

CONSTRUÇÃO CIVIL E ECONOMIA CIRCULAR EM TEMPOS DE CIDADES INTELIGENTES E RESILIENTES: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

**CIVIL CONSTRUCTION AND CIRCULAR ECONOMY IN THE ERA OF SMART
AND RESILIENT CITIES: A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF SÃO
PAULO**

Ciências Exatas e da Terra, Engenharias • 18/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/789708401](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/789708401)

Marina Xavier¹

João Alexandre Paschoalin Filho²

RESUMO

A construção civil figura entre os setores de maior consumo de recursos naturais e geração de resíduos, o que lhe confere papel estratégico na transição de sistemas urbanos lineares para circulares. Este estudo propõe um framework integrado para implementar princípios da Economia Circular na construção civil do Município de São Paulo, tomando como referência o projeto Buildings as Material Banks (BAMB). Adotou-se delineamento qualitativo, aplicado e exploratório-descritivo, composto por revisão narrativa da literatura, análise documental e estudo de caso único instrumental baseado em fontes secundárias. Os resultados indicam uma assimetria institucional: há instrumentos consolidados para a gestão dos resíduos da construção e demolição, mas permanecem pouco integrados os dados de ciclo de vida, o projeto para desmontagem, a governança intersetorial e os mercados secundários. Como resposta, propõem-se um Modelo Integrado de Governança e um Modelo de Maturidade da Economia Circular na Construção Civil (MMEC-CC), organizado em cinco níveis. O Município de São Paulo foi posicionado analiticamente entre os níveis Estruturado e Integrado, embora esse enquadramento ainda não tenha sido submetido à validação externa. A contribuição do estudo consiste em conectar instrumentos aplicados à escala da edificação — BIM, Passaportes Digitais de Materiais e Design for Disassembly - a mecanismos municipais de governança, indicadores e desenvolvimento de mercados. Por se tratar de uma proposta teórico-propositiva, sua efetividade e transferibilidade deverão ser examinadas mediante validação por especialistas, aplicação-piloto e estudos comparativos.

Palavras-chave: Economia Circular; Construção Civil; Cidades Inteligentes; Resíduos da Construção e Demolição; Buildings as Material Banks.

ABSTRACT

The construction sector is a major consumer of natural resources and generator of solid waste, which makes it strategic to the transition from linear to circular urban systems. This study proposes an integrated framework for implementing Circular Economy principles in the construction sector of the Municipality of São Paulo, drawing on the Buildings as Material Banks (BAMB) project. An applied, exploratory-descriptive qualitative design was adopted, combining a narrative literature review, documentary analysis and a single instrumental case study based on secondary sources. The analysis indicates an institutional asymmetry: consolidated instruments address construction and demolition waste management, while life-cycle information, design for disassembly, intersectoral governance and secondary markets remain weakly integrated. In response, the study develops an Integrated Governance Model and a five-level Circular Economy Maturity Model for Construction (MMEC-CC). São Paulo is analytically positioned between the Structured and Integrated levels, although this classification has not yet undergone external validation. The study contributes by connecting building-level tools—BIM, Material Passports and Design for Disassembly—to municipal governance, indicators and market mechanisms. Because the framework is theoretical and propositional, expert validation, pilot implementation and comparative studies are required before its effectiveness and transferability can be established.

Keywords: Circular Economy; Construction Industry; Smart Cities; Construction and Demolition Waste; Buildings as Material Banks.

1. INTRODUÇÃO

O acelerado processo de urbanização observado nas últimas décadas intensificou a demanda por infraestrutura, habitação e

serviços urbanos, ampliando simultaneamente a pressão sobre os recursos naturais e a geração de resíduos sólidos. A construção civil, embora seja um dos principais motores do desenvolvimento econômico e da geração de empregos, destaca-se entre os setores de maior impacto ambiental devido ao elevado consumo de matérias-primas, energia e água, além da expressiva produção de resíduos da construção e demolição (RCD).

Estima-se que o setor responda por cerca de 35% do total de resíduos gerados na União Europeia (European Commission, 2020) e que o ambiente construído concentre aproximadamente 37% das emissões globais de dióxido de carbono associadas à energia (United Nations Environment Programme, 2022), o que evidencia a materialidade ambiental da cadeia produtiva da construção. No Brasil, esse cenário é particularmente relevante diante do contínuo crescimento das regiões metropolitanas e da necessidade permanente de investimentos em infraestrutura urbana. O Município de São Paulo, por sua dimensão territorial, densidade populacional e intensa atividade construtiva, constitui um ambiente representativo para análise dos desafios relacionados à gestão dos resíduos da construção civil e à incorporação de práticas sustentáveis.

Nesse contexto, a Economia Circular surge como uma alternativa ao modelo econômico linear baseado na extração, produção, consumo e descarte. Seus princípios buscam manter produtos e materiais em circulação pelo maior tempo possível, promovendo a reutilização, a remanufatura, a reciclagem e a regeneração dos recursos naturais. Essa abordagem amplia a eficiência produtiva, reduz impactos ambientais e favorece novos modelos de negócios orientados à sustentabilidade.

No setor da construção civil, a adoção da Economia Circular encontra respaldo em iniciativas internacionais como o projeto *Buildings as Material Banks* (BAMB) (BAMB, 2019), desenvolvido no âmbito do programa Horizon 2020 da União Europeia. O projeto introduz conceitos inovadores, como os Passaportes Digitais de Materiais (*Material Passports*) e o *Design for Disassembly* (DfD), propondo que as edificações sejam concebidas como bancos temporários de materiais, aptos a fornecer componentes reutilizáveis ao término de seu ciclo de vida.

Apesar dos avanços observados internacionalmente, verifica-se que a aplicação desses princípios no contexto brasileiro ainda é incipiente, especialmente na esfera municipal. Embora existam instrumentos relevantes, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010), a Resolução CONAMA nº 307/2002 (Brasil, 2002) e iniciativas municipais voltadas à sustentabilidade, persistem desafios relacionados à integração entre políticas públicas, inovação tecnológica e gestão da construção civil.

Além dessa lacuna prática, observa-se uma lacuna científica. A maior parte das pesquisas nacionais concentra-se na caracterização dos resíduos ou na reciclagem de materiais, havendo poucos estudos que proponham modelos integrados para adaptação dos princípios do Projeto BAMB à realidade dos municípios brasileiros. Assim, esta pesquisa procura responder à seguinte questão: como os princípios do Projeto *Buildings as Material Banks* podem subsidiar a implementação da Economia Circular na construção civil do Município de São Paulo, contribuindo para o desenvolvimento de cidades inteligentes e resilientes?

O objetivo geral consiste em propor um *framework* de implementação da Economia Circular aplicado à construção civil do Município de São Paulo, articulando os princípios do Projeto BAMB com instrumentos de gestão pública, tecnologias digitais e estratégias voltadas à sustentabilidade urbana. Espera-se que os resultados contribuam para a formulação de políticas públicas, para o fortalecimento da gestão dos resíduos da construção civil e para a consolidação de práticas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 9, 11, 12 e 13) (United Nations, 2015).

Além desta introdução, o artigo está organizado em quatro seções. A segunda apresenta o referencial teórico, abrangendo os fundamentos da Economia Circular, sua aplicação à construção civil, a articulação com as agendas de cidades inteligentes e resilientes, o Projeto BAMB e as tecnologias digitais habilitadoras. A terceira descreve o percurso metodológico. A quarta expõe e discute os resultados, incluindo o framework proposto e o Modelo de Maturidade da Economia Circular na Construção Civil. A quinta consolida as considerações finais, as limitações do estudo e a agenda de pesquisas futuras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Economia Circular: Fundamentos e Evolução Conceitual

O modelo econômico predominante desde a Revolução Industrial baseia-se em um sistema linear de produção e consumo, caracterizado pela extração de recursos naturais, transformação em bens, consumo e descarte. Embora esse modelo tenha impulsionado o crescimento econômico e o desenvolvimento

tecnológico, sua manutenção tem sido associada ao aumento da exploração dos recursos naturais, à degradação ambiental e ao crescimento da geração de resíduos, tornando evidente a necessidade de novos paradigmas de desenvolvimento.

Nesse contexto, a Economia Circular consolidou-se como uma alternativa estratégica para promover a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Diferentemente da economia linear, a Economia Circular propõe ciclos fechados de materiais, nos quais produtos, componentes e recursos permanecem em uso pelo maior tempo possível, reduzindo perdas de valor econômico e impactos ambientais. O conceito fundamenta-se na eliminação do desperdício desde a fase de concepção dos produtos, na manutenção dos materiais em circulação e na regeneração dos sistemas naturais. Cabe destacar que o conceito de Economia Circular não reúne consenso na literatura: Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), ao analisarem 114 definições distintas do termo, identificaram variações relevantes quanto às dimensões econômica, social e ambiental contempladas, o que reforça a necessidade de delimitação conceitual preciso em estudos aplicados, como o presente trabalho.

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2013), a transição para modelos circulares representa uma oportunidade para dissociar o crescimento econômico do consumo intensivo de recursos naturais. Essa perspectiva vem sendo incorporada por diversos países por meio de políticas públicas voltadas à eficiência dos recursos, inovação tecnológica, produção limpa e redução das emissões de gases de efeito estufa.

A União Europeia destaca-se como uma das principais referências internacionais na implementação da Economia Circular. O Plano de Ação para a Economia Circular (European Commission, 2020) estabelece metas para aumentar a reutilização de materiais, reduzir a disposição de resíduos em aterros e estimular novos modelos de negócios baseados na circularidade. Essas iniciativas reforçam que a Economia Circular não constitui apenas uma estratégia ambiental, mas também um instrumento de competitividade econômica e inovação.

Além dos benefícios ambientais, revisões sistemáticas da literatura demonstram que a Economia Circular favorece a redução dos custos operacionais, fortalece cadeias produtivas locais, amplia a segurança no fornecimento de matérias-primas e impulsiona o desenvolvimento de tecnologias digitais aplicadas à gestão dos recursos (Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016). Dessa forma, sua adoção passa a representar elemento central das agendas relacionadas ao desenvolvimento sustentável e à transição para economias de baixo carbono.

2.2. Economia Circular Aplicada à Construção Civil

A construção civil constitui um dos setores mais relevantes para a implementação da Economia Circular em razão da elevada demanda por recursos naturais e do expressivo volume de resíduos gerados durante o ciclo de vida das edificações. Estima-se que aproximadamente metade dos materiais extraídos da natureza na União Europeia seja destinada ao setor da construção (European Commission, 2020), tornando-o um dos maiores consumidores de recursos em escala global. No Brasil, embora as séries históricas apresentem menor consolidação, a Associação Brasileira de

Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2023) registra volumes anuais superiores a 40 milhões de toneladas de resíduos da construção e demolição coletados pelos municípios, magnitude que confirma a relevância do setor no cenário nacional.

Paralelamente, os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) representam parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos, ocasionando impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado, ocupação de áreas de disposição, emissão de gases de efeito estufa e desperdício de materiais potencialmente reutilizáveis.

No Brasil, a gestão dos RCD encontra respaldo na Política Nacional de Resíduos Sólidos e na Resolução CONAMA nº 307/2002, que estabelecem diretrizes para redução, reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente adequada desses resíduos. Apesar dos avanços normativos, persistem desafios relacionados à segregação na origem, à logística reversa, à rastreabilidade dos materiais e à integração entre os diferentes agentes da cadeia produtiva.

A Economia Circular propõe superar essas limitações por meio da incorporação de estratégias como projeto para desmontagem (*Design for Disassembly*), modularização, reutilização de componentes, uso de materiais reciclados, digitalização das edificações e desenvolvimento de mercados secundários para materiais recuperados (Benachio; Freitas; Tavares, 2020). Essas estratégias ampliam o ciclo de vida dos materiais e reduzem a necessidade de extração de novos recursos naturais.

A adoção dessas práticas também favorece ganhos econômicos, uma vez que possibilita redução de custos, maior eficiência

operacional, valorização dos ativos construtivos e criação de novos modelos de negócios associados à circularidade.

Cabe ressaltar, contudo, que a literatura identifica barreiras persistentes à circularidade no ambiente construído, entre as quais se destacam a ausência de informação confiável sobre a composição dos estoques edificados, a fragmentação da cadeia de suprimentos, a inexistência de mercados consolidados para componentes usados, a insegurança quanto ao desempenho e à responsabilidade civil associados a materiais reutilizados e a predominância do critério de menor preço nas contratações públicas (Hart et al., 2019). O reconhecimento dessas barreiras é condição necessária para que propostas de implementação, como a desenvolvida neste estudo, apresentem aderência às restrições institucionais e econômicas concretas do setor.

2.3. Cidades Inteligentes, Resiliência Urbana e Sustentabilidade

O conceito de Cidade Inteligente evoluiu significativamente nas últimas décadas e permanece polissêmico, conforme evidenciam Albino, Berardi e Dangelico (2015) ao sistematizarem suas múltiplas definições e dimensões. Inicialmente associado ao uso intensivo das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), atualmente compreende uma visão integrada que articula inovação tecnológica, governança, sustentabilidade ambiental, mobilidade, participação cidadã e qualidade de vida.

Nesse contexto, a inteligência urbana não se limita ao emprego de tecnologias digitais, mas envolve a capacidade institucional de utilizar informações para melhorar o planejamento, otimizar a

gestão dos serviços públicos e promover o desenvolvimento sustentável.

Paralelamente, o conceito de cidade resiliente ganhou destaque diante do aumento da frequência de eventos climáticos extremos e da necessidade de adaptação das cidades às mudanças ambientais. A resiliência urbana refere-se à capacidade dos sistemas urbanos de resistir, adaptar-se e recuperar-se de situações adversas, preservando suas funções essenciais e garantindo melhores condições de vida para a população (Meerow; Newell; Stults, 2016).

A integração entre cidades inteligentes e Economia Circular representa uma das principais tendências internacionais para promoção da sustentabilidade urbana. Enquanto a Economia Circular reduz a pressão sobre os recursos naturais e minimiza a geração de resíduos, as tecnologias digitais permitem monitorar materiais, otimizar fluxos de recursos e apoiar decisões baseadas em dados.

Nesse cenário, a construção civil assume papel estratégico, pois influencia diretamente a eficiência energética das edificações, a gestão dos resíduos, o consumo de recursos e a emissão de carbono incorporado.

2.4. Projeto Buildings as Material Banks (BAMB)

Entre as iniciativas internacionais voltadas à implementação da Economia Circular na construção civil, destaca-se o projeto *Buildings as Material Banks* (BAMB), desenvolvido pela União Europeia no âmbito do programa Horizon 2020.

O projeto parte da premissa de que as edificações devem ser concebidas como bancos temporários de materiais, permitindo que seus componentes mantenham valor econômico ao longo de todo o ciclo de vida. Essa abordagem rompe com a lógica tradicional da demolição e estimula a reutilização de elementos construtivos em novos empreendimentos.

Dois instrumentos constituem a base conceitual do BAMB: os Passaportes Digitais de Materiais (*Material Passports*) e o *Design for Disassembly* (DfD).

Os Passaportes Digitais de Materiais consistem em registros eletrônicos contendo informações detalhadas sobre os componentes empregados nas edificações, incluindo características físicas, composição química, desempenho, localização, manutenção, potencial de reutilização e valor residual. Essas informações ampliam a rastreabilidade dos materiais e facilitam sua recuperação ao final da vida útil da construção, conforme demonstrado por Honic, Kovacic e Rechberger (2019) em aplicação empírica do instrumento a um caso austríaco.

O *Design for Disassembly*, por sua vez, propõe que os edifícios sejam projetados para permitir desmontagem seletiva, reduzindo perdas de materiais e ampliando as possibilidades de reutilização. Em substituição às demolições convencionais, priorizam-se sistemas construtivos modulares, conexões reversíveis e componentes reutilizáveis.

A integração dessas ferramentas ao *Building Information Modeling* (BIM) potencializa a gestão digital das edificações e cria condições

para o desenvolvimento de plataformas de gerenciamento de materiais em escala urbana.

2.5. BIM, Digital Twin e Transformação Digital

A digitalização da construção civil constitui elemento central para a consolidação da Economia Circular. Entre as tecnologias mais relevantes destaca-se o *Building Information Modeling* (BIM), metodologia que permite integrar informações geométricas, técnicas, econômicas e operacionais ao longo de todo o ciclo de vida das edificações.

Quando associado aos conceitos de *Digital Twin*, sensores inteligentes e Internet das Coisas (IoT), o BIM possibilita monitoramento contínuo do desempenho das construções, planejamento de manutenção, rastreamento de materiais e avaliação do potencial de reutilização dos componentes (Çetin; De Wolf; Bocken, 2021).

Essas tecnologias também favorecem a implantação dos Passaportes Digitais de Materiais, permitindo que gestores públicos e privados disponham de informações confiáveis sobre os ativos construtivos existentes.

No contexto das cidades inteligentes, a integração entre BIM, *Digital Twin*, Inteligência Artificial e plataformas urbanas representa importante avanço para a gestão sustentável da infraestrutura urbana, contribuindo para maior eficiência operacional, redução dos impactos ambientais e fortalecimento da Economia Circular.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, por buscar produzir conhecimento voltado à solução de problemas relacionados à implementação da Economia Circular na construção civil, contribuindo para a formulação de políticas públicas e estratégias de gestão urbana no Município de São Paulo. Segundo Gil (2022), as pesquisas aplicadas têm como finalidade gerar conhecimentos direcionados à resolução de problemas específicos, articulando teoria e prática em contextos reais.

Quanto aos objetivos, o estudo é classificado como exploratório e descritivo. O caráter exploratório decorre da necessidade de aprofundar a compreensão sobre a aplicação dos princípios da Economia Circular e do Projeto *Buildings as Material Banks* (BAMB) no contexto da construção civil brasileira. O caráter descritivo está relacionado à identificação e análise das políticas públicas, instrumentos normativos e práticas de gestão aplicáveis ao Município de São Paulo.

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, por compreender que a implementação da Economia Circular envolve fenômenos complexos, multidimensionais e fortemente influenciados por aspectos institucionais, tecnológicos, econômicos e ambientais. A abordagem qualitativa possibilita interpretar relações entre diferentes atores, políticas públicas e estratégias de inovação, sem a pretensão de estabelecer generalizações estatísticas.

O delineamento metodológico fundamenta-se na estratégia de estudo de caso, considerada adequada à investigação de fenômenos contemporâneos em seu contexto real, sobretudo quando os limites entre o fenômeno estudado e o ambiente em que ele ocorre não estão claramente definidos (Yin, 2018). Adotou-se um caso único de

caráter instrumental, no qual o Município de São Paulo é examinado não apenas por seu interesse intrínseco, mas principalmente por sua capacidade de subsidiar a construção de um artefato analítico transferível a outros contextos.

A seleção do município como unidade de análise justifica-se por sua elevada concentração populacional, pela intensidade da atividade da construção civil, pelo expressivo volume de resíduos da construção e demolição, pela existência de instrumentos municipais voltados à sustentabilidade urbana e pelo potencial de implementação de iniciativas associadas às cidades inteligentes. A partir dessa delimitação, a pesquisa foi organizada em cinco etapas metodológicas integradas, apresentadas a seguir.

3.1. Revisão da Literatura

Na primeira etapa realizou-se uma revisão narrativa com caráter integrativo, contemplando publicações nacionais e internacionais relacionadas à Economia Circular, construção civil, cidades inteligentes, cidades resilientes, *Building Information Modeling* (BIM), *Design for Disassembly* (DfD), *Material Passports*, Urban Mining e Projeto BAMB.

Foram consultadas as bases de dados Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, Scielo, Google Scholar e o Portal de Periódicos CAPES, priorizando artigos publicados entre 2020 e 2026, sem excluir estudos clássicos considerados referenciais para consolidação dos conceitos empregados.

3.2. Pesquisa Documental

A segunda etapa consistiu na análise de legislações, planos governamentais e documentos técnicos relacionados à gestão dos resíduos da construção civil e ao desenvolvimento urbano sustentável. O corpus documental compreendeu a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; a Resolução CONAMA nº 307/2002; o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, instituído pela Lei Municipal nº 16.050/2014; o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo, de 2014; e o Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima SP), de 2020.

Também foram examinadas a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Estratégia BIM BR), regulamentada pelos Decretos nº 9.983/2019 e nº 10.306/2020, bem como documentos produzidos pela Comissão Europeia sobre o Projeto BAMB e publicações da Fundação Ellen MacArthur.

A análise desse conjunto documental permitiu identificar convergências e lacunas entre os instrumentos normativos brasileiros e os princípios internacionais da Economia Circular. Para reduzir os riscos de viés interpretativo inerentes à abordagem qualitativa, realizou-se a triangulação entre três fontes de evidência — literatura científica, documentos normativos e dados secundários oficiais —, considerando-se como achados apenas os elementos que apresentaram convergência em pelo menos duas dessas fontes.

3.3. Estudo de Caso

O estudo de caso concentrou-se no Município de São Paulo em razão de sua representatividade econômica, demográfica e territorial. Além de ser o município mais populoso do país, São Paulo

apresenta intensa atividade construtiva, elevada geração anual de resíduos da construção civil, programas municipais voltados à sustentabilidade e utilização crescente de tecnologias digitais na administração pública. Soma-se a esses fatores o alinhamento de suas políticas urbanas às agendas de cidades inteligentes.

Com base nesse contexto, a investigação procurou identificar as oportunidades e as limitações relacionadas à implementação dos princípios do Projeto BAMB na realidade municipal paulistana.

3.4. Técnica de Análise dos Dados

Os dados foram interpretados por meio da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), procedimento que possibilitou organizar as informações em seis categorias temáticas previamente definidas: Governança, Tecnologia, Economia Circular, Sustentabilidade, Construção Civil e Cidades Inteligentes.

A categoria Governança abrangeu políticas públicas, regulamentação e planejamento urbano, enquanto a categoria Tecnologia reuniu BIM, Passaportes Digitais de Materiais, Digital Twin e Internet das Coisas. No campo da Economia Circular, foram examinadas as práticas de reutilização, reciclagem, remanufatura e logística reversa.

A categoria Sustentabilidade contemplou a redução das emissões, a eficiência no uso dos recursos e a preservação ambiental. Por sua vez, a análise da Construção Civil concentrou-se no projeto circular, no Design for Disassembly e na modularização. Finalmente, a categoria Cidades Inteligentes compreendeu inovação, infraestrutura digital e resiliência urbana. Essa categorização

permitiu relacionar, de forma sistemática, os referenciais teóricos às evidências identificadas na pesquisa documental.

3.5. Construção do Framework Conceitual

A etapa final consistiu na elaboração de um *framework* conceitual destinado à implementação da Economia Circular na construção civil do Município de São Paulo.

O framework foi desenvolvido pela integração da literatura científica, dos fundamentos do Projeto BAMB, das políticas públicas brasileiras, dos instrumentos municipais, das tecnologias digitais e dos resultados obtidos no estudo de caso. Essa articulação permitiu reunir, em uma mesma estrutura conceitual, os elementos institucionais, tecnológicos e operacionais necessários à transição para práticas construtivas circulares.

Como produtos complementares da pesquisa, foram propostos o Modelo Integrado de Governança, o Modelo de Maturidade da Economia Circular na Construção Civil (MMEC-CC), um roadmap para implementação e um conjunto de indicadores destinado ao monitoramento da circularidade.

Esses instrumentos possuem caráter propositivo e pretendem apoiar gestores públicos, pesquisadores e profissionais da construção civil na implementação gradual dos princípios da Economia Circular.

Registra-se que os instrumentos aqui apresentados possuem natureza teórico-propositiva e, nesta etapa da investigação, não foram submetidos a validação empírica junto a gestores públicos ou a agentes da cadeia produtiva. A verificação de sua consistência e

aplicabilidade constitui objeto de pesquisas subsequentes, para as quais se recomenda o emprego de técnicas de validação por especialistas, como o método Delphi, e a aplicação-piloto em obras públicas municipais.

Quadro 1. Síntese do delineamento metodológico

Etapas	Procedimento	Fonte de dados	Produto
1	Revisão da literatura	Scopus, Web of Science, Scielo, CAPES, ScienceDirect	Fundamentação teórica
2	Pesquisa documental	Leis, planos municipais, normas técnicas, documentos internacionais	Diagnóstico institucional
3	Estudo de caso	Município de São Paulo	Identificação de oportunidades e desafios
4	Análise de Conteúdo	Bardin (2016)	Categorias analíticas
5	Síntese integradora	Literatura + estudo de caso	Framework, Modelo de Governança e MMEC-CC

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise documental evidencia uma assimetria entre o estágio de institucionalização da gestão de resíduos e o da Economia Circular na construção civil. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a

Resolução CONAMA nº 307/2002 oferecem base normativa para classificação, responsabilidade e destinação dos RCD; contudo, seu foco predominante permanece associado à etapa posterior à geração do resíduo. Em contraste, a abordagem circular desloca a intervenção para todo o ciclo de vida, incorporando prevenção, durabilidade, adaptabilidade, desmontagem e manutenção do valor dos componentes.

Essa diferença não é apenas terminológica. A ampliação da reciclagem pode reduzir a disposição inadequada, mas tende a preservar perdas de valor quando componentes potencialmente reutilizáveis são transformados em agregados de menor valor. A literatura sobre o ambiente construído indica que a circularidade exige estratégias combinadas de projeto, informação e mercado (Hart et al., 2019; Çetin; De Wolf; Bocken, 2021). Assim, o desempenho do sistema não deve ser avaliado exclusivamente pelo volume desviado de aterros, mas também pela prevenção da geração, pela extensão da vida útil e pela proporção de componentes efetivamente reutilizados.

No caso de São Paulo, o Plano Diretor Estratégico, o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e o PlanClima SP demonstram que sustentabilidade, clima e gestão de resíduos já integram a agenda municipal (São Paulo, 2014, 2020). Todavia, o corpus analisado não revelou integração sistemática desses instrumentos com requisitos de projeto para desmontagem, registros digitais de materiais ou mecanismos permanentes de coordenação entre planejamento urbano, licenciamento, obras públicas e gestão de resíduos. O achado indica uma capacidade institucional existente, porém fragmentada.

Os instrumentos do Projeto Buildings as Material Banks são pertinentes justamente por atuar sobre essa fragmentação. Os Passaportes Digitais de Materiais podem reduzir a incerteza sobre a composição e o histórico dos componentes, enquanto o Design for Disassembly pode preservar sua integridade física para usos futuros. Entretanto, o potencial dessas soluções não equivale a efetividade comprovada: sua implementação requer taxonomias comuns, atualização dos dados, definição de responsabilidades, critérios de desempenho para materiais reutilizados e compatibilidade com os sistemas municipais.

O BIM pode operar como estrutura de integração dessas informações, mas a simples adoção da metodologia nas fases de projeto e execução não assegura circularidade. Para produzir efeitos ao longo do ciclo de vida, os modelos precisam incorporar atributos de manutenção, substituição, desmontagem e destino potencial, além de permanecer acessíveis e atualizados durante a operação. Essa interpretação é consistente com Çetin, De Wolf e Bocken (2021), que situam a digitalização como habilitadora da circularidade, e não como seu resultado automático.

A análise também indica que a transição depende de coordenação entre órgãos públicos, projetistas, construtoras, fabricantes, operadores de resíduos, cooperativas, universidades e empresas de tecnologia. Cada ator controla informações e decisões distintas ao longo do ciclo de vida; sem mecanismos de compartilhamento, padrões interoperáveis e incentivos alinhados, as soluções tendem a permanecer como projetos isolados. A governança intersetorial emerge, portanto, como condição para converter capacidades técnicas dispersas em uma política municipal coerente.

Em síntese, os resultados não sustentam a afirmação de que São Paulo já opere segundo princípios circulares, mas indicam que existem ativos institucionais e tecnológicos capazes de apoiar uma trajetória de transição. A lacuna central situa-se na conversão desses ativos em regras coordenadas, fluxos de informação e incentivos que priorizem a retenção de valor dos materiais antes da geração do resíduo.

4.1. Discussão do Framework Proposto

O framework proposto parte do entendimento de que a circularidade na construção civil é um problema de coordenação sistêmica. A recuperação de materiais ao final da vida útil depende de decisões tomadas durante a concepção, da disponibilidade de informações confiáveis, da existência de conexões reversíveis, de responsabilidades institucionais definidas e de demanda econômica por componentes recuperados. Por essa razão, o modelo articula seis eixos: Governança Institucional, Transformação Digital, Construção Circular, Desenvolvimento Econômico, Gestão Baseada em Indicadores e Capacitação.

A relação entre esses eixos é interdependente, e não aditiva. Os Passaportes Digitais de Materiais, por exemplo, têm utilidade limitada quando os dados não são interoperáveis, atualizados e vinculados aos processos de licenciamento, manutenção e contratação. De modo semelhante, o Design for Disassembly pode elevar o potencial técnico de recuperação, mas não assegura a reutilização na ausência de padrões de desempenho, responsabilidades jurídicas e mercados secundários. Essa interpretação converge com Hart et al. (2019), para quem as barreiras

à circularidade no ambiente construído combinam fatores técnicos, econômicos, culturais e regulatórios.

A Governança Institucional ocupa posição estruturante porque define competências, padrões de dados e mecanismos de responsabilização. A proposta de um Comitê Municipal de Construção Circular deve, portanto, ser compreendida como mecanismo de coordenação entre planejamento urbano, obras, licenciamento, meio ambiente e gestão de resíduos, e não como uma instância meramente consultiva. Sua efetividade dependerá de mandato formal, metas verificáveis, acesso a dados e capacidade de incorporar requisitos circulares aos instrumentos existentes.

A Transformação Digital constitui a infraestrutura informacional do modelo. A integração entre BIM, Passaportes Digitais de Materiais e Digital Twin pode reduzir assimetrias de informação sobre composição, localização, manutenção e potencial de recuperação dos componentes. Entretanto, conforme discutido por Çetin, De Wolf e Bocken (2021), o valor dessas tecnologias decorre de sua inserção em processos decisórios de ciclo de vida. Assim, a digitalização deve ser avaliada pela qualidade, interoperabilidade e utilização dos dados, e não apenas pelo número de modelos BIM produzidos.

Os eixos Desenvolvimento Econômico e Gestão Baseada em Indicadores tratam de duas condições frequentemente desconsideradas: a existência de demanda para os materiais recuperados e a capacidade de verificar resultados. Mercados secundários requerem padrões de qualidade, rastreabilidade, garantias de desempenho e custos de transação compatíveis. Paralelamente, indicadores devem distinguir taxas de reciclagem,

reutilização de componentes, prevenção de resíduos, carbono incorporado e retenção de valor, evitando que melhorias na destinação final sejam interpretadas, isoladamente, como transição circular.

O framework avança em relação a abordagens setoriais ao explicitar os mecanismos que conectam tecnologia, regulação e mercado; contudo, sua natureza permanece teórico-propositiva. As relações entre os eixos ainda precisam ser testadas empiricamente, inclusive para identificar conflitos, custos de implementação e possíveis efeitos distributivos sobre pequenas empresas, cooperativas e demais agentes da cadeia produtiva.

4.2. Aplicação do Modelo de Maturidade (MMEC-CC)

O Modelo de Maturidade da Economia Circular na Construção Civil (MMEC-CC) foi aplicado como instrumento analítico exploratório para organizar as evidências documentais sobre o estágio de institucionalização das práticas circulares no Município de São Paulo. A aplicação não corresponde a uma auditoria de desempenho, mas a um diagnóstico qualitativo orientado pelas dimensões e pelos atributos definidos no modelo.

O MMEC-CC estrutura a trajetória de circularidade em cinco níveis progressivos e cumulativos, apresentados no Quadro 2. O enquadramento requer a presença simultânea dos atributos associados à governança, tecnologia, práticas construtivas e mensuração; desse modo, avanços pontuais em uma dimensão não são suficientes para caracterizar a maturidade do nível subsequente. Essa regra reduz o risco de classificar como circular uma organização que adota ferramentas digitais sem alterar seus

processos decisórios, seus critérios de contratação ou a destinação dos materiais.

Quadro 2. Níveis do Modelo de Maturidade da Economia Circular na Construção Civil (MMEC-CC)

Nível	Denominação	Atributos predominantes
1	Inicial	Ausência de diretrizes de circularidade; gestão de resíduos restrita ao cumprimento legal mínimo; inexistência de registro sistemático de materiais.
2	Emergente	Iniciativas isoladas e dependentes de agentes individuais; projetos-piloto de reciclagem; uso incipiente de ferramentas digitais, sem integração.
3	Estruturado	Existência de normas e planos formalizados; metas de destinação definidas; adoção do BIM em etapas de projeto e execução; indicadores parciais.
4	Integrado	Governança intersetorial instituída; BIM articulado ao ciclo de vida; implantação de Passaportes Digitais de Materiais; critérios circulares em contratações públicas.
5	Regenerativo	<i>Design for Disassembly</i> como prática corrente; mercado consolidado de componentes reutilizados; monitoramento contínuo por <i>Digital Twin</i> ; balanço material e de carbono auditado.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A leitura conjunta das evidências posiciona São Paulo em uma zona de transição entre os níveis Estruturado e Integrado. O

enquadramento no nível Estruturado é sustentado pela existência de marcos normativos para gestão de resíduos, planos municipais de sustentabilidade e experiências de adoção do BIM. Entretanto, a passagem ao nível Integrado exigiria evidências de governança intersetorial estável, conexão do BIM com informações de ciclo de vida, implantação sistemática de Passaportes Digitais de Materiais e inclusão de critérios circulares nas contratações públicas — elementos que não foram identificados de forma consolidada no corpus documental.

Esse resultado sugere que a principal lacuna não reside na ausência absoluta de iniciativas, mas na fragmentação entre elas. Normas de resíduos, políticas climáticas e processos de digitalização coexistem, porém não formam necessariamente um sistema coordenado de retenção de valor dos materiais. À luz de Hart et al. (2019), essa fragmentação reproduz barreiras recorrentes do ambiente construído, como a dispersão de responsabilidades, a incerteza sobre materiais recuperados e a insuficiência de mercados secundários.

O diagnóstico permite estabelecer prioridades sequenciais. Em uma primeira etapa, são necessários padrões mínimos de informação, definição de responsabilidades institucionais e projetos-piloto em ativos públicos. Em seguida, a integração entre BIM, Passaportes Digitais de Materiais e indicadores deverá apoiar critérios de contratação e mecanismos de monitoramento. Somente após a consolidação dessas capacidades será plausível ampliar mercados de componentes reutilizados e avançar para práticas regenerativas. O Quadro 3 sintetiza a relação entre as condições observadas e as proposições correspondentes do framework.

A utilização do MMEC-CC em outros municípios é conceitualmente possível, mas não deve ser presumida como transferência automática. Diferenças de capacidade administrativa, estrutura do mercado da construção, disponibilidade de infraestrutura digital e organização da gestão de resíduos podem alterar a relevância e a sequência das dimensões. Por essa razão, sua replicabilidade deverá ser testada mediante estudos de casos e procedimentos padronizados de avaliação.

Quadro 3. Síntese do diagnóstico e das proposições do framework por dimensão

Dimensão	Situação identificada	Proposta apresentada
Governança	Atuação setorial fragmentada	Comitê Municipal de Construção Circular
Tecnologia	Uso limitado do BIM	Integração BIM + Material Passport + Digital Twin
Construção	Predomínio do modelo linear	Design for Disassembly e construção circular
Gestão dos RCD	Ênfase na destinação final	Reutilização e valorização dos materiais
Economia	Mercado incipiente	Marketplace municipal de materiais reutilizados
Sustentabilidade	Ações pontuais	Gestão integrada orientada pela Economia Circular

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4.3. Contribuições Científicas da Pesquisa

A contribuição científica central da pesquisa consiste em propor uma unidade de análise que conecta a escala do edifício à escala da governança urbana. Enquanto parte expressiva da literatura nacional se concentra na classificação, reciclagem e destinação dos RCD, o framework incorpora decisões anteriores à geração do resíduo — concepção, especificação, documentação, manutenção, adaptação e desmontagem — e as relaciona aos mecanismos institucionais necessários para viabilizar a circulação dos componentes.

Em termos conceituais, o estudo combina os instrumentos do Projeto BAMB com as agendas de cidades inteligentes e resilientes, demonstrando que a digitalização somente produz circularidade quando vinculada a regras de governança, critérios de contratação, responsabilidades definidas e mercados capazes de absorver os materiais recuperados. Essa articulação evita uma interpretação tecnocêntrica do BIM, dos Passaportes Digitais de Materiais e do Digital Twin, reconhecendo-os como infraestruturas de informação cujo valor depende de interoperabilidade, qualidade dos dados e capacidade institucional de utilização.

O MMEC-CC constitui uma segunda contribuição ao organizar essas capacidades em uma trajetória analítica progressiva. Diferentemente de uma lista estática de boas práticas, o modelo permite identificar dependências entre níveis: iniciativas tecnológicas isoladas não configuram integração enquanto não forem acompanhadas por governança intersetorial, indicadores e critérios circulares nas contratações. Sua contribuição, nesta etapa, é heurística e diagnóstica; a confiabilidade das categorias e dos níveis ainda deverá ser examinada por validação de conteúdo, aplicação empírica e comparação entre contextos municipais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou as condições para a incorporação dos princípios da Economia Circular à construção civil do Município de São Paulo e, a partir dessa análise, propôs um framework integrado fundamentado no Projeto Buildings as Material Banks (BAMB). Os achados documentais sugerem que o município dispõe de uma base normativa e institucional relevante para iniciar essa transição, mas ainda não apresenta integração suficiente entre governança, informação sobre materiais, tecnologias digitais e instrumentos econômicos para caracterizar um sistema construtivo efetivamente circular.

A principal contribuição teórica reside na compreensão da circularidade no ambiente construído como uma capacidade institucional multinível, e não apenas como um conjunto de procedimentos técnicos destinados à reciclagem de resíduos. Ao articular Governança Institucional, Transformação Digital, Construção Circular, Desenvolvimento Econômico, Gestão Baseada em Indicadores e Capacitação, o framework explicita as interdependências que condicionam a retenção de valor dos materiais ao longo do ciclo de vida das edificações. Essa formulação amplia a abordagem predominante na gestão de RCD ao deslocar o foco da destinação final para a prevenção, a adaptabilidade, a desmontagem seletiva e a reinserção de componentes em ciclos produtivos.

O Modelo de Maturidade da Economia Circular na Construção Civil (MMEC-CC) complementa essa contribuição ao traduzir dimensões conceituais em níveis progressivos de capacidade organizacional. Seu emprego no caso paulistano indicou uma posição intermediária

entre os níveis Estruturado e Integrado: existem instrumentos normativos, iniciativas de sustentabilidade e avanços na adoção do BIM, mas permanecem incipientes a governança intersetorial, os Passaportes Digitais de Materiais, o Design for Disassembly, os mercados secundários e os indicadores de desempenho circular. Esse enquadramento deve ser interpretado como diagnóstico analítico preliminar, e não como mensuração validada do desempenho municipal.

No plano das políticas públicas, os resultados apontam que ações isoladas tendem a produzir efeitos limitados. A criação de uma instância de governança intersetorial, a definição de requisitos de informação em BIM, a adoção gradual de Passaportes Digitais de Materiais, a incorporação de critérios de desmontabilidade e conteúdo reutilizado nas contratações públicas e o desenvolvimento de mecanismos de verificação de desempenho precisam ser implementados de forma coordenada. A administração municipal pode exercer papel indutor por meio de obras públicas-piloto, compras governamentais e padronização de dados, reduzindo incertezas técnicas e criando demanda inicial para componentes recuperados.

As conclusões estão condicionadas por limitações metodológicas. O estudo utiliza um caso único e fontes secundárias e documentais, não tendo incorporado dados primários de gestores públicos, projetistas, construtoras, fabricantes, recicladores ou usuários. Consequentemente, não foi possível avaliar empiricamente a aceitabilidade dos instrumentos propostos, os custos de implementação, os conflitos entre atores, a qualidade dos dados disponíveis ou o desempenho ambiental e econômico das medidas sugeridas. Além disso, o enquadramento no MMEC-CC resulta de

interpretação qualitativa dos autores e ainda não foi submetido à validação externa, o que restringe a generalização dos achados a uma generalização de natureza analítica.

Pesquisas futuras deverão validar o framework e o MMEC-CC por meio de painéis de especialistas e estudos comparativos entre municípios; testar Passaportes Digitais de Materiais integrados ao BIM em obras públicas; estabelecer métricas de circularidade, carbono incorporado e retenção de valor; e examinar os arranjos jurídicos, econômicos e informacionais necessários à formação de mercados de materiais reutilizados. A aplicação longitudinal do modelo permitirá verificar se a progressão entre os níveis de maturidade corresponde a melhorias mensuráveis no uso de recursos e na prevenção de resíduos.

Conclui-se, portanto, que a contribuição da Economia Circular para cidades inteligentes e resilientes depende menos da adoção isolada de tecnologias e mais da capacidade de integrar informação, regulação, coordenação institucional e incentivos econômicos ao longo do ciclo de vida das edificações. O framework proposto oferece uma base conceitual para essa integração; sua efetividade, contudo, deverá ser demonstrada por validação empírica e aplicação-piloto em contextos reais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. São Paulo: ABRELPE, 2023.

ALBINO, Vito; BERARDI, Umberto; DANGELICO, Rosa Maria. **Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives**.

Journal of Urban Technology, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 3-21, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>.

BAMB – BUILDINGS AS MATERIAL BANKS. **Buildings as material banks: BAMB project**. Delft: BAMB Consortium, European Union Horizon 2020 Programme, 2019. Disponível em: <https://www.bamb2020.eu>. Acesso em: 12 ago. 2026.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BENACHIO, Gabriel Luiz Fritz; FREITAS, Maria do Carmo Duarte; TAVARES, Sérgio Fernando. **Circular economy in the construction industry: a systematic literature review**. Journal of Cleaner Production, [S. l.], v. 260, art. 121046, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 95-96, 17 jul. 2002.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia prestados aos órgãos e às entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 65, p. 4, 3 abr. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 147, p. 3, 3 ago. 2010.

ÇETIN, Sultan; DE WOLF, Catherine; BOCKEN, Nancy. **Circular digital built environment: an emerging framework.** Sustainability, [S. l.], v. 13, n. 11, art. 6348, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13116348>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Completing the picture: how the circular economy tackles climate change.** Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2019. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>. Acesso em: 31 ago. 2026.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition.** Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2013. v. 1. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>. Acesso em: 31 ago. 2026.

EUROPEAN COMMISSION. **A new circular economy action plan for a cleaner and more competitive Europe:** COM(2020) 98 final. Brussels: European Commission, 2020. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN>. Acesso em: 31 ago. 2026.

GHISELLINI, Patrizia; CIALANI, Catia; ULGIATI, Sergio. **A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems.** Journal of Cleaner Production, [S. l.], v. 114, p. 11-32, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

HART, Jim; ADAMS, Katherine; GIESEKAM, Jannik; TINGLEY, Danielle Densley; POMPONI, Francesco. **Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment.** Procedia CIRP, [S. l.], v. 80, p. 619-624, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>.

HONIC, Meliha; KOVACIC, Iva; RECHBERGER, Helmut. **Improving the recycling potential of buildings through Material Passports (MP): an Austrian case study.** Journal of Cleaner Production, [S. l.], v. 217, p. 787-797, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.212>.

KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. **Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions.** Resources, Conservation and Recycling, [S. l.], v. 127, p. 221-232, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

MEEROW, Sara; NEWELL, Joshua P.; STULTS, Melissa. **Defining urban resilience: a review.** Landscape and Urban Planning, [S. l.], v. 147, p. 38-49, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014.** Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. Diário Oficial da Cidade de São Paulo, São Paulo, v. 59, n. 140, suplemento, p. 1-79, 1 ago. 2014.

SÃO PAULO (Município). Prefeitura do Município de São Paulo. **PlanClima SP: Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050.** São Paulo: PMSP, 2020. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/planclimasp>. Acesso em: 31 ago. 2026.

SÃO PAULO (Município). Prefeitura do Município de São Paulo. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos da cidade de São Paulo (PGIRS).** São Paulo: PMSP, 2014. Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2026.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **2022 global status report for buildings and construction: towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector**. Nairobi: UNEP, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>. Acesso em: 31 ago. 2026.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. New York: UN, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 31 ago. 2026.

YIN, Robert K. **Case study research and applications: design and methods**. 6. ed. Thousand Oaks: Sage, 2018.

¹ Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis - Universidade Nove de Julho - UNINOVE - São Paulo/SP - Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7406-1711>

² Doutor, Phd, Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis - Universidade Nove de Julho - UNINOVE - São Paulo/SP - Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)