XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8689

Circularidade na produção de revestimentos: um estudo de caso em Santa Catarina, Brasil

Circularity in the production of building finishes: a case study in Santa Catarina, Brazil

Jéssica Michalak Besen
UDESC | Joinville | Brasil | jessica.mb@edu.udesc.br
Anna Paula Marchezan
UDESC | Joinville | Brasil | anna.marchezan@edu.udesc.br
Vanessa Nappi
UDESC | Joinville | Brasil | v.nappi@udesc.br
Luciana Rosa Leite
UDESC | Joinville | Brasil | luciana.leite@udesc.br

Resumo

A construção civil é um dos setores com maior impacto ambiental, devido à elevada geração de resíduos e emissões de carbono. Nesse contexto, a incorporação dos princípios da Economia Circular (EC) surge como estratégia para mitigar esses impactos. Este estudo tem como objetivo compreender como a aplicação desses princípios na cadeia de valor na produção de revestimentos fornece subsídios para o aumento da circularidade no setor. A pesquisa adota abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso de caráter exploratório e descritivo, com base em entrevistas, observação direta e análise documental. O estudo de caso foi realizado em uma *startup* que produz revestimentos em Santa Catarina, Brasil. Os resultados evidenciam práticas como uso de insumos reciclados, *design* orientado à circularidade e reintegração de resíduos ao processo produtivo, com destaque para o uso de tecnologias digitais, como *blockchain*, para rastreabilidade. A colaboração entre os atores da cadeia mostrou-se essencial. Entre as contribuições do estudo, destacam-se a aplicação prática da EC e a sistematização de estratégias replicáveis para o setor.

Palavras-chave: Reciclagem. Tecnologias digitais. Economia circular.

Abstract

The construction sector is one of the most environmentally impactful, due to high levels of waste generation and carbon emissions. In this context, the adoption of Circular Economy (CE) principles has emerged as a strategy to mitigate these impacts. This study aims to understand how the application of these principles in the value chain of building components manufacturing can contribute to enhancing circularity in the sector. The research adopts a qualitative approach through an exploratory and descriptive case study based on interviews, direct observation, and document analysis. The case study was conducted at a startup producing building finishes in Santa Catarina, Brazil. The results highlight practices such as the use of recycled inputs, circular-oriented design, and the reintegration of waste into production processes, with emphasis on the use of digital technologies, such as blockchain, for traceability. Collaboration among value chain actors proved to be essential. Key contributions of the study include the practical application of CE and the systematization of replicable strategies for the sector.

Keywords: Recycling. Digital Technologies. Circular Economy.

Como citar:
BESEN, J.M.; MARCHEZAN, A.P.; NAPPI, V.; LEITE, L.R. Circularidade na produção de revestimentos: um estudo de caso em Santa Catarina, Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8689

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores mais poluentes da economia global, responsável por cerca de 34% das emissões de CO_2 e pela geração de aproximadamente 2 bilhões de toneladas anuais de resíduos, dos quais apenas uma pequena fração é reciclada ou reutilizada [1]. Além disso, o setor apresenta elevado consumo de energia e de recursos naturais, utilizando cerca de 3 bilhões de toneladas de matérias-primas anualmente [2] e respondendo por um terço do consumo de materiais na União Europeia [3].

Esse impacto decorre de um modelo linear de produção e consumo, baseado na extração, no uso e no descarte de recursos [3][4]. Em resposta, cresce o interesse pela adoção da Economia Circular (EC) na construção civil, como forma de reduzir emissões, consumo de recursos e geração de resíduos [6][7].

A EC propõe um modelo restaurativo e regenerativo, priorizando redução, reuso, reciclagem e recuperação de materiais, além do uso de energias renováveis e da eliminação de resíduos desde a fase de concepção [8][9]. Seus princípios convergem para a eliminação de desperdícios, a circulação de materiais e a regeneração dos sistemas naturais [3][10].

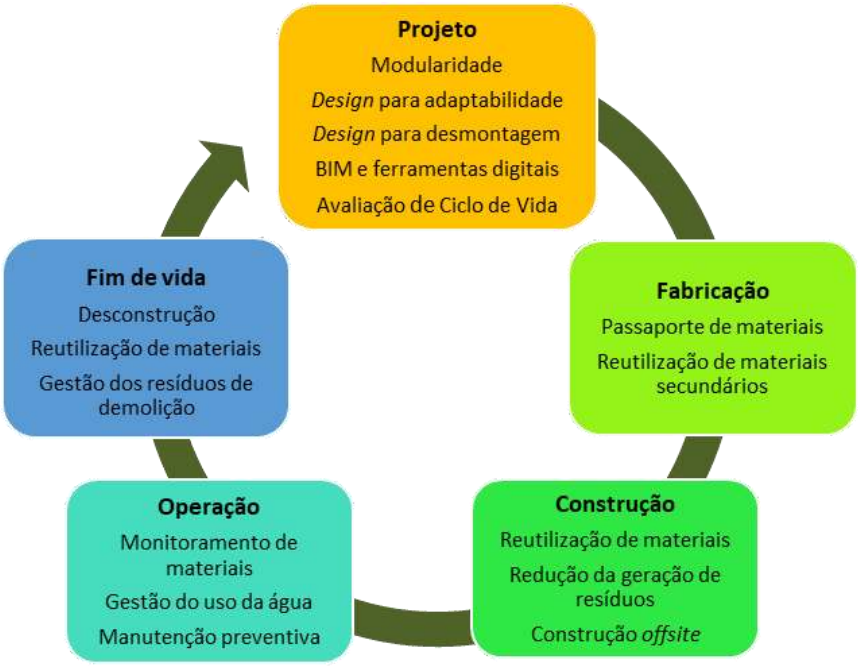
Apesar do potencial do setor de construção civil para liderar essa transição [7], sua implementação ainda enfrenta barreiras, como a complexidade da cadeia de valor, a falta de conhecimento e a limitada colaboração entre os atores [7][11][12]. Assim, o objetivo deste trabalho é compreender como a aplicação dos princípios da EC na cadeia de valor na produção de revestimentos fornece subsídios para o aumento da circularidade no setor, analisando práticas de *design*, relações entre atores e estratégias replicáveis.

REFERENCIAL TEÓRICO

As organizações buscam gerar valor e competitividade, e a EC pode contribuir nesse processo ao integrar desempenho econômico, ambiental e social [13]. Na construção civil, sua implementação requer a revisão de práticas tradicionais e a incorporação de métodos, serviços, tecnologias, novos modelos de negócio e parcerias que reduzam impactos ambientais, promovam a reutilização de materiais e tornem os ambientes urbanos mais sustentáveis [14][15][16]. Nesse contexto, a EC engloba práticas aplicadas ao longo do ciclo de vida das edificações (Figura 1) com o objetivo de manter materiais em ciclos fechados e reduzir o consumo de recursos naturais [17][18]. Sua eficácia depende da prevenção, reutilização e reciclagem de resíduos, sendo o *design* uma etapa-chave para sua implementação [19].

Entre os princípios da EC destacam-se o *design* para circularidade e a gestão de materiais [7]. A incorporação desses princípios desde o projeto define o desempenho ao longo do ciclo de vida [20]. Estratégias como *design* para desmontagem, modularidade, remanufatura e uso de materiais recicláveis reduzem o consumo de recursos e geram valor econômico [6][21]. Nas demais fases, destacam-se o uso eficiente de recursos, o reaproveitamento de resíduos e a logística reversa [6].

Figura 1 – Práticas da EC ao longo do ciclo de vida da construção civil



Fonte: os autores, adaptado de [18].

Apesar dos avanços teóricos, a aplicação da EC na construção civil ainda é limitada e concentrada em países desenvolvidos [6]. Sua implementação depende da colaboração entre os atores da cadeia da construção [7][22]. Nesse contexto, a transição para a EC exige ecossistemas colaborativos, nos quais atores interdependentes atuem de forma coordenada para viabilizar a criação e entrega de valor circular [23].

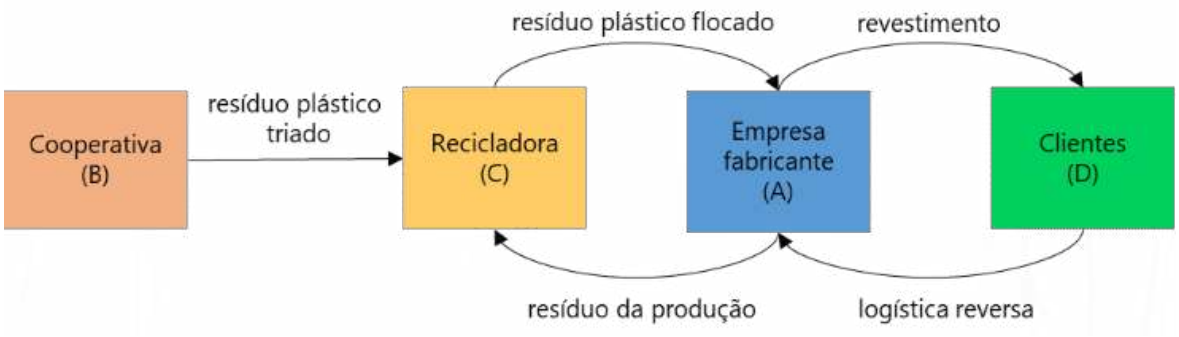
MÉTODO DE PESQUISA

Por meio de um estudo de caso único, este estudo investiga como a aplicação dos princípios da EC na cadeia de valor de revestimentos contribui para a circularidade no setor [24].

O caso selecionado corresponde à cadeia de valor de revestimentos para construção civil (Figura 2), composta por quatro atores: (A) empresa focal, responsável pelo desenvolvimento de produtos baseado na EC; (B) cooperativa de triagem de resíduos; (C) empresa recicladora, responsável pelo processamento dos materiais; localizados no norte de Santa Catarina e (D) cliente, representado por um estúdio de *design* localizado no Ceará. Tais atores configuram uma cadeia interdependente voltada à valorização de resíduos plásticos.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8689

Figura 2 – Cadeia de valor do material de revestimento para construção civil



Fonte: os autores

A coleta de dados é realizada via entrevistas semiestruturadas, observação direta e análise documental [24]. Apesar de envolver atores reais no esquema apresentado na Figura 2, a coleta de dados é restrita às empresas A e D. O protocolo de pesquisa está estruturado na Figura 3 [25]. Os aspectos éticos da pesquisa, como consentimento dos participantes, a confidencialidade das informações e o anonimato dos envolvidos [24][25], são assegurados conforme normativa vigente [26].

Figura 3 – Protocolo utilizado nas entrevistas semiestruturadas

BLOCO A: **Abertura**
Apresentação das entrevistadoras, propósito do trabalho e confidencialidade dos dados. Solicitação de consentimento para gravação.
BLOCO B: **Identificar, empiricamente, quais princípios da EC estão inseridos na cadeia de valor dos elementos de revestimento**
1. Quais práticas ou estratégias a empresa adota no projeto, na escolha de materiais e nos processos produtivos que se alinham aos princípios da EC? 2. Que tipos de materiais são utilizados como matéria-prima e como eles contribuem para a circularidade? 2.1 A escolha do material influencia o desempenho e custo das peças? 2.2 Quanto a biodegradabilidade, há o uso de aditivos tóxicos? 3. Há indicadores para medir o impacto circular da sua atividade? 3.1 Existe estratégias de rastreabilidade?
BLOCO C: **Verificar a relação entre as partes interessadas da cadeia de valor**
1. Como ocorre a colaboração entre a empresa e os diferentes elos da cadeia? 1.1 Existem canais de comunicação ativa ou acordos formais que sustentam essas relações? 1.2 Existe parcerias com outras empresas, universidades ou instituições para desenvolver soluções circulares? 1.3 O que acontece com o produto após o uso dele? 2. Quais são os principais desafios e oportunidades observados na articulação entre os atores da cadeia de valor visando maior circularidade? 2.1 Existe esforço coletivo (entre os atores) para melhorar os processos de circularidade?
BLOCO D: **Identificar práticas replicáveis por outras indústrias do setor**
1. Quais práticas adotadas pela empresa poderiam ser replicadas por outras organizações do setor da construção civil? 1.1 Quais as recomendações para empresas que queiram adotar os princípios da EC? 2. Na sua experiência, quais fatores facilitam ou dificultam a adoção de práticas circulares em escala, considerando aspectos como tecnologia, regulamentação, custos ou cultura organizacional? 2.1 O que é necessário para escalar este tipo de negócio com sucesso? 3. Há algo mais que você considera importante compartilhar sobre as práticas circulares na empresa?

Fonte: os autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa A é uma *startup* localizada no norte de Santa Catarina, Brasil, que desenvolve revestimentos para a construção civil a partir de resíduos plásticos provenientes da indústria e da coleta seletiva, transformando-os em produtos de revestimento de alto valor agregado. Sua atuação integra materiais reciclados, *design* e tecnologias digitais — sendo um caso relevante para investigação da EC.

Fundada em 2012 no setor de *design*, a empresa A passou a atuar na construção civil em busca de maior impacto. Segundo o entrevistado da empresa A, o produto "já faz mais de uma década" e surgiu com o "objetivo de se fazer um trabalho mais holístico e que promova o sistema circular ao invés do linear". Atualmente, concentra-se na arquitetura comercial e corporativa, e em vendas diretas via *e-commerce*. O perfil de A, *startup*, empresa jovem e de pequeno porte, é apontado como o tipo de organização protagonista na adoção da EC [6].

O desenvolvimento de produtos ocorre tanto sob demanda quanto de forma proativa. No primeiro caso, clientes buscam soluções para seus resíduos, iniciando um processo colaborativo de cocriação. Como destaca o entrevistado A: "a gente tem a parte de demanda do cliente [...] e a parte de ter um problema com resíduos [...] e querer buscar uma solução". Assim, como destacado na literatura [6][27], esse processo envolve aculturamento e integração com equipes técnicas dos clientes. Paralelamente, a empresa também desenvolve projetos por iniciativa própria ou via editais de fomento, quando há "interesse [...] de encontrar uma função para algum material" (entrevistado A).

A produção ocorre por meio de fabricação 2D e manufatura aditiva 3D. Na fabricação 2D, resíduos plásticos — principalmente polietileno — são triados por cooperativas (ator B na Figura 2), processados por recicladoras (ator C na Figura 2) e utilizados como matéria-prima na forma de flocos. Já na impressão 3D, utiliza-se poliestireno com apoio de braço robótico, tecnologia que apresenta vantagens como redução de desperdício e maior flexibilidade de *design* [28]. Em ambos os processos, a empresa prioriza o uso de monomateriais (composto por uma substância única), evitando misturas que dificultem a reciclagem futura: "a gente tenta trabalhar [...] com monomaterial, para viabilizar o melhor aproveitamento desse material após a sua utilização" (entrevistado A). Em média, a empresa A processa duas toneladas de resíduos mensais, transformando o material em produtos.

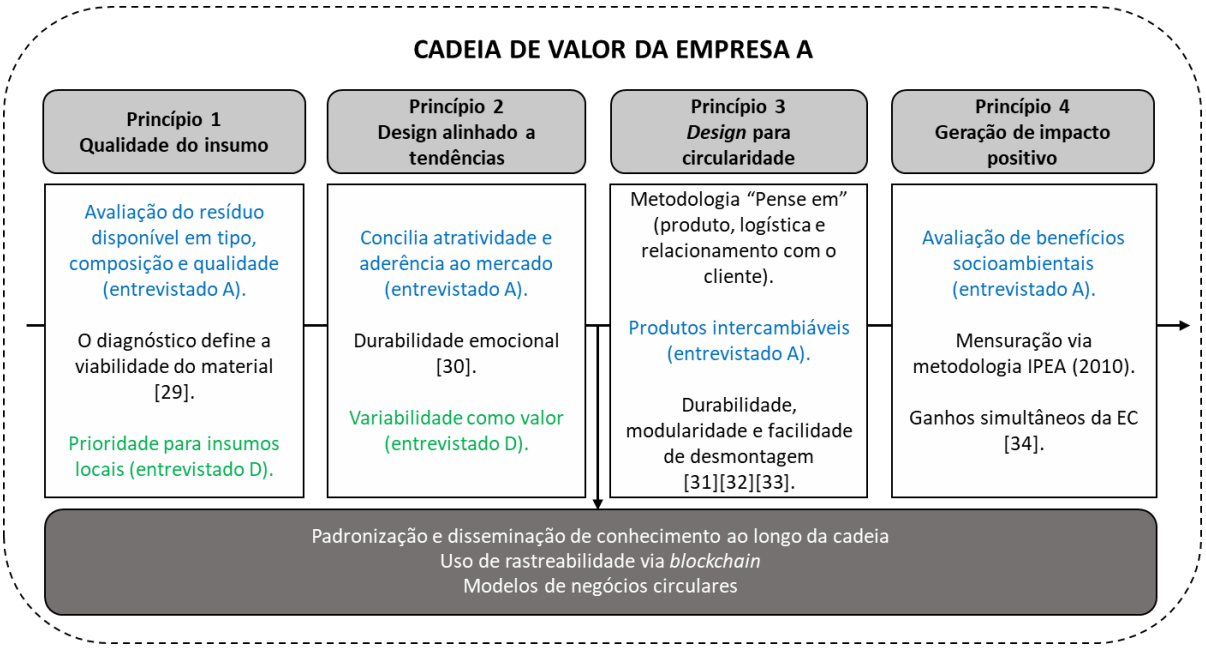
Entre os principais desafios está a geração de resíduos no próprio processo produtivo, que tende a crescer com a empresa: "essa é a parte mais difícil de todas" (entrevistado A). As sobras são reinseridas no ciclo produtivo, enquanto rejeitos não recuperáveis são destinados a outras aplicações, como a pirólise (transformação de materiais por aquecimento na ausência de oxigênio).

PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR (EC) INSERIDOS NA CADEIA DE VALOR

O desenvolvimento de produtos na empresa A é orientado por quatro princípios que estruturam sua cadeia de valor: qualidade do insumo, *design* orientado por tendências, *design* para circularidade e geração de impacto positivo (Figura 4).

Conforme Figura 4, o processo inicia com a avaliação do resíduo (Princípio 1), definindo sua viabilidade [29] e priorizando insumos locais quando possível (entrevistado D). O Princípio 2 busca conciliar atratividade e aderência ao mercado, favorecendo a aceitação do produto e sua durabilidade emocional [30]. O Princípio 3 é operacionalizado pela metodologia própria "Pense em", incorporando estratégias como durabilidade, modularidade e desmontagem, alinhadas ao *design* circular [31][32][33]. Por fim, o Princípio 4 avalia os impactos gerados pelas estratégias adotadas (entrevistado A). Para isso, a empresa utiliza a metodologia do IPEA [34] para mensurar reduções de resíduos, emissões e consumo de recursos, em consonância com a EC [35].

Figura 4 – Princípios da EC na cadeia de valor



Fonte: os autores

De forma transversal, destacam-se a padronização e disseminação do conhecimento ao longo da cadeia, aumentando a qualidade dos insumos e o valor gerado para cooperativas — "quanto melhor separado, melhor o produto" (entrevistado A), e o uso de rastreabilidade via *blockchain* (tecnologia que registra informações de forma distribuída, segura e imutável [3]), promovendo transparência e viabilizando a logística reversa. Embora reconhecida como facilitadora da circularidade [6][36][37][38], a efetividade dessa tecnologia está subordinada a mudanças no comportamento do consumidor.

Além disso, a empresa A explora modelos de negócio circulares, como estandes modulares reutilizáveis, que reduzem desperdícios e ampliam a vida útil dos materiais [12]. Tais resultados reforçam a importância da incorporação dos princípios da EC desde a fase de *design* [17][20].

RELAÇÃO ENTRE AS PARTES INTERESSADAS DA CADEIA DE VALOR

A atuação da empresa é sustentada por relações colaborativas ao longo de toda a cadeia. No projeto com a empresa D, destacou-se a cocriação, com “muitas reuniões *online* para discutir sobre as possibilidades” (entrevistado D), evidenciando o papel central do engajamento dos atores [11].

As parcerias com as cooperativas iniciam com visitas presenciais para verificação de requisitos e evoluem para interações contínuas, ainda que com baixa formalização contratual. A qualidade da matéria-prima permanece um entrave, devido à contaminação, demandando capacitação e troca direta de conhecimento: “não basta só a gente falar [...] tem que ter a catadora junto” (entrevistado A), corroborando com lacunas já apontadas na literatura [39].

A valorização dos parceiros, com remuneração acima da média, contribui para relações mais equitativas, enquanto a articulação com instituições como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) fortalece a capacidade de inovação [40]. Inserida em um ecossistema de inovação, a empresa A amplia sua capacidade de coordenação, embora enfrente desafios relacionados à superação de relações transacionais e à escalabilidade das práticas [41].

Por fim, a trajetória da empresa A evidencia que a EC foi inicialmente limitada por lacunas regulatórias, sendo gradualmente viabilizada pelo avanço de políticas públicas [42][43]. Como principal aprendizado, destaca-se que a circularidade depende de um ecossistema colaborativo e multiator — “muito difícil fazer sozinho” (entrevistado A), conforme discutido pela literatura sobre cadeias de valor circulares [7][23][44].

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a empresa A incorpora os princípios da EC na cadeia de valor de revestimentos de forma estratégica, por meio do *design* circular, do uso de materiais reciclados, da reintegração de resíduos e da adoção de tecnologias digitais de rastreabilidade. Destacam-se, sobretudo, o uso de insumos de alta qualidade e o *design* orientado à circularidade, contemplando estratégias como durabilidade, modularidade e desmontagem.

A viabilização dessas práticas está fortemente associada à articulação com múltiplos atores da cadeia de valor, incluindo fornecedores, clientes, instituições de ensino e poder público, sugerindo o papel central da colaboração e da capacitação técnica para a implementação da EC. A adoção de tecnologias como o *blockchain* reforça esse processo ao ampliar a transparência e apoiar a logística reversa. Apesar dos avanços, a ampliação da circularidade depende da superação de barreiras relacionadas à infraestrutura, regulamentação e cultura, juntamente com fortalecimento de políticas públicas e condições de mercado favoráveis.

Como contribuição, o estudo fornece subsídios empíricos sobre a operacionalização da EC em um contexto brasileiro, ressaltando o papel de arranjos colaborativos e tecnologias digitais na viabilização de cadeias de valor circulares, e fornecendo

subsídios práticos para sua replicação em outros segmentos da construção civil. Trabalhos futuros podem ampliar este escopo para outras regiões e setores, aprofundando o entendimento sobre a escalabilidade das estratégias circulares aqui identificadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina—FAPESC [2025TR1479].

Declaração

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram a ferramenta ChatGPT 5.5, da OpenAI para sugestão de imagens e revisão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION. **Not just another brick in the wall:** The solutions exist - Scaling them will build on progress and cut emissions fast. Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025. 2025. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/47214>. Acesso em: 30 maio 2025.

[2] WORLD ECONOMIC FORUM**. Shaping the future of construction, a breakthrough in mindset and technology.** 2016. Disponível em: <https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_report_020516.pdf>. Acesso em: 30 maio 2025.

[3] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Building Prosperity:** unlocking the potential of a nature-positive, circular economy for Europe. 2024. Disponível em: <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/62e7613596a2d12f/original/Building-Prosperity-July-2024.pdf>. Acesso em: 31 maio 2025.

[4] ÇIMEN, Ömer. Construction and built environment in circular economy: A comprehensive literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 305, p. 127180, 10 jul. 2021.

[5] FINAMORE, Margherita; OLTEAN-DUMBRAVA, Crina. Circular economy in construction - findings from a literature review. **Heliyon**, v. 10, n. 15, ago. 2024.

[6] GUERRA, Beatriz C.; SHAHI, Sheida; MOLLAEI, Aida; SKAF, Nathalie; WEBER, Olaf; LEITE, Fernanda; HAAS, Carl. Circular economy applications in the construction industry: A global scan of trends and opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 324, nov. 2021. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129125

[7] SANTOS, Paulo; CERVANTES, Génises C.; ZARAGOZA-BENZAL, Alicia; BYRNE, Aimee; KARACA, Ferhat; FERRÁNDEZ, Daniel; SALLES, Adriana; BRAGANÇA, Luís. Circular Material Usage Strategies and Principles in Buildings: A Review. **Buildings**, v. 14, n. 1, jan. 2024. https://doi.org/10.3390/buildings14010281

[8] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy Vol. 3**: accelerating the scale-up across global supply chains. 2014. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-3-accelerating-the-scale-up-across-global>. Acesso em: 30 maio 2025.

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

[10] POMPONI, Francesco; MONCASTER, Alice. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 710–718, fev. 2017. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055

[11] MUNARO, Mayara Regina; TAVARES, Sérgio Fernando. A review on barriers, drivers, and stakeholders towards the circular economy: The construction sector perspective. **Cleaner and Responsible Consumption**, v. 8, mar. 2023. https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100107

[12] EBERHARDT, Leonora Charlotte Malabi; BIRGISDOTTIR, Harpa; BIRKVED, Morten. Potential of Circular Economy in Sustainable Buildings. In: **Institute of Physics Publishing,** 24 fev. 2019.

[13] JOHN, Iniobong Beauty; ADEKUNLE, Samuel A.; AIGBAVBOA, Clinton O. Adoption of Circular Economy by Construction Industry SMEs: Organisational Growth Transition Study. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 7, abr. 2023. https://doi.org/10.3390/su15075929

[14] PAPAMICHAEL, Iliana; VOUKKALI, Irene; LOIZIA, Pantelitsa; ZORPAS, Antonio A. Construction and demolition waste framework of circular economy: A mini review. **Waste Management and Research**, v. 41, n. 12, p. 1728–1740, dez. 2023. https://doi.org/10.1177/0734242X231190804

[15] BERTINO, Gaetano; KISSER, Johannes; ZEILINGER, Julia; LANGERGRABER, Guenter; FISCHER, Tatjana; ÖSTERREICHER, Doris. Fundamentals of building deconstruction as a circular economy strategy for the reuse of construction materials. **Applied Sciences (Switzerland),** v. 11, n. 3, p. 1–31, 1 fev. 2021. https://doi.org/10.3390/app11030939

[16] ARUP; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **From principles to practices**: First steps towards a circular built environment. 2018. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/articles/first-steps-towards-a-circular-built-environment>. Acesso em: 5 julho 2025.

[17] BENACHIO, Gabriel Luiz Fritz; FREITAS, Maria do Carmo Duarte; TAVARES, Sergio Fernando. Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 260, p. 121046, 1 jul. 2020. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046

[18] BRE GLOBAL LTD. **Metodologia para a avaliação ambiental de edifícios utilizando a EN 15978:2011**. PN 326 Rev 0.0. Watford, Reino Unido: BRE Global, 2018. Disponível em: <http://www.greenbooklive.com>. Acesso em: 4 jul. 2025.

[19] DRÄGER, Philipp; LETMATHE, Peter. Who Drives Circularity? The Role of Construction Company Employees in Achieving High Circular Economy Efficiency. **Sustainability (Switzerland),** v. 15, n. 9, maio 2023. https://doi.org/10.3390/su15097110

[20] MUNARO, Mayara Regina; TAVARES, Sérgio Fernando; BRAGANÇA, Luís. Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 260, 1 jul. 2020. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121134

[21] DSILVA, Jacinta; ZARMUKHAMBETOVA, Saniya; LOCKE, Jasmina. Assessment of building materials in the construction sector: A case study using life cycle assessment approach

to achieve the circular economy. **Heliyon**, v. 9, n. 10, out. 2023. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20404

[22] LEISING, Eline; QUIST, Jaco; BOCKEN, Nancy. Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool. **Journal of Cleaner Production**, v. 176, p. 976–989, 1 mar. 2018. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.010

[23] TREVISAN, Adriana; CASTRO, Camila G.; GOMES, L. A. V.; MASCARENHAS, Janaína. Unlocking the circular ecosystem concept: Evolution, current research, and future directions. **Sustainable Production and Consumption**, v. 29, p. 286-298, 2022. https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.020

[24] YIN, Robert. **Estudos de Casos: planejamento e método**. 3ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

[25] RASHID, Yasir; RASHID, Ammar; WARRAICH, Muhammad. A.; SABIR, Sana S.; WASEEM, Ansar. Case Study Method: A Step-by-Step Guide for Business Researchers. **International Journal of Qualitative Methods**, v.18, 22 jul. 2019. https://doi.org/10.1177/1609406919862424

[26] BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Regulamenta pesquisas na área de ciências humanas e sociais. [*S.l.*], CNS, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf. Acesso em: 5 jul. 2026.

[27] GENTA, Chiara; SANYÉ-MENGUAL, Esther; LOMBARDI, Patrizia; SALA, Serenella. A local analysis of circular economy through a stakeholders' lens: From definitions and collaborative efforts to metrics for monitoring. The case of Turin (Italy). **Environmental Impact Assessment Review**, v. 112, 1 mar. 2025. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107736

[28] ZHU, Caihan; LI, Tianya; MOHIDEEN, Mohamedazeem M.; HU, Ping; GUPTA, Ramesh; RAMAKRISHNA, Seeman; LIU, Yong. Realization of circular economy of 3D printed plastics: A review. **Polymers**, v.13, 1 mar. 2021. https://doi.org/10.3390/polym13050744

[29] STEINMANN, Z. J. N.; HUIJBREGTS, M. A. J.; REIJNDERS, L. How to define the quality of materials in a circular economy? **Resources, Conservation and Recycling**, v. 141, p. 362-363, 1 fev. 2019. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.040

[30] BOCKEN, Nancy M.P.; PAUW, Ingrid; BAKKER, Conny; VAN DER GRINTEN, Bram. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 5, p. 308–320, 3 jul 2016. https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124

[31] STEPHAN, André; ATHANASSIADIS, Aristide. Towards a more circular construction sector: Estimating and spatialising current and future non-structural material replacement flows to maintain urban building stocks. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 129, p. 248–262, 1 fev. 2018. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.022

[32] HAINES-GADD, Merryn; CHAPMAN, Jonathan; LLOYD, Peter; MASON, Jon; ALIAKSEYEU, Dzmitry. Emotional durability design Nine-A tool for product longevity. **Sustainability (Switzerland),** v. 10, n. 6, 11 jun. 2018. https://doi.org/10.3390/su10061948

[33] OTTENHAUS, L. M.; YAN, Z.; BRANDNER, R.; LEARDINI, P.; FINK, G.; JOCKWER, R. Design for adaptability, disassembly and reuse – a review of reversible timber connection systems. **Construction and Building Materials**, v. 400, p. 132823, 12 out. 2023. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.132823.

[34] INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Relatório de pesquisa:** pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos. Brasília: IPEA, 2010. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/51fe3ce8-2ad2-4313-b05f-16b4648abbe2/content. Acesso em: 5 jul. 2026.

[35] AGUILAR-HERNANDEZ, Glenn A.; DIAS RODRIGUES, João F.; TUKKER, Arnold. Macroeconomic, social and environmental impacts of a circular economy up to 2050: A meta-analysis of prospective studies. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, p. 123421, 1 jan. 2021. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123421

[36] KELES, Cagla; CRUZ RIOS, Fernanda; HOQUE, Simi. Digital Technologies and Circular Economy in the Construction Sector: A Review of Lifecycle Applications, Integrations, Potential, and Limitations. **Buildings**, v. 15, n. 4, 12 fev. 2025. http://doi.org/10.3390/buildings15040553

[37] ÇETIN, Sultan; DE WOLF, Catherine; BOCKEN, Nancy. Circular digital built environment: An emerging framework. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 11, 1 jun. 2021. https://doi.org/10.3390/su13116348

[38] MALLICK, Pravin Kumar; SALLING, Kim; PIGOSSO, Daniela; MCALOONE, Tim. Closing the loop: Establishing reverse logistics for a circular economy, a systematic review. **Journal of Environmental Management**, v. 328, 15 fev. 2023. http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117017

[39] KAYA, Fuat Emre. A Stakeholder-Centric Approach to Advancing the Circular Economy in the Building Sector. **Architecture**, v. 5, n. 1, 2025. https://doi.org/10.3390/architecture5010006

[40] ZHANG, Abraham; VENKATESH, V.G.; LIU, Yang; WAN, Ming; QU, Ting; HUISINGH, Donald. Barriers to smart waste management for a circular economy in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 240, 10 dez. 2019. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118198

[41] SUDUSINGHE, Jayani Ishara; SEURING, Stefan. Supply chain collaboration and sustainability performance in circular economy: A systematic literature review. **International Journal of Production Economics**, v. 245, mar. 2022. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108402

[42] SZIGETHY, Leonardo; ANTENOR, Samuel. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil**: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 4 jul. 2025.

[43] LEITÃO, Fabricio; PAIVA, Ely; GUARNIERI, Patricia; MONTEIRO, Larissa. Circularidade como capacidade dinâmica: uma revisão e uma agenda para uma transição circular. **Revista de Administração de Empresas**, v. 64, n.3, 2024. https://doi.org/10.1590/S0034-759020240306x

[44] MISHRA, Jyoti L.; CHIWENGA, Kudzai Dominic; ALI, Khaoula. Collaboration as an enabler for circular economy: a case study of a developing country. **Management Decision**, v. 59, n. 8, p. 1784–1800, 2019. https://doi.org/10.1108/MD-10-2018-1111