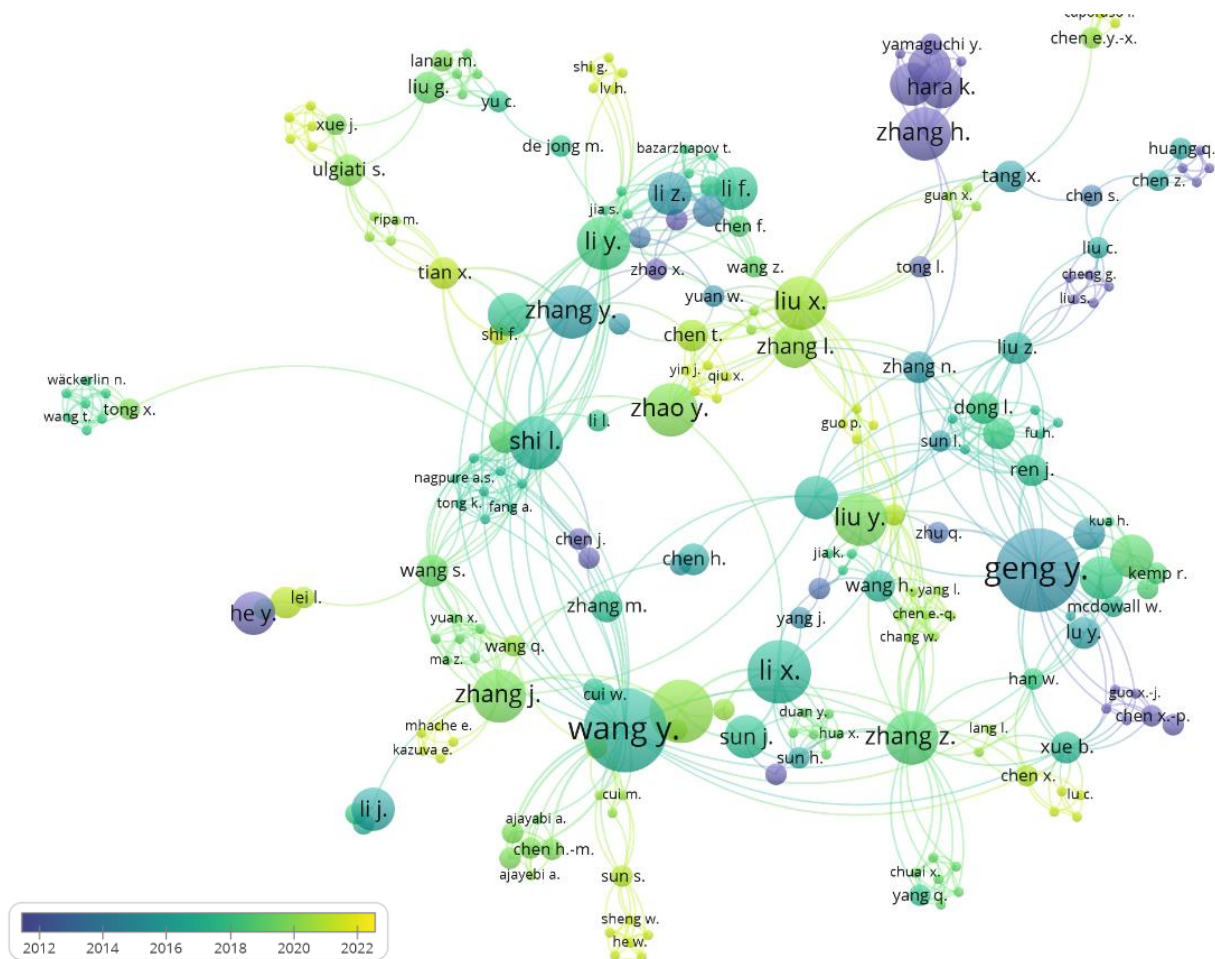


CAPÍTULO III: RESULTADOS

1. Análise bibliométrica de Economia Circular Urbana

. Para compreender a relação dos autores, que são referência no tema de *Circular economy cities* utilizou-se ferramenta de construção e visualização de redes para análise bibliométrica descritiva, o *VosViewer*. Os círculos representam autores e co-autores citados, sua dimensão varia de acordo com a quantidade de citação, e a cor refere-se ao ano, conforme legenda (**Figura 9**). Dessa forma conclui-se que os autores mais citados que abordam tema sobre economia circular urbana são: Wang, Y., Geng, Y, Zhao, Y. Pesquisas destes autores foram ponto de partida para investigação da pesquisa. Compreender os trabalhos realizados por eles, como foram estruturados e seus resultados foram essenciais.

Figura 9: Rede de análise bibliométrica abordando o tema *Circular economy cities*



Fonte: Autoria própria com utilização do software VosViewer.

Para medir a frequência de palavra-chave, foi utilizado o software on-line TagCrowd, com base na tabela de banco de dados explorada, para identificar e as palavras mais associadas a economia circular urbana. Observa-se na nuvem de palavras resultante (**Figura 10**) a frequência relativa de: sustentabilidade, resíduos, gestão, reciclagem, industrial, energia, indicadores, avaliação, construção, água, agricultura, desenvolvimento, ecologia, comida, material, modelo e sistema.

Figura 10: Valor relativo, expresso por tamanho, de palavras termos associadas à economia circular urbana.



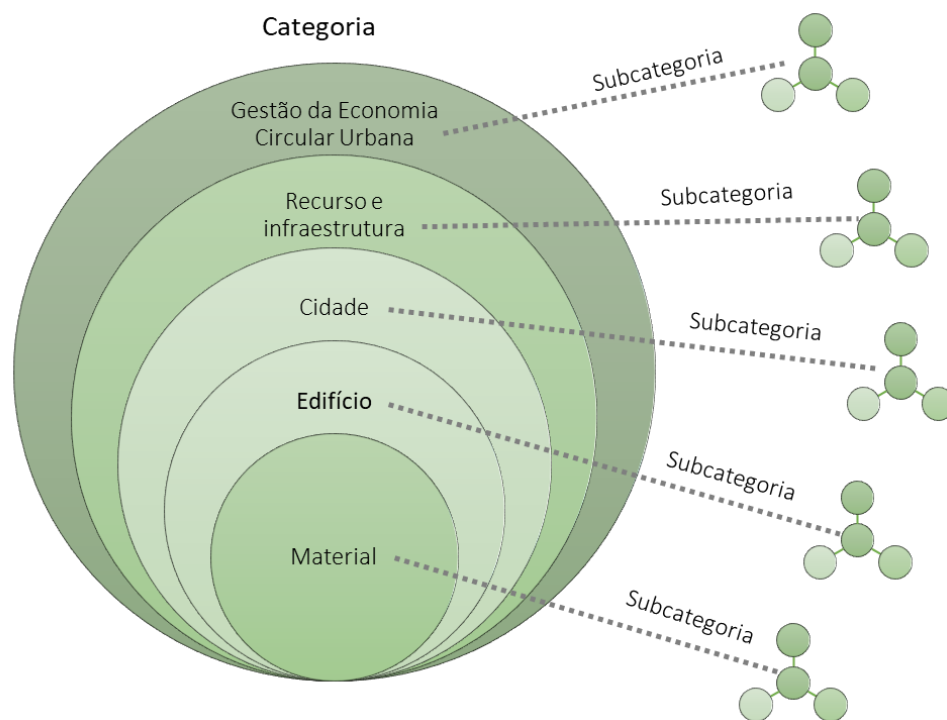
Fonte: Autoria própria com utilização do software TagCrowd.

1.1. Classificação das categorias e subcategorias

Embora pesquisadores mencionem o termo “economia circular”, das 888 publicações, 328 não foram consideradas para o estudo, por se tratarem de especificidades que contribuem com cidade circular, mas não a têm como objeto de estudo principal. As pesquisas não inseridas neste estudo tratam de: design e consumo de produto, matéria-prima, análise biológica, tipos de recuperação energética e de aproveitamento de água, turismo consciente, parque industrial, polimerização,

microalgas, poluição, avaliação de ciclo de vida, economia circular agrícola. Para a próxima análise restaram 560 publicações classificadas com pontuações de relevância temática de maior abrangência da EC no contexto urbano. Em seguida foram lidos títulos, resumos e palavras-chave, para compreender os temas de pesquisa e classificá-los em categorias e subcategorias (**Figura 11**), de forma encontrar estratégias circulares aplicadas ao sistema urbano. Após essa primeira etapa teve-se compreensão geral dos estudos, em seguida, foram agrupados conforme o tema abordado, e por fim foi criada tabela descritiva das temáticas analisadas dentro de cada subcategoria.

Figura 11: Classificação de pesquisas conectadas à economia circular

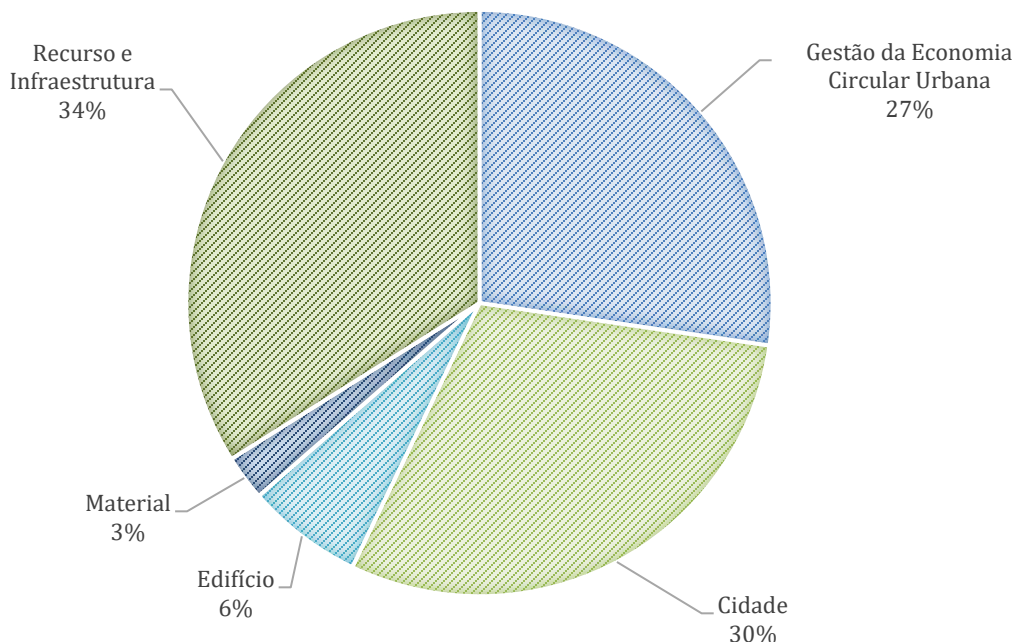


Fonte: Autoria própria.

Para avaliação acurada, as publicações foram classificadas em cinco categorias (**Figura 12**) de temas relacionados ao processo de implementação das estratégias e suas escalas: Gestão da Economia Circular Urbana, Recurso e infraestrutura, Cidade, Edifício e Material. Do ponto de vista quantitativo, tem-se que a metade das pesquisas

analisadas referem-se à categoria de Gestão da Economia circular e Recurso e infraestrutura, disputando com temas urbanos que utilizam estratégias circulares.

Figura 12: Classificação por categorias de pesquisas conectadas à economia circular

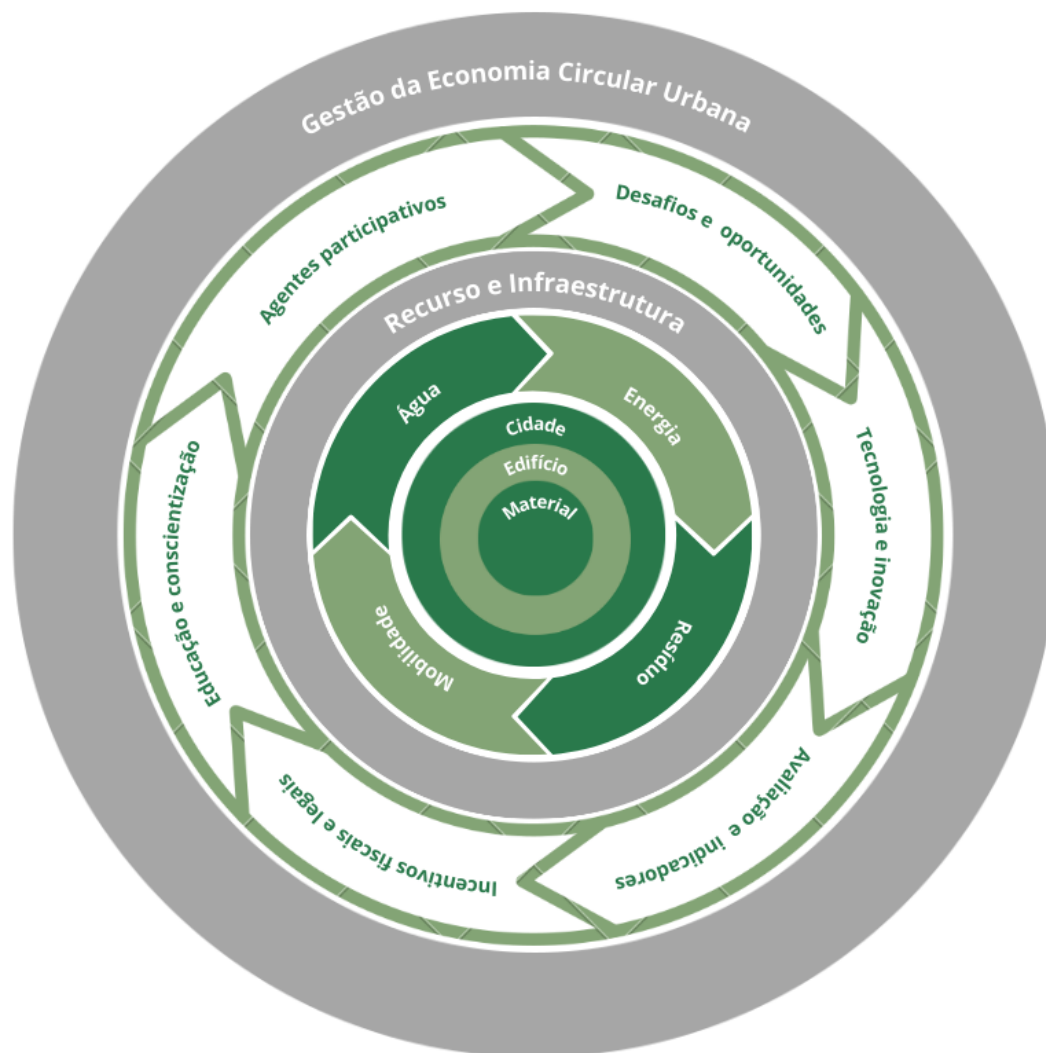


Fonte: Autoria própria.

Após análise bibliométrica e revisão de sistêmica de literatura, foi possível compreender quais estratégias circulares vem sendo implementadas no contexto global, destacadas nos subitens a seguir. Envolvem agentes participativos e a importância de suas contribuições para que as práticas sejam implementadas de forma eficiente e em conjunto. Nota-se a relevância da gestão da economia circular, e uso de tecnologias em todo o processo, em diferentes escalas: macro, que compreende as cidades; meso, que compreende a do edifício; e micro, trata da escala do material. As estratégias destas escalas perpassam por, basicamente, 4 tipos de recursos e infraestrutura urbana: água, energia, e resíduo e mobilidade. Em suma, as estratégias

circulares são compostas por suas diferentes escalas, proporcionada por recursos e infraestrutura encontradas no espaço urbano, e sua gestão (**Figura 13**).

Figura 13: Esquema com gestão e escalas de estratégias circulares



Fonte: Autoria própria.

2. Categoria: Gestão da Economia Circular no contexto urbano

O planejamento estratégico urbano pode ser visto como transformado, orientando ações futuras, equilibrando diversos objetivos em processos multidimensionais.

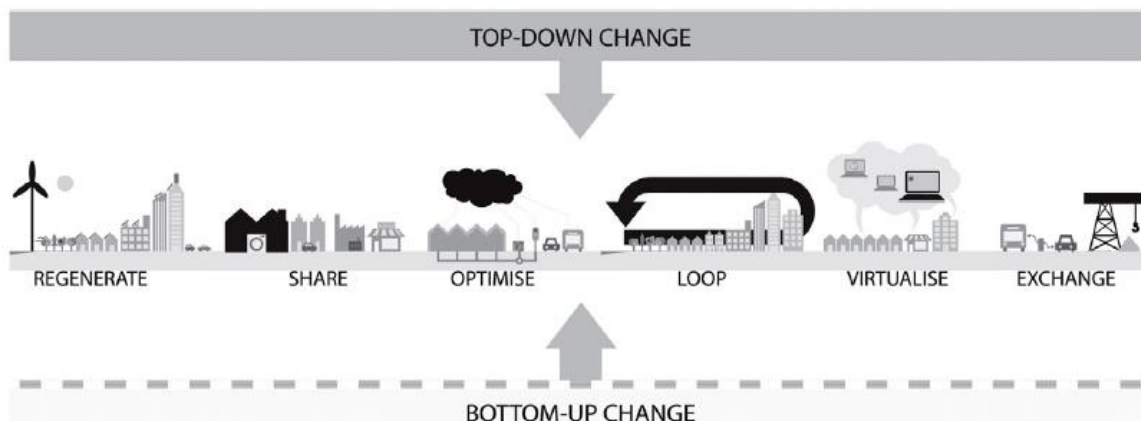
Consiste em práticas de governança dinâmica para o desenvolvimento de planos de ação a longo prazo. O Programa de Assentamentos Humanos das Nações Unidas defende quatro estágios para sua implementação no contexto espacial: análise da situação urbana, planejamento de desenvolvimento urbano e de ações sustentáveis, e implementação e gestão de projetos (UN Habitat, 2007). Em primeira fase estuda-se a cidade em seu aspecto físico, ambiental e socioeconômico. Na segunda, realiza-se consulta urbana para desenvolver objetivos comuns. Na terceira trata-se da elaboração de planos de ação por base financeira local e parcerias público-privadas. Na última fase concebe-se e se faz o gerenciamento do projeto, com acompanhamento de todo o processo (BOLGER; DOYON, 2019).

De cima para baixo, definido como *top-down* é um modelo gerencial do tipo cascata, em que ações tomadas no topo determinam as camadas abaixo, levando em conta os contextos locais, mostra-se importante para intervenções políticas mais eficazes (**Figura 14**).

Os gestores podem criar planejamento estratégico que fomentem empresas e comunidades a desenvolverem ações em direção a sustentabilidade urbana. Exemplos de ações nesse nível: criação de aplicativo para fornecer informações sobre reparos de produtos, definição de moeda comunitária, dentre outras. Apoiar pequenos empreendedores ajuda a acelerar processos de baixo para cima.

Figura 14: Estrutura circular urbana.

S. Prendeville et al. / *Environmental Innovation and Societal Transitions* 26 (2018) 171–194



Fonte: (PRENDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018) adaptado da estrutura ReSOLVE da Foundation Ellen MacArthur (2015)

O Relatório da EMF *'Toolkit for Policymakers'*, descreve metodologia à formulação de políticas de economia circular e descreve seis tipos de intervenção para superar os desafios na implementação de atividades da economia circular: educação, informação e conscientização, esquemas de suporte de negócios, plataformas de colaboração, compras públicas e infraestrutura, marcos regulatórios e fiscais (**Quadro 3**) (PRENDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018).

Quadro 3: Tipos de intervenção política circular urbana, adaptados da EMF (2015)

Estratégia	Descrição
Desenvolvimento de conhecimento	Educação, informação e conscientização. Frequentes em cidades pioneiras, envolvendo IES. Atividades desenvolvidas: conhecimento sobre EC, fluxo de materiais, atividades de cidadania e demais temas relevantes a gestores no setor público ou privado
Plataformas de colaboração	Cooperativas envolvendo setores públicos,

	privados e de conhecimento. Compreensão de necessidades dos parceiros para aumentar a rede de envolvidos.
Apoio ao Modelo de Negócio Circular	Esquemas de apoio por gestores públicos ou parceiros de apoio ao empreendedorismo. Desenvolvimento de modelo de negócios circulares, com suporte fiscal e de financiamento.
Estruturas regulatórias	Uso de estruturas por gestores públicos no fomento e desenvolvimento de conhecimento, com plataformas de colaboração e empreendedorismo em economia circular.
Aquisições e infraestrutura	Projetos em que gestores públicos usufruam do direito de aquisição de infraestrutura. Colaboração em atividades de economia circular.
Estruturas fiscais	Intervenções políticas para incentivos fiscais em atividades voltadas à Economia Circular. Exemplos: aumento de impostos sobre materiais virgens, emissão de CO ₂ , incineração ou aterro; redução de impostos sobre o trabalho. Em escala urbana, intervenção normativa.

Fonte: Traduzido e adaptado de (PRENDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018)

Em modelos de baixo para cima, ou *bottom up*, o fluxo parte da base ao topo, abrangendo comunidade empresarial e grupos que criam soluções inovadoras para o desenvolvimento sustentável. São exemplos: laboratórios cívicos de baixo carbono, redes criativas como *Fab Labs* ou redes de reparo e reutilização. Os grandes desafios encontrados são provocados por questões regulatórias, políticas e de infraestrutura. Para melhorar o envolvimento do setor público nos processos de EC é importante que os gestores se capacitem em sustentabilidade urbana, além de informar a população das iniciativas das cidades circulares. Os processos de tomada de decisão e política devem levar em conta a mudança de estilos de vida (THE WORLD BANK, 2021). Universidades e consultorias com experiência especializada são parceiros-chave para

mudar esse cenário, realizando parcerias que apoiam o desenvolvimento e compreensão do conceito de Economia circular urbana.

O foco deve ser em pesquisa, colaboração e experimentação e incentivo à desenvolvimento de projetos *bottom up*, com participação da sociedade. Destaca-se a importância da governança colaborativa com estruturas para apoiar a participação da comunidade na tomada de decisão (IZDEBSKA E KNIELING 2021). Dessa forma, cria-se oportunidade para que cidadãos sejam engajados ao invés de serem apenas consultados. Outras formas de envolvimento incluem o fomento a informação, envolvimento, colaboração e capacitação cidadã (**Quadro 4**).

Quadro 4: Tipos de intervenção política circular urbana, adaptados da EMF (2015)

Estratégias	Exemplo de cima pra baixo	Exemplo de baixo pra cima
Regenerar	Utilizando telhados como campos solares, desenvolvendo espaços verdes para a biodiversidade e para melhorar a qualidade do ar.	Aquisição pessoal de energia renovável; painéis solares, agricultura urbana, mobilidade elétrica ou movida a biogás.
Otimizar	Ao usar os dados coletados sobre os fluxos de tráfego, a eficiência do transporte principal das cidades pode ser otimizada, diminuindo o congestionamento. Instalação de iluminação LED inteligente em toda a cidade para economizar energia. Retrofit de edifícios antigos para aumentar sua eficiência energética.	Laboratórios de cidadãos inteligentes, Fab Labs, redes inteligentes, comunidades inteligentes.
Ciclo	Separação e reciclagem de resíduos, aquecimento urbano, economia de base biológica, logística reversa.	Iniciativas de reciclagem comunitária, iniciativas de upcycling, biodigestores comunitários.
Virtualizar	Contadores virtuais da prefeitura. Transporte público autônomo e transporte semi-privado como táxis. Virtualização de bibliotecas públicas, arquivos, informações jurídicas. Um município sem papel.	Plataformas digitais lideradas pela comunidade, monitoramento climático de ciência cidadã.
Intercambio	Materiais e processos de construção/demolição circulares, transporte público movido a	Mobilidade elétrica, (super)mercados orgânicos e locais, moda ecológica, e-

eletricidade, aquisição de mobiliário readers.
circular de escritório.

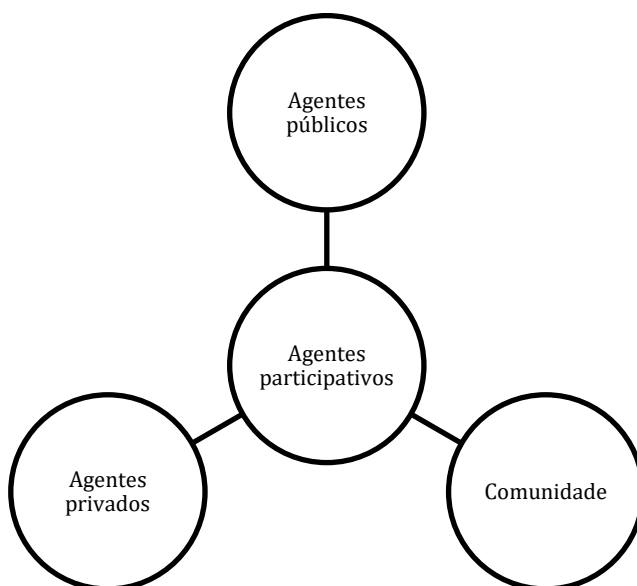
Fonte: Traduzido e adaptado de (PRENDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018)

A análise bibliométrica da pesquisa sobre gestão de cidades circulares foram identificadas publicações em cidades de países como Alemanha, França, Itália, Holanda, Servia, Portugal, Bélgica, Finlândia, Austrália, Índia, Malásia, e principalmente China. Foram encontrados estudos sobre conceito de cidade circular, princípios, revisão de literatura em ambiente construído, metodologia, diretrizes, agentes envolvidos, educação e conscientização, e legislação para economia circular urbana.

2.1. Subcategoria: Agentes participativos, incentivos fiscais e legais

Inseridas na Categoria de Gestão da Economia Circular Urbana, tem-se a subcategoria de Agentes participativos. Identifica-se atores participativos e suas contribuições para gestão e implementação de estratégias circulares na cidade.

Figura 15: Subcategoria - Agentes participativos



Fonte: Autoria própria.

Bolger et al. (2019) investigaram como a economia circular estava sendo utilizadas por governos locais, tendo como estudo de caso cidades de Malmo na Suécia e Melbourne na Austrália. Essa análise foi realizada por coleta de dados, a partir de documentos relacionados ao planejamento municipal e a planos de gestão de resíduos. Por meio de entrevistas semiestruturadas aos gestores públicos, desenvolveram conceitos de circularidade, fechando os ciclos de consumo, reduzindo resíduos para aterro e fomentando sistemas de energia renovável. Foram encontrados oportunidades e desafios ao implementar EC por meio de planejamento estratégico local, dentre esses, os autores citam: a importância dos aspectos sociais na economia circular, o design proposital do ambiente urbano, a influência de sistemas governamentais e os padrões de consumo.

Concluem que EC é compartilhada no enfrentamento dessas barreiras. Ou seja, o planejamento estratégico promovido pelo governo local permite compartilhamento em rede dos agentes interessados e criação de pontos estratégicos para integração da EC, como desenho urbano voltado a acessibilidade dos recursos. Tomadores de decisão, em diferentes níveis, podem estar envolvidos por meio de instrumentos fiscais, financeiros e legislativos para fomentar o investimento de empresas em estratégias circulares. Devem, idealmente, incluir no planejamento estratégico local programas envolvendo instituições de ensino, empresas privadas e organizações não governamentais. Investimento em tecnologia são necessários à obtenção de resultados eficazes, incluindo capital financeiro e físico qualificado, além de conscientizar a importância dos consumidores no processo (ACELEANU et al., 2019).

Os planos quinquenais chineses fazem parte de um modelo de política de médio prazo para desenvolvimento econômico e social. Para cada cinco anos é elaborado relatório que estabelece diretrizes e estratégias com metas e objetivos para economia circular. Se originam de reuniões que envolvem setor público, empresarial e sociedade. Cinco planos tiveram participação na implantação da EC, do 10º Plano Quinquenal (2000-2005), ao 14º (2021-2025).

O primeiro iniciou um conjunto de projetos-pilotos de Economia Circular, com foco na modernização e transformações dos parques industriais. No 11º definiu-se

instrumento regulatório para transição circular econômica; no 12º foram avaliados os resultados dos projetos-pilotos de Economia Circular e foi lançado o Projeto de demonstração e EC “10–100-1000”; no 13º (2016-2020) continuaram-se ações anteriores com aumento da meta circular para parques industriais (ZHAO, 2020). O 14º plano quinquenal vigente (2021-2025) destaca-se pelo desenvolvimento sustentável e liderança tecnológica do país.

A busca chinesa pela autossuficiência faz com que o plano priorize inovação tecnológica, política industrial, segurança alimentar e energética, representando potencial mudança na configuração na cadeia produtiva. Fator relevante plano vigente é a ausência de metas para crescimento do PIB, representando qualidade no crescimento econômico. Além do grande esforço de fomento à inovação tecnológica, o meio ambiente também ganha destaque por fomentar ações para tornar Pequim em referência no desenvolvimento sustentável. Também se estabeleceram metas de redução de CO₂/PIB, expansão de cobertura florestal, aumento de fontes de energia não fóssil, de acordo, como descreve o Núcleo de Estudos do BRICS, do Departamento de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (UNGARETTI, 2021)

Parcerias público-privadas podem colaborar com produtos e serviços circulares, como na disseminação de informação sobre EC urbana, inovação por parte das empresas e identificação por parte dos gestores em relação as necessidades públicas (PRENDEVILLE et al 2018). Projetos visam o apoio da inovação empresarial para mudar o comportamento do consumidor com base, por exemplo, na coleta de dados sobre os fluxos de resíduo urbano.

Plataformas colaborativas podem auxiliar empresas a enfrentar barreiras, principalmente normativas e de financiamento de novas propostas circulares nas cidades. Os autores chamam à atenção para o risco entre parcerias com grandes indústrias com influência nos governos locais devido aos interesses adquiridos. Para atingir mudança de comportamento da comunidade, quanto à escassez dos recursos, é necessário envolvê-la no processo (IZDEBSKA et al. 2021). O estado e as empresas devem fornecer infraestrutura adequada para coleta e reciclagem de resíduos e na

criação de oportunidades de emprego nesses setores, apoiados em parcerias público-privada (ACELEANU et al., 2019).

A responsabilidade social e os novos padrões de consumo fazem com que proposta de valor de empresas passem por revisão e se adequem ao mercado. Tanto nos serviços de produtos ofertados como nos processos produtivos que o envolvem. Implica, por exemplo em criar design de produtos que permitem desmontagem, reciclagem e reutilização, que permitem redução de elementos poluidores ao meio ambiente, que permitem criação de mercados de coleta e revenda de materiais.

Adotar abordagem circular no contexto urbano é uma forma de alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) em modelos de negócios que apoiam a minimização de resíduos por redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais durante todo o ciclo de vida útil de um produto. Oficinas de economia e reparos locais podem apoiar a reutilização de diferentes bens de consumo e beneficiam o empreendedorismo local (DUT, 2021).

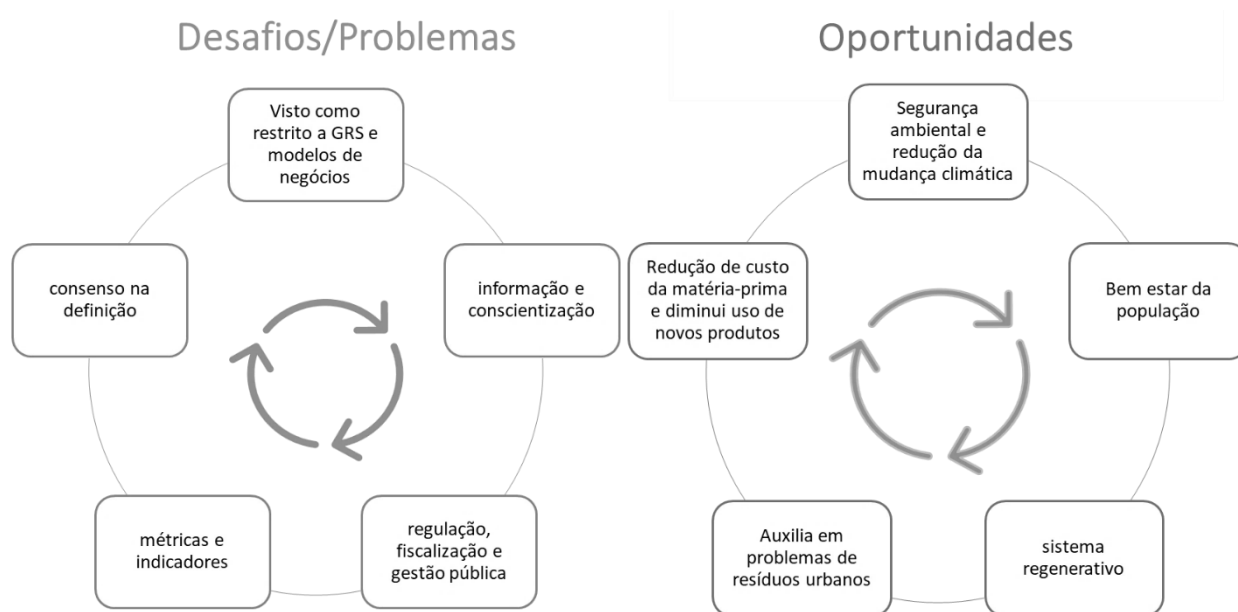
Por fim, conclui-se que todos os setores da comunidade devem trabalhar em conjunto para alcançar os objetivos circulares. Prendeville et al. 2018, citando Lieder e Rashid (2016), descrevem estrutura integrativa para implementação do conceito de economia circular, sugerindo uma abordagem combinada de cima para baixo (esforços nacionais nos níveis social, legislativo e político) e de baixo para cima (colaborações da empresa, esforços da cadeia de suprimentos, design de produto, tecnologia de informação e comunicação).

2.2. Subcategoria: Desafios e Oportunidades

Desafios e oportunidades em relação a Economia Circular Urbana (**Figura 16**) referem-se a benefícios, impacto social, inovação, sustentabilidade, e desempenho socioeconômicos e ambientais. Pesquisas também tratam sobre a importância da avaliação de práticas circulares urbanas: índice de planejamento urbano, tomada de

decisão, indicadores e análise de dados. Tem apontado como principais desafios para o futuro, em termos de economia circular, a integração de setores associados à circularidade assim como o de gerar oportunidades de emprego, com envolvimento ativo dos setores público e privado (ACELEANU et al., 2019).

Figura 16: Desafios e oportunidades para implementação de estratégias circulares



Fonte: Autoria própria.

2.3. Subcategoria: Educação e Conscientização

O fracasso de muitos programas participativos deriva da falta de estruturas, mecanismos inadequados e a falta de clareza dos objetivos. Como mencionado nesta pesquisa, planejamentos estratégicos e locais podem colaborar bastante com participação cidadã efetiva, por meio da conscientização da EC, de incentivos à cultura de reciclagem e de prática economia compartilhada. Envolver os cidadãos desde o

início do processo é importante para abordar os elementos prioritários da EC, além de proporcionar ambiente urbano dinâmico e inclusivo (BOLGER; DOYON, 2019).

Conscientização individual, por exemplo, pode levar a consumo responsável por meio de separação e coleta de resíduos, resultando em eficiência na reutilização e reciclagem. Além de contribuir com melhoria do estilo de vida dos consumidores, proporciona racionalidade do consumo e redução de desperdícios (ACELEANU et al., 2019). A transparência das informações fornecidas pode aumentar a confiança entre usuários. Entrevistados em pesquisa apontaram incentivos, como descontos no imposto sobre resíduos ou sobre compras diárias, por exemplo, como fundamentais à promoção de mudança comportamental (IZDEBSKA et al. 2021).

2.4. Subcategoria: Tecnologia

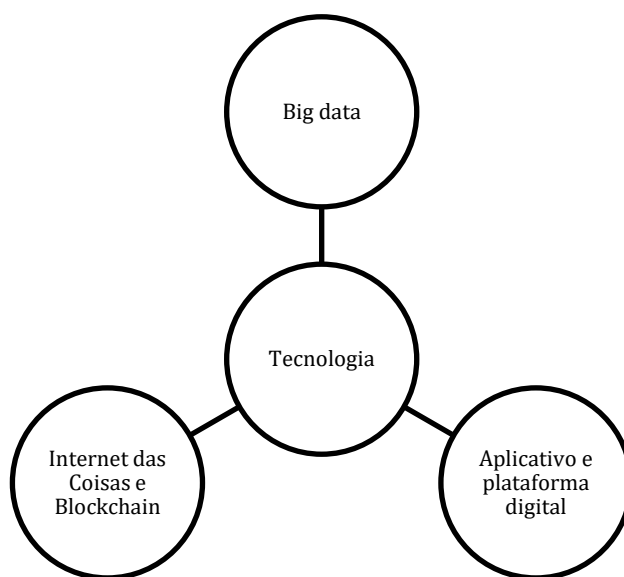
Novas tecnologias têm permitido que as cidades possuam planejamento estratégico, visando reduzir desigualdades espaciais urbanas, como por exemplo: mapeamento geográfico capturando mudanças espaciais, monitoramento de pesquisas, imagens de satélites (THE WORLD BANK, 2021). Cidades inteligentes se utilizam dessa ferramenta para monitoramento e otimização dos recursos (CIRCULAR, 2015). Outro ponto a considerar é que, por meio da coleta de dados, é possível propor soluções efetivas, por exemplo, gerenciando o desperdício de água, melhorando sistema de energia e mobilidade, bem como o de infraestrutura urbana e arquitetônica (PREDEVILLE; CHERIM; BOCKEN, 2018).

Os avanços tecnológicos chamam à atenção para a importância de sua consolidação na economia. Para alcançar a eficácia proposta pela sustentabilidade e economia circular, a tecnologia é um fator chave (SU et al., 2013). A pesquisa de D'amico et al.(2021) lista tecnologias digitais relacionadas com o conceito de Cidade 4.0, que foram identificadas como fatores facilitadores da economia em contextos urbanos. Como sensores, estações de monitoramento em tempo real, câmeras digitais, rastreamento em tempo real sistemas, sistemas de análise de big data, inteligência

artificial, computação em nuvem, redes inteligentes, infraestrutura de Internet das Coisas (IoT) e outras informações e as Tecnologias de Comunicação (TICs).

Na Subcategoria tecnologia encontra-se algumas dessas ferramentas (**Figura 17**), descritas no **Quadro 5**, que podem permitir transparência de informações políticas e alavancar métricas de desempenho de atividades circulares. Possibilita o aperfeiçoamento de práticas e criação de estratégias de pequeno a longo prazo. Além de proporcionar processos participativos integrados a gestão urbana.

Figura 17: Ferramentas de Tecnologia



Fonte: Autoria própria.

Quadro 5: Descrição algumas ferramentas de Tecnologia

Big data	Permite gestão e otimização de cadeias de suprimentos por meio de análise de grande volume de dados relacionados a estoque e fluxos de materiais no ambiente construído (REGINA; DUARTE; FERNANDO, 2020)
Internet das coisas e Blockchain	Internet das Coisas trata-se de rede de objetos físicos capaz de reunir e de transmitir dados. O blockchain é uma de suas técnicas, que

	permite o rastreamento de produtos e materiais por meio da criptografia. Pode colaborar com estratégias circulares como reutilização e reciclagem (SHOJAEI et al., 2021).
Aplicativo e Plataforma	Plataformas de compartilhamento de carona, residência, ferramentas manuais e móveis usados podem colaborar para ampliar a adoção e promoção de estratégias circulares (QYLURQPHQW et al., 2021).

Fonte: Autoria própria.

2.5. Subcategoria: Avaliação e indicadores

Academicamente, o conceito de EC tem sido amplamente explorado em contextos e escalas diferentes, notando-se a falta de métricas de circularidade com medidas quantificáveis para análise do processo de sua aplicação prática. Ghisellini et al. (2016) descobriram que apenas alguns estudos focaram no design de um sistema de indicadores para avaliar as estratégias de EC (WANG et al., 2018). O uso de indicadores organizados e unificados, tê-los bem desenhados e eficazes, colabora na transição de economia linear para economia circular.

O desenvolvimento bem-sucedido da economia circular requer monitoramento por indicadores para avaliar e acompanhar o progresso das diretrizes escolhidas pelos gestores. Assim como pesquisas futuras permitirão acompanhar transições demográfica das cidades, coletar e analisar dados, tomando decisões fundamentadas e assertivas na proposição de mudanças políticas e financeiras no desenvolvimento urbano com provisão de infraestrutura mais adequada (THE WORLD BANK, 2021).

As barreiras de implementação referem-se a viabilizar dados nas agencias envolvidas, com padronização em seu tratamento, pois cada governo local tem sua própria abordagem. Comparações com um sistema de índice de avaliação têm sido apresentados para desenvolvimento urbano da economia circular (**Quadro 6**) aplicado na Europa, Japão e China (WANG et al., 2018).

Quadro 6: Principais avaliações de sistema de indicadores de economia circular (EC)

	Critério	Subcritério
Sistema de indicadores da União Europeia	Indicadores de entrada	Entrada direta de materiais (EDM); entrada total de materiais (ETM); extração doméstica não utilizada; total de material (TMN) contendo fluxo de material indireto e ETM.
	Indicadores de consumo	Consumo de material doméstico (CMD) e total usado diretamente no sistema econômico. Total de Consumo de Material (TCM), incluindo a necessidade para consumo doméstico; Adições de Estoque (AE) e Balança Comercial Física (BCF)
	Indicadores de saída	Produção Processada Doméstica (DPO) - principal indicador que mede as saídas de materiais usados.
Sistema de indicadores no Japão	Recurso de produtividade (RP)	Reutilização de materiais - proporção do PIB sobre Entrada Direta de Material (EDM).
	Taxa de Reciclagem (TR)	Proporção do total de material reciclado e reutilizado relativo à quantidade total de Entrada Direta de Material (EDM).
	Taxa de desperdício	Proporção entre resíduos para destinação final e a Entrada Direta de Material (EDM).
EIS2017 – China (Evaluation Index System of Circular Economy)	Indicador tangível	Produção dos principais recursos; taxa de reciclagem de resíduos
	Indicadores especiais	Produtividade: energética; recursos hídricos; Do território para construção. Taxas relacionadas à utilização de: palha da colheita de grãos; resíduos sólidos industriais em geral; água reciclada de empresas industriais acima da escala; água recuperada urbana. Recuperação dos principais recursos renováveis; reciclagem de resíduos derivados de refeição urbana; resíduos de construção urbana; processamento. Valor de produção da indústria de reciclagem de recursos.
	Indicadores de referência	Descarte de resíduos sólidos industriais; de emissões de efluentes industriais; Capacidade de processamento de resíduos sólidos urbanos; e de principais emissões de poluentes

Fonte: Traduzido e adaptado de (WANG et al., 2018).

Existem várias ferramentas e metodologias para avaliar o desenvolvimento da economia circular aplicada. Os indicadores científicos são métricas para avaliar o desempenho e o desenvolvimento, aplicando de estratégias da EC, servindo de subsídio aos tomadores de decisão, de forma a melhorar os instrumentos políticos utilizados (ZHAO, 2020). Análise de fluxo de materiais (AFM) tem sido muito usada para desenvolver esses indicadores, sendo ferramenta quantitativa com capacidade de atingir várias escalas e permitindo analisar fluxos de materiais e energia. Trabalha com entradas, envolvendo extração e importação e com saídas, como consumo, exportação, acumulação e resíduos.

No entanto, há ressalvas quanto aos indicadores derivados da AFM, por considerar peso dos materiais e não qualidade. Ademais são aplicados mais em nível macro e necessitam de disponibilidade de dados confiáveis para obtenção de resultados que indiquem maior precisão. Há necessidade de combinar AFM com outros métodos ao se tratar de produção e consumo na escala micro e intermediária, como por exemplo o fluxo do ciclo de vida e da cadeia de suprimentos (GENG et al., 2012)

Desde a 1997, alguns países, com apoio da *World Resources Institute* (WRI) têm realizado pesquisas de fluxo de material a nível nacional, servindo para desenvolver sistema de indicadores. Por exemplo, o Japão utilizou indicadores de fluxo que contém três categorias: produtividade de recursos, taxa de reutilização e reciclagem, e taxa de disposição final de resíduos. A União Europeia tem utilizado três indicadores: de entrada, de consumo/produção e saldo. O Eurostat, gabinete de estatística da União Europeia, criou um painel de avaliação da eficiência dos recursos para calcular o PIB gerado por unidade de entrada de material virgem (WANG et al., 2018). Porém, em seu indicador de saldos, não foram considerados os materiais reciclados.

Os Estados Unidos também utilizam a estrutura de AFM para obter informações sobre o ciclo de vida do material, envolvendo desde a extração até o descarte ou dispersão. A República da Coreia, que almeja crescimento verde, criou metas e objetivos políticos, passando a utilizar diversos indicadores que dimensionam o desempenho de energia e do fluxo de materiais e os relacionando com ganhos econômicos e ambientais (GENG et al., 2012)

Na China o método AFM foi utilizado para desenvolver indicadores, associado a outros, como indicadores de ecoeficiência e os princípios 3R (Redução, Reutilização e Reciclagem). Objetivou medir desempenho ambiental e econômico, de forma a cumprir metas e resultados, em conformidade com níveis de planejamento, utilizando os indicadores: macro, em nível nacional; meso, relativo ao parque industrial; micro, abrangendo a sociedade como um todo (GENG et al., 2012).

Os resultados econômicos e ambientais positivos chamam à atenção de interessados, ocasionando aumento da consciência ambiental e maior investimento em estratégias circulares, por seus benefícios econômicos, ambientais e sociais. O primeiro benefício é o uso eficiente de materiais e energia, com aumento de receita na venda de resíduos, redução de preços e aplicação de penalidades ambientais, além de maior competitividade. O segundo refere-se à conservação de recursos naturais, redução de impacto ambiental, por uso eficiente de recursos e redução de descarte de resíduos, com menor aterro sanitário. Por fim, apesar da falta de indicadores sociais diretos, proporciona melhora nas relações entre os diferentes níveis, na oferta de emprego e em novos negócios, principalmente relacionados à reciclagem.

Alguns indicadores importantes, que não foram incluídos na China, mas importantes para avaliação mais completa de ações circulares são descritos (GENG et al., 2012). É importante retratar aspectos sociais, como por exemplo, avaliação de conscientização e participação pública, de taxa de emprego vindos de ações circulares, e de investimento em pesquisa e desenvolvimento circular. Indicadores de simbiose industrial e urbana têm se mostrado igualmente relevantes. Ambos tratam de benefício em relação a proximidade geográfica que permite transferência de recursos, e considerar o nível de troca de materiais, seja nas indústrias ou em nível regional. O primeiro está relacionado à abordagem coletiva de reutilização e reciclagem, como compartilhamento de infraestrutura pública, contábil e de mercado de trabalho. No segundo, simbiose urbana, resíduos urbanos despontam como potencial fonte alternativa de matéria-prima ou de energia para as indústrias.

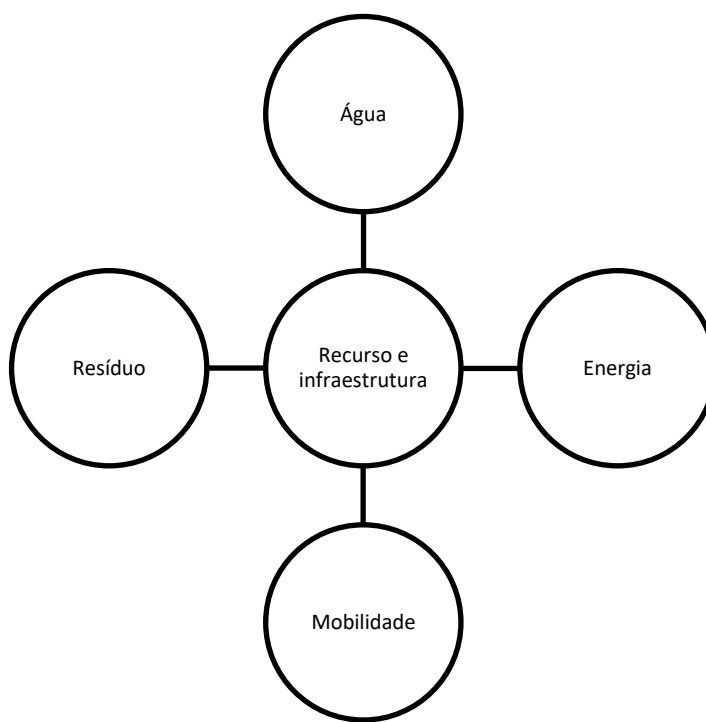
A produção limpa e design ecológico são estimulados no meio industrial, para prevenção de poluição e segurança no manuseio de resíduos. No entanto falta

aprimorar indicadores à avaliação, disponíveis em nível meso e macro. Por outro lado, há indicadores relativos, que trabalham com índice, quando são necessários indicadores absolutos de redução de material e energia derivados de atividades circulares. O governo nacional estabelece metas e objetivos gerais e não específicos.

3. Categoria: Estratégias de Recursos e infraestrutura

Na Categoria de Recurso e Infraestrutura Urbana (**Figura 18**) foram classificadas quatro subcategorias, e detalhadas suas estratégias nos subitens a seguir. Resíduo predomina nas publicações, que se referem-se: gestão de resíduo alimentar urbano, reciclagem em cidades costeiras, coleta seletiva, reciclagem, gestão de resíduos em setores industriais e domésticos, iniciativa Lixo Zero, catadores, impacto de aterros e de incineração, gestão de resíduos e produção de energia e logística reversa. Na subcategoria de Energia, referem-se a: tipos de energia renovável, biomassa, tecnologia, energia de baixo carbono e energia e recuperação de fluxos de resíduos. Enquanto subcategoria de água e esgoto, trata de sistema de coleta, reuso, gestão e colaboração do setor público e privado e gestão hídrica. Por fim, a subcategoria de mobilidade urbana, é possível encontrar temas referentes a assuntos como transportes compartilhados e comunitários, mobilidade elétrica e tecnologia.

Figura 18: Subcategorias de Recurso e Infraestrutura



Fonte: Autoria própria.

3.1. Subcategoria: Água

Estratégias circulares podem colaborar com a gestão de recursos hídricos com base em gestão ambiental e tomada de decisões. Dessa forma pode ser criados índices de avaliação do ciclo urbano da água. O estudo de Andrade e Yoo(2019) apresenta proposta de estratégias baseadas em melhores práticas de gestão no desenho urbano, que envolvem participação da comunidade e devem integrar a gestão da água urbana em três domínios: água potável, águas residuais e águas pluviais. A fim de obter uso eficiente do recurso por meio de armazenamento, tratamento e reutilização para maximizar o valor ambiental, cultural, recreativo e econômico da água. Já o estudo de Arcas-pilz et al.(2021) para criação de sistema de índice de avaliação divide em quatro dimensões: abastecimento de água, uso da água, drenagem e regeneração.

O estudo de Foster e Saleh (2021) trata de cinco categorias de sustentabilidade que devem ser levadas em conta diferenças sociais e culturais na formulação de políticas. Essas referem-se a cidades sem serviços básicos de água; cidades que desperdiçam água; cidades eficientes em termos de água; cidades adaptáveis e eficientes em termos de recursos; e cidades inteligentes em relação à água.

As cidades devem se desenvolver com base em objetivos a longo prazo, que sejam mensuráveis, direcionados as partes interessadas, e compatíveis com os recursos disponíveis. Além de dispor de tecnologia, a cidade inteligente possibilita a criação de novos modelos de negócios, e conseqüentemente de geração de renda e emprego. É importante acrescentar governança e participação e inclusão da comunidade a esse processo. A transparência de informações reforça a integração dos agentes participativos e a gestão de recursos. Concessionárias relacionadas a serviços de água e esgoto podem disponibilizar e compartilhar dados relacionados a política hídrica, que possibilita também a análise de custos e benefícios a sociedade. Por fim, destaca que o monitoramento contínuo é necessário para aprender e garantir a melhoria contínua.

3.2. Subcategoria: Energia

A pesquisa de Christensen (2021), em busca de fontes alternativas de energia para atender a demanda das cidades, utiliza-se de estratégias circulares em design inteligente que proporcione durabilidade aos produtos e eficiência na iluminação pública mais sustentável. Proporciona redução das emissões de CO₂ e uso de biomassa em distritos agrícolas. O artigo destaca a importância da biomassa como nutriente tecnológico-energético sob o paradigma da economia circular. Também mostra que é importante fomentar a colaboração entre produtores de biomassa, empresas de processamento e administradores públicos a fim de desenvolver projetos que gerem mais sustentabilidade ambiental e econômica. A pesquisa de Chen (2021) traz o estudo de caso em cidade chinesa pode proporcionar lucros por utilizar resíduos sólidos para geração de energia, que de acordo com a pesquisa, pode atingir mais de 80 milhões de RMB (moeda chinesa) de receita adicional por ano. A EC contribui para a redução da

poluição regional, economiza recursos minerais, e melhora o ambiente atmosférico. São necessárias medidas regulatórias eficazes para manter o desenvolvimento estável de um sistema circular.

3.3. Subcategoria: Resíduo

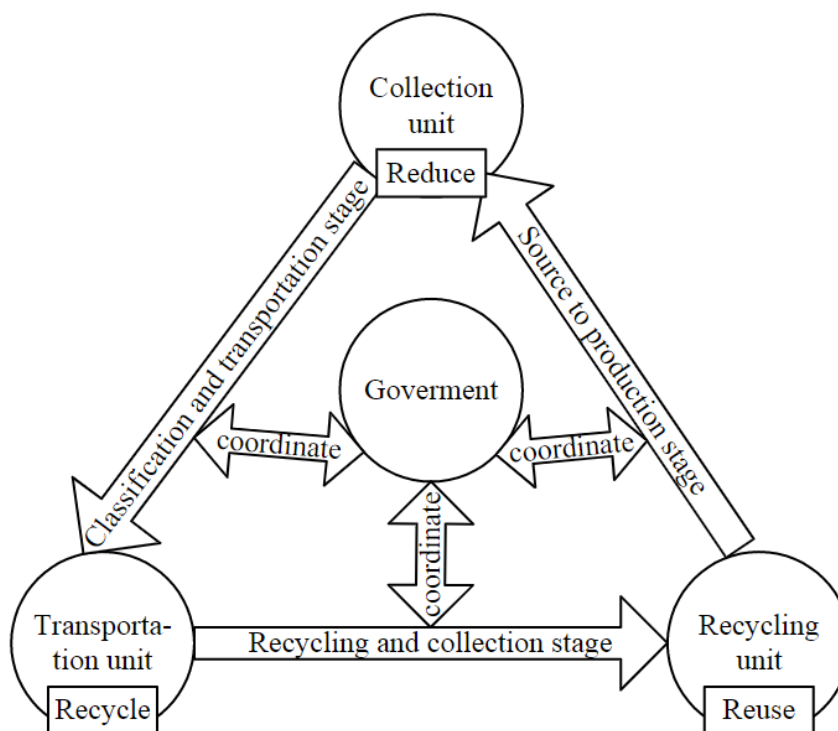
A pesquisa de Khatiwada et al. (2021) descreve que a economia circular pode promover a minimização de resíduos, reutilização e reciclagem de resíduos, e assim pode agregar o valor dos recursos, materiais e produtos para que prolongue seu ciclo de vida. O uso, por exemplo, de composto orgânico para produção de biogás pode reduzir a pressão sobre os recursos fósseis na produção de energia. Reforça que para realizar estratégias circulares é importante considerar a quantidade e a categoria dos resíduos urbanos gerados, que variam de acordo com as atividades antropogênicas e o nível de desenvolvimento tecnológico.

Algumas das ferramentas especializadas podem ser implementadas para avaliar a EC na gestão de resíduos. Por exemplo, o LCA é uma ferramenta relacionados aos fluxos de materiais e energia. Desenvolver uma infraestrutura para logística é essencial para o fornecimento de um modelo de negócio circular. A ferramenta ArcGIS pode auxiliar na identificação de locais de distinção de resíduo da construção e demolição, objetivando separá-los dos demais resíduos sólidos. O uso de critérios para mapeamento como distância de corpos d'água, florestas, residências, patrimônios, aeroporto, estradas podem colaborar com o planejamento mais eficaz de coleta e processamento dos resíduos provenientes da construção (WANG, Y., TANG, Y., & YAO, 2016)

Estratégias circulares podem ser encontradas na gestão de resíduos provenientes da construção civil. Na pesquisa de Wang, Y. et al. (2016) reforça a importância do governo, como coordenador de todo o processo de tratamento destes resíduos, como desenvolvedor de políticas públicas. Na **Figura 19**, o autor esquematiza estratégias circulares e suas articulações. No círculo central, encontra-se o Governo com o papel

de coordenar os estágios do processo e suas ações: (1) origem até o destino de produção (*source to production stage*): regulamentar o depósito de resíduos de construção, exigir a documentação dos resíduos recebidos e a compensação ou reparação para o número de emissões de resíduos de construção; (2) classificação e transporte (*Classification and transportation stage*): elaborar padrões de subsídio para transporte de resíduos de construção, deve fortalecer a supervisão e a aplicação da lei, e estabelecer plataforma de gestão da informação; (3) de coleta e reciclagem (*recycling and collection stage*): subsidiar produtos renováveis, realizar atividades conscientização sobre produtos reciclados de resíduos de construção, investir em instituições de pesquisa para se ter produto de maior qualidade, reduzir impostos de empresas de reciclagem, exigir o uso de produtos de reciclagem de resíduos de construção seja usado em projetos do setor.

Figura 19: Participação do governo em todo o processo de gestão de resíduo da construção civil



Fonte: (WANG, Y., TANG, Y., & YAO, 2016)

A alimentação também pode ser vista como conector de economia urbana inclusiva, adaptativa e resilientes, além de ser um elo importante com outros setores. Um sistema alimentar urbano pode, portanto, oferecer o ponto de partida ideal para uma transição para uma economia circular (STUIVER; HARA, 2021). No estudo de Jensen e Orfila (2021) foram investigados os valores econômicos e ambientais da cadeia de processo para a conversão de resíduos orgânicos seguindo os indicadores EC. A implementação de estratégias circulares nesse modelo pode reduzir os problemas de gestão de resíduos ao fechar o ciclo de reciclagem de materiais, gerando renda extra e agregando receita líquida à economia. Assim como pode colaborar com os tomadores de decisão a conceber uma política adequada de gestão de resíduos sustentável.

Ainda sobre gestão de resíduos aliada a abordagem da economia circular, que pode reduzir impactos ambientais, com efeitos positivos a saúde e padrões de vida da sociedade. Porém, estudos, como o de Wright et al.(2019) também destacam atenção aos agentes de recuperação de resíduos, como catadores, e suas condições insalubres de trabalho, principalmente em países em desenvolvimento.

Na pesquisa de Khatiwada et al. (2021) afirma que a gestão de resíduos urbanos nas cidades interage com vários sistemas, como água, energia, alimentos e clima, uso da terra em diferentes níveis. As águas residuais das casas domésticas poluem os corpos d'água e o meio ambiente local se não gerenciados e tratados adequadamente. A coleta e o tratamento de águas residuais não apenas recuperam água limpa e nutrientes, mas também energia em estações de tratamento e, assim, promovendo recursos e eficiência energética. No **Quadro 7** classifica agentes facilitadores e inibidores que podem influenciar no resultado desse processo.

Quadro 7: Facilitadores e inibidores

Facilitadores	Inibidores
<ul style="list-style-type: none"> • Colaboração internacional • Regras e regulamentos • Partes interessadas e instituições • Conhecimento • Proibição de instalações de incineração e encerramento de aterro • Arranjos institucionais- colaboração com indústrias, academia e governos locais • Planos de gerenciamento de resíduos estratégicas. • Aumento disponibilidade de recursos • Redução de dependência de importação • Crescimento mercado de exportação • Aumento de oportunidades de emprego • Conservação de energia e redução de custos no descarte de lixo 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de orçamento/investimento inicial • Liderança política • Mercados de produtos • Desafios de implementação • Estrutura de preço/custo • Instrumentos de política, por exemplo, incentivos de apoio • Governança/descentralização (regras nacionais e regulamentos) • Orçamento para soluções inovadoras • setor de catadores informais • Conscientização comunitária • Viabilidade econômica • Cultura organizacional

Fonte: traduzido e adaptado de (KHATIWADA et al., 2021).

3.4. Subcategoria: Mobilidade

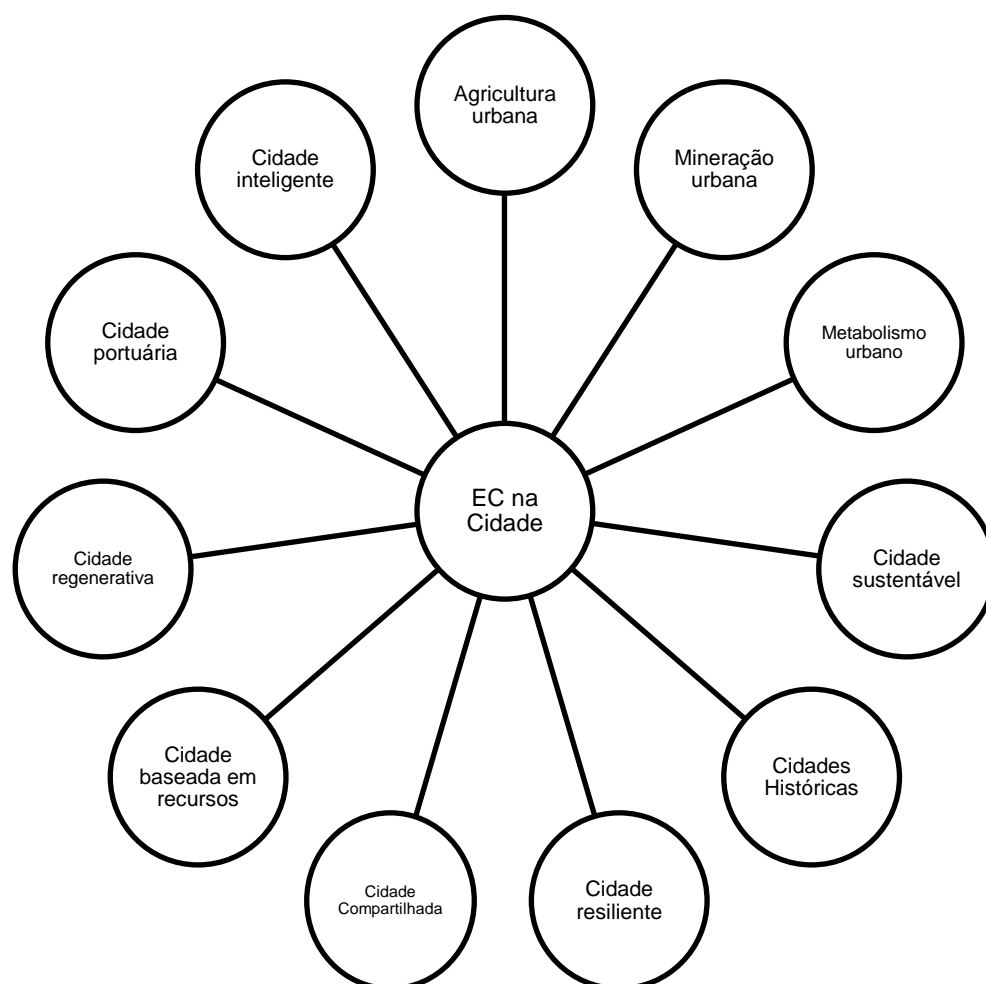
No estudo de Roberts et al. (2021) descreve que a Índia, por exemplo vem passando por grave crise de transporte por devido ao conflito entre o aumento de sua população com espaço e urbanização. Estratégias circulares podem ser aplicadas a mobilidade, como adotar solução o compartilhamento de carros. Como modo de transporte urbano sustentável, o compartilhamento de carros deve ser avaliado em todas as dimensões da sustentabilidade. Que envolve três grandes pilares: sustentabilidade econômica, social e ambiental. Transformar a mobilidade e sua

integração é uma área primordial para alcançar o desenvolvimento sustentável. Portanto, são necessários estudos sobre *car-sharing* que sugiram a importância de promover a EC e ajudem a desenvolver políticas voltadas para a transformação urbana sustentável.

4. Categoria Macro: cidade

Estratégias circulares na escala da cidade são encontradas relacionadas a outras abordagens. Foram identificadas 11 subcategorias (**Figura 20**) descritas no **Quadro 8**.

Figura 20: Subcategorias da escala macro: cidade



Fonte: Autoria própria.

Quadro 8: Descrição de Subcategorias da escala macro: cidade

Agricultura urbana	Produção de cultivo em áreas inseridas no espaço urbano e em suas proximidades para consumo próprio e para mercado urbano local. Contribui com economia de baixo carbono por meio de cadeias de abastecimento mais curta. Também contribui com a economia circular por possibilitar fechamento de ciclos, por exemplo descarte de resíduos orgânicos e reuso de água (FERREIRA et al., 2018).
Cidade inteligente	Cidades que utilizam modelo de governança com uso de tecnologia para administração eletrônica, informação e transparência. Adotam medidas que corroboram com objetivos do desenvolvimento sustentável. Pode promover, por exemplo, gestão eficientes de recursos naturais (ESMAEILIAN et al., 2018).
Cidade portuária	Cidades desenvolvidas a partir de atividade de intercambio de recursos, que contribuem para a globalização da economia mundial, acrescidas de atividades logísticas, industriais e turísticas em seu entorno. São descritas como “ponto de passagem” de resíduos e materiais, e vista como potenciais desenvolvedoras de estratégias circulares. Como, por exemplo, uso de fontes renováveis de energia em navios e otimização de resíduo (ROBERTS et al., 2021).
Cidade regenerativa	Processos circulares e sinergias são considerados elementos-chave para regenerar a riqueza da cidade em seu espaço físico (GABALLO; MECCA; ABASTANTE, 2021).
Cidade baseada em recursos (<i>resource-based cities</i>)	As cidades baseadas em recursos (<i>resource-based cities, RBCs</i>) são aquelas que dependem da exploração de recursos naturais primários, como o carvão e petróleo. Causam preocupação à medida que os recursos principais geradores de renda se tornam escasso. Abordagem circular deve ser considerada no planejamento de infraestrutura e layout das indústrias (YU; DE JONG; CHENG, 2016).
Cidade compartilhada (<i>Sharing city</i>)	Refere-se a economia compartilhada aplicadas em áreas urbanas. Impulsionada pela crescente consciência ambiental e de tecnologias de

	comunicação da informação. Exemplo: Projetos de carros e bicicletas compartilhadas, hospedagem como Airbnb (COHEN; MUÑOZ, 2016).
Cidade resiliente	Cidades pensadas para adaptação mais ágeis às mudanças climáticas (LOPEZDEASIAIN, 2020).
Cidades Históricas	Podem colaborar com estratégias circular ao adaptar espaços históricos, prolongando sua vida útil. Visa integrar técnicas construtivas de baixo impacto ambiental por meio de fechamento de ciclos de cadeias de suprimentos. Por exemplo: reforma de edifícios subutilizados ou revitalização de bairros (FOSTER, 2020).
Cidade sustentável	Visa atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras. Com base na economia circular, pode melhorar a eficiência do uso de recursos e energia, tendo o desenvolvimento econômico em harmonia com meio ambiente (SODIQ et al., 2019).
Metabolismo urbano	Compara cidades a organismos vivos que, para manter suas atividades, necessitam de consumir recursos que resultam em crescimento destes, gasto de energia e descarte de resíduos. Essa abordagem possibilita quantificar fluxos de materiais e energias nas cidades, o que gera informações para tomada de decisão em relação a cadeias de suprimentos mais eficientes (D'AMICO et al., 2021).
Mineração urbana	Trata de recuperação de materiais a partir de resíduos, de qualquer tipo como da construção civil e demais produtos em desuso, principalmente os elétricos e eletrônicos. Podem representar fonte significativa de recursos, tanto de quantidade reinserida no ciclo produtivo, como do aspecto financeiro (HUANG et al., 2018).

Fonte: Autoria própria.

Estudos sobre a agricultura urbana vem crescendo, um dos motivos seria a ameaça à segurança alimentar. Dessa forma é visto como potencial para países em desenvolvimento utilizá-la como estratégia. Pode ofertar 15 a 20% da demanda global,

fechar alguns ciclos de materiais e energia, contribuir com economia de baixo carbono e infraestrutura verde urbana (FERREIRA et al., 2018). As cidades vão precisar acompanhar a crescente demanda populacional, e por conseguinte a de recursos, que estão cada vez mais escassos. A gestão urbana é essencial para acompanhar e antecipar fluxos de materiais, fomentar atividades circulares, de compartilhamento, de redução de resíduo e de energia (HEISEL; RAU-OBERHUBER, 2020).

Estudos expressivos nesta subcategoria apontam patrimônio por meio de estudos de casos e indicadores culturais e sustentáveis envolvidos. Por exemplo, com a reutilização de edifícios e espaços históricos (GRAVAGNUOLO; ANGRISANO; GIRARD, 2019), o que ocasiona impactos turísticos e imobiliários no contexto urbano regenerativo. A seguir é dado destaque a conceitos e relações estratégicas circulares com as de sustentabilidade e de metabolismo urbano.

4.1. Economia Circular e Sustentabilidade

De acordo com Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento “desenvolvimento sustentável deve atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atender às suas próprias necessidades” (DUT, 2021). O conceito de desenvolvimento sustentável tem sido ampliado à visão de longo prazo sobre a necessidade de assegurar a equidade entre gerações, países como também interconexões entre o econômico, o social e o ambiental (**Quadro 9**). A semelhança entre esses dois conceitos, economia circular e desenvolvimento sustentável, refere-se justamente à integração de aspectos não econômicos na equação de desenvolvimento, considerando abordagens sistêmicas e interdisciplinares. Conexão entre esses conceitos tem destacado sustentabilidade como necessária para economia circular (ACELEANU et al., 2019).

No estudo de Geissdoerfer et al. (2017c) define Economia Circular como “*um sistema regenerativo no qual a entrada e o desperdício de recursos, a emissão e o vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento dos ciclos de materiais e energia. Isso pode ser alcançado por meio de*

projeto duradouro, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, reforma e reciclagem.”

Para assegurar desenvolvimento sustentável é importante partir-se da análise do fluxo de transferência de materiais e energia entre natureza e ser humano. A quantidade de habitantes no planeta Terra tem aumentado, com conseqüente maior consumo e os impactos no meio ambiente. Para enfrentar esses desafios, é necessário repensar sustentabilidade, com base na EC, em fluxos fechados de materiais, fontes e energia renováveis e energia no sistema cascata.

No contexto urbano, esse conceito tem-se reduzido ao consumo de energia e emissões de carbono. A sustentabilidade incorpora a abordagem circular, sendo definida como uma forma de atingir metas de desenvolvimento associadas à redução de desperdício por eficiência no uso, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais empregados na produção, construção e durante o ciclo de vida (DUT, 2021).

Quadro 9: Sustentabilidade e Economia Circular

	Sustentabilidade	Economia circular
Origens do termo	Movimentos ambientais, ONGs, agências sem fins lucrativos e intergovernamentais, princípios em silvicultura e sistemas cooperativos	Diferentes escolas de pensamento, como do berço ao berço, implementação regulatória pelos governos, lobby de ONGs como a EMF, inclusão em agendas políticas, por exemplo, Horizonte Europeu 2020
Metas	Aberta, multiplicidade de objetivos, dependendo do agente considerado e seus interesses	Circuito fechado, eliminando idealmente toda a entrada de recursos e vazamentos do sistema
Motivação principal	Reflexividade difusa e diversa e adaptativa → trajetórias	Melhor uso de recursos, desperdício, vazamento (de linear a

	Sustentabilidade	Economia circular
	passadas	circular)
Qual sistema é priorizado?	Linha de fundo tripla (horizontal)	O sistema econômico (hierárquico)
Em benefício de quem?	O meio ambiente, a economia e a sociedade em geral.	Os atores econômicos estão no centro, beneficiando a economia e o meio ambiente. A sociedade se beneficia com melhorias ambientais e certos complementos e premissas, como mais trabalho manual ou tributação mais justa
Como eles se institucionalizaram (ampla difusão)?	Fornecendo enquadramentos vagos que podem ser adaptados a diferentes contextos e aspirações.	Enfatizando os benefícios econômicos e ambientais
Agência (Quem influência? Quem deve influenciar?)	Difuso (as prioridades devem ser definidas por todas as partes interessadas)	Governos, empresas, ONGs
Período de mudanças	Aberto, sustenta o status atual "indefinidamente"	Limites teóricos para otimização e práticos para implementação podem definir limites de entrada e vazamento para a conclusão bem-sucedida da implementação de uma Economia Circular
Percepções de responsabilidades	As responsabilidades são compartilhadas, mas não claramente definidas	Empresas privadas e reguladores/decisores políticos
Compromissos, objetivos e interesses por trás	Alinhamento de interesses entre as partes interessadas, por exemplo, menos	Vantagens econômicas/financeiras para as empresas e menor consumo de recursos e poluição para o meio

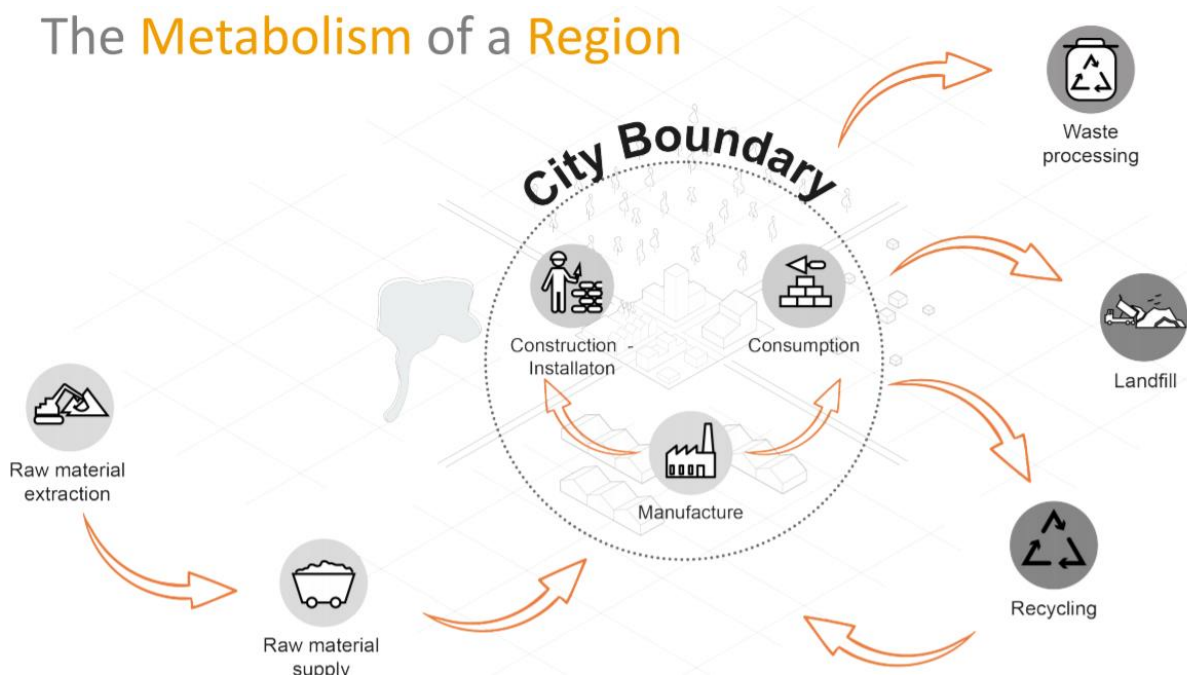
	Sustentabilidade	Economia circular
do uso do termo	desperdício é bom para o meio ambiente, lucros organizacionais e preços ao consumidor	ambiente

Fonte: Traduzido e adaptado de (GEISSDOERFER et al., 2017c).

4.2. Metabolismo urbano e Metabolismo Circular

Metabolismo compreende um conjunto de transformações que ocorrem dentro do organismo vivo. Esse conceito pode ser transferido para a escala urbana, facilitando a compreensão da cidade circular. Os ecossistemas naturais são caracterizados por ciclos fechados e um metabolismo de resíduos próximo a zero. Enquanto em nosso mundo altamente urbanizado e globalizado, o metabolismo é essencialmente linear. As matérias-primas são extraídas de diferentes produtos, transportadas para integrar a arquitetura e urbanismo (**Figura 21**). Os resíduos desse processo, em sua maior parte, são tratados em aterros e uma parcela muito pequena é reciclada ou reutilizada (DUT, 2021).

Figura 21: O metabolismo de uma região



Fonte: DUT, 2021.

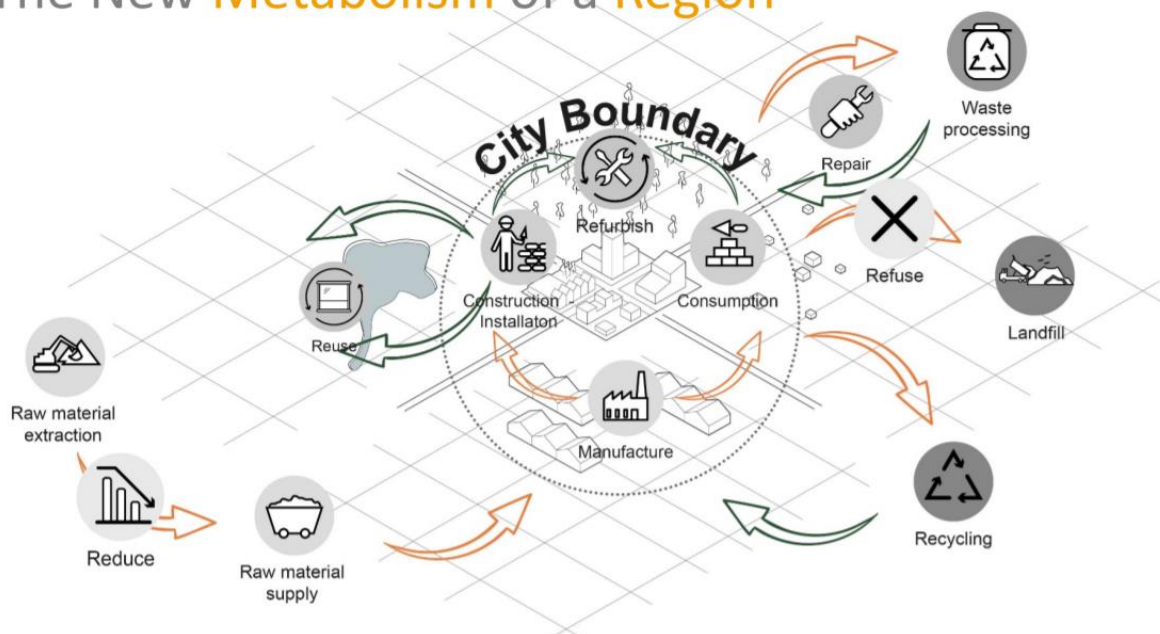
O detalhamento do metabolismo territorial permite compreender desempenho ambiental do sistema. Cada conexão tem seus impactos positivos e negativos, no meio ambiente, na sociedade e na economia. Esta forma de mapear o metabolismo territorial permite entender onde e que tipo de resíduo pode ser usado como insumo para outras atividades e entender onde e em que escala pode-se introduzir circularidade para maximizar benefícios ambientais, sociais e econômicos. Permite entender o local e beneficiários que lucram com as atividades econômicas envolvidas e, por fim, possibilita relacionar as conexões de valores com comunidades locais em diversas partes do mundo (DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY - DUT, 2021).

Em suma, o novo metabolismo, que se refere a economia circular de uma região, pode ser usado para analisar as funções que dizem respeito ao uso de recursos e infraestrutura, bem como a relação entre as atividades humanas no ambiente natural e no construído (**Figura 22**). Em consequência, possibilita compreender a conexão entre as atividades e estratégias circulares a serem aplicadas para projetar espaços urbanos sustentáveis em diversas escalas e atividades. Ou seja, EC é um conceito

multidisciplinar e integrado, que examina fluxos de materiais e energia nos territórios como sistemas complexos, moldados por várias forças sociais, econômicas e ambientais (DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY - DUT, 2021).

Figura 22: O novo metabolismo de uma região.

The New Metabolism of a Region

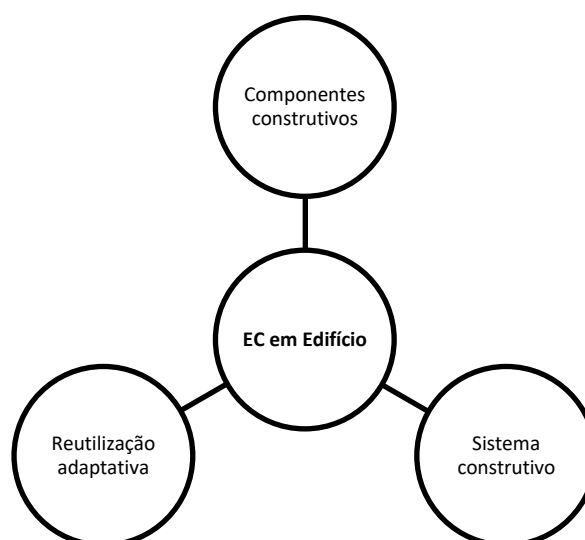


Fonte: DUT, 2021.

5. Categoria Meso: edifício

Estratégias circulares podem ser encontradas na escala edilícia em: componentes, sistemas construtivos, e reabilitação de uso ao seu ciclo de vida, conforme análise bibliométrica da pesquisa referentes à construção civil (**Figura 23**) descritas no **Quadro 10**.

Figura 23: Subcategorias de EC em Edifício.



Fonte: Autoria própria.

Quadro 10: Descrição de Subcategorias de EC em Edifício

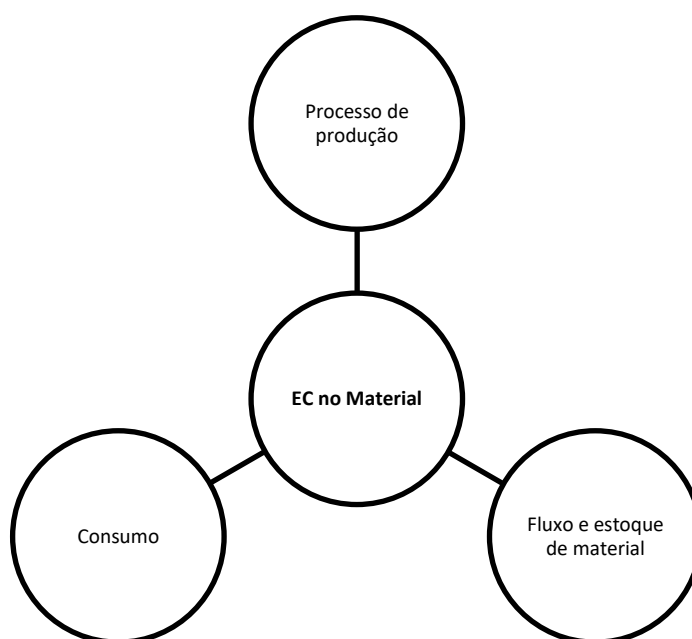
Componentes construtivos	Componentes construtivos produzidos nas indústrias e montados in loco. EC na construção civil pode trabalhar com princípios que envolvam “projeto para desmontagem, gerenciamento de recuperação de produto, avaliação do ciclo de vida, adaptabilidade, desmaterialização e loops fechados de materiais” (SODIQ et al., 2019).
Sistema construtivo	Edifícios modulares utilizáveis e relocáveis (KYRÖ; JYLHÄ; PELTOKORPI, 2019), e habitação com blocos do tipo Lego feitos de materiais recicláveis.
Reutilização adaptativa	Reabilitação do edifício envolve transformação de objetos não utilizados em nova finalidade, proporciona a durabilidade de sua vida útil e evita descarte precoce. Por exemplo, adaptações de edifícios subutilizados ou abandonados na Europa (GABALLO; MECCA; ABASTANTE, 2021).

Fonte: Autoria própria.

6. Categoria Micro: material

A utilização dos princípios da economia circular aplicadas ao processo produtivo maximiza a eficiência dos recursos, reavalia fluxos e estoques de materiais e prolonga seu ciclo de vida. A reconsidera a utilização de fonte de energia de baixo impacto, principalmente a de recursos não fósseis, por conseguinte proporciona redução de fatores poluentes. É necessário também mudança de comportamento do consumidor, sobretudo quanto a separação de resíduos e descarte para melhor inserção desses novamente no ciclo produtivo. Estratégias circulares podem ser encontradas em menor escala, classificadas em processo de produção, consumo, e fluxo de estoque e material, conforme análise bibliométrica da pesquisa sobre a categoria Produção (Figura 24) descritas no Quadro 11.

Figura 24: Subcategorias de Material



Fonte: Autoria própria.

Quadro 11: Descrição de Subcategorias de Material

Processo de produção	A produção verde envolve aspectos ambientais em todo o processo produtivo, como a utilização uso de materiais alternativos e reaproveitamento, tornando o processo menos poluente (ECHEVARRIA et al., 2021).
Consumo	Consumo e produção sustentável ou <i>consumption and production systems</i> (SCP) visa a dissociação do crescimento econômico e da pressão ambiental, e tem como objetivo eficiência de recursos no consumo, produção, distribuição e uso do produto (YU; DE JONG; CHENG, 2016). Consumo sustentável trata de mudança de comportamento e conscientização por parte do consumidor. Já a produção tem preocupação com todo o processo, desde o recurso natural extraído a poluentes gerados (COHEN; MUÑOZ, 2016).
Fluxo e estoque de material	<i>Material Flow Analysis</i> (MFA) é importante para compreender interação de estoque e fluxos em relação a demanda de material, energia e emissões. Estoques antropogênicos em ambiente construído representa grande reservatório de matéria-prima secundária. Pode colaborar com estratégias circulares ao reduzir resíduos descartados (LANAU et al., 2019). <i>Assessing the Material Stock</i> (MS) permite avaliação do Estoque de Materiais dos edifícios ao quantificar os estoques e fluxos de materiais e componentes de construção, e pode contribuir com uso e potencial disponibilidade como recursos secundários. Assim formuladores de políticas, planejadores urbanos e projetistas podem considerá-lo para promover consumo consciente (ARORA et al., 2019). <i>Life cycle assessment</i> (LCA), ou avaliação do ciclo de vida, é utilizado para avaliação de desempenho de estratégias circulares.

Fonte: Autoria própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem da economia circular é importante para fechar cadeias produtivas e evitar descarte e perda de valor econômico e ecológico. Estratégias vão além da proporcionar soluções rápidas e eficientes na recuperação de materiais recicláveis, com sua reinserção em cadeias produtivas aumentando os respectivos ciclos de vida. Envolvem transformações na produção e no consumo, redução de desperdícios, além de repensar compromissos individuais e organizacionais para que se possam obter resultados práticos visíveis, e relevantes para sociedade.

Os princípios da economia circular podem reduzir o material de consumo e geração de resíduos, eficiência no uso de recursos, e redução das emissões de carbono, em níveis sustentáveis. Também pode frear e fechar loops de materiais e energia, além de conter descarte. Em macroeconomia, EC pode melhorar a relação entre o PIB e o consumo de recursos naturais de materiais e de energia. Por se tratar de tema abrangente e multidisciplinar é composto por diversas estratégias envolvendo esforços conjuntos, individuais, comunidades locais, organizações, empresas e governo. Por fim, a economia circular urbana pode contribuir para o aumento de competitividade além de proporcionar crescimento econômico equilibrado.

O levantamento de dados de 888 publicações por meio da *Scopus* possibilitou análise da frequência de palavra-chave para identificar e as mais associadas a economia circular urbana, que foram: sustentabilidade, resíduos, gestão, reciclagem, industrial, energia, indicadores, avaliação, construção, água, agricultura, desenvolvimento, ecologia, comida, material, modelo e sistema. Esta etapa foi essencial para definir as palavras-chaves da pesquisa, como para afirmar áreas de conhecimento associadas. A bibliometria também possibilitou o agrupamento de pesquisas com temáticas semelhantes, e posterior classificação em categorias e subcategorias de estratégias circulares.

Estratégias voltadas a **Categoria de gestão circular urbana** podem ser identificadas em basicamente 6 subcategorias: Agentes participativos; Incentivos fiscais e legais; compreensão de desafios e oportunidades para viabilizar meios de implementação; educação e conscientização de práticas circulares e seus benefícios; Tecnologia no planejamento estratégico, que pode reduzir desigualdades espaciais urbanas; e Avaliação de desempenho, uma vez que o uso de indicadores organizados e unificados colabora na transição de economia linear para economia circular.

Ferramentas e metodologias para a avaliação do desenvolvimento da economia circular foram identificadas por análise de fluxo de material, ferramentas de avaliação de desempenhos e indicadores que auxiliem na identificação de progresso e dificuldade de implementação. Novas tecnologias, são pontos chaves na promoção de iniciativas circulares para a tomada de decisão. Permitem fomentar a sustentabilidade com inovações na infraestrutura e gestão pública, além de informar e permitir a conscientização cidadã.

O estudo mostrou que gestores públicos podem e devem colaborar, de forma contínua, por meio de incentivos econômicos com políticas de estímulo à transição e à conformação do modelo linear. Devem ser consideradas reformulação e integração fiscais e ambientais, avaliação de desempenho por meio de indicadores, padrões no monitoramento e auditoria das ações. Outro tema relevante é a implementação, no planejamento estratégico, de práticas de governança participativa, nas quais cidadãos colaborem de forma consciente e assídua, além de promover campanhas para criar mudanças de comportamento de consumidores, tornando-os mais racionais. O engajamento empresarial é considerado relevante para disseminar o conceito circular dentro e fora de sua organização, podendo haver ação conjunta com o governo local e com parcerias público-privadas. Esse setor precisa de incentivos e regulamentos para cooperação efetiva entre as partes interessadas de diferentes níveis econômicos.

O envolvimento de stakeholders nas ações promovidas, de cima para baixo e de baixo para cima (*top-down* e *bottom up*), na estrutura organizacional da comunidade, envolve fluxos de regeneração, compartilhamento, otimização, fechamento de loops (ciclos) de produção, inovação tecnológica e permuta entre os diversos setores.

Ademais, propõe-se o alinhamento de planos de ações e metas dos governos locais ao planejamento estratégico, implementado em nível micro, meso, e macro, considerando objetivos de curto a longo prazo.

Para sua implementação foram analisados fluxos como *bottom up*, o fluxo parte da base ao topo, abrangendo comunidade empresarial e grupos que criam soluções inovadoras. Assim como *top-down*, em que gestores podem criar planejamento estratégico que fomentem empresas e comunidades a desenvolverem ações em direção a sustentabilidade urbana. Este é o caso da China, por ser uma das maiores economias mundiais, ser geradora de grande quantidade de poluentes e apresentar alto índice demográfico. O país é tido como a referência de produção de estudos científicos sobre o tema, e de implementação circular nas cidades. Seu sucesso é visto no reforço de metas e políticas nacionais de apoio ao desenvolvimento da EC. Em geral as demais cidades tratam de ações pulverizadas e baixo para cima, por conseguinte dificulta avaliação por meio de indicadores. Vale frisar que os resultados eficientes da implementação de estratégias circulares dependem do local espacial, contexto político e econômico

Espera-se desenvolver planos de ação eficientes para cada solução dependente do contexto de cada cidade onde são implementadas estratégias de promoção da economia circular. Seu sucesso depende do envolvimento de todos os atores (stakeholders) em trabalho conjunto e harmônico. Estes devem contar com laboratórios urbanos circulares voltados ao público, economia compartilhada, incentivos a negócios, plataformas de colaboração, mecanismos financeiros e abordagens ao desenvolvimento de expertise.

Modelos de negócios circular podem incentivar a minimização de resíduos por redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais durante todo o ciclo de vida de um produto. Oficinas de economia e reparos podem apoiar a reutilização de diferentes bens de consumo, além de beneficiar o negócio local. São incentivadas parcerias entre empresas para atender às necessidades comuns de serviços, transporte e infraestrutura. Nesse contexto, a criação de espaços de compartilhamento em áreas

públicas, promove encontros sociais e prolonga a vida útil de materiais, com impacto positivo na geração de renda.

A aplicabilidade de princípios da EC aos espaços urbanos para fechar cadeias de recursos pode ser estudada em 4 subcategorias inseridas em categoria de recurso e infraestrutura: energia, água, mobilidade e resíduo sólido. Principalmente este último, como produção e gestão de resíduos do setor da construção civil, também deve ser repensado, minimizando a entrada de recursos, resíduos, emissões de poluentes, e desperdícios de água e energia desse sistema.

Estratégias circulares podem ser encontradas em diferentes escalas. Na macro foram identificadas 11 subcategorias de abordagens urbanas e tipos de cidade em que elas estão presentes: agricultura urbana, mineração urbana, metabolismo urbano, cidade sustentável, cidades históricas, cidade resiliente, cidade compartilhada, cidade baseada em recursos, cidade regenerativa, cidade portuária e cidade inteligente. Na meso foram encontradas 3 subcategorias relacionadas a: componentes construtivos, sistema construtivo e reutilização adaptativa. Na micro foram encontradas 3 subcategorias relacionadas a: processo de produção, fluxo e estoque de material e consumo.

Dessa forma a questão de pesquisa foi respondida ao identificar em seus resultados as estratégias da economia circular aplicada em contextos urbanos, por meio de análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura. Como apresentadas, as estratégias circulares podem ser encontradas em diferentes escalas: macro (cidades), meso (edifício) e micro (material). E envolvem recursos e infraestrutura urbana como água, energia, resíduo e mobilidade. A pesquisa ainda destaca a importância da gestão para o sucesso de sua implementação. Como análise de desafios e oportunidades, o envolvimento de agentes participativos, tecnologia, avaliação, conscientização e educação.

Assim a pesquisa pode colaborar como material de apoio na tomada de decisão para desenvolver EC em diversos níveis de abordagem no espaço urbano. Apenas com amplo envolvimento dos atores e áreas políticas é possível reconhecer oportunidades e enfrentar os desafios que a economia circular exige para sua consolidação no espaço

construído. Assim, espera-se que sua implementação contribua para reduzir desigualdades, promovendo saúde, bem-estar e harmonia com o meio ambiente.

Espera-se que esse trabalho possa colaborar não apenas com os envolvidos no planejamento urbano, como com indivíduos, comunidades locais, organizações, empresas e governo. Que promova reflexões a respeito de soluções práticas alinhadas a preservação do meio ambiente, a fim de ofertar futuro digno para as próximas gerações.

Após a compreensão do conceito, das práticas implementadas nas cidades, suas estratégias, e dos benefícios dos fechamentos dos ciclos e redução de rejeitos, sugere-se para pesquisas futuras estudo que respondam perguntas: como estratégias circulares podem ser inseridas em instrumentos de gestão do território? Como podem ser implementadas em países subdesenvolvidos e quais indicadores de desempenho poderiam ser utilizados?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACELEANU, M. I. et al. The management of municipal waste through circular economy in the context of smart cities development. **IEEE Access**, v. 7, p. 133602–133614, 2019.

ANDRADE, R. O.; YOO, S. G. applied sciences A Comprehensive Study of the Use of LoRa in the Development of Smart Cities. 2019.

ARCAS-PILZ, V. et al. Science of the Total Environment Recovered phosphorus for a more resilient urban agriculture : Assessment of the fertilizer potential of struvite in hydroponics. v. 799, 2021.

ARORA, M. et al. Residential building material stocks and component-level circularity: The case of Singapore. **Journal of Cleaner Production**, v. 216, p. 239–248, 2019.

BOLGER, K.; DOYON, A. Circular cities: exploring local government strategies to facilitate a circular economy. **European Planning Studies**, v. 27, n. 11, p. 2184–2205, 2019.

CHEN, C. Clarifying rebound effects of the circular economy in the context of sustainable cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 66, n. November 2020, p. 102622, 2021.

CHIAVENATO, I. Introdução a Teoria Geral da Administração. In: 8ª edição ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 31–45.

CHRISTENSEN, T. B. Towards a circular economy in cities : Exploring local modes of governance in the transition towards a circular economy in construction and textile recycling. **Journal of Cleaner Production**, v. 305, p. 127058, 2021.

CIRCULAR, T. H. E. Delivering the Circular Economy a Toolkit for Policymakers Executive Summary. 2015.

COHEN, B.; MUÑOZ, P. Sharing cities and sustainable consumption and production: towards an integrated framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p. 87–97, 2016.

Conheça a economia circular, o modelo econômico. Disponível em: <<https://www.ambientelegal.com.br/reducao-reutilizacao-e-reciclagem-conheca-a-economia-circular-o-modelo-economico/>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

D'AMICO, G. et al. Digital technologies for urban metabolism efficiency: Lessons from urban agenda partnership on circular economy. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 11, p. 1–23, 2021.

DE ANDRADE JUNIOR, M. A. U.; ZANGHELINI, G. M.; SOARES, S. R. Using life cycle assessment to address stakeholders' potential for improving municipal solid waste management. **Waste Management and Research**, v. 35, n. 5, p. 541–550, 2017.

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

DUT. **Course CESBE1x: Circular Economy for Sustainable Built Environment.** Disponível em: <<https://www.edx.org/course/circular-economy-for-a-sustainable-built-environ-2>>.

ECHEVARRIA, D. et al. Defining Nutrient Colocation Typologies for Human-Derived Supply and Crop Demand to Advance Resource Recovery. 2021.

Ellen Macarthur Foundation. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/>>. Acesso em: 20 set. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Cities in the circular economy: An initial exploration. **Ellen MacArthur Foundation**, p. 16, 2017.

ESMAEILIAN, B. et al. The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. **Waste Management**, v. 81, p. 177–195, 2018.

FERREIRA, A. J. D. et al. Urban agriculture, a tool towards more resilient urban communities? **Current Opinion in Environmental Science and Health**, v. 5, p. 93–97, 2018.

FETSCHERIN, M.; HEINRICH, D. Consumer brand relationships research: A bibliometric citation meta-analysis. **Journal of Business Research**, v. 68, n. 2, p. 380–

390, 2015.

FOSTER, G. Resources , Conservation & Recycling Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 152, n. October 2019, p. 104507, 2020.

FOSTER, G.; SALEH, R. Resources , Conservation & Recycling The Circular City and Adaptive Reuse of Cultural Heritage Index: Measuring the investment opportunity in Europe. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 175, n. September, p. 105880, 2021.

GABALLO, M.; MECCA, B.; ABASTANTE, F. Adaptive reuse and sustainability protocols in italy: Relationship with circular economy. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 14, 2021.

GEISSDOERFER, M. et al. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, n. 0, p. 757–768, 2017a.

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

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

GENG, Y. et al. Implementing China's circular economy concept at the regional level: A review of progress in Dalian, China. **Waste Management**, v. 29, n. 2, p. 996–1002, 2009.

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.

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.

GRAVAGNUOLO, A.; ANGRISANO, M.; GIRARD, L. F. Circular economy strategies in eight historic port cities: Criteria and indicators towards a circular city assessment

framework. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 13, 2019.

HEISEL, F.; RAU-OBERHUBER, S. Calculation and evaluation of circularity indicators for the built environment using the case studies of UMAR and Madaster. **Journal of Cleaner Production**, v. 243, p. 118482, 2020.

HUANG, B. et al. Circular economy scientific knowledge in the European Union and China: A bibliometric, network and survey analysis (2006e2016). **Journal of Cleaner Production journal**, v. 197, p. 1244–1261, 2018.

IZDEBSKA, O.; KNIELING, J. Citizen involvement in waste management and circular economy in cities: Key elements for planning and implementation. **European Spatial Research and Policy**, v. 27, n. 2, p. 115–129, 2021.

JENSEN, P. D.; ORFILA, C. Correction to: Mapping the production-consumption gap of an urban food system: an empirical case study of food security and resilience (Food Security, (2021), 13, 3, (551-570), 10.1007/s12571-021-01142-2). **Food Security**, v. 13, n. 4, p. 1069, 2021.

KHATIWADA, D. et al. Circularity in the Management of Municipal Solid Waste - A Systematic Review. **Environmental and Climate Technologies**, v. 25, n. 1, p. 491–507, 2021.

KUSCH-BRANDT, S. Underutilised resources in urban environments. **Resources**, v. 9, n. 4, p. 1–6, 2020.

KYRÖ, R.; JYLHÄ, T.; PELTOKORPI, A. Embodying circularity through usable relocatable modular buildings. **Facilities**, v. 37, n. 1–2, p. 75–90, 2019.

LANAU, M. et al. Taking Stock of Built Environment Stock Studies: Progress and Prospects. **Environmental Science and Technology**, v. 53, n. 15, p. 8499–8515, 2019.

LOPEZDEASIAIN, M. The Importance of the Participatory Dimension in Urban Resilience Improvement Processes. p. 1–25, 2020.

MARIANO, ARI MELO; SANTOS, M. R. Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. **XXVI Congresso Internacional de la Academia Europea de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM)**, v. 26, n. September, p. 427–443,

2017.

MUMFORD, L. **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas.**

Tradução: Neil R. Da Silva. 4ª ed. Sao Paulo: Martins Fontes, 1998.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 710–718, 2017.

PRENDEVILLE, S.; CHERIM, E.; BOCKEN, N. Circular Cities: Mapping Six Cities in Transition. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 26, p. 171–194, 2018.

QYLURQPHQW, D. Q. G. et al. Identifying Key Implication Factors to Influence the Approach and Promotion of the Sustainable Furniture-Sharing Platform in the Circular Economy in Bangkok , Thailand. 2021.

RAWORTH, K. **Economia Donut: Uma alternativa ao crescimento a qualquer custo.**

Tradução: George Schlesinger. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

REGINA, M.; DUARTE, C.; FERNANDO, S. INTEGRAÇÃO DE BIG DATA PARA IMPULSIONAR A ECONOMIA CIRCULAR NO AMBIENTE CONSTRUÍDO 1. n. 1, 2020.

ROBERTS, T. et al. A Virtuous Circle ? Increasing Local Benefits from Ports by Adopting Circular Economy Principles. p. 1–25, 2021.

SHOJAEI, A. et al. Enabling a circular economy in the built environment sector through blockchain technology. **Journal of Cleaner Production**, v. 294, p. 126352, 2021.

SODIQ, A. et al. Towards modern sustainable cities: Review of sustainability principles and trends. **Journal of Cleaner Production**, v. 227, p. 972–1001, 2019.

STUIVER, M.; HARA, S. O. Food Connects Washington DC in 2050 — A Vision for Urban Food Systems as the Centerpieces of a Circular Economy. p. 1–18, 2021.

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.

THE WORLD BANK. Demographic Trends and Urbanization. **Demographic Trends**

and Urbanization, 2021.

UNGARETTI, C. R. **O 14º Plano Quinquenal (2021-2025) da China em Perspectiva Doméstica e Internacional: Economia, inovação e meio-ambiente**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/nebrics/o-14o-plano-quinquenal-2021-2025-da-china-em-perspectiva-domestica-e-internacional-economia-inovacao-e-meio-ambiente/>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects 2019**. [s.l: s.n.].

UNITED NATIONS. The sustainable development goals report 2019. **United Nations publication issued by the Department of Economic and Social Affairs**, p. 64, 2019b.

WANG, Y., TANG, Y., & YAO, W. Research on the Whole Process Management of Construction Waste. v. 3, n. Pepper 1996, p. 659–668, 2016.

WANG, N. et al. Evaluation of Urban circular economy development: An empirical research of 40 cities in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 180, p. 876–887, 2018.

Waste streams - Value Chains. Disponível em: <<http://www.ce-force.eu/valuechains.php>>. Acesso em: 23 set. 2021.

WRIGHT, C. Y. et al. Circular economy and environmental health in low- And middle-income countries. **Globalization and Health**, v. 15, n. 1, p. 1–5, 2019.

YU, C.; DE JONG, M.; CHENG, B. Getting depleted resource-based cities back on their feet again – the example of Yichun in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p. 42–50, 2016.

ZHANG, H. et al. Analysis of land use changes and environmental loads during urbanization in China. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 7, n. 1, p. 109–115, 2008.

ZHAO, Y. China in transition towards a circular economy: from policy to practice. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 187–202, 2020.
