ESG - ENVIRONMENTAL,SOCIAL AND GOVERNANCE
SINGEURB
IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana

Rio de Janeiro, 22 a 24 de novembro de 2023

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RST): SELEÇÃO DE INDICADORES PARA CIDADES CIRCULARES

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW (SLR): SELECTION OF INDICATORS FOR CIRCULAR CITIES

MELO, André Souza de[1]; ALVES, Rosane Martins[2]; BARBOSA, Gisele Silva[3]

[1] Mestrando pelo Programa de Engenharia Urbana (PEU) da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, andresm@poli.ufrj.br
[2] Departamento de Expressão Gráfica (DEG) e Programa de Engenharia Urbana (PEU) da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, rosane.alves@poli.ufrj.br
[3] Instituto Politécnico da Universidade Federal do Rio de Janeiro de Macaé; Programa de Engenharia Urbana (PEU), Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, giselebarbosa@poli.ufrj.br

RESUMO

Partindo-se de que as cidades apresentam ineficiências no uso de recursos, resultando em problemas de ordem social e ambiental, o conceito de cidades circulares emerge com abordagem para repensar e edificar espaços urbanos. Nesse contexto, a economia circular vem se destacando devido à capacidade de redefinir a noção de crescimento econômico, possibilitando mais eficiência administrativa e maior sustentabilidade na disponibilidade de recursos. Essa área se revela intrincada, carente de documentação, abrindo oportunidades para investigações no âmbito nacional, visando fomentona adoção de princípios e práticas ligados à economia circular. Nesse cenário, o estudo realizou uma revisão bibliométrica identificandoquais indicadores de circularidade devem ser monitorados para a realidadebrasileira. Foi utilizado um método composto por revisão sistemática da literatura e coleta de dados empíricos por meio de entrevistas com especialistas teóricos e práticos nos campos da economia circular e do planejamento urbano, na cidade do Rio de Janeiro. Os indicadores identificados na revisão sistemática da literatura foram categorizados de acordo com suas implicações ambientais, sociais e econômicas, a fim de torná-los aplicáveis à realidade brasileira. A investigação forneceu informações para tomadores de decisão e atores urbanos sobre como colaborar no desenvolvimento de iniciativas voltadas para o estabelecimento de cidades circulares.

Palavras-chave: Cidade Circular, Economia Circular, Indicadores.

ABSTRACT

Starting from the assumption that cities exhibit inefficiencies in their resource utilization, resulting in social and environmental issues, the concept of circular cities emerges as an approach to rethink and construct urban spaces. In this context, the circular economy has been gaining prominence due to its capacity to redefine the notion of economic growth, enabling a more efficient and sustainable management of available resources. This field proves to be intricate, lacking in documentation, opening opportunities for investigations, aiming to encourage the adoption of circular economy principles and practices. In this scenario, the study carried out a bibliometric review to identify which circularity indicators should be monitored, for the Brazilian reality. It was used a method consisting of a systematic literature review and the collection of empirical data through interviews conducted with theoretical and practical experts in the fields of circular economy and urban planning, in Rio de Janeiro city. The indicators identified in the systematic literature review, were categorized based on their environmental, social, and economic implications, in order to make them applicable to the Brazilian context. The investigation provided insights for decision-makers and urban stakeholders on how to collaborate in developing initiatives geared towards establishing circular cities.

***Keywords**: Circular City, Circular Economy, Indicators.*

1 INTRODUÇÃO

As atividades econômicas baseadas no modelo de produção e consumo linear em países em desenvolvimento podem levar a consequências socioambientais. Portanto, a transição para uma economia circular (EC) demandam estratégias que abranjam tanto os consumidores, empresas quanto as cidades, visando romper com o paradigma linear de utilização de materiais e reestruturar o descarte, reintegrando-os ao ciclo de vida (BOCKEN et al., 2016; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; HANNON; KUHLMANN; THAIDIGSMANN, 2016). A expectativa é que a implementação de iniciativas de economia circular proporcione amplas possibilidades para que cidades e regiões otimizem seu impacto ambiental, desenvolvam novos modelos econômicos que auxiliem os indivíduos a suprirem suas demandas por recursos urbanos e, consequentemente, promovam a transição para uma cidade circular (CC) em constante evolução (NURDIANA; FRANCO-GARCIA; HELDEWEG, 2021; SANTAGATA et al., 2020).

É relevante entender como as cidades brasileiras podem melhorar sua capacidade de funcionamento e oferecer melhores condições de vida para seus residentes. Para isso, a cidade é entendida como um sistema complexo e vivo com a capacidade dinâmica para enfrentar os desafios relacionados aos recursos para funcionar de maneira eficiente. Compreender essa dinâmica é fundamental para compreender melhor a estrutura e as funções da vida urbana em uma cidade. Nesse sentido, o conceito de Cidade Circular (CC) adotado se concentra na regeneração dos sistemas naturais e restauração dos sistemas técnicos para reinventar a vida urbana em nível local (NURDIANA; FRANCO-GARCIA; HELDEWEG, 2021).

Ao aderir à economia circular, as cidades estão impulsionando setores como a reciclagem, reparação e fabricação de produtos renovados, enquanto também

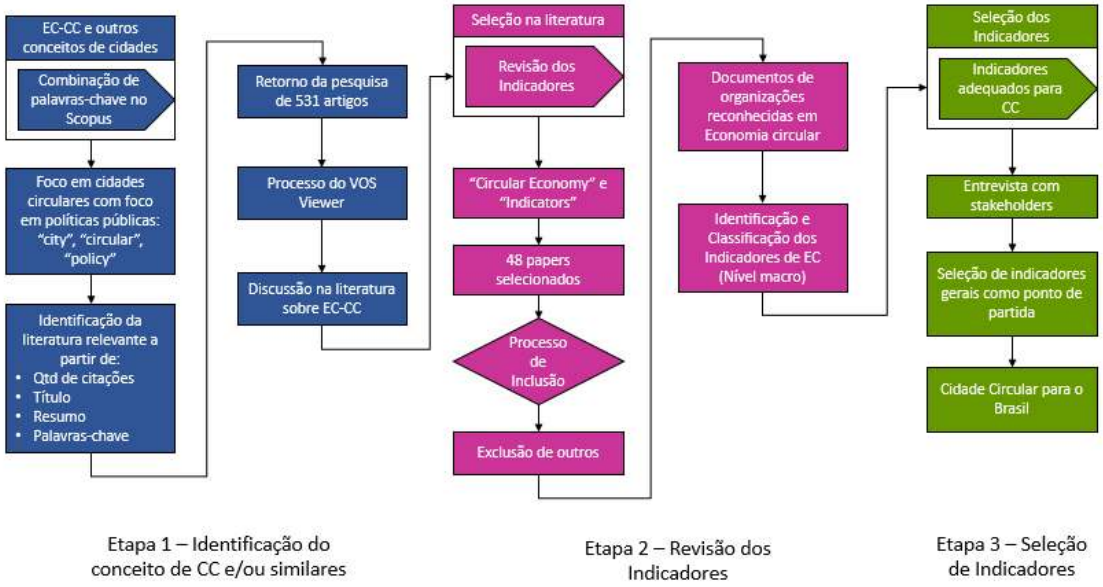
promovem a inclusão social através da criação de empregos e oportunidades para comunidades marginalizadas. Essa abordagem está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. Principalmente o ODS 11, que trata sobre cidades e comunidades sustentáveis e o ODS 12, consumo e produção responsáveis, que demonstram um compromisso notável das cidades em direção a um futuro mais sustentável, equitativo e próspero (BECCARELLO; DI FOGGIA, 2022).

O objetivo desse artigo é responder a seguinte questão norteadora de pesquisa: Como é percebida uma cidade circular e quais são os indicadores relevantes de uma Cidade Circular (CC) para o Brasil? Com o intuito de responder a essa questão, este estudo buscou: (i) explorar e mapear uma CC em relação a outros conceitos relacionados ao tema, (ii) apresentar indicadores de circularidade operacionais para uma CC adequada para o contexto brasileiro e (iii) selecionar indicadores relevantes e aplicáveis às cidades brasileiras, como primeira etapa no desenvolvimento de medidas de planejamento para promover uma CC.

2 MÉTODO

A Figura 1 apresenta o detalhamento do procedimento metodológico, que consiste em uma revisão da literatura. O processo teve início com (1) a identificação de conceitos referentes a uma Cidade Circular (CC) entre outros comumente relacionados ao tema, (2) a revisão dos indicadores com base na literatura selecionada na etapa anterior. Posteriormente, (3) foi confrontado com os resultados das entrevistas para selecionar os indicadores da CC. A revisão bibliográfica iniciou em maio de 2023. As entrevistas iniciais foram realizadas entre maio e junho de 2023.

Figura 1 – Procedimento metodológico.



Fonte: Autores (2023)

2.1 Etapa 1 – Conceitos relacionados a cidades circulares

Conforme observa-se na Figura 1, na etapa 1, a base de dados selecionada para a

pesquisa foi a Scopus, devido à sua relevância em publicações científicas. Na seleção dos artigos foram utilizadas combinações dos termos "city", "Circular" e "policy", com operadores booleanos "and"/"or". Os termos selecionados foram escolhidos de forma que fosse permitida a inclusão de outros conceitos relevantes de cidade circular. Os artigos selecionados foram publicados entre 2010 e 2023. O ano de 2010 foi escolhido como ponto de partida, pois marcou o surgimento da Fundação Ellen MacArthur, que trabalha com empresas, governos e academia, e é considerada uma das principais disseminadoras dos princípios de EC no mundo (MERLI; PREZIOSI; ACAMPORA, 2018). A pesquisa resultou na seleção de 531 artigos, a partir dos critérios: título, resumo, palavras-chave, número de citações, período de ano de publicação. Em seguida, utilizou-se o software VOS Viewer versão 1.6.19 para organizar e visualizar os diversos conceitos relacionados a cidades circulares encontrados nos artigos.

2.2 Etapa 2 - Indicadores para cidades circulares

Na Etapa 2, foi realizada a seleção dos indicadores, embasada na análise da literatura científica. A busca foi direcionada através das palavras-chave "city", "circular economy", "policy" e "Indicators", com operador booleano "AND", abrangendo o período de 2010 a 2023. Assim, foram retornados 48 artigos relevantes. A fim de refinar a lista, foi empregado um método de inclusão e exclusão de artigos, com base nos títulos e resumos, garantindo a pertinência e aderência ao escopo do estudo. Para enriquecer a compilação de indicadores, foram incorporados também documentos e publicações provenientes de organizações renomadas que têm se dedicado ao tema da economia circular. Essa abordagem abrangente assegurou a obtenção de indicadores de caráter meso e macro que são congruentes com os objetivos estabelecidos.

2.3 Etapa 3 - Seleção de indicadores para cidades brasileiras

Na Etapa 3 foram conduzidas entrevistas participativas, semiestruturadas, envolvendo stakeholders, com objetivo de entender seus conhecimentos sobre economia circular e auxiliar na seleção de indicadores coerentes à realidade brasileira com base na Revisão Sistemática da Literatura. As entrevistas ocorreram no período de maio a junho, na plataforma virtual meets, de forma anônima. Os stakeholders foram selecionados segundo o conhecimento acadêmico ou profissional sobre EC, interesse na política da cidade e envolvimento com políticas ambientais. Foram entrevistados 5 stakeholders: um funcionário de ONGs, um funcionário do governo, dois funcionários de empresas e um acadêmico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

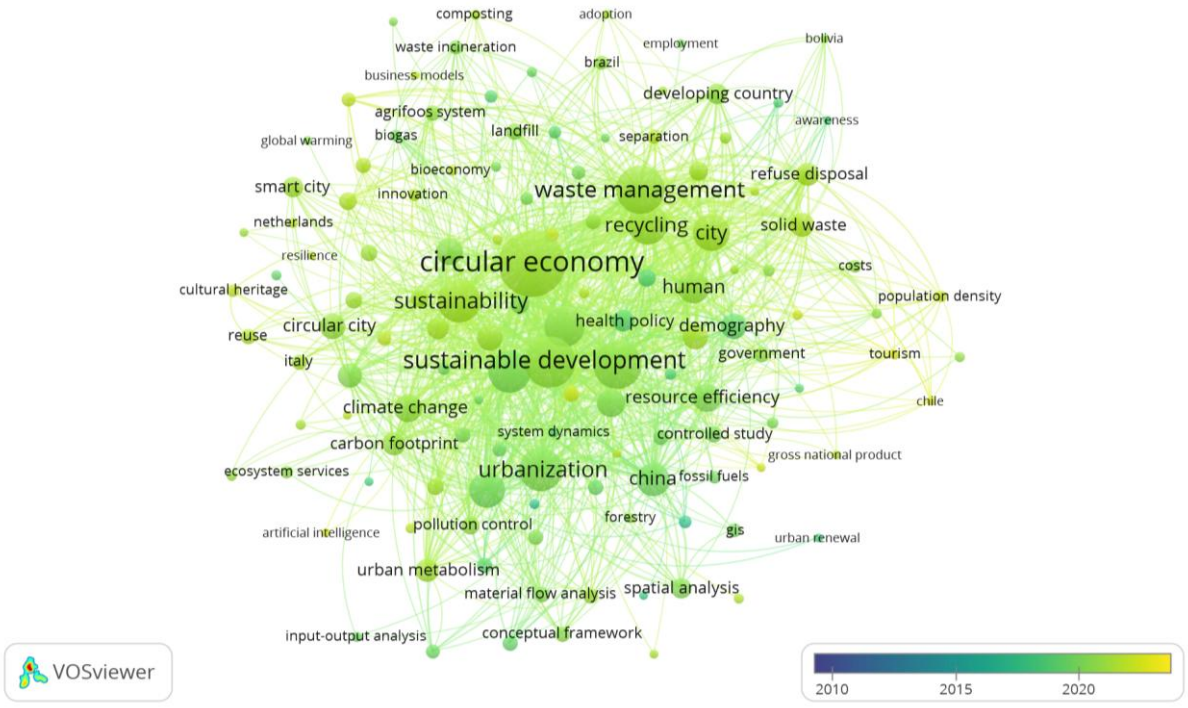
3.1 Cidade circular e sua relação com outros conceitos relacionadosà cidade

Segundo de Jong et al. (2015), as cidades são definidas de diferentes formas, considerando as condições ambientais, fatores econômicos, dinâmicas sociais e estrutura urbana, sendo fundamentais na transição para a economia circular. A cidade é percebida como um organismo dinâmico dentro de um ecossistema, constantemente evoluindo e passando por transições de sustentabilidade (KONONENKO; DRONOVA, 2022; LUCERTINI; MUSCO, 2020; NURDIANA; FRANCO-GARCIA; HELDEWEG, 2021). Os conceitos variam com ênfase a um ou mais desses

elementos. A partir da análise sistemática proposta, constatou-se que formuladores de políticas, planejadores e desenvolvedores urbanos frequentemente utilizam algumas dimensões dos conceitos de cidade circulares, porém focados em seus nichos de atuação (DE JONG et al., 2015; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015; NURDIANA; FRANCO-GARCIA; HELDEWEG, 2021).

Foi possível constatar, de acordo com a Figura 2, que o termo "circular economy" interconecta a maior quantidade de conceitos, ao todo 32, desde governança, industrialização, governos, inovação, modelos de negócios e até países. O segundo aglomerado de palavras, "sustainabledevelopment", envolve desde urbanização, planejamento urbano, mudanças climáticas, gases de efeito estufa, metodologias de cálculo de fluxo de materiais e gerenciamento de resíduos de construção e demolição. Além disso, as publicações relacionadas ao tema só começaram a crescer a partir de 2018, o que indica maior necessidade de discussão. É importante salientar, que embora tímida, constata-se a presença das palavras-chave, como: "circular city", "smartcity" e "urbanmetabolism", conceitos esses que muitas vezes se misturam quando se analisa cidades circulares.

Figura 2 - Rede de conceitos relacionados a cidades circulares feito pelo VOSviewer



Fonte: Autores (2023)

3.2 Identificação de indicadores de circularidade para cidades

Os indicadores são necessários para avaliar, monitorar e melhorar diversas políticas e programas (GENG et al., 2009, 2012). Os indicadores propostos na literatura envolvem: produção, consumo e utilização integrada de recursos e disposição de resíduos/emissão de poluentes, aspectos econômicos e dinâmicas sociais tanto para o nível macro quanto para o meso. Segundo GENG et al. (2009) e GILJUM et al. (2011) é viável incorporar uma perspectiva de ciclo de vida em sistemas de medição de recursos em nível nacional, setorial ou de produto.

Foram analisados indicadores sociais, ambientais e econômicos para uma cidade circular, de países em desenvolvimento, em especial para o Brasil. O estudo também sugeriu incluir o grau de conscientização e participação pública, a taxa de emprego e questões de justiça ambiental. Foi identificado que alguns estão relacionados entre si e podem ser agrupados em temas semelhantes. Para a temática ambiental, adotou-se as classificações ambientais de resíduos, emissões, água e energia (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017; GENG et al., 2009; MORAGA et al., 2019; WBCSD, 2019). Na dimensão econômica levou-se em consideração o crescimento econômico e verde, a geração de emprego e investimentos (SHMELEV, 2017; SHMELEV; SHMELEVA, 2019). Na dimensão social foram considerados indicadores de população, empregos circulares, escolaridade e qualificação e qualidade de vida (GIAMBONA; VASSALLO, 2014).

3.3 Proposição de indicadores de circularidade para cidades brasileiras

Muitos dos indicadores abordadas nas entrevistas, corroboraram com a literatura. Por ainda haver uma lacuna entre conhecimento teórico e prático, este estudo buscou focar em características mais gerais, especialmente os referentes aos aspectos ambientais (como energia, água, emissões e resíduos), econômicos e sociais (BOERI et al., 2018; BULKELEY et al., 2019; GRAVAGNUOLO; ANGRISANO; FUSCO GIRARD, 2019).

O objetivo foi obter maior compreensão de como e em que medida os 5 entrevistados percebiam a Economia Circular (EC). Foi identificado que todos os participantes já ouviram falar ou tinham conhecimento sobre o conceito de EC como parte da definição de sustentabilidade e, muitas vezes, utilizavam os termos de maneira intercambiável. Cerca de 80% estavam familiarizados com o conceito de Cidade Circular (CC). Embora alguns não soubessem propriamente o que significa CC, tinham em seu cotidiano de trabalho iniciativas e práticas envolvendo EC em seus processos de produção ou estratégias de planejamento territorial, mesmo sem identificar o termo. Além disso, em algumas empresas, as práticas dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) já eram adotadas há algum tempo, como mencionado pelos entrevistados.

A fim de verificar as informações e determinar as prioridades para iniciar a EC nas cidades, 100% dos entrevistados confirmaram que aprimorar os sistemas de gerenciamento e gestão de resíduos provavelmente se tornaria a estratégia principal para alcançar a circularidade e um passo inicial para auxiliar a Brasil na implementação da EC, assim como outros países em desenvolvimento (FERRONATO et al., 2019).

Ao comparar esses elementos, constatou-se que os aspectos sociais, apresentaram uma média de 95% de interesse para serem monitorados, seguido pela dimensão ambiental, especificamente resíduos e emissões, ambos com 87% de interesse. Já o grupo de indicadores econômicos, despertou menos interesse, com uma taxa de 65%, principalmente porque nem todos os indicadores econômicos se adequavam à realidade dos entrevistados.

A Tabela 1apresenta um conjunto de indicadores gerais e unidades de análise sugeridos e considerados adequados para as cidades do Brasil, visando auxiliar sua transformação em Cidades Circulares.

Tabela 1 – Indicadores de circularidade por temática e unidade de análise

Tema	Indicador	Referência	Tema	Indicador	Referência
Social	Programas educacionais envolvendo EC (Nº cursos de ensino com foco em EC)	(POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)	Econômico	Compra e venda de produtos e serviços locais (receita gerada/ano)	(BÎRGOVAN et al., 2022); (FEIFERYTE-SKIRIEN; STASIŠKIEN, 2021);
	Participação comunitária no processo decisório (Nº associações)	(PCRJ, 2021); (POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)		Investimentos públicos / privados em EC (R$ Investimento em projetos verdes)	(FEIFERYTE-SKIRIEN; STASIŠKIEN, 2021)
	Inclusão social e diminuição das desigualdades (% negócios de mulheres, negros etc.)	(FEIFERYTE-SKIRIEN; STASIŠKIEN, 2021)		Compras públicas sustentáveis (% licitações)	(BÎRGOVAN et al., 2022)
	Geração de empregos verdes e circulares (Nº pessoas empregadas)	(POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)		Produtividade dos materiais (% valor agregado ao preço do produto)	(BÎRGOVAN et al., 2022); (FEIFERYTE-SKIRIEN; STASIŠKIEN, 2021);
Tema	**Indicador**	**Referência**	**Tema**	**Indicador**	**Referência**
Ambiental (Energia)	Consumo de energia (GWh/ano)	(GENG et al., 2012); (FEIFERYTE-SKIRIEN; STASIŠKIEN, 2021)	Ambiental (Resíduos)	Geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) (ton/ano)	(PCRJ, 2021); (POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)
	Consumo de energia per capita por setor (GWh/ano)	(GENG et al., 2012); (FEIFERYTE-SKIRIEN; STASIŠKIEN, 2021)		Geração de resíduos sólidos industriais (ton/ano)	(POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)

	Consumo de energia renovável (GWh/ano)	(GENG et al., 2012); (FEIFERYTE-SKIRIEN; STASIŠKIEN, 2021)		Taxa de logística reversa por fluxo específico de resíduos (% atendimento/ano)	(PCRJ, 2021)
	Consumo de energia renovável per capita por setor (GWh/ano)	(GENG et al., 2012); (FEIFERYTE-SKIRIEN; STASIŠKIEN, 2021)		Taxa de reciclagem dos RSU (% reciclabilidade)	(PCRJ, 2021); (POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)
				Taxa de de reciclagem para fluxos de resíduos específicos (% reciclabilidade)	(PCRJ, 2021); (POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)
				Taxa de coleta seletiva (% atendimento)	(PCRJ, 2021)
Tema	**Indicador**	**Referência**	**Tema**	**Indicador**	**Referência**
Ambiental (Água)	Consumo de água per capita (m³/ano)	(GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)	**Ambiental (Emissões)**	Emissões per capita de Gases de Efeito Estufa (GEE) (ton CO2eq)	(PCRJ, 2021); (POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)
	Consumo de água per capita por setor (m³/ano)	(GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)		Pegada de carbono de atividades econômicas (ton CO2eq)	(PCRJ, 2021); (POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)
	Taxa de reutilização / reúso / recuperação / reciclagem de água (% reciclagem)	(GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)		Percentual de recuperação e reflorestamento (há áreas recuperadas)	(PCRJ, 2021); (POTTING et al., 2018); (GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)
	Taxa de tratamento de efluentes domésticos (% atendimento de tratamento)	(GENG et al., 2012); (GENG et al., 2009)			

Fonte: Autores (2023)

Neste artigo, buscou-se identificar e compreender os principais aspectos sociais, econômicos e ambientais a serem monitorados com o propósito de realizar a transição para uma cidade circular e propor indicadores mais adequados. No entanto, nem todos os indicadores são facilmente aplicados em larga escala, devendo-se ir adotando os que melhor se adequem às situações locais, especialmente para o contexto brasileiro.

4 CONCLUSÕES

Em alinhamento com os resultados das entrevistas, os indicadores derivados das análises científicas (Revisão Sistemática da Literatura - RSL) corroboram e fortalecem os pontos discutidos. Ainda que algumas particularidades regionais tenham emergido nos testemunhos dos entrevistados, a convergência é notável. Nas conversas sobre economia circular e cidades circulares, há uma ênfase constante na otimização da cadeia de valor dos resíduos sólidos, com especial atenção à geração de recursos financeiros para os trabalhadores da base. A urgência de uma co-responsabilidade integral em todos os elos da cadeia, assim como a necessidade por incentivos, se manifesta de forma robusta tanto na literatura quanto nas vozes dos entrevistados.

Os indicadores apontados como cruciais para mensurar a circularidade, conforme relatado pelos entrevistados, englobam diversas esferas, abrangendo desde os resíduos em sua totalidade até as emissões alinhadas com as discussões globais sobre mudanças climáticas, bem como as dimensões sociais e econômicas. Isso se reflete em programas de inclusão social, estímulo a empregos sustentáveis e mobilização de investimentos tanto públicos quanto privados em prol da economia circular.

As narrativas dos entrevistados refletem a percepção de que, embora esforços tenham sido dedicados à transição para cidades circulares, o Brasil enfrenta desafios substanciais, cujas raízes são reforçadas pela literatura existente. Essa visão realista ecoa nas discussões sobre o progresso gradual em determinadas áreas, reforçando a necessidade de um comprometimento contínuo e uma coordenação ampla para alcançar uma transformação efetiva.

REFERÊNCIAS

BECCARELLO, M.; DI FOGGIA, G. Sustainable Development Goals Data-Driven Local Policy: Focus on SDG 11 and SDG 12. **Administrative Sciences**, v. 12, n. 4, 2022.

BÎRGOVAN, A. L. et al. How Should We Measure? A Review of Circular Cities Indicators. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 9, p. 5177, 24 abr. 2022.

BOCKEN, N. M. P. et al. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 5, 2016.

BOERI, A. et al. **Circular City: A Methodological Approach for Sustainable Districts and Communities**. WIT Transactions on the Built Environment. **Anais**...WITPress, 2 out. 2018. Disponível em: <http://library.witpress.com/viewpaper.asp?pcode=ARC18-007-1>

BULKELEY, H. et al. Urban living laboratories: Conducting the experimental city? **European Urban and Regional Studies**, v. 26, n. 4, 2019.

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, 2015.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **DELIVERING THE CIRCULAR ECONOMY A TOOLKIT FOR POLICYMAKERS**. Londres: [s.n.]. Disponível em: <https://emf.thirdlight.com/file/24/neVTuDFno5ajUene-man5IbBE/Delivering%20the%20circular%20economy%3A%20a%20toolkit%20for%20policymakers.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Circularity Indicators: an approach to measuring circularity - methodology**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circularity-indicators/.>.

FEIFERYTĖ-SKIRIENĖ, A.; STASIŠKIENĖ, Ž. Seeking Circularity: Circular Urban Metabolism in the Context of Industrial Symbiosis. **Sustainability**, v. 13, n. 16, p. 9094, 13 ago. 2021.

FERRONATO, N. et al. Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization. **Journal of Environmental Management**, v. 230, 2019.

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, 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, 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, 2016.

GIAMBONA, F.; VASSALLO, E. Composite Indicator of Social Inclusion for European Countries. **Social Indicators Research**, v. 116, n. 1, 2014.

GILJUM, S. et al. A comprehensive set of resource use indicators from the micro to the macro level. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 3, 2011.

GRAVAGNUOLO, A.; ANGRISANO, M.; FUSCO GIRARD, L. Circular Economy Strategies in Eight Historic Port Cities: Criteria and Indicators Towards a Circular City Assessment Framework. **Sustainability**, v. 11, n. 13, p. 3512, 26 jun. 2019.

HANNON, E.; KUHLMANN, M.; THAIDIGSMANN, B. **Developing products for a circular economy**. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/developing-products-for-a-circular-economy#/>. Acesso em: 11 jun. 2023.

KONONENKO, O.; DRONOVA, O. Urban Metabolism as a Background for the Development of Circular Cities in Ukraine. **Ukrainian Geographical Journal**, v. 2022, n. 1, p. 36–46, 2022.

LUCERTINI, G.; MUSCO, F. **Circular Urban Metabolism Framework**. **One Earth**, 2020.

MERLI, R.; PREZIOSI, M.; ACAMPORA, A. **How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review**. **Journal of Cleaner Production**, 2018.

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

NURDIANA, J.; FRANCO-GARCIA, M. L.; HELDEWEG, M. A. How Shall We Start? The Importance of General Indices for Circular Cities in Indonesia. **Sustainability**, v. 13, n. 20, p. 11168, 10 out. 2021.

POTTING, J. et al. **Circular Economy: What We Want to Know and Can Measure-System and Baseline Assessment for Monitoring the Progress of the Circular Economy in the NetherlandsPBL Netherlands Environmental Assessment Agency: Policy Brief**. [s.l: s.n.].

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (PCRJ). **Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/12937849/4327050/PDS_COMPLETO_0406.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023.

SANTAGATA, R. et al. Assessing the sustainability of urban eco-systems through Emergy-based circular economy indicators. **Ecological Indicators**, v. 109, p. 105859, 1 fev. 2020.

SHMELEV, S. Multidimensional Sustainability Assessment for Megacities. Em: [s.l: s.n.].

SHMELEV, S. E.; SHMELEVA, I. A. Multidimensional sustainability benchmarking for smart megacities. **Cities**, v. 92, 2019.

WBCSD. **Water Circularity Metric: Tool application and guidance note**. Geneva, Switzerland: [s.n.]. Disponível em: <https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/12130/182099/1>. Acesso em: 9 maio. 2022.