

REVISTA

BOLETIM DO GERENCIAMENTO REVISTA ELETRÔNICA

ISSN: 2595-6531





SUMÁRIO

PATOLOGIA URBANA: MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARQUITETÔNICO NAS CIDADES CONTEMPORÂNEAS <i>Urban Pathology: Pathological Manifestations In Historical Architectural Heritage In Contemporary Cities</i> COELHO; Taynan D.; AMARIO; Mayara	01
UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NOS ESCRITÓRIOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA NA CIDADE DE GUARÁI-TO <i>Use of BIM Methodology in Engineering and Architecture Offices in the City of Guarai-TO</i> OLIVEIRA, Wadylla L.; VERONESE, Renato B.A.; VAZ, Jeily G.; SANTANA, Leonardo M.	15
IMPACTOS DAS EDIFICAÇÕES NUM CONTEXTO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA <i>Impacts of buildings in the context of energy transition – a systematic review</i> SILVA, Luiz Paulo P.; OSCAR, Luiz Henrique C.; AMARIO, Mayara; VASCO, Diego A.; HADDAD, Assed N.; QUALHARINI, Eduardo L.	25
A CLÁUSULA DE PD&I DA ANP COMO CATALISADORA DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL: ANÁLISE EMPÍRICA DOS PROJETOS FINANCIADOS <i>The ANP's R&D&I Clause as a Catalyst for Energy Transition in Brazil: Empirical Analysis of Financed Projects.</i> LOPES, Maria Aparecida.O.; ALMEIDA, Taísa C. S. M.; QUEIROZ, Luciana F.; SILVA NETO, Romeu.; COSTA, Bruno B. F.	54
FATORES QUE INFLUENCIAM NA ESCOLHA DA METODOLOGIA DE GESTÃO DE PROJETOS <i>Factors that influence the choice of project management methodology</i> BASTOS, Roberta; NAJJAR, Mohammad; HADDAD, Assed;	66
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO INTERESSE GLOBAL E BRASILEIRO EM PASSIVE HOUSE: TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS <i>Bibliometric Analysis of Global and Brazilian Interest in Passive Houses: Trends and Perspectives</i> OLIVEIRA, João Pedro Alfradique; MENDEZ, Gabriel de Pinna; COSTA, Bruno Barzellay Ferreira....	84
BIM APLICADO A CONSTRUÇÕES MODULARES PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA <i>BIM applied to modular constructions for social housing: a systematic literature review</i> SILVA JÚNIOR, Ernandes Resende da; MACIEL, Ana Carolina Fernandes.....	92
CRESCIMENTO ECONÔMICO E ESTRUTURA URBANA EQUILIBRADA: A DINÂMICA IMOBILIÁRIA DE RIO VERDE - GOIÁS <i>Economic Growth and Balanced Urban Structure: The Real Estate Dynamics of Rio Verde – Goiás</i> HONORATO, Gustavo G., ARAÚJO, Luis H. S.; LEÃO NETO, Alaor; CANDIDO, Leandro A.; RODRIGUES, Júlio C. G.	105
PROPAGAÇÃO DAS PRÁTICAS ESG NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UM ESTUDO COM EMPRESAS BRASILEIRAS LISTADAS NA B3 <i>Spreading ESG practices in the supply chain: a study with brazilian companies listed on B3</i> VELEZ, Juliana S. F.; PAPA JUNIOR, Natale.	120



Patologia Urbana: Manifestações Patológicas No Patrimônio Histórico Arquitetônico Nas Cidades Contemporâneas

Urban Pathology: Pathological Manifestations In Historical Architectural Heritage In Contemporary Cities

COELHO; Taynan Damiano¹; AMARIO; Mayara²
 taynandamiaocoelho@gmail.com¹; mayara_amarior@poli.ufrj.br²

¹Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Cíveis; Universidade Federal do Rio de Janeiro.

²Pós-doutorado; Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Patrimônio Histórico;
 Patologia; Cidades;
 Contemporâneas;
 Arquitetura.

Key word:
 Historical Heritage;
 Pathology; Cities;
 Contemporary;
 Architecture.

Resumo:

A preservação do patrimônio histórico arquitetônico em cidades contemporâneas é um desafio multidisciplinar, que envolve não apenas a manutenção física dos edifícios, mas também a compreensão e mitigação das patologias urbanas que afetam essas estruturas. Este artigo propõe explorar as diversas formas de degradação que acometem o patrimônio arquitetônico nas áreas urbanas, decorrentes de fatores ambientais, sociais, econômicos e culturais. O estudo tem como base o Centro da cidade do Rio de Janeiro, pois os edifícios históricos sofrem com a degradação física, pressionados pelo crescimento urbano desordenado, vandalismo, mudanças climáticas e falta de manutenção. O objetivo do estudo é identificar, analisar e compreender as causas das patologias que afetam as edificações históricas no Rio de Janeiro, com foco em diagnosticar os problemas de degradação física e estrutural. A metodologia utilizada é composta análise de estudos de caso através de visitas aos locais, levantamento de dados e a interpretação de resultados obtidos através de técnicas diagnósticas aplicadas em edificações históricas. Esta abordagem permitirá a identificação das principais causas de deterioração e a recomendação de soluções práticas para a preservação do patrimônio histórico. A Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos e a Igreja de Nossa Senhora Mãe dos Homens fazem parte da história da formação da cidade do Rio de Janeiro, foram utilizadas como base de estudo, estão inseridas em locais com um elevado adensamento populacional e precisam sobreviver a cidade contemporânea. Além das manifestações patológicas presentes nas fachadas dos edifícios históricos, é destacado a falta de importância para os cidadãos, descaso e falta de políticas públicas para a preservação. A pesquisa busca conscientizar sobre os impactos da cidade contemporânea nos edifícios históricos e a profilaxia das manifestações patológicas alojadas nas construções históricas.

Abstract

The preservation of architectural heritage in contemporary cities is a multidisciplinary challenge, which involves not only the physical maintenance of buildings but also the understanding and mitigation of urban pathologies that affect these structures. This article proposes to

explore the various forms of degradation that affect architectural heritage in urban areas, resulting from environmental, social, economic, and cultural factors. The study focuses on the downtown area of Rio de Janeiro, where historical buildings suffer from physical degradation, pressured by unplanned urban growth, vandalism, climate change, and lack of maintenance. The objective of the study is to identify, analyze, and understand the causes of the pathologies affecting historical buildings in Rio de Janeiro, with a focus on diagnosing problems of physical and structural degradation. The methodology used consists of case study analysis through site visits, data collection, and the interpretation of results obtained through diagnostic techniques applied to historical buildings. This approach will allow the identification of the main causes of deterioration and the recommendation of practical solutions for the preservation of historical heritage. The Church of Our Lady of the Rosary and Saint Benedict of Black Men and the Church of Our Lady Mother of Men are part of the history of the formation of the city of Rio de Janeiro and were used as the basis of the study. They are located in areas with high population density and need to survive in the contemporary city. In addition to the pathological manifestations present on the facades of the historical buildings, the lack of importance given by the local population, negligence, and the absence of public policies for preservation are highlighted. The research aims to raise awareness of the impacts of the contemporary city on historical buildings and the prophylaxis of pathological manifestations found in historical constructions.

1. Introdução

As cidades contemporâneas são o resultado das intensas e rápidas transformações que ocorreram nos últimos séculos devido aos avanços tecnológicos e somados ao consumo desenfreado, características típicas do nosso cotidiano. Este contexto urbano atual é marcado pela complexidade e pela diversidade, reflexos das relações efêmeras dos indivíduos com seus bens de consumo e pela constante busca por inovação. No entanto, essa dinâmica de crescimento e mudança incessante também traz à tona desafios significativos, especialmente no que diz respeito à preservação do patrimônio histórico arquitetônico, elemento essencial para a identidade cultural e memória coletiva de uma sociedade.

Legitimada pela ideologia do crescimento, a prática da modernização a que vimos assistindo no Brasil, desde o chamado “milagre econômico”, conduziu o País a

enormes mudanças econômicas, sociais, políticas, culturais, apoiadas no equipamento modernidade de parte do território e na produção de uma psicosfera tendente a aceitar essas mudanças como um sinal de modernidade. [1]

O patrimônio histórico arquitetônico é constituído por edificações, monumentos, sítios arqueológicos e paisagens culturais, representam um registro palpável do passado, proporcionando uma conexão vital entre gerações. O patrimônio não somente enriquece o ambiente urbano com sua beleza e diversidade arquitetônica, mas também serve como uma ferramenta educativa, permitindo o ensino e o aprendizado sobre a história, a cultura e a arte de tempos passados. Além disso, a preservação desse patrimônio tem um impacto econômico significativo, estimulando o turismo cultural e contribuindo para a revitalização urbana.

Proteger o patrimônio é manter vivas as marcas da história, assegurando a

possibilidade de que as gerações futuras tomem conhecimento das manifestações produzidas socialmente ao longo do tempo, seja no campo das artes, nos modos de viver, nas crenças, lugares ou na paisagem da própria cidade, com seus atributos naturais, tangíveis e intangíveis. [2]

Todavia, a conservação do patrimônio histórico enfrenta inúmeros desafios. O desenvolvimento urbano desenfreado, a falta de manutenção adequada, a poluição e as mudanças climáticas são apenas alguns dos fatores que ameaçam a integridade dessas estruturas valiosas. A negligência e a ausência de políticas públicas eficazes de preservação agravam ainda mais essa situação, levando muitas vezes ao descaso e à eventual ruína de monumentos históricos importantes. É nesse contexto que a engenharia diagnóstica emerge como uma ferramenta essencial, oferecendo soluções para identificar, analisar e tratar as patologias que afetam essas construções.

O descaso e a falta de priorização das autoridades e as dificuldades de financiamento são, sem dúvida, alguns dos maiores desafios para a preservação do patrimônio cultural. Porém, o desinteresse de grande parte da sociedade civil pode ser o maior de todos. [3]

A engenharia diagnóstica é um campo especializado que se dedica à avaliação das condições estruturais de edificações, visando detectar problemas e determinar as causas de deterioração. Este processo envolve desde inspeções visuais detalhadas até o uso de técnicas avançadas, como ensaios de ultrassom, termografia infravermelha e análises laboratoriais de amostras de materiais. Através dessa abordagem metódica e baseada em evidências, é possível desenvolver planos de intervenção que garantam a preservação e a longevidade do patrimônio histórico.

Para a elaboração de Diagnóstico criterioso são necessárias muitas vistorias ao bem tombado de forma a se realizar inspeção visual apoiada em análises organolépticas, registros fotográficos pormenorizados (inclusive por drone), inspeções complementares e ensaios diversos - alguns

deles envolvendo a remoção de amostras para envio a laboratórios especializados. [4]

Este artigo tem como objetivo explorar as manifestações patológicas urbanas, focando nas doenças que afligem o patrimônio histórico arquitetônico nas cidades contemporâneas. A proposta é diagnosticar essas manifestações e aplicar os devidos tratamentos ou medidas profiláticas para evitar a ruína dessas memórias coletivas. Através de uma análise detalhada, busca-se compreender a importância das cidades contemporâneas, a relevância do patrimônio histórico e a aplicação da engenharia diagnóstica na conservação dessas estruturas.

2 Conceituando a Cidade Contemporânea

As cidades contemporâneas são o resultado de um processo histórico complexo que envolve transformações econômicas, sociais, tecnológicas e culturais. As cidades modernas emergiram principalmente a partir da Revolução Industrial, que trouxe consigo a urbanização acelerada e mudanças significativas na organização espacial e social dos centros urbanos.

Nos tempos modernos a Revolução Industrial propiciou às cidades uma nova função. O processo de industrialização é considerado um poderoso instrumento no processo de urbanização, no sentido de que é responsável, dentre outros fatores, pela concentração de populações nas cidades. [5]

As cidades contemporâneas se caracterizam por serem dinâmicas e multifacetadas. Elas são centros de inovação tecnológica, econômica, culturais e sociais, refletindo a diversidade e complexidade da vida moderna. Uma característica marcante dessas cidades é a velocidade com que ocorrem mudanças, impulsionadas pelo avanço tecnológico e pelo consumo desenfreado. A globalização também desempenha um papel crucial, conectando cidades de diferentes partes do mundo e promovendo uma interdependência econômica e cultural.

As cidades contemporâneas são frutos das transformações ocorridas em curtos espaços de tempo em consequência do avanço tecnológico e de consumo impresso pela efemeridade das relações dos indivíduos para com seus bens de consumo. [6]

No entanto, essa modernidade e dinamismo também trazem desafios. O crescimento rápido e muitas vezes desordenado das cidades pode levar a problemas como a falta de infraestrutura adequada, poluição, degradação ambiental e desigualdade social onde são cidades fragmentadas e excludentes, de acordo com Ghione [7]. Além disso, o foco no desenvolvimento econômico muitas vezes resulta na negligência do patrimônio histórico, que pode ser visto como um obstáculo para o progresso urbano.

3 importância do Patrimônio Histórico Arquitetônico

O patrimônio histórico é um elemento essencial da identidade cultural e da memória coletiva de uma sociedade. Ele abrange edificações, monumentos, sítios arqueológicos, paisagens culturais e outros vestígios materiais que comprovam a trajetória histórica e cultural de uma comunidade. A preservação desse patrimônio é fundamental por várias razões, uma delas é que o patrimônio histórico serve como um elo entre o passado e o presente, oferecendo uma compreensão profunda das origens e evolução de uma sociedade, permitindo que as pessoas se conectem com suas raízes culturais e históricas, essa conexão é essencial para a formação da identidade individual e coletiva, fortalecendo o senso de pertencimento e perpetuidade cultural.

Preservar os prédios antigos não é só guardar recordações dos velhos tempos, é possibilitar que outras gerações possam estudá-los, observá-los e tirar suas conclusões sobre a evolução que ali se sucedeu, além de se encantarem com suas formas e ter uma prova concreta de que aquilo que lhes falam realmente existiu. A construção da memória social urbana

implica na referência ao que não foi presenciado, onde representa processos e estruturas sociais que já se transformam. [8]

Além disso, o patrimônio histórico possui um valor educativo relevante, proporcionando um meio tangível de ensinar e aprender sobre a história, a arquitetura, a arte e a cultura de nossos antepassados. Realizar a visitação de locais históricos e estudar seus elementos enriquece o conhecimento e a apreciação dos valores culturais e históricos de uma sociedade.

O monumento tem por finalidade fazer reviver um passado mergulhado no tempo. O monumento histórico relaciona-se de forma diferente com a memória viva e com a duração. Ou ele é simplesmente constituído em objeto de saber e integrado numa concepção linear no tempo - neste caso, seu valor cognitivo relega-o inexoravelmente ao passado, ou antes à história em geral, à história da arte em particular -; ou então ela pode, além disso, como obra de arte, dirigir-se à nossa sensibilidade artística, ao nosso "desejo de arte" (Kunstwollen): neste caso, ele se torna constitutiva do presente vivido, mas sem mediação da memória ou da história. [9]

O patrimônio histórico também tem um impacto econômico importante. Locais históricos bem preservados podem atrair turistas, gerando receitas significativas para as comunidades locais. O turismo cultural é uma fonte importante de emprego e renda, contribuindo para o desenvolvimento econômico sustentável das cidades. Além disso, a preservação do patrimônio histórico pode aumentar o valor imobiliário das áreas circundantes, promovendo a revitalização urbana. Culturalmente, o patrimônio histórico enriquece a paisagem urbana, proporcionando um senso de beleza e diversidade arquitetônica. Ele representa a criatividade e a engenhosidade humana ao longo dos tempos, revelando diferentes estilos arquitetônicos e técnicas construtivas. A preservação desses elementos arquitetônicos e culturais promove a diversidade e a riqueza cultural das cidades.

A atividade turística, portanto, produto da sociedade capitalista industrial e se

desenvolveu sob o impulso de motivações diversas, que incluem o consumo de bens culturais. O turismo cultural, tal qual o concebemos atualmente, implica não apenas a oferta de espetáculos ou eventos, mas também a existência e preservação de um patrimônio cultural representado por museus, monumentos e locais históricos. [10]

No entanto, o patrimônio histórico está constantemente ameaçado devido a fatores como o desenvolvimento urbano desenfreado, a falta de manutenção adequada, a poluição e as mudanças climáticas. A falta de políticas públicas eficazes e de conscientização sobre a importância da preservação do patrimônio também contribui para a sua degradação. Portanto, é essencial adotar medidas para proteger e preservar esses bens culturais valiosos.

O patrimônio abandonado, vítima da não preservação, torna-se uma página apagada da história – vestígios dignos de ser legado e transmitido para as gerações futuras. Tais materialidades devem ser preservadas e salvas da destruição por meio de políticas públicas que regulamentem sua preservação e manutenção. É necessário, entretanto, unir políticas públicas com interesse social para que aconteça a valorização patrimonial e histórica de um espaço. [11]

4 Engenharia Diagnóstica

A engenharia diagnóstica é um campo especializado da engenharia que se concentra na avaliação, identificação e análise das condições de estruturas existentes, com o objetivo de detectar problemas e determinar as causas de eventuais manifestações patológicas. Esse processo é fundamental para a preservação e manutenção do patrimônio histórico, pois permite a aplicação de intervenções corretivas e preventivas adequadas.

Engenharia Diagnóstica é a disciplina das investigações técnicas (tetra IN) para determinar os diagnósticos de manifestações patológicas e níveis de desempenho das construções, visando aprimorar a qualidade ou apurar as responsabilidades. [4]

A engenharia diagnóstica se divide em três etapas para intervenção ao patrimônio histórico arquitetônico, identificação e conhecimento do bem, diagnóstico e proposta para intervenção, respectivamente. Segundo Gomide [4] primeira etapa tem como finalidade realizar a pesquisa histórica, levantamento físico (métrico-cadastral e topográfico), prospecções arquitetônicas, estruturais, cromáticas e pictóricas, cronologia construtiva, análise tipológica, identificação de materiais e sistemas construtivos.

Na segunda etapa, o diagnóstico envolve vistorias com início na inspeção visual detalhada da estrutura para identificar sinais de deterioração, como fissuras, infiltrações e descolamento de revestimentos. Dados como localização e extensão dos danos são registrados. Em seguida, são realizadas análises mais detalhadas usando técnicas não destrutivas, como ultrassom, termografia, GPR e ensaios de compressão, que revelam problemas internos sem causar danos. Em casos específicos, ensaios destrutivos são realizados para coletar amostras para análise laboratorial, permitindo determinar as propriedades físicas e químicas dos materiais e identificar agentes de deterioração, como sais solúveis e contaminantes.

E por último, a terceira etapa que leva em consideração as informações obtidas durante o processo de diagnóstico, os engenheiros e arquitetos desenvolvem as diretrizes de intervenção adequada, estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo. Esse plano pode incluir medidas corretivas, como a reparação de fissuras, a substituição de elementos deteriorados, a aplicação de tratamentos de conservação e a instalação de sistemas de monitoramento. A engenharia diagnóstica é essencial para a preservação do patrimônio histórico, pois permite a detecção precoce de problemas e a implementação de medidas adequadas para evitar a deterioração progressiva das edificações. Através de uma abordagem científica e baseada em evidências, é possível garantir a longevidade

e a integridade do patrimônio histórico, preservando-o para as futuras gerações.

Essa área é fundamental na construção civil, pois, consegue identificar e evitar erros através da manutenção preventiva ou corretiva, além de prolongar a vida útil das estruturas, garantir a segurança, economizar recursos, avaliar desempenho e prevenir danos ambientais. [12].

5 Metodologia

A presente pesquisa, de natureza ex-post-facto e de campo, foi conduzida no Centro da cidade do Rio de Janeiro, com foco na investigação das manifestações patológicas que afetam edificações de valor histórico. A metodologia adotada envolveu a inspeção visual dos edifícios, permitindo a detecção de patologias comuns em estruturas expostas a condições ambientais adversas. Em cada estudo de caso, buscou-se revelar a história de cada edifício, compreendendo seu contexto construtivo e cultural, seguido pela análise de como a cidade contemporânea e suas dinâmicas contribuem para o surgimento das manifestações patológicas. Após essa contextualização, foi identificada e descrita a patologia predominante em cada edifício, abordando suas características específicas e o impacto na integridade do bem. Durante o estudo, foram registradas fotografias de cada manifestação patológica, garantindo uma documentação visual precisa e auxiliando na análise comparativa das condições estruturais. Por fim, cada caso culmina com sugestões de medidas profiláticas e corretivas para prevenir a reincidência dos danos e garantir a preservação duradoura do patrimônio histórico. As ações propostas visam não apenas a correção imediata dos problemas, mas também o estabelecimento de protocolos de conservação preventiva, que possam ser replicados em outros edifícios históricos da cidade.

6 Resultados/Estudos de casos

O Centro da cidade do Rio de Janeiro é uma região estratégica para estudo das patologias da cidade contemporânea sobre o patrimônio histórico devido à sua distinta concentração de patrimônios arquitetônicos e culturais, em concordância com o IPHAN [13] o Estado do Rio de Janeiro congregasse uma excepcional quantidade de bens culturais tombados: 231 no total. Destes, há na cidade inúmeros bens representativos de épocas e eventos significativos da história e da cultura brasileira. Estão protegidos pelo Iphan seis jardins históricos e parques, 14 conjuntos urbanos, 62 edificações, 13 equipamentos urbanos, 12 paisagens naturais, dez bens integrados, e quatro coleções e acervos. Essa zona contém uma das maiores coleções de edificações históricas do Brasil, incluindo igrejas, teatros e edifícios, tornando assim, essencial para a pesquisa em conservação urbana.

O desenvolvimento urbano intenso no Centro exemplifica os desafios de equilibrar a coexistência entre o patrimônio histórico e as necessidades de modernização da cidade. Reformas constantes e novas construções convivem com a arquitetura histórica, criando uma dinâmica única. Além disso, a área enfrenta problemas de preservação impactantes, como a deterioração de edifícios e o vandalismo, comprometendo a integridade e a estética desses patrimônios. O Centro do Rio de Janeiro também possui conflitos, enfrenta pressões sociais e econômicas, das quais são a presença de moradores de rua, comércio informal e alto fluxo de pessoas e veículos. Esses desafios complexos afetam a gestão dos patrimônios históricos e a sua conservação.

6.1 Dejetos humanos nas fachadas do Patrimônio Histórico Arquitetônico

Ao percorrer os centros urbanos das cidades contemporâneas, frequentemente são encontradas edificações antigas que possuem um valor histórico significativo e tentam se manter preservadas apesar das novas construções em seus arredores. Para ilustrar melhor essa situação, será utilizado como estudo de caso um edifício histórico no

Centro do Rio de Janeiro, a Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos (figura 1), que fica localizada na Rua da Uruguaiana. O Centro do Rio de Janeiro possui traços de uma cidade contemporânea, uma área com um forte adensamento urbano e populacional. Essa configuração gera uma circunstância positiva: a concentração de oportunidades de ingresso ao mercado de trabalho. No entanto, essa mesma característica pode levar à desigualdade social, dificultando o acesso às vagas de emprego, muito em função da falta de acesso aos avanços tecnológicos, resultando no crescimento desenfreado do setor informal ou economia informal, quando não alcançam o sucesso no meio informal, podem acabar na miséria. A Rua da Uruguaiana é um exemplo claro dos elementos que compõem um centro urbano contemporâneo. Em sua circunvizinhança, encontramos o Mercado Popular da Uruguaiana, o Pólo comercial do SAARA, a Rua da Uruguaiana onde temos camelôs alocados em toda a sua extensão. Além disso, há uma presença notável de moradores de rua, refletindo a diversidade e os desafios sociais típicos das grandes cidades.

Figura 1 - Fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos.



Fonte: Google Street View (2021)

De acordo com Massotti [14], a Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos, localizada na Rua Uruguaiana, no Centro do Rio de Janeiro, Patrimônio da cidade, em 1938 ocorreu tombamento pelo Instituto do Patrimônio

Histórico e Artístico Nacional, pertencendo a maior irmandade negra da cidade com sua construção iniciada no ano de 1700, levando 36 anos para ser terminada. Entre 1737 e 1808, abrigou, a contragosto da irmandade e muitas desavenças, a Sé e o Cabido e em 1967, depois de um incêndio que ocorreu na edificação, os arquitetos Lúcio Costa e Sérgio Porto propuseram uma reconstrução em um estilo modernista e dois anos após o ocorrido, foi inaugurado o Museu dos Negros, é presenciado um elemento essencial da identidade cultural e da memória coletiva da comunidade negra. A Rua Reitor Azevedo Amaral, que é adjacente a esse prédio, atualmente abriga um estacionamento. Devido ao baixo fluxo de pedestres, em comparação com a Rua Uruguaiana, onde há uma intensa concentração de pessoas e comércios e uma notável ausência de banheiros públicos, os cidadãos acabam utilizando-a como banheiro público à céu aberto (figura 2 (a) (b)).

Figura 2 (a) - Fachada lateral da Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos, situada na Rua Reitor Azevedo Amaral. (b) - Destaque para o rodapé da edificação que apresenta áreas degradadas devido ao derramamento de urina.

Figura 2 (a) Figura 2 (b)



Fonte: Foto registrada pelo autor. (2024)

As obras de construção da igreja foram concluídas em 1736, época que ainda não existia as estruturas de concreto armado, as vedações eram autoportantes, assim suportando em toda a sua extensão as cargas

de uma construção, de acordo com Vasconcellos [15] um método construtivo mais utilizado nos primeiros séculos da colonização era a taipa de pilão, uma mistura de barro, areia, argila e em alguns aditivos como crinas e sangue de boi (gado vacum) para melhorar a aglutinação e resistência, com o objetivo de evitar a formação de rachaduras e fendas. Através da cantaria, a rocha gnaisse facoidal [16] faz parte desse edifício histórico, sendo utilizada como vergas, ombreiras, peitoris e soleiras para os vãos de janela e portas e nas bases dos vértices da igreja. Massotti [14] relata sobre uma caiação que aconteceu nas fachadas no ano de 1958, até os dias atuais esse material utilizado para pintura do templo é utilizado para a pintura externa do templo.

Diante do exposto, é observado a degradação do embasamento por agentes químicos e biológicos, através da urina, tão facilmente encontrada nas ruas do Centro da cidade do Rio de Janeiro, em virtude da falta de conscientização da população quanto aos danos que isso pode acarretar, ainda mais relevante para uma vedação autoportante que é resultado do processo construtivo taipa de pilão. A urina é composta principalmente por água, com o restante sendo formado por uma variedade de substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas. A ureia, um resíduo metabólico produzido no fígado a partir do metabolismo de proteínas e aminoácidos, representa quase metade dos sólidos dissolvidos na urina. Outras substâncias orgânicas presentes incluem creatinina e ácido úrico. Entre os componentes inorgânicos, o cloreto é o mais abundante, seguido por sódio e potássio. Outros compostos químicos inorgânicos estão presentes em quantidades menores, e sua concentração pode ser influenciada pela dieta, atividade física e outras condições corporais. A urina também pode conter hormônios, vitaminas, medicamentos e elementos como células, cristais, muco e bactérias, que, em níveis elevados, podem indicar doenças. Outro componente relevante é o pH da urina, de acordo com Nakamae [17], pode variar de 4,5 a 7, porém, essa acidez se eleva após dieta

abundante em proteínas, e ainda é um indicador crucial da saúde metabólica e renal, fornecendo informações sobre o equilíbrio ácido-base do corpo.

A urina derramada sobre o substrato da face exterior da fachada é uma maneira dos sais penetrarem e se moverem em superfícies porosas tornando a urina um excelente agente patológico, pois através da dissolução em água os sais para são transportados para o interior da vedação, Segundo Wilczynska-Michalik [18], a cristalização de sais tem um alto poder destrutivo nas rochas, em especial as mais porosas e em áreas urbanas, principalmente as poluídas. Outro fator a ser levado em consideração é o pH da urina, quando em contato com superfícies revestidas por cal, a acidez da urina pode reagir com o carbonato de cálcio (CaCO_3) sendo o principal constituinte da cal, de acordo com Veiga [19] essa reação pode exprimir-se pela seguinte equação química: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Ocorre uma reação ácido-base entre o ácido da urina e o carbonato de cálcio (CaCO_3), esse processo químico resulta na conversão do carbonato de cálcio em sais solúveis, como o sulfato de cálcio (CaSO_4) resultando em lixiviação com o tempo, enfraquecendo a estrutura e causando danos visíveis, como eflorescências, descascamento e desintegração das superfícies.

São tomadas as seguintes medidas profiláticas para tratar as superfícies com urina em edifícios históricos, de acordo com ABRAFATI [20], deve-se limpar com uma solução de água sanitária e água na proporção 1 para 1, respectivamente, e deixar agir por quatro horas, repetindo o processo depois de 15 dias. Mendes Gama [21] descreve o processo de desmineralização da água, onde são substituídos os sais minerais presentes na água por moléculas de água, levando a substância a ter um pH neutro, a utilização de água desmineralizada para último enxágue é de suma importância, visto que o substrato possui sais que estão presentes na urina, ainda sobre a limpeza da superfície, a ABRAFATI [20] utilizar produtos específicos para eliminação de mofo, bolor. Retirar a área

afetada com auxílio de escova de aço e espátulas. Existindo partículas soltas, aplicar fundo preparador de parede para aglutinar, após recomenda-se selar fissuras e recompor as áreas vulneráveis com materiais compatíveis com a construção histórica. A manutenção regular, incluindo inspeções frequentes e a limpeza de áreas expostas, é fundamental para evitar a acumulação de novos contaminantes. Por último, a aplicação de barreiras protetoras, como os hidrofugantes, auxiliam a repelir líquidos e proteger a superfície a longo prazo, sem comprometer a estética do prédio.

6.2 Poluição atmosférica

Manifestações patológicas que também se destacam na Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos estão alojadas nas duas torres sineiras coroadas por bulbos (figura 3), estruturas existentes desde meados do século XIX, segundo Massotti [14]. Manchas escuras causam ruído na composição arquitetônica e representam descuido e abandono do edifício. A cidade contemporânea é um epicentro de atividades humanas intensivas, caracterizadas por alta densidade populacional, dinâmica atividade econômica e infraestrutura extensiva. Esses fatores, combinados, criam um ambiente propício para a emissão significativa de material particulado (PM), que afeta diretamente a qualidade do ar e a saúde pública. O material particulado é conhecido como uma mistura complexa de partículas sólidas e líquidas em suspensão no ar, emitidas por processos naturais ou antropogênicos ou mesmo aquelas formadas na atmosfera, formando assim, os aerossóis atmosféricos. Segundo Wilson et al. [22], no material particulado inalável grosso (MP10) encontram-se predominantemente na composição: solo suspenso ou poeira de rua; cinzas de combustão incompleta de carvão, óleo e madeira; nitratos/cloretos/sulfatos de reações de HNO₃, HCl, SO₂, óxidos de elementos da crosta terrestre (Si, Al, Ti, Fe), sais de CaCO₃, CaSO₄, NaCl, sal marinho; polén, fungos, esporos de fungos; fragmentos de

plantas e animais; desgaste de pneus e pavimentos de estradas.

A igreja fica próxima das Avenidas Presidente Vargas e Rio Branco, duas vias arteriais que possuem pontos de ônibus, semáforos e recebem uma grande quantidade de veículos, pois realizam a ligação entre a zona norte e a zona sul do Rio de Janeiro, o material particulado oriundas da combustão dos veículos, sendo um processo antropogênico, o acúmulo pode ser por deposição seca ou pelo transporte através da chuva, conhecida como deposição úmida, e logo após esses processos, a absorção ocorrer pelos capilares ou reações fotocatalíticas, a luz solar catalisam as reações químicas entre poluentes e materiais da fachada, formando manchas escuras.

Figura 3 - Visada lateral direita das torres sineiras, destacadas com círculo vermelho, pertencem a Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos, o elemento construído apresenta manchas escuras.



Fonte: Foto registrada pelo autor. (2024)

.A profilaxia a ser adotada para extinguir as manchas são a escovação, água sob pressão, limpeza mecânica, limpeza química e compressas detergentes. A limpeza é a primeira medida para resolver essa manifestação patológica, mas quando isso não é o suficiente, o passo seguinte é a recuperação. Ou seja, a raspagem do local que

foi limpo seguido da aplicação de um selador ou primer, para receber a tinta [23].

6.3 Vegetação nas fachadas

A Igreja de Nossa Senhora Mãe dos Homens (figura 4) fica localizada na rua da Alfândega, uma estreita via que cruza a avenida Rio Branco, a edificação é um leve toque de arquitetura dos tempos coloniais em meio a modernidade que está explícita no Centro do Rio de Janeiro, seu tombamento foi realizado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 1938. Antes da igreja ser edificada, o lugar era um espaço de devoção desde o século XVII, os fiéis realizavam suas preces diante de um oratório de pedra, nas proximidades das ruas da Quitanda e da Alfândega. Em 1752, foi dado o início da construção do monumento. De acordo com o IPHAN [24], a igreja abrigou entre os meses abril e maio de 1798, um dos membros da Inconfidência Mineira, o alferes Joaquim José da Silva Xavier, mais conhecido como Tiradentes, ele ficou escondido nas dependências do templo até mudar de esconderijo para a Rua dos Latoeiros - atual Gonçalves Dias - onde o foi preso e levado para a Ilha das Cobras. Outra curiosidade da construção; em sua fachada possui duas torres, apenas uma delas foi concluída, chamando atenção para sua forma.

Figura 4 - Fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora Mãe dos Homens



Fonte: Foto registrada pelo autor. (2024)

De acordo com Ferreira [25], entre as décadas de 1960 e 1980 a cidade do Rio de Janeiro passou por um grande pico de urbanização intensa, impactando significativamente no crescimento de plantas em patrimônios históricos. A construção de novas infraestruturas, como edifícios e estradas, reduz as áreas verdes, ocupando espaços que antes eram naturais e afetando diretamente a flora e fauna locais. Além disso, o aumento da poluição do ar, solo e água devido às atividades urbanas, alterando o pH do solo e a composição dos nutrientes, criando um ambiente inóspito para muitas espécies vegetais. A redução de áreas verdes nas cidades contemporâneas resulta na perda de habitats naturais para plantas e animais, incluindo aves que desempenham um papel crucial na dispersão de sementes. A fragmentação de ecossistemas torna a propagação de plantas mais difícil, pois os espaços verdes se tornam menores e isolados, limitando o crescimento e a diversidade das espécies vegetais. Segundo Friedmann [26], as aves são consideradas as espécies mais eficientes na dispersão de semente, porque elas conseguem se movimentar entre diferentes localidades e sobrevoar uma grande área, mas são afetadas pela diminuição de áreas verdes e pela urbanização. Em áreas urbanas, a diminuição das populações de aves reduz a dispersão de plantas. Em patrimônios históricos, a presença ou ausência de aves influencia diretamente as plantas que crescem. Além disso, as aves urbanas podem mudar seus comportamentos e habitats devido à falta de áreas verdes, impactando indiretamente a flora dos patrimônios históricos. Segundo Zorzi e Grigolletti [27] as mudanças climáticas causadas por atividades humanas urbanas criam microclimas que podem influenciar ou afetar o crescimento das plantas. Scanavaca Júnior e Corrêa [28] consideram as cidades como zonas de desequilíbrio, devido ao uso de elementos não naturais em sua construção, contribuindo para a formação das ilhas de calor urbanas aumentam as temperaturas locais, influenciando a germinação e o crescimento das plantas. Eventos climáticos extremos,

exacerbados pelas mudanças climáticas, podem danificar plantas e alterar a composição das espécies em áreas urbanas e patrimônios históricos.

Existem dois mecanismos principais pelos quais as aves contribuem para esse fenômeno: transporte de sementes através da defecação ou regurgitação, e adesão de sementes às penas e garras. As aves desempenham um papel vital na criação de micro-habitats em fachadas de prédios históricos, facilitando o crescimento de vegetação. A construção de ninhos nas fachadas envolve o transporte de materiais orgânicos, como galhos, folhas e musgos, que criam micro-habitats retendo umidade e nutrientes essenciais. Além disso, a acumulação de excrementos enriquece o substrato com nitrogênio e fósforo, promovendo condições favoráveis para o crescimento de plantas. As fendas e rachaduras nos edifícios servem como abrigos para sementes depositadas pelas aves, protegendo-as de condições adversas e predadores, o que aumenta significativamente as chances de germinação e estabelecimento das plantas, como acontece na fachada da igreja. (figura 5)

Figura 5 - Frontão e torre localizadas na fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora Mãe dos Homens. Os círculos vermelhos destacam as vegetações presentes na edificação.



Fonte: Foto registrada pelo autor. (2024)

De acordo com Plaisant, et al.[29], a medida profilática para a remoção das vegetações que crescem em fachadas de edifícios históricos, devem seguir algumas etapas principais. A identificação do tipo de vegetação é o primeiro passo, pois diferentes espécies podem requerer abordagens distintas. A remoção mecânica cuidadosa deve ser realizada manualmente, sem forçar as raízes, para evitar danos à estrutura. Após a remoção, pode-se aplicar produtos herbicidas adequados, preferencialmente com baixo impacto químico, para garantir que as raízes não voltem a crescer. A selagem de fissuras e falhas estruturais é crucial para evitar que a vegetação se reinstale e para corrigir os danos causados pelas raízes. Por fim, a manutenção preventiva do edifício, com inspeções frequentes, é fundamental para prevenir novos crescimentos e garantir a preservação da fachada a longo prazo.

7 Considerações finais

A sociedade está em constante mudança, onde as relações e estruturas são temporárias e fluidas. Em contraste, o patrimônio histórico arquitetônico representa uma âncora sólida em meio a essa fluidez, propiciando um senso de continuidade e estabilidade. Nas cidades contemporâneas, onde a rapidez e a transitoriedade dominam, a preservação do patrimônio histórico torna-se ainda mais significativa, oferecendo um contraponto à efemeridade da sociedade líquida e reforçando a necessidade de raízes culturais estáveis em um mundo em constante transformação. A preservação do patrimônio histórico arquitetônico nas cidades contemporâneas é um desafio necessário que envolve a identificação e o tratamento das patologias urbanas que ameaçam esses tesouros culturais. A importância da conservação reside na manutenção da identidade cultural e da história urbana, pois esses edifícios são ativos culturais que enriquecem a vida contemporânea. Para enfrentar esse desafio, é crucial identificar os fatores de degradação, como poluição, infiltrações, variações climáticas, uso

inadequado e falta de manutenção. Além da manutenção e do monitoramento das manifestações patológicas, deve ser observado a falta de importância das políticas públicas sobre o patrimônio, assim se torna um agente patológico, sendo o primeiro perigo a ser combatido, em seguida stakeholders deverão planejar, projetar, gerenciar e coordenar seus projetos para que os edifícios históricos e os novos empreendimentos consigam conviver de forma mútua e por último, a conscientização da população sobre a importância de patrimônio histórico arquitetônico. Como polo econômico e cultural, o Centro abriga importantes instituições governamentais e empresariais, aumentando a necessidade de um planejamento cuidadoso que equilibre desenvolvimento e preservação. Iniciativas como o Projeto Porto Maravilha, que revitalizou a área portuária, exemplificando esforços que integram a preservação histórica com o desenvolvimento urbano, criando um ambiente propício para estudos sobre a eficácia de tais abordagens. A utilização do Centro da cidade do Rio de Janeiro como estudo revela o impacto da importância das tomadas de decisões nos projetos que compõem o lugar e mostra a realidade das condições dos edifícios históricos. A pesquisa foi realizada a partir de pesquisa de campo, inspeção visual e análise de referenciais teóricos. Limitações foram encontradas no decorrer do trabalho, como a não utilização de análises laboratoriais e a dificuldade em encontrar referenciais teóricos para auxiliar nas medidas profiláticas.

Em síntese, a preservação do patrimônio histórico nas cidades contemporâneas é desafiadora, pois exige uma abordagem multidisciplinar e metódica. Através da integração de conhecimentos históricos, culturais e técnicos, é possível desenvolver estratégias eficazes para proteger e valorizar esses bens culturais, permitindo que as futuras gerações possam continuar a desfrutar e aprender com a riqueza das heranças arquitetônicas que estão espalhadas pelo Centro do Rio de Janeiro, oferecendo um rico campo de estudo para compreender como as

cidades contemporâneas podem evoluir enquanto protegem seu patrimônio cultural, fornecendo percepções valiosas para a conservação urbana em ambientes complexos e de rápida transformação.

Referências

- [1] SANTOS, M. A *Urbanização Brasileira*. São Paulo: EDUSP. 2006
- [2] OLIVEIRA, Tarcísio Dorn de; CALLAI, Helena Copetti. *Cidade e arquitetura: (re) conhecer e preservar através da educação patrimonial*. Plures Humanidades, Ribeirão Preto, v. 19, ed. 1, p. 135-146, 2018.
- [3] SAMPAIO, Daniel. *Do esplendor às ruínas: como anda o patrimônio cultural carioca?* Veja Rio, cidade de publicação (se houver), 22 de agosto de 2020. Disponível em: <https://vejario.abril.com.br/coluna/daniel-sampaio/patrimonio-cultural-carioca>. Acesso em: 29 de julho de 2024.
- [4] GOMIDE, Tito Lívio Ferreira. et al. *Manual de engenharia diagnóstica*. 2ª Edição. LEUD. 2021.
- [5] DUARTE, G. et al. *As Cidades contemporâneas e suas transformações*. v. 40. Espírito Santo: Dimensões. 2018.
- [6] SANTOS, Gláucia; BARROS, Glhevysson. *Um olhar sobre as cidades contemporâneas: dinâmica de organização e funcionamento*. Revista Eletrônica do Instituto de Humanidades, Rio de Janeiro, 2020.
- [7] GHIONE, Roberto. *Que cidade estamos construindo? Metrópole e sociedade contemporâneas*. Minha Cidade, São Paulo, ano 12, n. 143.01, Vitruvius, jun. 2012 <https://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/12.143/4369>.
- [8] OLIVEIRA, Tarcísio Dorn; LOPES, Caryl Eduardo Jovanovich. *Monumento, monumentalidade, valor e poder: interações com a memória e preservação*

- arquitetônica. *METAgaphias*, v. 3, n. 3, 2018.
- [9] CHOAY, Françoise. *A alegoria do patrimônio*. São Paulo, Editora Unesp, Estação Liberdade, 2001.
- [10] FUNARI, Pedro Paulo. *Turismo e Patrimônio Cultural*. São Paulo: Contexto, 2001.
- [11] OLIVEIRA, Tarcísio et al. *Preservação Patrimonial: O não abandono do patrimônio arquitetônico como forma de instigar nos sujeitos o (re) conhecimento das heranças urbanas*. 2023
- [12] PIRES, Mariana. *As ferramentas da engenharia diagnóstica e suas aplicações*. v.23, n.12. Maranhão: Revista Contemporânea, 2023.
- [13] IPHAN. Portal IPHAN. *Conjunto de bens tombados*. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/383/>. Acesso em: 12 de agosto de 2024.
- [14] MASSOTTI, Mariana. *A Igreja Nossa Senhora do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos no Rio de Janeiro*. 18/07/2017. Especialização em História da Arte e da Arquitetura no Brasil - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. PUC-RIO. Rio de Janeiro
- [15] VASCONCELLOS, Sylvio de. *Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 1979.
- [16] BRASIL. Centro de Tecnologia Mineral. *O Gnaisse Facoidal é a primeira rocha brasileira designada "Pedra do Patrimônio" pela União Internacional de Ciências Geológicas*. [Brasília]: CETEM, [2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/cetem/pt-br/assuntos/noticias/o-gnaisse-facoidal-e-a-primeira-rocha-brasileira-designada-201cpedra-do-patrimonio201d-pela-uniao-internacional-de-ciencias-geologicas>. Acesso em: 11 jul. 2024.
- [17] NAKAMAE, D. D. et al. *Exame de urina: todo rigor na colheita de amostras*. Rev. Esc. Enf. USP, São Paulo, 14(1): 51-57, 1980.
- [18] WILCZYNSKA-MICHALIK, W. 2004, *Chemical composition of precipitation in Kraków: its role in the stone building materials* in Smith, B.J., Turkington, A.V., eds., *Stone decay its causes and controls*: United Kingdom, Donhead.
- [19] VEIGA, M. do R. *Argamassas de cal para conservação e reabilitação de edifícios: conhecimento consolidado e necessidades de investigação*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 85-96, out./dez. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- [20] ABRAFATI. Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. *Manual de aplicação, uso, limpeza e manutenção de Tintas Imobiliárias*. São Paulo. Disponível em: <https://abrafati.com.br/manual-tecnico-de-tintas/mobile/index.html>. Acesso em: 19 set. 2024.
- [21] GAMA, Paulo Sérgio Mendes. *Clarificação, dessalinização e desmineralização da água do mar geração de vapor em caldeiras*. Universidade Federal do Maranhão. São Luís. 2017.
- [22] WILSON, W. E., SUH, H. H. Fine and coarse particles: concentration relationships relevant to epidemiologic studies. *JAWMA*, v47, p.1238-1249, 1997.
- [23] COSTA, L. S.; Silva, W. A. (2022). *Manifestações patológicas em fachadas de construções históricas: estudo de caso da Igreja de Nossa Senhora do Carmo em São Luís*. MA. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25819>
- [24] IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. 2020.

- Portal do IPHAN. *Igreja de Nossa Senhora Mãe dos Homens, no Centro do Rio (RJ), vai passar por obras estruturais*. Rio de Janeiro.
- [25] FERREIRA, Helen. et al. *Vegetação urbana no município do Rio de Janeiro: Gestão e bem-estar social*. n.18. Rio de Janeiro: Cadernos do desenvolvimento fluminense. 2020.
- [26] FRIEDMANN, Pâmela. *Aves frugívoras têm papel essencial na restauração de ecossistemas*. [Entrevista cedida a] Julio Silva*. *Jornal da USP*, São Paulo, junho. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/aves-frugivoras-tem-papel-essencial-na-restauracao-de-ecossistemas/>. Acesso em: 24 de agosto. 2024.
- [27] ZORZI, L. M.; GRIGOLETTI, G. C. *Contribuições da arborização para o conforto ambiental e a eficiência energética urbana*. *Revista de Arquitetura IMED*, 5(2): 75-84, jul./dez. 2016.
- [28] SCANAVACA JÚNIOR, L.; CORRÊA, R. F. M. *Benefícios ambientais da arborização urbana em Mogi Guaçu, SP*. in. XI Congresso Nacional De Meio Ambiente de Poços de Caldas, 21 a 23 de maio de 2014. Poços De Caldas. Minas Gerais. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11605_6/1/2014AA07.pdf. Acesso em: 07 de agosto. 2024.
- [29] PLAISANT, Marcus; ALMEIDA, Gustavo; HADDAD, Assed Naked. *Patologias biológicas - Tratamento de vida vegetal nos edifícios históricos do Rio de Janeiro*. IV CIRMARE, Rio de Janeiro, 2015.



Utilização da Metodologia BIM nos Escritórios de Engenharia e Arquitetura na Cidade de Guaraí-TO

Use of BIM Methodology in Engineering and Architecture Offices in the City of Guaraí-TO

OLIVEIRA, Wadylla Lopes¹; VERONESE, Renato Baiochi Alves²; VAZ, Jeily Gomes¹; SANTANA, Leonardo Moreira³

wadylla.213487@iescfag.edu.br¹; renatoveronese@estudante.ufscar.br²; jeily.221420@iescfag.edu.br¹; leonardo.moreira@iescfag.edu.br³

¹ Acadêmica de Engenharia Civil, Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guaraí, Guaraí – TO.

² Doutorando em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP.

³ Mestre em Engenharia de Barragens e Gestão Ambiental, Professor de Engenharia Civil, Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guaraí, Guaraí – TO.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Metodologia BIM
 Estudo quantitativo
 Questionário
 Inovação tecnológica

Key word:
 BIM Methodology
 Quantitative study
 Survey
 Technological innovation

Resumo:

A busca por maior eficiência e agilidade nos projetos de construção civil tem impulsionado o interesse pelo Building Information Modeling (BIM), uma metodologia que oferece significativas melhorias para as áreas de engenharia civil e arquitetura. O objetivo deste trabalho é avaliar o uso da metodologia BIM nos escritórios de engenharia e arquitetura do município de Guaraí-TO, visando obter resultados que ilustrem o atual cenário de projetos na construção civil. A pesquisa foi realizada em forma de questionário, aplicada a 20 empresas do ramo, e recebeu um retorno de 14 respostas. O estudo mostrou as vantagens e obstáculos da utilização e implementação do BIM. Por meio dos resultados obtidos, foi possível concluir que o BIM já possui um índice elevado de aceitação quanto a seu uso, proporcionando agilidade nos projetos e evitando possíveis erros. Contudo, ainda há uma certa limitação quanto a implementação do método, devido ao custo elevado para aquisição dos programas e falta de profissionais especializados.

Abstract

The search for greater efficiency and agility in construction projects has driven interest in Building Information Modeling (BIM), a methodology that offers significant improvements for the fields of civil engineering and architecture. This study aimed to evaluate the use of the BIM methodology in engineering and architecture offices in the city of Guaraí-TO, aiming to obtain results that illustrate the current scenario of projects in civil construction. The research was conducted through a questionnaire applied to 20 companies in the sector, with 14 responses received. The study highlighted the advantages and obstacles associated with the use and implementation of BIM. Based on the results obtained, it was concluded that BIM has already achieved a high level of acceptance regarding its use, providing agility in projects and minimizing potential errors. However, there are still some limitations to its implementation, mainly due to the high cost of software acquisition and the lack of specialized professionals.

1. Introdução

A Metodologia BIM (*Building Information Modeling*) tem se destacado como uma das metodologias mais inovadoras e transformadoras na construção civil, permitindo melhorias significativas em termos de eficiência e integração de processos. Desenvolvido inicialmente no final dos anos 1970, o BIM surgiu como uma resposta à necessidade de otimizar o processo de concepção e execução de projetos, utilizando tecnologias de informação para criar modelos digitais precisos e interativos [1].

Sua adoção ao longo das décadas, primeiro nos Estados Unidos e na Europa e, posteriormente, na Ásia, demonstrou o impacto positivo da ferramenta na melhoria da qualidade e na redução de erros durante o ciclo de vida dos projetos. No Brasil, a metodologia começou a ganhar mais destaque a partir de 2010, especialmente após a criação de marcos regulatórios em 2018, que impulsionaram sua implementação [2].

O BIM é uma metodologia baseada na integração de ideias, métodos e tecnologias, permitindo a gestão do processo de construção desde a concepção até a manutenção do projeto. Através do uso de plataformas digitais, o BIM facilita a criação de modelos paramétricos que simulam o funcionamento do projeto e permitem um controle mais eficaz sobre custos, cronogramas e aspectos técnicos [3,4]. A capacidade de compartilhamento de dados entre as diversas partes envolvidas no projeto, como engenheiros, arquitetos e construtores, sem perda de informações, é uma característica essencial dessa metodologia, promovendo uma maior colaboração e precisão no desenvolvimento do projeto [5].

Com a crescente adoção do BIM, os escritórios de engenharia e arquitetura têm sido desafiados a integrar novas tecnologias em seus processos, o que traz vantagens como a maior coordenação entre disciplinas, redução de conflitos e melhoria na eficiência do projeto [6].

De acordo com Souza *et al.* [7], as principais razões para os escritórios optarem pelo BIM são a melhoria na qualidade do projeto, facilidade de modificações e redução no tempo de entrega, entre outras. No entanto, a implementação do BIM também apresenta desafios, como o alto custo dos softwares, a falta de tempo para treinamento e a necessidade de uma infraestrutura tecnológica adequada [8]. A transição para o BIM demanda um esforço institucional significativo, exigindo não apenas a capacitação técnica, mas também uma mudança cultural nas organizações, que devem adotar uma abordagem mais colaborativa e integrada [9].

A aplicação do BIM vai além da simples modelagem 3D, incorporando dimensões adicionais que enriquecem o processo de construção, como planejamento temporal (4D), custos (5D) e análise de sustentabilidade (6D), promovendo uma gestão mais eficaz durante todas as fases do projeto [10,11]. O uso de ferramentas especializadas, como o Revit, permite a criação de modelos tridimensionais precisos e facilita a detecção precoce de conflitos entre as diferentes disciplinas do projeto, enquanto as dimensões adicionais oferecem uma visão mais detalhada sobre o desempenho e a segurança do edifício ao longo de seu ciclo de vida [12,13].

O presente estudo tem como objetivo abordar a avaliação do uso da metodologia BIM nos escritórios de engenharia e arquitetura em Guaraí-TO, município em desenvolvimento com 25 mil habitantes. Uma pesquisa em forma de questionário foi realizada, com perguntas pertinentes à forma de utilização da metodologia BIM, direcionadas aos profissionais da área. Este trabalho contribui para a compreensão dos desafios locais e servirá como base para futuras iniciativas de aprimoramento na adoção do BIM em regiões semelhantes.

2. Metodologia

A pesquisa tem como base um estudo de campo realizado no município de Guaraí-TO, onde foi feita uma avaliação da utilização da metodologia BIM nos escritórios de engenharia e arquitetura. Foi conduzida por meio de questionário com perguntas de caráter quantitativo e qualitativo, adaptadas de Higuti [14]. O autor apresentou um estudo similar a este, abordando as implicações da utilização da metodologia BIM no município de Cascavel-PR. Outras pesquisas similares, com aplicação de questionário foram realizadas em diferentes regiões, e auxiliaram na confecção do questionário desta pesquisa [15,16,17].

O questionário fora aplicado ao longo do segundo semestre de 2024, em 20 empresas. A escolha das empresas para os estudos foi feita após contatar o CREA-TO e o CAU-TO, resultando em uma lista inicial de aproximadamente 26 empresas, porém apenas foi possível entrar em contato com 20 delas. Os dados foram coletados através do questionário, elaborado pelo Google Forms, onde os entrevistados preencheram os campos diretamente no documento.

O estudo aborda questões apresentadas em um formato de múltipla escolha, permitindo, em alguns casos, respostas múltiplas. Seu objetivo é investigar o nível de compreensão das empresas em relação à metodologia BIM, com foco na análise das melhorias identificadas, expectativas geradas e dificuldades enfrentadas durante o processo de implementação. As perguntas incluem temas sobre os benefícios esperados e vantagens percebidas com o uso do BIM, os desafios encontrados na utilização e/ou implementação do BIM, percentual de utilização da metodologia nos projetos desenvolvidos e descrição dos softwares utilizados. Para cada pergunta, um conjunto específico de respostas é apresentado, e essas respostas são parte das variáveis utilizadas para avaliação dos resultados deste trabalho.

As respostas para cada pergunta são apresentadas em forma de gráficos, que permite o melhor entendimento e análise dos

resultados, auxiliando na identificação das variáveis que mais influenciam os projetistas a adotarem ou não a metodologia BIM nos escritórios de engenharia e arquitetura. Tais gráficos foram criados a partir das respostas do questionário online com o auxílio do programa Excel.

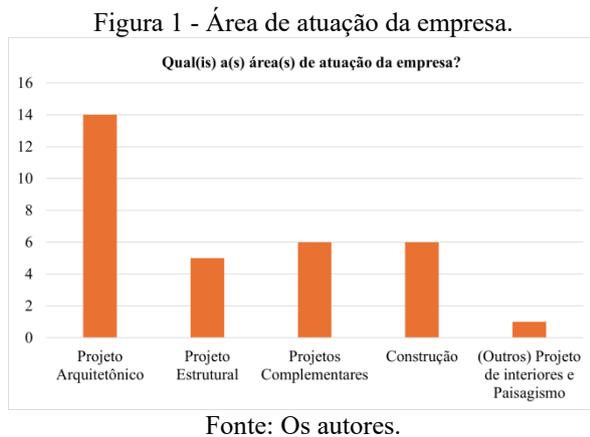
Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Estadual do Tocantins - UNITINS, parecer: 7.181.920 e CAAE: 82492924.0.0000.8023.

3. Resultados e Discussões

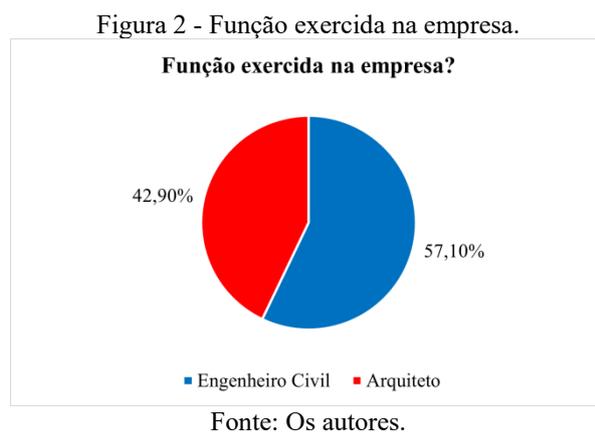
O presente estudo buscou identificar as áreas de atuação das empresas de engenharia e arquitetura em Guaraí-TO, por meio de um questionário de múltipla escolha. Dos 20 questionários distribuídos, 14 foram respondidos, correspondendo a uma taxa de retorno de 70%, a limitação na quantidade de respostas está diretamente relacionada ao tamanho da cidade, que possui um número reduzido de escritórios especializados, totalizando 20 empresas identificadas.

Os dados da Figura 1 indicam que projeto arquitetônico é a área mais representativa entre os entrevistados, com 100% (14 empresas) declarando atuação nessa especialidade. Em contrapartida, outras áreas como projetos estruturais e projetos complementares (elétrico, hidráulico, sanitário etc.) foram mencionadas por 35,7% (5 empresas) e 42,9% (6 empresas) das participantes, respectivamente. Construção também aparece com 42,9% de representação, enquanto (Outros) como projeto de interiores e paisagismo foi apontado por apenas 1 empresa (7,1%). Esses resultados sugerem que o mercado em Guaraí-TO é predominantemente voltado para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, refletindo a demanda local e as especializações disponíveis. A menor participação de empresas em áreas como projetos estruturais e projeto de interiores pode indicar a terceirização desses serviços

ou a existência de uma demanda reduzida na região.

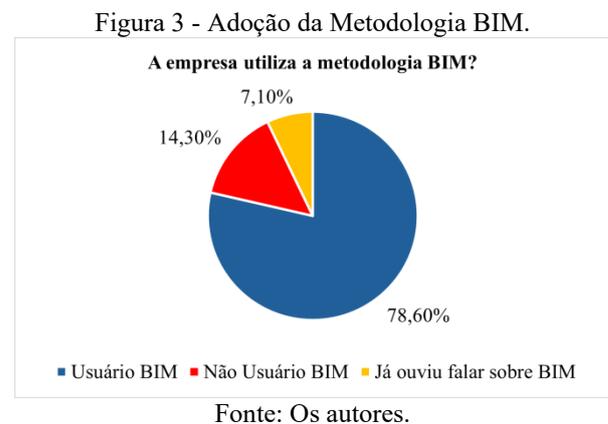


A Figura 2 aborda a função exercida pelos profissionais nas empresas entrevistadas. Dos participantes, 57,1% são engenheiros civis, enquanto 42,9% indicaram ser arquitetos. Os resultados indicam certo equilíbrio nas áreas de atuação dos profissionais entrevistados, com quantidade de engenheiros pouco maior que o de arquitetos. Este equilíbrio destaca a interdisciplinaridade nas empresas locais, importante para a colaboração entre engenheiros e arquitetos por ser essencial para o desenvolvimento de projetos completos e integrados.



A Figura 3 apresenta dados sobre a adoção da metodologia BIM pelas empresas entrevistadas. Entre as 14 empresas que participaram da pesquisa, a grande maioria, 78,6%, já utilizam a metodologia BIM em

seus processos, refletindo em uma aceitação pelos profissionais da área.



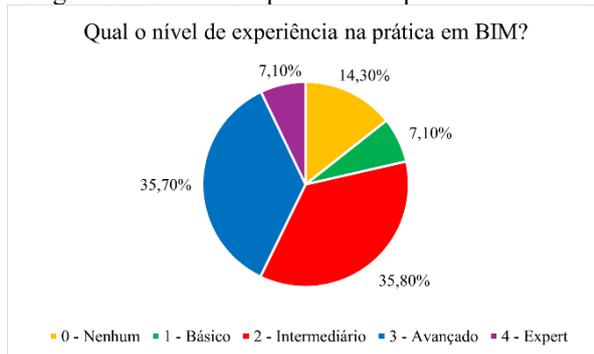
Por outro lado, 14,3% das empresas declararam não utilizar o BIM, o que ainda demonstra alguma resistência ou, possivelmente, falta de recursos ou capacitação para a implementação desta metodologia. Importante notar que este percentual representa uma parcela que pode estar enfrentando desafios específicos relacionados à adoção do BIM, seja por questões financeiras, culturais ou de conhecimento técnico.

A ausência de respostas indicando desconhecimento total sobre o BIM ou a falta de interesse em pesquisar o tema reflete um cenário onde o BIM já faz parte do vocabulário e das discussões do setor, mesmo em uma cidade pequena e do interior como Guarai. Isso aponta para uma tendência de modernização e alinhamento com as melhores práticas globais, apesar das limitações que algumas empresas podem enfrentar.

A Figura 4 explora o nível de experiência das empresas na prática da metodologia BIM, baseado em uma escala que vai de "Nenhum" a "Expert", as respostas revelam uma diversidade de níveis de experiência entre os profissionais das 14 empresas participantes. Os dados mostram que 35,8% dos participantes se consideram em nível "intermediário", o que indica que, embora tenham algum conhecimento e prática com o BIM, ainda estão em processo de aprofundamento e domínio da metodologia. O gráfico também mostra que 35,7% dos

profissionais se identificam no nível “avançado”, mostrando que uma parcela significativa das empresas já possui um domínio mais sólido da prática em BIM, mostrando que estão bem situadas para liderar projetos complexos que exigem um alto nível de competência técnica, podendo servir como exemplo e apoio para outras empresas que estão em fases iniciais de adoção.

Figura 4 - Nível de experiência na prática em BIM.

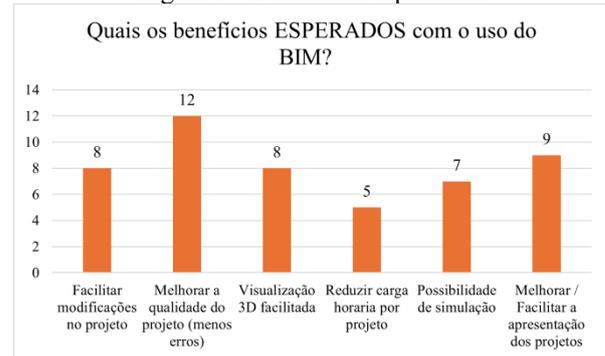


Fonte: Os autores.

Em resumo, os resultados indicam que, apesar de haver uma quantidade considerável de profissionais com experiência intermediária e avançada na área, o setor ainda possui oportunidades para aprimoramento e expansão, embora a utilização de metodologias e ferramentas BIM já seja uma realidade para muitos, ainda há um potencial significativo para a adoção mais ampla dessas práticas e para o desenvolvimento de novas competências entre os profissionais.

A Figura 5 aborda os benefícios esperados pelas empresas com a adoção da metodologia BIM. Diversas vantagens foram destacadas, refletindo as expectativas sobre o impacto positivo do BIM nos processos de projeto e construção. O benefício mais esperado, apontado por 12 empresas, é a melhoria na qualidade do projeto, com a redução de erros. Esse resultado sugere que as empresas reconhecem o potencial do BIM para aumentar a precisão e a consistência dos projetos, minimizando retrabalhos e garantindo um projeto de maior qualidade.

Figura 5 - Benefícios esperados.



Fonte: Os autores.

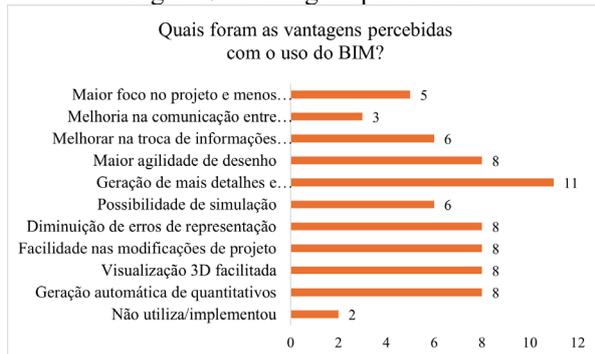
Em segundo e terceiro lugares, com 9 e 8 respostas, respectivamente, estão a melhoria e facilitação da apresentação e modificações dos projetos. Isso indica que as empresas vêm no BIM uma ferramenta poderosa para a comunicação visual, capaz de tornar as ideias e conceitos mais compreensíveis para os clientes e demais envolvidos, e também por apresentar flexibilidade na adaptação e modificação dos projetos ao longo de seu desenvolvimento, algo essencial em um ambiente onde mudanças são frequentemente necessárias. Não menos importante, porém com menos respostas estão a possibilidade de simulação (mencionada por 7 empresas) e a redução da carga horária dos projetos (mencionada por 5 empresas).

Esses resultados reforçam a percepção do BIM como uma ferramenta diversificada, capaz de trazer melhorias significativas em diferentes aspectos do processo de projeto e construção. No entanto, a variação nas expectativas também indica que as empresas podem ter prioridades e desafios específicos que influenciam a maneira como pretendem utilizar o BIM.

Na Figura 6, o levantamento das vantagens percebidas com a implementação da metodologia BIM trouxe informações relevantes sobre os benefícios que essa ferramenta oferece às empresas de engenharia e arquitetura em Guarai que já utilizam o BIM. Dentre as 14 empresas participantes, duas ainda não utilizam ou implementaram o BIM, o que limita sua percepção sobre as vantagens oferecidas, no entanto, as empresas que adotaram o BIM relataram uma série de

benefícios significativos. A “geração de mais detalhes e informações de projeto” foi a vantagem mais destacada, com 11 respostas, enfatizando o valor do BIM na criação de projetos mais detalhados e informativos, que permitem uma compreensão mais profunda e precisa das especificações do projeto, beneficiando todas as etapas do ciclo de vida da construção.

Figura 6 - Vantagens percebidas.



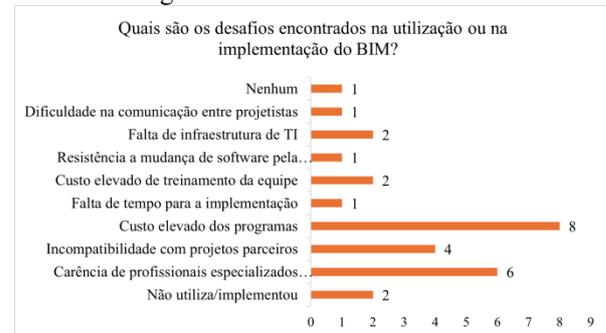
Fonte: Os autores.

Diversas outras vantagens foram apontadas, sendo as principais: “geração automática de quantitativos”, “visualização 3D facilitada”, “facilidade nas modificações de projeto”, “diminuição de erros de representação” e “maior agilidade de desenho”. Isso mostra que o BIM é visto como uma ferramenta que não só melhora a precisão e a qualidade dos projetos, mas também torna os processos de design e documentação mais eficientes e menos propensos a erros.

A adoção da metodologia BIM, embora reconhecida por seus benefícios, também apresenta desafios que devem ser superados pelas empresas de engenharia e arquitetura. A pesquisa revelou uma série de obstáculos enfrentados por essas empresas na implementação ou utilização do BIM, refletindo tanto questões técnicas quanto organizacionais. De acordo com a Figura 7, o desafio mais citado, com 8 respostas, foi o “custo elevado dos programas” que podem ser incluídos nos processos BIM, o que indica que, para muitas empresas, o investimento inicial necessário para adquirir as licenças de

software representa uma barreira significativa.

Figura 7 - Desafios encontrados.



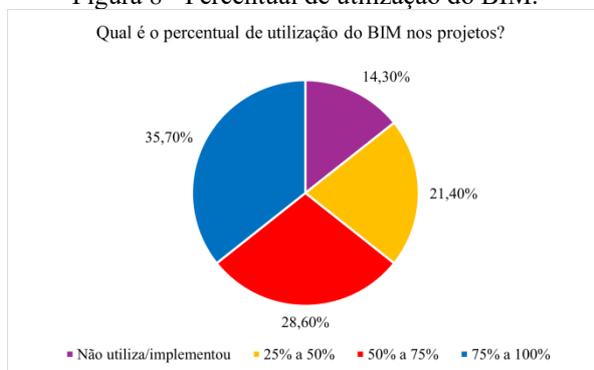
Fonte: Os autores.

A “carência de profissionais especializados em BIM” foi mencionada por 6 empresas, destacando uma lacuna importante na capacitação e na formação de profissionais capazes de operar eficazmente dentro do ambiente BIM. Essa carência pode retardar a adoção do BIM e limitar a eficácia das empresas que já tentam implementar a metodologia. A “incompatibilidade com projetos parceiros” foi outro desafio significativo, citado por 4 empresas, um obstáculo que sugere que, mesmo quando uma empresa adota o BIM, a falta de alinhamento com parceiros que ainda não utilizam a metodologia pode dificultar a integração e a colaboração em projetos conjuntos.

A Figura 8 apresenta o percentual de utilização do BIM nos projetos pelas empresas entrevistadas. A maioria dos participantes (35,7%) indicou que utiliza o BIM em “75% a 100%” dos seus projetos, enquanto 28,6% afirmaram que utilizam o BIM em “50% a 75%” dos seus projetos, mostrando que boa parte dos entrevistados já apresentam boa integração da metodologia de forma ampla nos processos de trabalho. 21,4% dos entrevistados indicaram uma utilização do BIM em “25% a 50%” dos seus projetos, mostrando que este grupo deve estar em uma fase inicial de adoção, utilizando o BIM em projetos específicos ou em partes do processo, o que pode refletir uma abordagem cautelosa ou a existência de desafios internos que limitam uma adoção mais ampla.

Curiosamente, nenhuma das empresas utiliza o BIM em menos de 25% dos projetos, o que indica que, uma vez que a decisão de implementar o BIM é tomada, as empresas tendem a buscar uma aplicação mais sólida, ao invés de limitar seu uso a uma pequena fração dos projetos. Por fim, “14,3%” das empresas relataram que não utilizam ou implementaram o BIM, apesar das vantagens claras da metodologia, ainda existem empresas que não adotaram o BIM, possivelmente devido a desafios como custos, falta de conhecimento ou resistência à mudança.

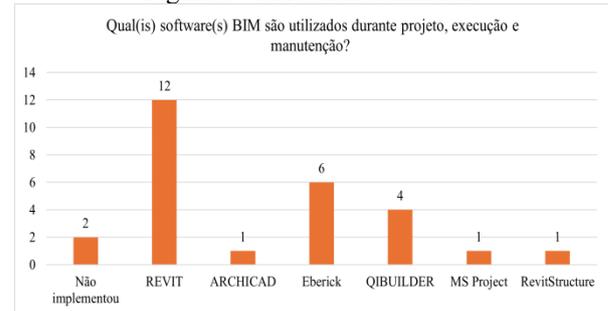
Figura 8 - Percentual de utilização do BIM.



Fonte: Os autores.

A pesquisa sobre os softwares BIM utilizados durante as fases de projeto, execução e manutenção relatou as preferências das empresas de engenharia e arquitetura em Guaráí no que diz respeito às ferramentas digitais para gestão e desenvolvimento de seus projetos, e pode ser visualizada na Figura 9. O “REVIT (Autodesk)” se destaca como o software mais amplamente utilizado, com 12 empresas fazendo uso desta ferramenta. Esse resultado não surpreende, considerando que o Revit é um dos softwares BIM mais populares no mercado, reconhecido por suas capacidades abrangentes que vão desde o design até a documentação, além de sua integração com outras ferramentas da Autodesk, o que facilita a interoperabilidade e a colaboração entre diferentes disciplinas.

Figura 9 - Softwares utilizados.

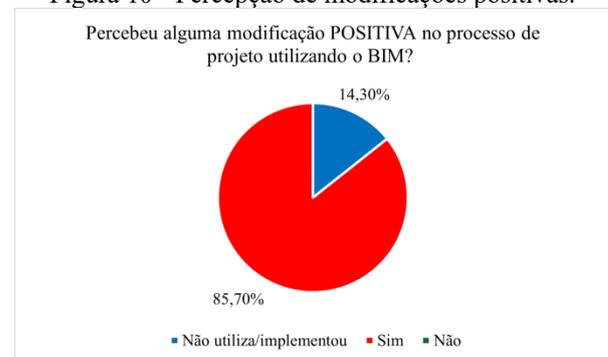


Fonte: Os autores.

O “Eberick”, software nacional focado em cálculo estrutural, também tem uma presença significativa, sendo utilizado por 6 empresas. Sua popularidade pode ser atribuída à sua especialização em projetos estruturais, oferecendo funcionalidades que atendem às necessidades específicas desse segmento do mercado brasileiro. O “QIBUILDER”, mencionado por 4 empresas, é outra ferramenta brasileira que se destaca, principalmente em projetos de instalações elétricas e hidráulicas. Sua utilização reflete a busca das empresas por soluções que se adequem às normas brasileiras e às particularidades do mercado local.

A percepção de modificações positivas no processo de projeto ao utilizar o BIM foi avaliada entre as empresas que responderam à pesquisa. Conforme o gráfico apresentado na Figura 10, 100% das empresas que adotaram o BIM (85,7% do total de entrevistados) observaram modificações positivas, sendo este um resultado significativo, demonstrando a aceitação da metodologia por todas as empresas entrevistadas.

Figura 10 - Percepção de modificações positivas.



Fonte: Os autores.

A última questão do questionário foi uma pergunta aberta e opcional sobre a opinião dos participantes em relação à metodologia BIM, de um total de 14 participantes, 11 compartilharam suas visões. As respostas revelam uma uniformidade de opinião quanto às vantagens e à importância da implementação do BIM no setor de construção e arquitetura. Diversos participantes destacaram o impacto positivo do BIM na eficiência e na redução de erros durante o processo de projeto e construção. A capacidade do BIM de criar modelos tridimensionais colaborativos foi mencionada como um fator crucial para melhorar a comunicação entre as equipes, o que, por sua vez, aumenta a qualidade dos projetos e facilita a detecção de conflitos. O BIM foi amplamente elogiado por melhorar a produtividade e a qualidade dos projetos, permitindo uma maior agilidade e precisão na execução.

Um dos entrevistados ressaltou a importância de integrar o BIM desde a vida acadêmica, argumentando que essa prática prepara os futuros profissionais para as demandas do mercado de trabalho. A sugestão é que o BIM seja mais amplamente ensinado nas universidades, facilitando a transição dos estudantes para a prática profissional.

Apesar do reconhecimento das vantagens do BIM, alguns apontaram desafios significativos na implementação da metodologia, como a falta de recursos e tempo para treinamento foram citados como obstáculos para a adoção de novos softwares BIM. Essa visão sugere que, embora o BIM seja amplamente visto como uma ferramenta poderosa, há uma necessidade de suporte adicional para facilitar sua implementação em algumas empresas.

As opiniões variam desde elogios entusiásticos, até comentários mais reflexivos sobre as potencialidades e limitações atuais da metodologia. A maioria concorda que o BIM é uma metodologia transformadora, ainda que alguns notem que a implementação ainda enfrenta obstáculos práticos, como o

custo e a necessidade de treinamento. As respostas refletem uma aceitação generalizada da metodologia BIM, com um reconhecimento claro de seus benefícios para a construção civil, no entanto, elas também sublinham a necessidade de um maior investimento em recursos e treinamento para superar as barreiras de adoção, especialmente em empresas menores ou em regiões com menos acesso à tecnologia avançada.

4. Considerações finais

O presente estudo tem como objetivo investigar a adoção e implementação da metodologia BIM em escritórios de engenharia e arquitetura na cidade de Guarai - TO. Por meio de um questionário aplicado em empresas da região, foi possível avaliar o nível de conhecimento, utilização, benefícios percebidos, desafios enfrentados e a opinião geral dos profissionais sobre o BIM.

Os resultados indicam que, apesar de Guarai ser uma cidade de pequeno porte, há um nível considerável de conhecimento e utilização do BIM entre os escritórios de engenharia e arquitetura locais. A maioria dos entrevistados indicou ser usuário da metodologia, utilizando principalmente o software REVIT, da Autodesk. Esses profissionais relataram benefícios significativos com a adoção do BIM, tais como a melhoria na qualidade dos projetos, a facilidade na visualização 3D, e a redução de erros, confirmando a literatura existente sobre as vantagens dessa metodologia.

Por outro lado, os desafios enfrentados para a implementação do BIM, como o custo elevado de softwares e treinamento, a carência de profissionais especializados, refletem as dificuldades comuns em regiões com menor infraestrutura tecnológica e acesso limitado a recursos. Esses fatores, somados à resistência à mudança de software por parte das equipes e à falta de tempo para implementação, destacam a necessidade de melhores estratégias de incentivo e capacitação para a plena adoção do BIM no contexto local.

Além disso, as opiniões dos participantes sobre o BIM demonstram uma clara aceitação e valorização da metodologia, com reconhecimentos de sua importância para a melhoria da produtividade, qualidade e comunicação nos projetos. Entretanto, também foi enfatizada a necessidade de integrar o ensino do BIM na formação acadêmica, preparando melhor os futuros profissionais para o mercado de trabalho.

Em resumo, este estudo evidencia que, embora o BIM já esteja presente e seja valorizado por profissionais de Guaraí, ainda existem obstáculos a serem superados para sua adoção plena e eficiente. Investimentos em capacitação, melhoria da infraestrutura de TI e sensibilização dos profissionais sobre os benefícios do BIM são fundamentais para que a metodologia possa ser amplamente utilizada, potencializando a qualidade e eficiência que ela proporciona.

Uma limitação deste estudo que merece destaque é em relação à amostragem, restrita ao número de empresas disponíveis em uma cidade de pequeno porte, limitando a generalização dos resultados. Contudo, este trabalho contribui para a compreensão dos desafios locais e pode servir como base para futuras iniciativas de aprimoramento na adoção do BIM em regiões semelhantes e futuras pesquisas sobre o tema.

5. Referências

- [1] ADDOR, M. R. A.; CASTANHO, M. D. de A.; CAMBIAGHI, H.; DELATORRE, J. P. M.; NARDELLI, E. S.; OLIVEIRA, A. L. de. *Colocando o "i" no BIM*. Revista Arq.Urb, [s. l.], n. 4, p. 104-115, 2010.
- [2] NASCIMENTO, D. L. de M. *O que é BIM? Conceito, aplicações e desafios da Modelagem da Informação da Construção*. 2021. Disponível em: <https://certi.org.br/blog/bim/#:~:text=A%20tecnologia%20BIM%20chegou%20ao,a%20survir%20importantes%20marcos%20regulat%C3%B3rios>. Acesso em: 10 de maio 2024.
- [3] CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. *BIM é a inovação aplicada à construção civil*. 2016. Disponível em: <https://cbic.org.br/bim-e-a-inovacao-aplicada-a-construcao-civil/>. Acesso em: 10 de maio 2024.
- [4] SACKS, R.; EASTMAN, C.; LEE, G.; TEICHOLZ, P. *Manual de BIM: Um guia de Modelagem da Informação da Construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.
- [5] DURANTE, F. K. *O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos: gerente BIM*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013. 106 f.
- [6] SOBRINHO, C. L. B.; PIRES, C. B. *Análise comparativa do panorama atual de adoção BIM no Brasil e no Reino Unido*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. 125 f.
- [7] SOUZA, L. L. A. de.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. de M. *Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário*. Gestão & Tecnologia de Projetos, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 26-53, 2009.
- [8] MACIEL, M.; OLIVEIRA, F.; SANTOS, D. *Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por escritórios de projetos de cidades do nordeste do Brasil*. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15., 2014, Maceió. Anais... Maceió, 2014. p. 2832-2841.
- [9] CUNHA, M. C. *Implementação BIM em escritório de arquitetura: estudo de caso*. Monografia (Especialização em Engenharia Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. 48 f.
- [10] SILVEIRA, N. A. N. C. *O papel do BIM para a qualidade do projeto: avaliação*

- da técnica em escritório de arquitetura.* Monografia (Especialização em Engenharia Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. 48 f.
- [11] COSTA, L. R. *O uso do BIM como ferramenta na gestão da construção civil.* Monografia (Especialização em Engenharia Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. 48 f.
- [12] PEREIRA, D. M.; FIGUEIREDO, K. *O impacto da metodologia BIM na elaboração de orçamentos em projetos de obras civis.* Revista Boletim de Gerenciamento, Rio de Janeiro, n. 17, p. 30-41, 2020.
- [13] PAULA NETO, A. J. de. *Utilização da tecnologia BIM e vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil.* Monografia (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. 77 f.
- [14] HIGUTI, G. A. *Avaliação da utilização do conceito BIM em escritórios e construtoras na cidade de Cascavel-PR.* Monografia (Especialização em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. 45 f.
- [15] JONES, B. I. *A study of building information modeling (BIM) uptake and proposed evaluation framework.* Journal of Information Technology in Construction, [s. l.], v. 25, p. 452-468, 2020.
- [16] FAVERO, J. L. *Implementação da metodologia BIM em pequenas e médias empresas (PME).* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação), Politécnico de Viseu, Viseu, 2023. 109 f.
- [17] SOARES, D. G.; LUCENA, A. F. E. *Grau de maturidade do uso do BIM 4D e BIM 5D em empresas construtoras.* Revista de Engenharia e Tecnologia, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1-10, 2023.



Impactos das edificações num contexto de transição energética – uma revisão sistemática

Impacts of buildings in the context of energy transition – a systematic review

SILVA, Luiz Paulo Pereira¹; OSCAR, Luiz Henrique Costa²; AMARIO, Mayara³; VASCO, Diego Andrés⁴; HADDAD, Assed Naked⁵; QUALHARINI, Eduardo Linhares⁶.

luiz.silva@poli.ufrj.br¹; lhcosta@poli.ufrj.br²; mayara_amario@poli.ufrj.br³; diego.vascoc@usach.cl⁴; assed@poli.ufrj.br⁵; qualharini@poli.ufrj.br⁶.

^{1,2,3,5,6} Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil.

⁴ Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Santiago de Chile, Chile

Informações do Artigo

Palavras-chave:
transição energética;
indústria da construção;
ESG

Keywords:
Energy transition;
Construction industry;
ESG

Resumo:

As edificações, enormes consumidoras de recursos naturais e energia em diversas formas, e, ainda, grandes geradoras de resíduos, consomem em média 30% da energia em uso na sociedade e contribuem com as emissões de Gases do Efeito Estufa. Nesse cenário, esta revisão sistemática de literatura tem por objetivo indicar os impactos das edificações num contexto de transição energética e apresentar as implicações ambientais, sociais e de governança no âmbito dessa indústria. Utilizou-se a metodologia PRISMA, atrelada à estratégia PICO, e contemplou-se análises bibliométricas e bibliográficas para responder às questões associadas ao objetivo: a. quais as várias dimensões nas quais a pesquisa dos impactos das edificações num contexto de transição energética se concentra e quais são os temas de pesquisa associados a essas dimensões?; b. quais são as implicações ambientais, sociais e de governança quando se estudam os principais impactos das edificações, num cenário de transição energética? e c. quais são as principais deficiências das abordagens atuais e o que seria uma boa agenda de pesquisa para o futuro acerca da transição energética das edificações? Os resultados encontrados foram categorizados por dimensões ESG elencando temas e planos de ação que ajudam a analisar o cenário atual e dão subsídios que permitirão o aprofundamento dos próximos estudos.

Abstract

Buildings consume an average of 30% of the energy in use in society and contribute significantly to Greenhouse Gas emissions, presenting themselves as a huge consumer of natural resources and energy in various forms and also a generator of waste. In this context, this systematic literature review aims to indicate the impacts of buildings in a context of energy transition and present the environmental, social and governance implications in the context of the construction industry, additionally pointing out the main deficiencies of the approaches in the current scenario. The PRISMA methodology linked to the PICO strategy was used and bibliometric and bibliographic analyzes were considered to

answer the questions associated with the objective: a. what are the various dimensions on which research into the impacts of buildings in an energy transition context focuses and what are the research themes associated with these dimensions?; b. What are the environmental, social and governance implications when studying the main impacts of buildings, within the context of the construction industry, in an energy transition scenario? and c. What are the main shortcomings of current approaches and what would be a good research agenda for the future regarding the energy transition of buildings? The results found were categorized by ESG dimensions, listing themes and action plans that help analyze the current scenario and provide support that will allow further studies to be carried out in depth.

1. Introdução

A construção civil transita entre a técnica mais adequada para intervenção no meio e as condicionantes que garantem o sucesso de um empreendimento, da sua criação à sua extinção, tendo como principais interessados os usuários e a sociedade civil. Nessa indústria, diversos são os impactos ambientais gerados e as soluções desenvolvidas para reduzi-los, em prol da tão verbalizada sustentabilidade que engloba, entre outras coisas, minimizar o desperdício de energia em qualquer uma de suas formas.

Nesse estágio de atenção, culminando na necessidade de transição energética, são crescentes as preocupações com os consumos edílios. Segundo o Relatório de Status Global para Edificações e Construção, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, a demanda de energia e as emissões do setor de construção representam mais de um quinto das emissões globais. De acordo com o mesmo documento, “em 2022, o setor foi responsável por 37% da energia operacional global e das emissões de CO₂ relacionadas a processos, aumentando para pouco menos de 10 Gt de CO₂. Seu consumo de energia chegou a 132 exajoules, mais de um terço da demanda global” [1]. Isso só reforça o que já era sabido há 15 anos, conforme a Avaliação de políticas públicas para redução da emissão de gases de efeito estufa em edificações:

As edificações consomem em média 30% da energia em uso na sociedade, causando níveis similares de emissões de gases do efeito estufa. Existem várias formas comprovadas de reduzir o uso de energia tanto para novas como velhas construções, mas a experiência tem mostrado que esta redução não irá acontecer sem a intervenção de políticas públicas. [2]

A indústria da construção sempre se mostrou como uma enorme consumidora de recursos naturais e energia em diversas formas e, ainda, geradora de resíduos. Na conjuntura atual, se há uma maior preocupação com a questão da sustentabilidade em todos os setores da sociedade, no ramo da construção civil não deve ser diferente [3].

A literatura recente sobre o delineamento das edificações – o principal produto da construção civil – destaca a importância de buscar melhoria da eficiência energética, o que exige a implementação de instrumentos políticos adequados [4]. Cumpre ressaltar o “papel proeminente que a eficiência energética dos edifícios pode desempenhar na definição da transição energética e do caminho da sustentabilidade” [5].

Diversos estudos concentram-se na experimentação de materiais e técnicas construtivas alternativas e/ou sustentáveis aplicados às edificações [3]. Merecem destaque, nesse sentido, os tópicos de flexibilização edílica e utilização de energia

limpa, com destaque para energia solar e sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado [6, 7].

Outros, por sua vez, avaliam as implicações da subjetividade quanto ao tema eficiência energética das edificações, ao invés de análises puramente técnicas de construção civil [8].

Os especialistas que participaram do Programa Internacional de Pesquisa Energética em Edificações e Comunidades (EBC) da Agência Internacional de Energia (IEA), mais especificamente do IEA EBC Annex 79 (*Occupant-Centric Building Design and Operation*) definiram a flexibilidade de um edifício como "a capacidade de gerenciar sua demanda e geração de acordo com condições climáticas locais, necessidades do usuário e requisitos da rede". [9] *apud* [10]. O conceito possui enorme relevância quando tratada a interseção entre os temas construção civil, desempenho ambiental e fator social em termos de utilização, ocupação ou, ainda, destinação de um dado bem imóvel.

Além dos assuntos citados, há publicações com foco da literatura sobre temas mais específicos, como mercado de carbono [11], transferência de tecnologia [12], *learning machine* [6] e, até mesmo, gêmeos digitais [13].

Cumprido salientar que, se considerado o tripé ESG – *environmental, social, governance* – em voga atualmente, conforme discutem diversos pesquisadores, a aplicação prática ainda se encontra muito distante das análises teóricas [14, 15], especialmente quando considerada a realidade dos países em desenvolvimento. Nessa esteira, entender a lógica das influências da transição energética em cada âmbito dentro da estratégia ESG é de primordial importância para garantir a concretude das implementações.

Além disso, a cada dia, ganha mais força um movimento de transição que caracteriza o momento presente como uma nova era de negócios regenerativos, em que há interesses em atuação ativa com modelos simplesmente restaurativos, do ponto de vista dos

stakeholders e da própria transação. Estes modelos transbordam conceitos da chamada era da sustentabilidade ao passo vão além do simples resultado nulo de impacto (intitulado *net zero*) ou neutralidade de carbono ao longo de sua cadeia produtiva, uma vez que incentivam a criação de formatos que favorecem não apenas a preservação, mas a restauração dos ecossistemas a que pertencem [15].

A literatura nos mostra que há quatro sistemas onde podem ocorrer tal regeneração: nos processos de negócios em si, na economia (circular), nos *stakeholders* e na cultura da organização [16]. Sob a ótica dos dois primeiros, é preciso compreender que as transformações ocorrem no âmbito do modelo de negócios. E, dos demais, ela se desperta no nível da autoconsciência; há vinculação, portanto, com diferentes *stakeholders*, gerando protagonismo na cadeia de impactos. Em virtude dessa qualidade, inserem-se, justamente, na região de mescla (ou interseção) do tripé ESG, onde são afetados e afetam a realidade social com impactos significativos ao meio ambiente orquestrados em termos de governança por meio de ações não apenas privadas, mas, especialmente, públicas. Cabe ressaltar que, através de políticas fiscais, a administração pública intervém no mercado com vistas ao desenvolvimento, expandindo-o ou o retraindo, conforme conveniências e oportunidades verificadas [17]. Além do poder de regulação, o setor público é dotado, ainda, da função de oferta de bens e serviços de interesse público (por vezes direcionados a determinados grupos com demandas específicas) objetivando a redução das discrepâncias sociais e preservação ambiental, para manutenção da vida em sua melhor forma.

Sob essa ótica de modelo de negócios, com inclinação ao tema governança e enxergando através de lentes focadas no atendimento ao interesse público, ou seja, considerando, mais especificamente, a oferta das políticas públicas (para além do mercado privado, competitivo em si), tem-se que os

empreendimentos integrantes de políticas públicas (habitacionais) estão inseridos numa realidade um tanto peculiar, de inovação frugal [18], compostos por quatro requisitos básicos, conforme mostrado na Figura 1. Entretanto, na prática, ainda não há grandes incentivos governamentais na maioria dos países em desenvolvimento para que esta prática entre em vigor e se consolide, motivadamente pelo controle das rédeas do mercado imobiliário pela iniciativa privada [3]. Em poucos exemplos ao redor do globo, como Gana, essa estratégia já começou a ser inserida no desenvolvimento de empreendimentos dentro da política pública habitacional [18].

Figura 1 – Requisitos básicos da intitulada “inovação frugal”



Fonte: <https://sebrae.com.br>

Ações classificadas como inovação frugal são fundamentais no processo de transição energética necessária ao cumprimento das agendas ambientais ao redor do globo.

Em vista disso, a proposta deste trabalho é desenvolver critérios objetivos bem definidos para uma categorização dos impactos das edificações num contexto de transição energética, que abranja os aspectos da estratégia ESG, considerando as últimas tendências mercadológicas consonantes com as agendas políticas socioambientais.

A novidade deste estudo consiste em apresentar um quadro classificatório que abranja esses aspectos – ambiental, social e de governança – na mescla do tema transição energética com o produto mais comum da

indústria da construção civil – a edificação – seja patrocinado pelo setor público ou inserido no contexto do mercado imobiliário. Não há uma vasta gama de revisões de literatura sobre esse tema. No entanto, alguns estudos descrevem principalmente oportunidades e desafios do setor, mas sem propor uma estrutura de classificação para a inserção da indústria da construção civil no cenário de transição energética.

Essa é justamente a principal contribuição do artigo em tela: a proposta de um *framework*, baseado na literatura, que identifica a estreita relação entre aspectos da estratégia ESG, conectando-os com as abordagens, técnicas e desafios que se vislumbram. Para alcançar este objetivo, a revisão de literatura apresentada neste trabalho teve como objetivo abordar as seguintes questões críticas de pesquisa:

a. Quais são as várias dimensões nas quais a pesquisa dos impactos das edificações, num contexto de transição energética, se concentra e quais são os temas de pesquisa associados a essas dimensões?

b. Quais são as implicações ambientais, sociais e de governança quando se estudam os principais impactos das edificações, dentro do contexto da indústria da construção civil, num cenário de transição energética?

c. Quais são as principais deficiências das abordagens atuais e o que seria uma boa agenda de pesquisa para o futuro acerca da transição energética das edificações?

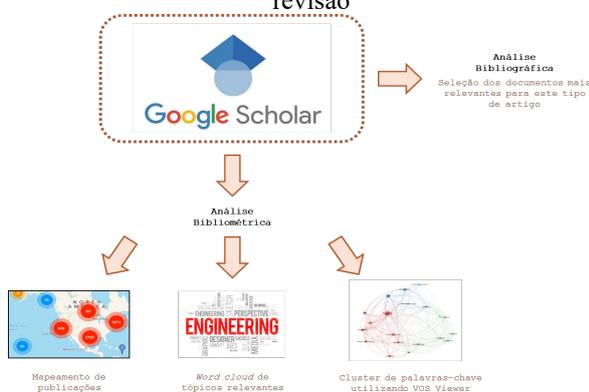
A estrutura do artigo é a seguinte: a seção 2 descreve o método de revisão adotado para pesquisa bibliográfica e apresenta os resultados das análises bibliométricas e bibliográficas. A estrutura de classificação proposta nesta revisão é desenvolvida nesta seção. Na seção seguinte, de número 3, tem-se uma abordagem das questões colocadas acima e, ainda, uma discussão sobre as conclusões gerais. Por fim, a Seção 4 propõe uma futura agenda de pesquisa sobre as edificações no contexto de transição energética, juntamente com as considerações finais.

2. Materiais e Métodos

Na tentativa de abordar as questões de pesquisa colocadas acima, uma revisão sistemática de literatura foi conduzida, por meio da qual considerações ambientais, sociais e de governança foram examinadas. Foram realizadas análises bibliométrica e bibliográfica. A primeira identificou os diversos tópicos que examinaram o tema por meio de verificação de citações e agrupamento de palavras-chave. Em seguida, realizou-se uma análise bibliográfica para apreender qualitativamente as iniciativas que estavam ocorrendo dentro de um tópico específico, revisando o conteúdo do artigo. Ambos os tipos de análise foram necessários a fim de desenvolver uma compreensão holística da literatura atual [19].

A Figura 2 ilustra as diferentes etapas que foram utilizadas para construir o procedimento sistemático para este estudo.

Figura 2 – Etapas de desenvolvimento deste artigo de revisão



Fonte: desenvolvido pelo autor

As principais etapas iniciais são resumidas na sequência:

Etapa 1: Pesquisa e coleta de materiais relevantes.

Etapa 2: Registro e avaliação descritiva da literatura examinada.

Etapa 3: Proposta de uma estrutura de classificação que enquadre os estudos selecionados.

Etapa 4: Discussão acerca do material selecionado na Etapa 1, tomando por base a

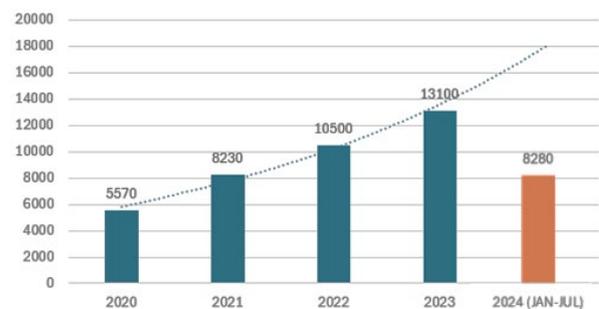
classificação estruturada desenvolvida na Etapa 3

2.1 Seleção de materiais relevantes

Nesta fase, um robusto corpo de literatura foi coletado, através de uma busca estruturada por meio de palavras-chave predefinidas. Conforme elucidado na Figura 2, a busca utilizou a base de dados de artigos indexados no *Google Scholar* e foram empregadas as palavras-chave "*buildings and energy transition*". O conector foi escolhido como uma forma de restrição dos resultados.

O estabelecimento de um marco inicial para a linha do tempo, de modo a contemplar todo material dos últimos 5 anos (2020 a julho de 2024, data de realização da pesquisa), foi importante para reduzir o total de resultados. Ainda assim, esse refinamento resultou num total de 45 (quarenta e cinco) mil textos de 2020 e 2024 (1º semestre), distribuídos conforme indicado no gráfico da Figura 3.

Figura 3 – Evolução das publicações com o tema "affordable housing" desde 2020



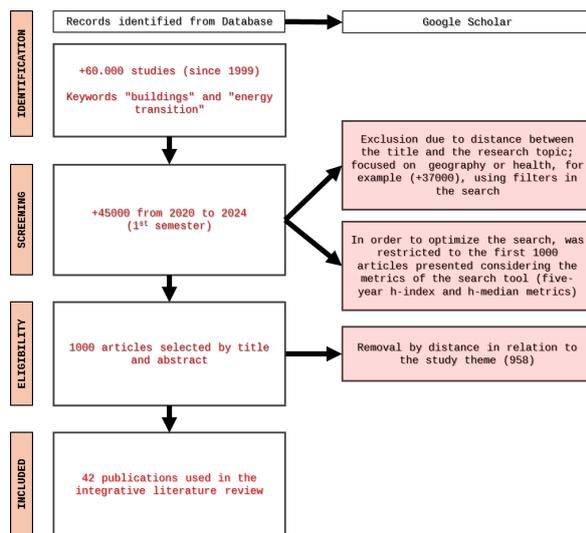
Fonte: desenvolvido pelo autor

Uma linha de tendência (exponencial) aplicada ao gráfico indicou que os valores poderão alcançar o marco de 18 (dezoito) mil publicações apenas em 2024.

Devido ao elevado número de resultados da pesquisa, foi necessário refinar ainda mais as buscas.

A Figura 4 ilustra como se deu o refinamento supracitado.

Figura 4 – Refinamento dos documentos



Fonte: desenvolvido pelo autor

2.2. Análise descritiva (bibliométrica)

Ao rastrear a taxa de publicação do assunto de 2020 a 2024, a curva de evolução das publicações sobre o tema indicou que o número de estudos tem apresentado aumento considerável, o que pode ser explicado pela crescente atenção que o assunto “transição energética” tem recebido, especialmente pelas diversas implicações para o planeta e suas populações.

Essa situação ocorre a nível mundial e isso pode ser verificado pelo fato dos artigos incluídos nesta revisão se originarem de diversos países, num total de 21 nações. A Tabela 1 mostra a distribuição dos artigos analisados em suas mais diversas origens. Embora a Itália seja a maior fonte de informações relevantes sobre o assunto, Espanha e Holanda aumentaram sua produção nos últimos anos. Também é importante notar que, neste estudo, apenas artigos em inglês foram considerados para fins de revisão, o que pode influenciar diretamente em seus resultados.

Tabela 1 – Origem das publicações

Alemanha	1
Árabia Saudita	1
Canadá	1
China	1
Coreia do Sul	2
Croácia	2
Emirados Árabes Unidos	1
Espanha	4
Finlândia	2
Grécia	1
Holanda	3
Índia	1
Itália	12
Lituânia	1
Marrocos	1
Países Baixos	1
Portugal	1
Reino Unido	2
Singapura	1
Suécia	1
Suíça	2

Fonte: desenvolvido pelo autor

Utilizou-se o *software MS Excel* para plotagem das informações no mapa exibido na figura do Apêndice A; o aplicativo utiliza, entre outros, a Plataforma Bing na geração do mapa. Os países de origem dos documentos analisados são definidos pelo endereço profissional do autor principal de cada material.

A análise descritiva deste trabalho envolveu uma análise bibliométrica, que exigiu o upload de todas as informações de citação dos artigos considerados (título, resumo, autor e palavras-chave) no *software VOS Viewer* e criando grupos de palavras-chave. Cada cluster foi criado usando a opção de contagem binária, a fim de remover documentos duplicados. Depois de realizar a primeira análise, o *software VOS Viewer* identificou quantas palavras relevantes apareceram nos campos de título e resumo de todos os documentos enviados.

A Figura 5 traz o resultado apresentado pela análise através do *software VOS Viewer*.

3. Resultados e Discussão

Nesta seção, as perguntas feitas no início são respondidas mediante resultados obtidos pela revisão da literatura:

(a) Foi possível determinar em quais dimensões estão inseridos os tópicos principais dos estudos selecionados, mediante resultados da análise bibliométrica desenvolvida pelo *VOS Viewer* e avaliação minuciosa de cada um, conforme apresentado na Tabela 2.

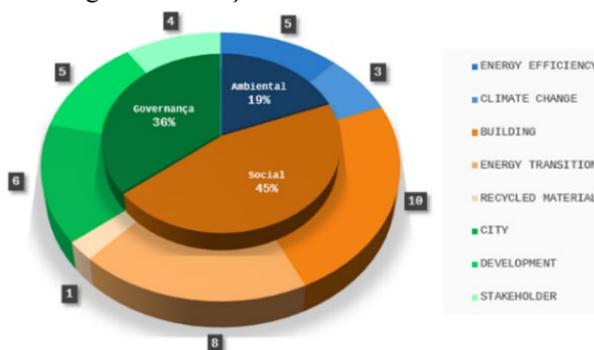
Tabela 2 – Origem das publicações

Dimensão (E - S - G)	Tópico	Quantitativo De Documentos	
Environmental	Energy Efficiency	05	08
Environmental	Climate Change	03	
Social	Building	10	19
Social	Energy Transition	08	
Social	Recycled Material	01	
Governance	City	06	15
Governance	Development	05	
Governance	Stakeholder	04	

Fonte: desenvolvido pelo autor

A transição energética e os impactos em edificações pelas dimensões social, ambiental e de governança são transversais e guardam relação com temas indicados na Figura 7, conforme aspectos indicados nos quadros 1, 2 e 3, constantes no Apêndice B.

Figura 8 – Relação entre temas e dimensões



Fonte: desenvolvido pelo autor

Sobre a transversalidade justaposta, é possível arrazoar sobre os tópicos inseridos em cada diferente aspecto da estratégia ESG, separadamente:

(i) Ambiental: Quanto às mudanças climáticas e redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), a integração de tecnologias inteligentes (IPI/SRI) em edifícios inteligentes e o uso de gêmeos digitais ajudam a melhorar a eficiência energética, reduzir o consumo de energia e, conseqüentemente, diminuir as emissões de GEE [13]. A descarbonização do setor da construção, mediante adoção de fontes de energia renovável, como painéis solares fotovoltaicos montados em telhados e o uso de nanopartículas de biodiesel, é destacada como prioritária para reduzir a pegada de carbono de edifícios [7]. A descarbonização global dos edifícios residenciais tem ocorrido, com uma eficiência média anual de 9,4% [20].

A implementação de soluções, como controle de resfriamento e aquecimento de espaços, aproveitamento de calor residual, lâmpadas energeticamente eficientes, e classificação de eficiência energética de aparelhos elétricos, é crucial para a redução do consumo de energia e da pegada ambiental dos edifícios [7].

(ii) Social: A transição energética deve considerar a redução da pobreza energética, especialmente em segmentos vulneráveis da população, numa lógica de justiça energética que promova a inclusão social. Novas formas de propriedade e produção de energia, como as aplicadas em países em desenvolvimento, podem reduzir as despesas energéticas das famílias e melhorar seu comportamento energético [21].

Além disso, a participação comunitária e a autossuficiência coletiva, com mudanças no consumo, evoluindo ao autoconsumo coletivo em comunidades aumenta a autossuficiência energética, alcançando patamares em torno de 34% [22]. Isso demonstra o potencial das abordagens comunitárias para melhorar a resiliência social e promover práticas

sustentáveis entre os moradores, com destaque para a reciclagem.

Nesta esteira, a busca pela renovação sustentável de edifícios tem um impacto positivo no comportamento dos ocupantes em relação à preservação do meio ambiente em todas as suas formas, com vistas às populações futuras, embora existam barreiras sociais e de conscientização que precisam ser superadas para alcançar um engajamento mais amplo [23].

(iii) Governança: A necessidade de regulamentações adaptadas para alcançar os objetivos de desfossilização é evidente [24]. Recomenda-se o desenvolvimento de políticas específicas, como, por exemplo, a continuidade dos incentivos de medição líquida e mandatos solares, para apoiar a transição energética [25].

A governança deve focar em superar barreiras financeiras e estruturais, como a falta de incentivos para a partilha coletiva de energia e o apoio inadequado para indivíduos sem capacidade de fazer investimentos iniciais em tecnologias renováveis [26]. Cada stakeholder deve conhecer sua função dentro do cenário de transição energética, desde o governo com sua função reguladora até o consumidor final, passando pelos produtores, fornecedores e outros.

O exemplo do Roteiro de Amsterdã ilustra a importância do planejamento urbano para tornar as cidades neutras em carbono e energia [27], com ampla participação. No entanto, o sucesso do planejamento e desenvolvimento de cidades mais sustentáveis depende de um esforço considerável em transformar, renovar e adaptar infraestruturas urbanas existentes.

b. Sobre as implicações Ambientais, pode-se discutir:

- Redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE): a adoção de práticas de construção sustentável, como o uso de materiais reciclados e tecnologias de eficiência energética, contribui significativamente para a redução das emissões de GEE, incorporadas em até 3,3%

[28]. Isso implica na necessidade de estratégias para minimizar o impacto ambiental da construção e operação dos edifícios, através da implementação de tecnologias de geração de energia renovável e otimização do uso de energia;

- Uso de recursos naturais e impacto no ecossistema: a transição energética implica na redução do uso de recursos naturais através da reciclagem de materiais de construção, uso eficiente de energia, e adoção de tecnologias que minimizem o impacto no ecossistema, como a energia solar e sistemas de armazenamento de energia [22]. Isso também envolve a consideração dos impactos sobre a biodiversidade e a mitigação de impactos negativos em habitats naturais;

- Aceleração da descarbonização do setor da construção: com políticas que incentivam a adoção de tecnologias de baixo carbono, o setor da construção é pressionado a acelerar sua descarbonização [29]. A transição energética pode requerer novos padrões de construção e modernização de edificações, que reduzem a pegada de carbono durante todo o ciclo de vida do edifício.

Implicações Sociais:

- Pobreza energética e acessibilidade: a transição energética pode exacerbar ou mitigar a pobreza energética, dependendo de como as políticas são desenhadas. Se a transição for mal conduzida, pode aumentar o custo de vida para populações vulneráveis devido a maiores custos iniciais de tecnologias sustentáveis [30]. Por outro lado, políticas bem direcionadas podem reduzir custos de energia a longo prazo, aumentando a acessibilidade a soluções energéticas limpas para todos;

- Impacto na coesão social e participação comunitária: a transição energética pode promover a coesão social por meio de iniciativas comunitárias, como projetos de autoconsumo coletivo e geração distribuída [22]. Isso pode incentivar a participação ativa da comunidade na gestão de recursos energéticos e promover comportamentos

sustentáveis, desde que sejam desenvolvidas estruturas de apoio e incentivos adequados;

- Justiça intergeracional e equidade social: a transição energética pode afetar de forma diferente diversas faixas etárias e grupos sociais. O impacto na equidade social depende da distribuição justa dos benefícios e custos da transição, assegurando que todos os grupos, incluindo gerações futuras, tenham acesso equitativo a energia limpa e eficiente [31].

Implicações de Governança:

- Necessidade de políticas públicas eficientes e regulação: a transição energética em edificações exige um quadro regulatório claro e eficaz que incentive práticas sustentáveis na construção e modernização de edifícios [32]. Isso inclui políticas para apoiar tecnologias de energia renovável, incentivos para eficiência energética, regulação de padrões de construção e esquemas de financiamento inovadores que viabilizem o investimento em sustentabilidade;

- Desafios na implementação e coordenação multissetorial: a transição energética envolve múltiplos stakeholders, como governos, empresas, proprietários de edifícios, e comunidades locais [33]. A governança eficaz requer coordenação entre diferentes níveis de governo, setores privados e públicos, e organizações da sociedade civil para garantir uma abordagem integrada que maximize os benefícios ambientais e sociais;

- Transparência e responsabilização: para alcançar os objetivos de sustentabilidade, as entidades envolvidas precisam garantir transparência e responsabilização nas ações e investimentos relacionados à transição energética. Isso implica na criação de mecanismos de monitoramento e avaliação contínuos para medir o impacto das políticas e práticas, além de assegurar que todos os atores estejam comprometidos com os objetivos de descarbonização e eficiência [14].

c. Sobre as principais deficiências das abordagens atuais e o que seria uma boa agenda de pesquisa para o futuro acerca da

transição energética das edificações, tem-se que a análise permitiu identificar as principais deficiências das abordagens atuais e uma proposta para uma agenda de pesquisa futura acerca da transição energética das edificações.

Falta de incentivos e/ou mecanismos financeiros eficientes são um problema recorrente. As abordagens atuais muitas vezes não oferecem incentivos financeiros adequados para apoiar a implementação de tecnologias de energias renováveis e eficiência energética em edifícios. Regimes de financiamento raramente incentivam a partilha coletiva de energia ou o “prosumerismo” (produção e consumo próprios de energia), favorecendo apenas indivíduos que têm capital inicial para investir [34]. Isso torna as tecnologias de energia sustentável inacessíveis para uma grande parte da população.

A fragmentação e inconsistência na regulação relacionadas à transição energética dificultam a implementação de soluções de baixo carbono de forma coesa e eficiente [35]. A falta de um marco regulatório unificado e claro para a descarbonização do setor de construção e a promoção de tecnologias renováveis representa um grande obstáculo.

Adicionalmente, muitas iniciativas de transição energética não adotam uma visão holística, o que leva a uma implementação limitada ou a uma avaliação centrada apenas em resultados específicos, como a redução de custos, sem considerar os impactos sociais e ambientais mais amplos. A ausência de uma abordagem integrada que conecte as dimensões ambiental, social e de governança limita o sucesso e a sustentabilidade de tais intervenções [5].

Há, ainda, uma falta de conscientização e engajamento efetivo da população em relação às práticas de eficiência energética e uso de energias renováveis [23]. As normas sociais frequentemente não apoiam comportamentos sustentáveis, e há uma lacuna entre o conhecimento técnico disponível e a aplicação prática pelas comunidades.

As deficiências na coleta de dados e seu monitoramento impedem o registro de dados precisos, fidedignos, relevantes, atualizados e fidedignos para avaliar a eficácia das políticas de transição energética [36]. Isso limita a capacidade de realizar avaliações robustas e ajustar as estratégias coesas conforme necessário.

Para vencer os obstáculos supracitados, uma boa agenda de pesquisa para o futuro acerca da transição energética das edificações pode investigar e testar mecanismos financeiros inovadores que incentivem a adoção de tecnologias de energia renovável e práticas de eficiência energética em edifícios. Pesquisar novos esquemas de financiamento, como bônus governamentais, parcerias público-privadas, e *crowdfunding*, para tornar essas tecnologias acessíveis a todas as camadas da sociedade [37].

De forma complementar, é possível estudar formas de criar políticas públicas mais integradas e coesas que considerem as interdependências entre as dimensões ambiental, social e de governança. Analisar a eficácia de marcos regulatórios que incentivem a cooperação entre diferentes setores e níveis de governo, bem como a implementação de tecnologias emergentes de baixo carbono [32].

No âmbito social, há espaço para pesquisas acerca das estratégias para aumentar a conscientização e o engajamento das comunidades na transição energética, incluindo a análise de abordagens centradas no usuário que envolvam múltiplos stakeholders, como proprietários de edifícios, inquilinos, e governos locais. Explorar o impacto de intervenções comunitárias, como autoconsumo coletivo e geração distribuída garante a promoção de justiça social e participação ativa [22].

Investigar o uso de tecnologias emergentes como gêmeos digitais, IoT e inteligência artificial para melhorar a coleta de dados, monitoramento e otimização do consumo de energia em edifícios [13] é outra possível forma de contribuição para novos estudos. O cerne da discussão está em focar

como essas tecnologias podem ser aplicadas para prever demandas energéticas, ajustar o consumo em tempo real, e reduzir as emissões de carbono.

Estudos em busca da integração ESG nas estratégias de transição energética, de modo a desenvolver frameworks que incorporem uma análise sistêmica de impactos para garantir que as intervenções promovam benefícios amplos e sustentáveis [8] também podem ser desenvolvidos.

A redução das desigualdades regionais pode ser contemplada por meio de novas pesquisas acerca dos métodos para mitigar as discrepâncias locais na adoção de tecnologias de energia limpa, incluindo a análise de políticas de transferência de tecnologia, cooperação internacional, e mecanismos de apoio financeiro para economias emergentes [38].

A criação de novos *Key Performance Indicators* (KPIs), que capturam, com precisão, os múltiplos impactos da transição energética em edificações, incluindo métricas de eficiência energética, redução de emissões, equidade social e resiliência comunitária [10] é mais um ponto que carece de atenção.

E, finalmente, podem ser desenvolvidos estudos de modelos de negócios para sustentabilidade financeira que maximizem os benefícios sociais e ambientais da transição energética, ao mesmo tempo em que garantam a viabilidade financeira dos projetos, especialmente em contextos onde o retorno financeiro pode ser inicialmente baixo [32].

4. Considerações finais e Direção Futura

Usando análise de conteúdo, 42 artigos de periódicos foram examinados neste artigo para destacar as principais dimensões e tópicos envolvidos na esfera das políticas públicas habitacionais. Três principais questões de pesquisa foram abordadas nesta revisão, a saber: (i) Quais são as várias dimensões nas quais a pesquisa dos impactos

das edificações num contexto de transição energética se concentra e quais são os temas de pesquisa associados a essas dimensões?; (ii) Quais são as implicações ambientais, sociais e de governança quando se estudam os principais impactos das edificações, dentro do contexto da indústria da construção civil, num cenário de transição energética? e, (iii) Quais são as principais deficiências das abordagens atuais e o que seria uma boa agenda de pesquisa para o futuro acerca da transição energética das edificações?

(i) Esses impactos demonstram a complexidade da transição energética em edificações, que envolve múltiplas dimensões interligadas, exigindo uma abordagem integrada de políticas públicas, inovação tecnológica e mudanças comportamentais.

(ii) Dentro destas implicações ambientais, sociais e de governança ao estudar os principais impactos das edificações num cenário de transição energética na construção civil revelam a necessidade de uma abordagem integrada e multidimensional. A transição requer um esforço conjunto para mitigar os impactos ambientais, promover a justiça social e desenvolver estruturas de governança robustas que facilitem o cumprimento das metas de sustentabilidade a longo prazo.

(iii) Para uma transição energética eficaz no setor de construção, é essencial superar as deficiências atuais através de uma agenda de pesquisa que promova inovação financeira, políticas integradas, engajamento social, uso de tecnologias avançadas, e igualdade regional, garantindo um caminho sustentável e inclusivo para o futuro.

Através da proposta de um quadro de classificação e a realização de análises bibliométricas abrangentes e análises bibliográficas de artigos publicados nos últimos cinco anos, diferentes tendências de pesquisa foram reveladas. A análise bibliométrica apresentou oito principais clusters de palavras-chave em torno dos quais a pesquisa girava: edificações, transição energética, mudanças climáticas, stakeholders, cidades, eficiência energética,

materiais reciclados e desenvolvimento. Por outro lado, a análise bibliográfica refletiu importantes aspectos acerca dos impactos das edificações num contexto de transição energética, nos âmbitos tecnológicos, ambientais, sociais e de governança.

O conhecimento disseminado neste estudo serve para sugerir um caminho para pesquisas futuras, a fim de alinhar propostas de transições energéticas para edificações com um conjunto de dimensões e temas de pesquisa. Uma limitação associada à estrutura de categorização proposta neste trabalho é um viés de assunto devido à natureza interpretativa da estrutura. Além disso, há falta de foco em abordagens interligadas e holísticas para a estrutura apresentada; aspectos da transição energética das edificações não relacionados aos fatores socioambientais, se atendo a soluções técnicas com olhar mais voltado para a economia, mas que podem impactar enormemente, ainda que indiretamente, essas duas áreas de interesse – como o dimensionamento e impacto social das ações e o passivo ambiental gerado por essa indústria que tanto contribui para o PIB das nações.

Com base nas recomendações derivadas da estrutura desenvolvida, o estudo aqui prevê que pesquisas futuras podem se concentrar em assuntos como ciclo de vida das edificações e viabilidade de soluções ainda mais tecnológicas, de modo a ajudar a formar uma compreensão mais profunda dos aspectos socioambientais dessas edificações num contexto de transição energética. Contudo, uma agenda de pesquisa futura focada nesses temas pode ajudar a superar as deficiências atuais, promovendo uma transição energética mais eficaz, equitativa e sustentável no setor de construção civil.

5. Referências

- [1] UNEP. United Nations Environment Programme. *Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations: Mainstreaming sustainable*

- solutions to cut emissions from the buildings sector.* Quênia, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- [2] UNEP. United Nations Environment Programme. *Avaliação de Políticas Públicas para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa em Edificações Relatório PNUMA – Iniciativa para Edificações e Construções Sustentáveis.* Hungria, 2009. Disponível em: https://www.cbcs.org.br/userfiles/comites tematicos/outrosem sustentabilidade/UNE P_capa-miolo-rev.pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.
- [3] SILVA et al. *Sustainable Affordable Housing: State-of-the-Art and Future Perspectives.* Sustainability, MDPI, V. 16, 4187. Brasil, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16104187>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [4] COZZA et al. *Energy Performance Certificate for buildings as a strategy for the energy transition: Stakeholder insights on shortcomings.* BEYOND 2020 – World Sustainable Built Environment conference - IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 588. Suíça, 2020. Disponível em: <https://doi:10.1088/1755-1315/588/2/022003>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- [5] BELAID, F., DUBYAN, M. *The Role of Residential Energy Efficiency in Shaping the Energy Transition in Saudi Arabia: Key challenges and initiatives.* IAEE Energy Forum - Fourth Quarter 2021. Arábia Saudita, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13763.32803>. Acesso em: 05 ago. 2024.
- [6] BOUTAHRI, Y. e TILIOUA, A. *Machine learning-based predictive model for thermal comfort and energy optimization in smart buildings.* Results in Engineering, Elsevier, V. 22. Marrocos, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102148>. Acesso em: 03 ago. 2024.
- [7] SERAJ, M. et al. *Sustainable energy transition and decision-making for enhancing the performance of building equipment in diverse climatic conditions.* Green Technologies and Sustainability, V. 1, Issue 3, 100043. India, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.grets.2023.100043>. Acesso em: 09 ago. 2024.
- [8] SANDIN, S. e BENNER, M. *Research evaluations for an energy transition? Insights from a review of Swedish research evaluation reports.* Research Evaluation, Oxford Academy, V. 31, Issue 1, 80-92. Suécia, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/reseval/rvab031>. Acesso em: 09 ago. 2024.
- [9] JENSEN et al. *IEA EBC Annex 67 Energy Flexible Buildings.* Energy and Buildings, Elsevier, V. 155, 25-34. Dinamarca, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.08.044>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- [10] FARULLA et al. *A Review of Key Performance Indicators for Building Flexibility Quantification to Support the Clean Energy Transition.* Energies, MDPI, V. 14, 5676. Itália, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en14185676>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- [11] ZU ERMGASSEN, S. et al. *A home for all within planetary boundaries: Pathways for meeting England's housing needs without transgressing national climate and biodiversity goals,* Ecological Economics, v. 201, p. 107562. Reino Unido, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107562>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [12] CUBILLOS-GONZÁLEZ, R. e CARDOSO, G. *Affordable housing and clean technology transfer in construction firms in Brazil,* Technology in Society, V. 67, 101768. Colômbia, 2021.

- Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101768>. Acesso em: 09 ago. 2024.
- [13] AZZALIN, M. *Smart readiness indicator for buildings. Digital asset for energy transition*. AGATHÓN – International Journal of Architecture, Art and Design, n. 15, 148-159. Itália, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.19229/2464-9309/15112024> Acesso em: 09 ago. 2024.
- [14] ANGELAKOGLU, K. et al. *From a Comprehensive Pool to a Project-Specific List of Key Performance Indicators for Monitoring the Positive Energy Transition of Smart Cities - An Experience-Based Approach*. Smart Cities, MDPI, V. 3, Issue 3, 705-735. Grécia, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/smartcities3030036>. Acesso em: 04 ago. 2024.
- [15] SIBILLA, M. et al. *Rethinking Abandoned Buildings as Positive Energy Buildings in a Former Industrial Site in Italy*. Energies, MDPI v. 16, Issue 11. Reino Unido, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16114503>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [16] CHHABRA, E. *Negócios “regenerativos” vão além do status quo da sustentabilidade*. Fast Company Brasil. Brasil, 2024. Disponível em: <https://fastcompanybrasil.com/impacto/negocios-regenerativos-vaio-alem-do-status-quo-da-sustentabilidade/>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- [17] ENAP. Escola Nacional de Administração Pública. *Introdução ao Estudo da Economia do Setor Público - Módulo 3: Razões da Intervenção do Estado (Governo) na Economia*. Brasília, 2017. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3238/1/M%C3%B3dulo%20%20-%20Raz%C3%B5es%20da%20Interven%C3%A7%C3%A3o%20do%20Estado%20%28Governo%29%20na%20Econo>
- [mia%20%28final%29.pdf](#). Acesso em: 11 ago. 2024.
- [18] DOK-YEN, D. et al. *Frugal Innovation a Game Changer to Sustainable Affordable Housing - A Bibliometrics and Systematic Review*. International Review for Spatial Planning and Sustainable Development - SPSD. V. 11 (2), pages 199-221. Gana, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.14246/irspsd.11.2_199. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [19] BOLÍVAR, M. e MEIJER, A. *Smart Governance: Using a Literature Review and Empirical Analysis to Build a Research Model*. Soc. Sci. Comput, 34, 673-692 Espanha, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283822785_Smart_Governance_Using_a_Literature_Review_and_Empirical_Analysis_to_Build_a_Research_Model. Acesso em: 05 ago. 2024.
- [20] XIANG, X et al. *Global transition of operational carbon in residential buildings since the millennium*. Advances in Applied Energy, V. 11. China, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2023.100145>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [21] HEARN, A. e CASTAÑO-ROSA, R. *Towards a Just Energy Transition, Barriers and Opportunities for Positive Energy District Creation in Spain*. Sustainability, MDPI, V. 13, Issue 16. Suíça, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13168698>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- [22] BORRÀS, I. et al. *Using urban building energy modeling data to assess energy communities' potential*. Energy and Buildings, Elsevier, V. 282. Portugal, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112791>. Acesso em: 03 ago. 2024.
- [23] BAL, M. et al. *Including Social Housing Residents in the Energy Transition: A Mixed-Method Case Study on Residents' Beliefs, Attitudes, and Motivation Toward Sustainable Energy*

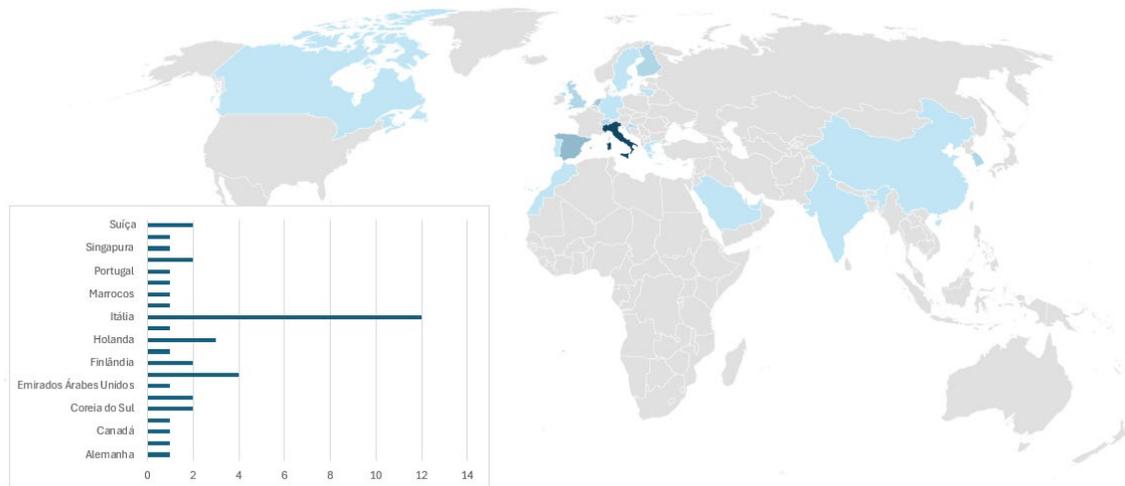
- Use in a Zero-Energy Building Renovation in the Netherlands*. *Frontiers in Sustainable Cities*, V. 3. Holanda, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.656781>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [24] BAUM, S. et al. *The influence of regulation, taxes and charges on the energy supply of buildings*. *Energy*, Elsevier, V. 262, Parte A. Alemanha, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125318>. Acesso em: 04 ago. 2024.
- [25] MEHMOOD, F. et al. *The role of residential distributed energy resources in Pakistan's energy transition*. *Energy Policy*, Elsevier, V. 167. Emirados Árabes Unidos, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113054>. Acesso em: 07 ago. 2024.
- [26] KERSTENS, A. e GRECO, A. *From Buildings to Communities: Exploring the Role of Financial Schemes for Sustainable Plus Energy Neighborhoods*. *Energies*, MDPI, V.16, Issue 14. Holanda, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16145453>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- [27] DOBBELSTEEN, A. et al. *The Amsterdam energy transition roadmap – introducing the City-zen methodology*. *Smart and Sustainable Built Environment*, V. 9, Issue 3. Holanda, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2019-0065>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [28] KONG, M. et al. *Impact of the use of recycled materials on the energy conservation and energy transition of buildings using life cycle assessment: A case study in South Korea*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, V. 155. Coreia do Sul, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111891>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- [29] POPESCU, C. et al. *Energy Transition in European Union - Challenges and Opportunities*. *Energy Transition. Industrial Ecology*. Springer, Chapter, pp 289–312. Singapura, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-19-3540-4_11. Acesso em: 08 ago. 2024.
- [30] MANJON, M. et al. *Business as not usual: A systematic literature review of social entrepreneurship, social innovation and energy poverty to accelerate the just energy transition*. *Energy Research & Social Science*, Elsevier, V.90. Espanha, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102624>. Acesso em: 07 ago. 2024.
- [31] STREIMIKIENE, D. *Renewable energy technologies in households: challenges and low carbon energy transition justice*. *Economics and Sociology*, V. 15, Issue 3, 108-120. Lituânia, 2022. Disponível em: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1101539>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- [32] HOICKA, C. e DAS, R. *Ambitious deep energy retrofits of buildings to accelerate the 1.5°C energy transition in Canada*. *The Canadian Geographies*, Spring, V. 65, Issue1, Special Section, 116-127. Canadá, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/cag.12637>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- [33] PULSELLI, R. et al. *Future city visions. The energy transition towards carbon-neutrality: lessons learned from the case of Roeselare, Belgium*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, V. 137. Itália, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110612>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- [34] SCHITO, E. e LUCCHI, E. *Advances in the Optimization of Energy Use in Buildings*. *Sustainability*, MDPI (Editorial) V. 15, Issue 18. Itália, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su151813541>. Acesso em: 09 ago. 2024.
- [35] BUONOMANO, A. et al. *Advanced energy technologies, methods, and*

- policies to support the sustainable development of energy, water and environment systems.* Energy Reports, Elsevier, V. 8. Itália, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.03.171>. Acesso em: 06 ago. 2024.
- [36] KOURGIOZOU, V. et al. *Development of a dynamic building stock model for smart energy transition decision support - university campus stock case study.* Proceedings of the 18th IBPSA Conference Shanghai, China. Reino Unido, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.26868/25222708.2023.1686>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- [37] DOLORES, L. et al. *Financial Impacts of the Energy Transition in Housing.* Sustainability, MDPI, V. 14, Issue 9, 4876. Itália, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14094876>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- [38] TEMMES, A. et al. *Mobilising mainstream finance for a future clean energy transition: The case of Finland.* Journal of Cleaner Production, Elsevier, V. 319. Finlândia, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128797>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- [39] MAESTRE, V. et al. *The role of hydrogen-based power systems in the energy transition of the residential sector.* Journal of Chemical Technology and Biotechnology, V.97, 561-574. Espanha, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jctb.6938>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- [40] GASPARI, J. et al. *Energy Transition at Home: A Survey on the Data and Practices That Lead to a Change in Household Energy Behavior.* Sustainability, MDPI, V. 13, Issue 9, 5268. Itália, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13095268>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- [41] LORENZO-SÁEZ, E. et al. *Energy Efficiency and GHG Emissions Mapping of Buildings for Decision-Making Processes against Climate Change at the Local Level.* Sustainability, MDPI, V. 12, Issue 7, 2982. Espanha, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12072982>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- [42] OOSTRA, M. e NELIS, N. *Concerns of Owner-Occupants in Realising the Aims of Energy Transition,* Social Science Open Access Repository (SSOAR), V. 7, Issue 2, 45-57. Países Baixos, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17645/up.v7i2.5043>. Acesso em: 07 ago. 2024.
- [43] REDA, F. et al. *Towards low-carbon district heating: Investigating the socio-technical challenges of the urban energy transition.* Smart Energy, Elsevier, V.4. Finlândia, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.segy.2021.100054>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- [44] ARUTA, G. et al. *Sustainability and energy communities: Assessing the potential of building energy retrofit and renewables to lead the local energy transition.* Energy, Elsevier, V. 282, 128377. Itália, 2023a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128377>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- [45] ARUTA, G. et al. *Optimizing the energy transition of social housing to renewable nearly zero-energy community: The goal of sustainability.* Energy and Buildings, Elsevier, V. 282, 112798. Itália, 2023b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112798>. Acesso em: 02 ago. 2024.
- [46] ASCIONE, F. et al. *Optimization of solar energy exploitation for a neighborhood towards nearly zero energy buildings.* 5th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech), IEEE Xplore, Itália, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.23919/SpliTech49282.2020.9243839>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- [47] CABEZA, L, ÜRGE-VORSATZ, D. *The role of buildings in the energy transition in the context of the climate change*

- challenge*. *Global Transitions*, V. 2, 257-260. Espanha, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.11.004>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- [48] DEUK-WOO, K. et al. *Improvements on Public Buildings Energy Information System*. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, V. 36, Issue 9, 109-118. Coreia do Sul, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5659/JAIK.2020.36.9.109>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [49] LUCCHI, E. *Energy Efficiency of Historic Buildings*. *Buildings*, MDPI, V. 12, Issue 2, 200. Itália, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings12020200>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- [50] MAGRINI, A. et al. *From nearly zero energy buildings (NZEB) to positive energy buildings (PEB): The next challenge - The most recent European trends with some notes on the energy analysis of a forerunner PEB example*. *Developments in the Built Environment*, V.3. Itália, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100019>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- [51] NIZETIC, S. et al. *Smart and Sustainable Technologies in energy transition*. *Journal of Cleaner Production*, V. 389. Croácia, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135944>. Acesso em: 07 ago. 2024.
- [52] VUJANOVIC, M. et al. *Recent progress in sustainable energy-efficient technologies and environmental impacts on energy systems*. *Applied Energy*, V. 283. Croácia, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116280>. Acesso em: 10 ago. 2024.

APÊNDICE A

Figura 9 – Origem das publicações destacadas no mapa



Fonte: desenvolvido pelo autor

APÊNDICE B

Quadro 1 – Publicações categorizadas dentro do aspecto AMBIENTAL

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	OBJETIVOS	METODOLOGIA	RESULTADOS
[13] AZZALIN, M., 2024	Apresentar uma visão crítica dos princípios e aspectos metodológicos que ensinaram a definição do Indicador de ProntoIdade Inteligente (IPI) dentro do processo de transição energética.	Insights sobre a relação entre os objetivos SRI e o potencial oferecido pelos ativos digitais e abordagens baseadas no gêmeo digital.	A integração de tecnologias IPI - Indicador de ProntoIdade Inteligente, do inglês SRI - Smart Readiness Indicator, com edifícios inteligentes e gêmeos digitais permite que soluções avançadas alcancem níveis mais elevados de inteligência e conformidade com os padrões de eficiência energética. Pode, ainda, apoiar processos de tomada de decisão baseados em dados para melhorar a eficiência operacional, melhorar a fiabilidade dos sistemas energéticos, otimizar recursos e melhorar o conforto dos ocupantes nos edifícios.
[5] BELAID, F. e DUBYAN, M., 2021	Fornecer uma análise simples para explorar o papel proeminente que a eficiência energética dos edifícios pode desempenhar na definição da transição energética e do caminho da sustentabilidade e discutir o enorme potencial inexplorado de poupança de energia do setor da construção no contexto do paradoxo da eficiência energética.	O foco da investigação, efetuada por meio de pesquisa bibliográfica, são as iniciativas de eficiência energética na Arábia Saudita, como exemplo de uma economia muito preocupada e muito proativa em termos de esforços para impulsionar a sua transição energética.	O documento enfatiza a importância de acelerar o processo de descarbonização no setor da construção e sugere formas de considerar uma visão holística das políticas de eficiência energética no setor da construção.
[6] BOUTAHRI, Y. e TILIOUA, A., 2024	Apresentar um modelo preditivo que utiliza algoritmos de aprendizado de máquina (ML).	O modelo visa prever os níveis de conforto térmico e otimizar o consumo de energia em sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (HVAC). Quatro algoritmos distintos de ML Support Vector Machine (SVM), Rede Neural Artificial (ANN),	Os resultados revelam que os algoritmos RF e XGBOOST apresentam desempenho superior, alcançando precisões de 96,7% e 9,64% respectivamente. Em contraste, o algoritmo SVM demonstra desempenho inferior com um R2 de 81,1%. Essas descobertas ressaltam a capacidade preditiva do modelo RF e XGBOOST na previsão de valores de Voto Médio Previsto (PMV).

		Random Forest (RF) e EXtreme Gradient Boosting (XGBOOST) são empregados para essa finalidade. Os dados para o modelo são coletados usando uma rede de placas Raspberry Pi equipadas com vários sensores. A avaliação de desempenho dos algoritmos de ML é conduzida usando métricas de erro estatístico, incluindo Root Mean Square Error (RMSE), Mean Square Error (MSE), Mean Absolute Error (MAE) e coeficiente de determinação (R2).	
[39] MAESTRE, V. <i>et al.</i> , 2021	Fornecer uma visão geral e análise de sistemas autônomos baseados em hidrogênio renovável (RHS) com foco no setor residencial e de edifícios, bem como infraestruturas críticas como estações de telecomunicações, servidores de dados, etc. plantas de demonstração implementadas em todo o mundo são revisadas.	Avaliação técnico-econômica de parâmetros relevantes, como o rácio de auto-suficiência, o custo nivelado da energia e a eficiência do percurso de ida e volta do hidrogênio e do desempenho das diferentes configurações, por meio de comparação da potência instalada de cada componente com a sua contribuição energética para cobrir a carga durante um período de tempo definido.	Os desafios futuros são identificados para uma implantação mais ampla de RHS no setor residencial e de edifícios.
[8] SANDIN, S. e BENNER, M., 2022	Indicar a forma como a investigação sobre eficiência energética é examinada e como as avaliações individuais se enquadram e se relacionam com uma transição energética.	Revisão de 20 avaliações suecas de investigação sobre eficiência energética em edifícios, procuramos fornecer informações sobre a operacionalização, análise e avaliação das avaliações.	Os resultados revelam que as avaliações implementam frequentemente uma perspectiva sistêmica que enquadra as iniciativas numa perspectiva social mais ampla, crucial para apoiar uma transição. Destacam também uma heterogeneidade na realização da avaliação: desde uma operacionalização geralmente ampla – a uma análise mais restrita centrada nos resultados a nível do programa – até uma avaliação mais ampla dos impactos e da relevância para a sociedade e para os diferentes intervenientes.
[7] SERAJ, M. <i>et al.</i> , 2023	Avaliar alternativas para implementar estruturas verdes sustentáveis usando uma técnica científica inovadora de processo de hierarquia analítica (AHP)	Esta pesquisa identificou efetivamente dez desafios principais que impedem a eficiência operacional na indústria da construção. A aplicação da tecnologia inovadora de processo de hierarquia analítica (AHP) facilitou a classificação simultânea das soluções mais ideais. A avaliação precisa de inúmeras opções de equipamentos de gestão de energia para edifícios verdes sustentáveis foi alcançada, destacando a imparcialidade e neutralidade da ferramenta na abordagem dos desafios da Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios (MCDM).	A configuração 'Solar Fotovoltaico Montado no Telhado (SPV)' ficou consistentemente em primeiro lugar em todas as técnicas de solução MCDM examinadas neste estudo. Este consenso robusto sublinha a importância dos painéis solares seguidos pela geração de energia com nanopartículas de biodiesel como a escolha preferida. Após a priorização, as alternativas são classificadas da seguinte forma: Configuração solar térmica > Instalação de dispositivos de proteção solar > Interruptores de luz > Freecooling > Controlar o resfriamento e aquecimento dos espaços > Aproveitar o calor residual do chiller > Lâmpadas energeticamente eficientes > Classificações de eficiência energética de aparelhos elétricos > Soluções eficazes de resfriamento de espaços ativos.
[31] STREIMIKIENE, D., 2022	Discutir as melhores formas de combater a pobreza energética e a transição para energia de baixo carbono na UE.	Analisar criticamente as barreiras e as políticas e medidas estatais para o apoio às tecnologias de microgeração de energia renovável nas residências.	As principais conclusões do documento indicam que o desenvolvimento de medidas políticas bem direcionadas para apoiar as tecnologias de energias renováveis e a renovação energética seria mais benéfico do que pagar as faturas de energia da população vulnerável de baixos rendimentos. Tais políticas também ajudariam a resolver o problema da transição energética justa e hipocarbônica, uma

			vez que, atualmente, a população vulnerável enfrenta maiores barreiras econômicas, sociais, comportamentais, de infraestruturais e outras à utilização de energias renováveis nas suas casas.
[20] XIANG, X <i>et al.</i> , 2023	Avaliar os padrões de emissão e o processo de descarbonização das operações de edifícios residenciais em 56 países, abrangendo 12 regiões em todo o mundo, desde 2000 a 2020	Estrutura de avaliação ascendente integrada com o método de decomposição estrutural, para analisar e comparar o desempenho e as motivações globais e regionais para a descarbonização para apoiar os esforços nacionais de descarbonização para alcançar emissões líquidas zero e avançar o setor global de construção residencial em direção a um século livre de carbono.	(1) a intensidade operacional de carbono dos edifícios residenciais globais manteve um declínio anual de 1,2% nas últimas duas décadas, e a intensidade energética e o tamanho médio das famílias foram fundamentais para esta descarbonização; (2) as utilizações finais têm desempenhado um papel cada vez mais importante na descarbonização dos edifícios residenciais globais (-46,3 kg de dióxido de carbono por agregado familiar por ano), sendo os maiores contribuintes os eletrodomésticos (38,3%), seguidos pelo aquecimento ambiente (21,2%) e iluminação (12,6%); e (3) embora a descarbonização total dos edifícios residenciais globais tenha sido de 7,1 gigatoneladas de dióxido de carbono e tenha alcançado uma eficiência de descarbonização de 9,4% ao ano durante este período, a desigualdade regional de descarbonização e a distribuição desigual permaneceram bastante grandes, especialmente nas regiões de economia emergente.

Fonte: desenvolvido pelos autores

Quadro 2 – Publicações categorizadas dentro do aspecto GOVERNANÇA

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	OBJETIVOS	METODOLOGIA	RESULTADOS
[14] ANGELAKOGLOU, K. <i>et al.</i> , 2020	Este estudo tenta responder a três questões-chave de pesquisa que podem ajudar as autoridades municipais, planejadores e agentes interessados a simplificar e aumentar a transparência da seleção de Indicadores Chave de Desempenho (KPIs) para projetos de cidades e comunidades inteligentes (SCC) com foco na transição energética e na criação de Energia Positiva. Distritos (PEDs): Pergunta 1: “Quais recursos estão disponíveis para extrair tais KPIs?”; Pergunta 2: “Quais desses KPIs são os mais adequados para avaliar a transição energética de projetos de cidades inteligentes e desenvolvimentos relacionados com PED?” e Pergunta 3: “Como pode ser desenvolvida uma lista restrita de KPIs específicos do projeto?”	É apresentada uma abordagem experiencial, capitalizando o conhecimento e as lições aprendidas de um projeto de cidade inteligente em curso na Europa (POCITYF) que se concentra na implantação de PED. No âmbito deste quadro, a) foi realizada uma revisão dos quadros de KPI das cidades inteligentes, resultando num conjunto de 258 indicadores que podem potencialmente ser adotados por projetos de cidades inteligentes; b) foram extraídas oito dimensões principais das avaliações, estabelecendo um quadro holístico de desempenho relevante para os SCCs; c) um processo de avaliação detalhado, incluindo critérios pré-determinados e feedback sobre as necessidades da cidade, foi aplicado para selecionar o conjunto de KPI, levando a uma lista específica do projeto, pronta para ser usada, de 63 KPIs e d) os KPIs foram classificados e analisados em diferentes níveis de granularidade para facilitar ainda mais o procedimento de monitoramento.	O procedimento experiencial apresentado neste estudo pode ser facilmente adaptado às necessidades de cada projeto de cidade inteligente, servindo como guia de recomendação.

<p>[24] BAUM, S. <i>et al.</i>, 2023</p>	<p>Investigar a influência da atual regulamentação, impostos e taxas sobre os transportadores de energia nos sistemas energéticos dos edifícios e mostrar quais abordagens regulatórias representam as soluções mais custo-efetivas para o fornecimento de energia que levam à neutralidade do dióxido de carbono (CO2) e também ao uso de sistemas de armazenamento de energia.</p>	<p>Uma programação linear inteira mista é utilizada para otimizar os diferentes componentes do fornecimento considerando tarifas variáveis de eletricidade. A perspectiva da análise está no edifício individual. Uma vez que a utilização do aquecimento urbano não é uma decisão econômica individual e o aquecimento urbano desempenha um papel menor, excepto, por exemplo, em alguns países do norte da Europa, não foi considerado nos estudos aqui apresentados. Nos estudos foram consideradas tecnologias de utilização e armazenamento de energias renováveis que podem ser integradas em edifícios individuais e estão sujeitas a uma decisão econômica individual. Tecnologias que não podem ser integradas nos edifícios, mas que são essenciais para a transição energética, como a energia eólica, são integradas indiretamente através do preço flexível da eletricidade determinado pela ordem de mérito. Aqui foram consideradas previsões e cenários governamentais, bem como vários conceitos para a tributação das fontes de energia.</p>	<p>É desenvolvido e aplicado um novo método para a estimativa dos custos de investimento entre 2015 e 2050. O documento mostra como seria um fornecimento ideal de energia aos edifícios sob condições alteradas do quadro jurídico, bem como diferentes cargas e benefícios fiscais. O artigo conclui com uma série de inferências e recomendações para uma regulamentação adaptada para atingir os objetivos de desfossilização do setor da construção.</p>
<p>[35] BUONOMANO, A. <i>et al.</i>, 2022</p>	<p>Discutir as contribuições dos artigos pertencentes à edição especial virtual (VSI) da Energy Reports dedicada à série de quatro Conferências SDEWES sobre Desenvolvimento Sustentável de Sistemas de Energia, Água e Meio Ambiente realizadas em Colônia (Alemanha), Sarajevo (Bósnia e Herzegovina), Gold Coast (Austrália) e Buenos Aires (Argentina) em 2020</p>	<p>Análise e compilação de informações dos artigos de revisão de alta qualidade e artigos de pesquisa originais apresentados nas Conferências SDEWES relevantes para a Revista estão incluídos neste VSI para um total de 20 artigos aceitos convidados pelos Editores Convidados.</p>	<p>Apresentou soluções robustas para tecnologias renováveis para a eficiência energética de edifícios e comunidades, tecnologias e ferramentas avançadas para o projeto energeticamente eficiente de edifícios e sistemas, desafios e oportunidades de políticas e regulamentações para apoiar a transição energética e atender às necessidades sustentáveis de metas de desenvolvimento.</p>
<p>[4] COZZA, S. <i>et al.</i>, 2020</p>	<p>Investigar como a governança do esquema de certificação de desempenho poderia ser melhorada com o objetivo de um esquema EPC mais robusto</p>	<p>Estudo qualitativo através de entrevistas com especialistas em energia é caracterizado o atual sistema EPC na Suíça, permitindo compreender limitações importantes</p>	<p>Lista de recomendações para um maior desenvolvimento do esquema EPC, em prol de afastar a incapacidade de avaliar corretamente o desempenho dos edifícios, o que conduz a emissões excessivas de carbono e a custos de energia mais elevados, comprometendo a concretização dos objetivos da política energética.</p>

<p>[27] DOBBELSTEEN, A. et al., 2019</p>	<p>Discutir intervenções necessárias para passar da situação atual ao desejado estado futuro sustentável da cidade de Amsterdã, utilizando, como referência, os Roteiros desenvolvidos pela Metodologia de Transição Energética Urbana, desenvolvida dentro do intitulado Objetivo City-zen, um projeto interdisciplinar financiado pela UE que visa desenvolver e demonstrar cidades energeticamente eficientes e construir métodos e ferramentas para que cidades, indústrias e cidadãos alcancem metas ambiciosas de sustentabilidade.</p>	<p>Este artigo discute a abordagem e a metodologia por trás da Metodologia de Transição Energética Urbana City-zen, com suas seis etapas desde a análise energética inicial até o roteiro em direção a um estado futuro desejado. O artigo ilustrará isto através dos resultados do estudo do Roteiro de Amsterdã, em números e figuras.</p>	<p>O estudo do Roteiro de Amsterdã revelou que a cidade pode tornar-se neutra em termos energéticos na sua procura de calor, mas não na produção de eletricidade suficiente a partir de energias renováveis. Embora ainda aplicada apenas à cidade de Amsterdã, a metodologia por detrás do roteiro pode ser aplicada por cidades de todo o mundo, mas é necessário um enorme esforço para transformar, renovar e adaptar partes da cidade. Foram calculado, por exemplo, quantos projetos de renovação energética, tubos de aquecimento urbano e painéis fotovoltaicos serão necessários anualmente para se tornarem oportunamente neutros em carbono, neutros em termos energéticos e “livres de fósseis”.</p>
<p>[37] DOLORES, L. et al., 2022</p>	<p>Oferecer uma base de conhecimento para a política energética sobre o cenário atual da requalificação energética dos edifícios multifamiliares italianos.</p>	<p>Foi identificado o edifício típico para a realização de obras normais de eficiência energética. São consideradas duas variantes de projeto para implementação da Análise Custo-Receita (CRA): (i) intervenção de retrofit energético não incluindo sistema fotovoltaico; (ii) intervenção de retrofit energético incluindo sistema fotovoltaico. Para a segunda variante de desenho, foram realizadas análises adicionais (análise de sensibilidade, análise de cenários, análise de risco) para identificar as principais variáveis sensíveis e estimar a probabilidade de fracasso financeiro da intervenção</p>	<p>O estudo mostra que é improvável que intervenções sem energia fotovoltaica sejam financeiramente sustentáveis. No entanto, embora a presença de energia fotovoltaica aumente significativamente a poupança na fatura, o Período de Retorno (PP) permanece bastante elevado. Um projecto normal de modernização energética que inclua tecnologia fotovoltaica só pode tornar-se financeiramente sustentável através do recurso a bônus governamentais para edifícios, sem os quais a probabilidade de fracasso é de 46%.</p>
<p>[40] GASPARI, J. et al., 2021</p>	<p>Investigar as perspectivas reais dos consumidores sobre comportamento familiar quanto ao consumo, combinando a consciência das pessoas sobre o uso de energia, a interação com dispositivos de medição e a motivação dos usuários em uma estrutura coerente.</p>	<p>Foi realizada uma sessão de testes envolvendo 500 pessoas como fase de validação para um futuro lançamento em larga escala do questionário.</p>	<p>O teste produziu alguns resultados iniciais sobre como as pessoas ficam mais interessadas em mudar à medida que adquirem mais conhecimento e recebem sugestões. No entanto, apesar dos seus conhecimentos supostamente avançados como educadores e estudantes, o nível de sensibilização da amostra era baixo, sugerindo que é necessária uma abordagem mais centrada no utilizador para um progresso em larga escala.</p>
<p>[21] HEARN, A. e CASTAÑO-ROSA, R., 2021</p>	<p>Pretende lançar luz sobre o panorama do Distritos Energéticos Positivos (PED), investigando as barreiras e oportunidades para a criação do PED em Espanha e o seu potencial para mitigar a pobreza energética</p>	<p>Revisão da literatura sobre energia comunitária em Espanha, seguida de entrevistas com especialistas (investigadores em energia, partes interessadas e ONG) que se concentram em questões de sustentabilidade na Espanha</p>	<p>A investigação mostra que novas formas de propriedade e produção de energia, como poderiam potencialmente ser encontradas nos PED, poderiam ajudar a reduzir a pobreza energética, que afeta um segmento significativo da população, uma vez que as famílias podem reduzir as suas despesas energéticas, bem como melhorar o seu comportamento energético.</p>

<p>[26] KERSTENS, A. e GRECO, A., 2023</p>	<p>Este estudo visa colmatar esta lacuna de investigação, investigando até que ponto os esquemas financeiros existentes apoiam os avanços tecnológicos e as partes interessadas envolvidas na realização dos bairros sustentáveis e energéticos (SPEN). O foco está em quatro países europeus: Áustria, Países Baixos, Noruega e Espanha, onde foram estabelecidas iniciativas notáveis do SPEN. Este estudo investiga se e como os esquemas financeiros facilitam o desenvolvimento do SPEN e abordam a dinâmica ao nível dos bairros.</p>	<p>Abordagem de métodos mistos, compreendendo uma revisão da literatura, estudos de caso e entrevistas.</p>	<p>As nossas conclusões lançam luz sobre duas barreiras significativas nos regimes atuais. Em primeiro lugar, os regimes raramente incentivam a partilha colectiva de energia e podem inadvertidamente impedir o prosumerismo dos indivíduos. Em segundo lugar, favorecem principalmente indivíduos capazes de fazer investimentos de capital iniciais, tornando-os inacessíveis a uma grande parte dos cidadãos europeus. Ao identificar estas limitações, o nosso estudo destaca a necessidade de ajustes políticos e mecanismos financeiros inovadores para superar as barreiras que impedem a implementação do SPEN.</p>
<p>[41] LORENZO-SÁEZ, E. et al., 2020</p>	<p>Desenvolver uma metodologia inovadora baseada em um sistema de informações geográficas (GIS) para mapear o consumo de energia primária e as emissões de GEE em edifícios de cidades de acordo com certificados de eficiência energética. A metodologia desenvolvida foi testada numa cidade representativa de média dimensão na Espanha. Além disso, foi desenvolvido um modelo de dados adaptado ao regulamento INSPIRE, a fim de garantir a interoperabilidade e a aplicação a nível europeu</p>	<p>Teste do sistema numa cidade representativa de média dimensão em Espanha e análise de emissões de CO2 devido ao consumo de energia primária em edifícios residenciais com elevada resolução espacial ao nível de um único edifício.</p>	<p>Os resultados obtidos demonstram que a metodologia desenvolvida é capaz de identificar diretamente os bairros da cidade com maior potencial para melhorar a eficiência energética e reduzir as emissões de GEE.</p>
<p>[30] MANJON, M. et al., 2022</p>	<p>Contribuir para a avaliação do estado da investigação sobre o tema empreendedorismo social e da inovação social no combate à pobreza energética.</p>	<p>Revisão sistemática da literatura sobre a interseção entre pobreza energética, inovação social e empreendedorismo social em países do Norte Global.</p>	<p>Os resultados da revisão mostram as dimensões centrais do empreendedorismo social e da inovação social delineadas pelos investigadores, tais como a natureza colectiva e em rede do empreendedorismo social, as competências híbridas, a proximidade, o envolvimento das famílias e uma abordagem centrada no utilizador, lançando luz sobre a potencialidades primárias de intervenções na pobreza energética impulsionadas pelo fenómeno do empreendedorismo social.</p>
<p>[25] MEHMOOD, F. et al., 2022</p>	<p>Mostrar que a geração distribuída oferece baixos períodos de retorno para as famílias urbanas, mesmo sem medição líquida. Este cálculo é auxiliado por prováveis aumentos tarifários futuros. Além disso, a geração distribuída ajuda a apoiar a rede, mesmo sem armazenamento ou resposta à procura, devido a um estreito alinhamento entre a oferta e a procura.</p>	<p>Utilização de perfis de procura e geração de alta resolução de Lahore (a segunda cidade mais populosa do Paquistão e aquela com a geração mais distribuída).</p>	<p>Com base nesta análise, recomendamos ao regulador que forneça visibilidade a longo prazo sobre a continuação de incentivos como a medição líquida, e como isto acabará por ser transferido para mandatos solares. Da mesma forma, é prudente que as empresas de distribuição forneçam incentivos específicos para a utilização da geração distribuída para aliviar questões como perdas não técnicas e sobrecarga dos transformadores.</p>

[42] OOSTRA, M. e NELIS, N, 2021	Análise da satisfação do cliente, que é estudada em três abordagens holandesas diferentes para modernizar residências ocupadas pelos proprietários para aumentar a eficiência energética.	Para a análise, é utilizada uma estrutura de satisfação do cliente que faz uma distinção entre satisfatórios, insatisfatórios, críticos e neutros. Este quadro permite identificar e estruturar diferentes fatores relevantes na perspectiva dos proprietários-ocupantes, permite visualizar lacunas com a perspectiva profissional e pode ajudar a melhorar as propostas atuais.	Criação de um referencial que permite identificar e estruturar diferentes fatores relevantes na perspectiva dos proprietários-ocupantes, permitindo visualizar lacunas com a perspectiva profissional e pode contribuir a melhorar as propostas atuais.
[33] PULSELLI, R. <i>et al.</i> , 2021	Fornecer uma visão esquemática dos principais resultados dos rodshows, no âmbito do Projeto EU City-zen, alcançados na cidade belga de Roeselare, mas, mais significativamente, descreve as técnicas necessárias para tornar o processo cooperativo compreensível, impactante e implementável	Durante os Roadshows, um grupo de especialistas é contratado para realizar atividades de coworking e laboratórios participativos envolvendo stakeholders locais. Estas atividades apoiam as cidades na identificação dos seus próprios caminhos de descarbonização, principalmente através da combinação de três processos mútuos, ou seja, conceção energética, conceção urbana e contabilização do carbono. Este último, em particular, tem sido utilizado para quantificar as emissões de gases com efeito de estufa das cidades e bairros e para estimar o efeito de mitigação de uma combinação de medidas rumo à condição desejável de neutralidade carbónica. Este processo de design exploratório e proativo foi demonstrado com sucesso através de workshops intensivos e pode ser replicado em outras cidades.	O Roadshow City-zen Roeselare trouxe mais de 300 partes interessadas para o processo de re-imaginar e visualizar a sua futura cidade em 2050 com estas soluções. As partes interessadas, sem conhecimentos específicos em contabilidade de carbono ou sustentabilidade, teriam agora a capacidade de compreender e aplicar estas soluções num esforço combinado para enfrentar o desafio do carbono zero. A abordagem é geralmente replicável em outros lugares, sendo altamente visual, impactante, transferível e amigável para múltiplas partes interessadas. Dado que os dados são disponibilizados localmente, a combinação desta abordagem geral, avaliações específicas do local e o envolvimento de especialistas e partes interessadas locais (ou seja, decisores políticos, cidadãos, etc.) permitem que a transição comece por referir-se a qualquer cidade ou bairro real.
[43] REDA, F. <i>et al.</i> , 2021	Investigar as barreiras à implementação de um sistema de aquecimento urbano de baixo carbono que se baseia na minimização da incineração de biomassa e na eliminação total dos combustíveis fósseis, com base na literatura sobre transições de sustentabilidade que tratou da reconfiguração sociotécnica	O estudo baseia-se numa extensa análise das partes interessadas que envolveu 44 organizações que representam fornecedores de tecnologia, empresas de energia, organizações industriais, decisores políticos, autoridades locais e investigadores	Os resultados mostram que, embora vários grupos de partes interessadas pudessem convergir em questões-chave, como a necessidade de apoiar determinados nichos tecnológicos e o perigo de um aprisionamento da biomassa, existiam divergências relativamente às barreiras a eliminar entre os decisores políticos, as novas empresas participantes e os proprietários de edifícios. As cidades foram consideradas atores importantes para a implementação do conceito proposto de aquecimento urbano de baixo carbono. No entanto, devem encorajar a participação dos proprietários de edifícios em esquemas de resposta à procura, na produção descentralizada de energias renováveis e na reformulação das redes eléctricas locais para apoiar a electrificação do aquecimento urbano.

Fonte: desenvolvido pelos autores

Quadro 3 – Publicações categorizadas dentro do aspecto SOCIAL

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	OBJETIVOS	METODOLOGIA	RESULTADOS
[44] ARUTA, G. <i>et al.</i> , 2023a	Avaliar o desempenho das comunidades, passando de edifícios únicos para o desempenho abrangente	O método combina diversas ferramentas, incluindo DesignBuilder® e EnergyPlus para simulação, MATLAB® como mecanismo de otimização. Para determinar as melhores opções, são comparados três cenários de retrofit utilizando três indicadores de desempenho: consumo de energia primária (PEC), emissão de CO2 e custo de funcionamento (RC). Além disso, é definida a avaliação do investimento - com indicadores econômicos específicos para ajudar o cidadão a compreender a rentabilidade de cada intervenção individual e assim ajudá-lo na escolha uma vez que existe um constrangimento econômico.	O primeiro cenário de retrofit envolve o isolamento de ambos os envelopes transparentes opacos, enquanto o segundo é um retrofit apenas de sistemas, através da substituição dos existentes e da introdução de fontes renováveis e baterias. Os resultados mostram como o terceiro cenário – um trade-off de retrofit entre os dois primeiros – oferece a maior redução de PEC, emissão de CO2 e RC de 71,35%, 73,42% e 60,52%, respectivamente. Mesmo de uma perspectiva puramente econômica, a terceira intervenção representa um melhor investimento quando se consideram as poupanças econômicas anuais, como demonstrado pelo aumento dos valores atuais líquidos.
[45] ARUTA, G. <i>et al.</i> , 2023b	Investigar várias soluções alternativas para um sistema energético partilhado, para transformar um distrito de habitação social de 29 edifícios em Nápoles, sul de Itália, numa comunidade com energia quase nula.	O método é bastante articulado, baseado em diversas abordagens numéricas, aplicado pela utilização cíclica de diversos programas, nomeadamente: DesignBuilder® para modelação de edifícios, EnergyPlus como ferramenta de simulação, e MATLAB® como motor de otimização. É introduzido um índice de sustentabilidade baseado nas emissões.	As soluções analisadas têm um nível mínimo de sustentabilidade igual a 85% e mostram uma combinação adequada de medidas comuns de retrofit de edifícios. Foram delineadas possíveis metas energéticas e económicas que indicaram: níveis de sustentabilidade de 85%, 90% e 95% com um orçamento de investimento de até 150-200 €/m2.
[46] ASCIONE, F. <i>et al.</i> , 2020	Abordar a questão da transição energética dos bairros para edifícios com energia quase nula (nZEBs), fundamental para promover a sustentabilidade.	É proposta uma metodologia para otimizar o retrofit energético através do aproveitamento da energia solar por meio de energia fotovoltaica. Parte de um bairro da cidade de Nápoles (sul da Itália) é investigada. O acoplamento entre EnergyPlus e MATLAB® é utilizado para modelagem energética, simulações e otimização de retrofit através de um método de pesquisa inteligente, com uma análise abrangente de aquecimento, resfriamento e cargas elétricas. Uma abordagem de Pareto é aplicada para minimizar o consumo de energia e o custo global, a fim de otimizar a exploração da energia solar e alcançar o padrão nZEB, garantindo a relação custo-benefício em Diferentes cenários de retrofit e sistemas de energia.	Duas soluções ideais de retrofit são identificadas. Busca-se a minimização do impacto energético do bairro garantindo uma redução do PEC de 116,8 kWh/m ² a para 66,3 kWh/m ² a com payback descontado (DPB) de cerca de 10 anos. A outra solução maximiza o custo-benefício produzindo um PEC em torno de 83,7 kWh/m ² a com um DPB de apenas 4 anos. Os resultados oferecem insights profundos sobre o potencial da transição energética para os bairros e diretrizes para a implementação de sistemas energéticos multigeração, bem como para abordar políticas energéticas públicas.

<p>[23] BAL, M. <i>et al.</i>, 2021</p>	<p>Fornecer informações importantes sobre as barreiras e facilitadores da transição energética sustentável entre os residentes de habitação social, que correm o risco de ficar para trás na transição energética urbana sustentável.</p>	<p>Este estudo piloto explorou as atitudes dos residentes de habitação social em relação à sustentabilidade e à renovação sustentável dos seus edifícios de apartamentos, bem como (factores subjacentes) a sua motivação para dois comportamentos sustentáveis específicos. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, contendo questões abertas e fechadas, com 20 moradores de um edifício de habitação social que estava em fase de reforma.</p>	<p>Os resultados mostraram que os entrevistados estavam preocupados com as alterações climáticas, incluindo crenças de justiça ambiental, normalmente já envolvidos em vários comportamentos sustentáveis, e estavam motivados a adicionar comportamentos sustentáveis ao seu repertório após a renovação. No entanto, as normas sociais percebidas nem sempre apoiavam um comportamento sustentável e os entrevistados por vezes não conseguiram reconhecer o valor sustentável destes comportamentos. Além disso, embora os inquiridos tenham sido mais positivos do que negativos sobre a renovação sustentável, ainda assim listaram muitas preocupações e problemas relativos ao processo de renovação, incluindo preocupações com a justiça processual.</p>
<p>[22] BORRÁS, I. <i>et al.</i>, 2023</p>	<p>Desenvolver uma estrutura de modelagem para avaliar o potencial de criação de comunidades energéticas (CE), combinando capacidades de Modelagem Energética de Edifícios Urbanos (UBEM) e o potencial dos telhados dos edifícios para geração solar.</p>	<p>Foram simulados e analisados três estudos de caso de CE, com múltiplas tipologias de edifícios, para três cenários de partilha de energia: autoconsumo individual fora de uma CE e autoconsumo coletivo sem e com armazenamento central de baterias, ambos dentro de uma CE.</p>	<p>Os resultados do estudo de caso demonstram que a autossuficiência nos edifícios aumenta quando se passa do autoconsumo individual para o autoconsumo coletivo, obtendo os melhores resultados quando se combinam diversos perfis de procura. As auto-suficiências alcançadas a nível comunitário variam entre 16% e 34%. Além disso, os resultados mostram que quando se consideram sistemas de armazenamento em baterias, a autossuficiência aumenta 16 pontos percentuais, porém diminuindo a viabilidade económica. Ao considerar os resultados da UBEM, o modelo desenvolvido permitiu uma avaliação valiosa do desempenho da CE, constituindo um passo para sua implementação.</p>
<p>[47] CABEZA, L e ÜRGE-VORSATZ, D., 2020</p>	<p>Redefinir a influência das transições energéticas e tecnológicas no desafio das alterações climáticas</p>	<p>Discussão sobre a importância de abordar a eficiência energética dos edifícios de uma forma holística e transformacional, para evitar que medidas incrementais aumentem o efeito de aprisionamento.</p>	<p>Percebe-se que as políticas devem considerar uma transição energética do lado da procura, contrariamente ao discurso atual, onde o lado da oferta e a produção de energia são proeminentes. Conclui-se, ainda, que as questões mais importantes nesta transição energética são a divisão intergeracional e a justiça.</p>
<p>[48] DEUK-WOO, K. <i>et al.</i>, 2020</p>	<p>Desenvolver um protótipo de plataforma integrada especializada em edifícios públicos, com vistas à superação do problema da duplicação ineficiente de informação pública; é necessário integrar informações sobre edifícios públicos e consumo de energia (as emissões anuais de gases com efeito de estufa e o consumo de energia dos edifícios) numa única plataforma.</p>	<p>Um protótipo de plataforma integrada especializada em edifícios públicos foi concebido e implementado com base na base de dados nacional de energia de edifícios. A plataforma foi projetada com o método de “correspondência de chave primária”, que vincula automaticamente o medidor de energia aos livros contábeis do edifício e coleta informações de operação do edifício e outras informações diversas de consumo de energia. O protótipo foi aplicado ao Public Building Energy Information System (PEIS) operado pela Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation.</p>	<p>Como resultado, espera-se que esta plataforma contribua para melhorar a eficiência do trabalho de gestão dos gases com efeito de estufa e da eficiência energética dos edifícios públicos.</p>

<p>[10] FARULLA, G. et al., 2021</p>	<p>Analisar os indicadores existentes desenvolvidos no contexto de estudos teóricos, experimentais e numéricos sobre edifícios flexíveis, delineando a situação atual e a potencial perspectiva futura. Além disso, o artigo analisa brevemente a gama de serviços de rede que os edifícios flexíveis podem fornecer para apoiar a fiabilidade do sistema de energia elétrica, que é potencialmente desafiado pela crescente interconexão da geração renovável variável distribuída.</p>	<p>Os indicadores de correspondência de carga e interação com a rede foram examinados, pois são cruciais para investigar o desempenho acoplado entre a rede, as FER e a construção e avaliar o grau de sucesso das estratégias de controle da rede, decisões de dimensionamento ou investimento. A pesquisa permitiu a análise e comparação dos pontos fortes e fracos de cada KPI analisado. Por outro lado, a revisão dos KPI também permitiu destacar lacunas da literatura.</p>	<p>Para concluir, a pesquisa destacou que existe uma oportunidade para desenvolver novos KPIs para enfrentar os desafios dentro dos KPIs revisados. Além disso, trabalhos futuros poderão ser realizados para testar o desempenho destes indicadores em estudos de casos reais.</p>
<p>[32] HOICKA, C. e DAS, R., 2021</p>	<p>Verificar se (e como) as poupanças de GEE decorrentes da reabilitação de edifícios podem ser realizadas mais rapidamente do que as reduções de GEE de outros setores, e se proporcionam poupanças líquidas de custos ou são rentáveis em relação a medidas de mitigação.</p>	<p>Análise do uso de energia e a modernização de edifícios no Canadá.</p>	<p>Faz-se necessário: (1) focar a inovação em processos de modernização energética profunda, e não em ações singulares de modernização; (2) maximizar os benefícios sociais e ambientais; (3) melhorar a recolha e disponibilidade de dados para análise e entrega; (4) inovar para um processo de decisões e evitar “desistências” durante o processo de retrofit; e (5) concentrar a inovação em modelos de negócios que maximizem os benefícios.</p>
<p>[28] KONG, M. et al., 2022</p>	<p>Verificar como a utilização de materiais reciclados em vez de materiais virgens afeta a instalação de sistemas de energias renováveis para a transição energética dos edifícios</p>	<p>ACV foi utilizada para estimar o uso de energia no ciclo de vida e as emissões de GEE de edifícios e sistemas de energia renovável com e sem uso de materiais reciclados. Para o estudo de caso, foram selecionados um edifício público e quatro sistemas fotovoltaicos (FV) representativos</p>	<p>Em geral, a substituição de material virgem por material reciclado reduziu mais as emissões de GEE incorporadas do que a energia incorporada. Devido à alta intensidade de carbono da energia operacional e dos materiais de construção sem contrapartidas disponíveis, o uso de materiais reciclados reduziu o uso de energia do ciclo de vida e as emissões de GEE do edifício em 4,9% e 3,3%. Este estudo demonstrou que o uso de materiais reciclados é eficaz na redução da energia incorporada e das emissões de GEE dos sistemas fotovoltaicos, bem como dos edifícios.</p>
<p>[36] KOURGIOZOU, V. et al., 2023</p>	<p>Apresentar uma estrutura metodológica que utiliza métodos computacionais automatizados (3DStock, SimStock) para produzir modelos térmicos dinâmicos edifício por edifício.</p>	<p>Em vez de usar abordagens arquetípicas para representar a heterogeneidade do parque imobiliário, este trabalho desenvolveu uma abordagem automatizada de modelagem de estoque edifício por edifício com base em um estudo de caso. Os sistemas AVAC também são modelados com base na informação dos Certificados Energéticos de Apresentação. A calibração do modelo é realizada em nível de estoque em relação a dados reais de Sistemas de Monitoramento de Edifícios e dados de desempenho energético operacional seguindo o protocolo CIBSE TM63.</p>	<p>As verificações geométricas mostraram que 63% dos modelos correspondiam suficientemente à geometria real, enquanto a intensidade do uso de energia foi superestimada em cerca de 35% em todo o campus nos modelos de construção de referência parcialmente calibrados. Para uma tipologia, as comparações iniciais com um modelo totalmente calibrado indicaram pontos de ajuste de iluminação, refrigeração e aquecimento como fatores potenciais.</p>

[49] LUCCHI, E., 2022	Proporcionar um fórum para discutir e identificar novas tendências, problemas, oportunidades, desafios e desenvolvimentos futuros na eficiência energética de edifícios históricos.	Os estudos publicados consideram todas as fases do processo construtivo: (i) auditoria energética, (ii) comportamento energético e higratérmico, e (iii) retrofit energético. Foram discutidos os principais desafios, sugerindo abordagens inovadoras para equilibrar questões de conservação, eficiência energética, conforto humano e sustentabilidade ambiental.	Com simulações higratérmicas para avaliar diferentes sistemas de isolamento interno de paredes, sem gerar danos e problemas de umidade foi descoberto que a aplicação de impregnação hidrorrepelente torna-se essencial para garantir a integridade do envoltório do edifício.
[50] MAGRINI, A. et al., 2020	Mostrar como um desenho cuidadoso e integrado da envolvente e dos sistemas do edifício permite não só obter uma cobertura quase total do consumo de energia por fontes renováveis, mas também gerar um excedente de energia que poderia ser partilhado com redes urbanas (potencial PEB).	Revisão crítica das principais ações da União Europeia para o desenvolvimento dos modelos de design NZEB e PEB; algumas considerações sobre materiais e tecnologias avançadas (PCM, VIP, vidro inteligente, sistemas fotovoltaicos integrados) e, por último, é apresentado um estudo de caso (NZEB residencial unifamiliar).	Mostrou como um projeto cuidadoso e integrado da envolvente e os sistemas do edifício não só permitem obter uma cobertura quase total do consumo de energia por fontes renováveis, mas também para gerar um excedente de energia que possa ser partilhado com as redes urbanas
[51] NIZETIC, S. et al., 2023	Ajudar a compreender os mais recentes progressos no desenvolvimento de soluções tecnológicas inteligentes, tendo em consideração os aspectos da transição energética.	Apresentação dos últimos trabalhos de pesquisa apresentados na 6ª Conferência Internacional sobre Tecnologias Inteligentes e Sustentáveis, (SpliTech 2021), focados em Cidade Inteligente, Energia e Meio Ambiente, Modelagem de Engenharia, e-Saúde e Descarbonização do ambiente construído.	Os resultados da investigação apresentados na SpliTech 2021 ajudaram a compreender os mais recentes progressos no desenvolvimento de soluções tecnológicas inteligentes tendo em consideração os aspectos da transição energética.
[29] POPESCU, C. et al., 2022	Identificar os principais passos dados a nível da UE no processo de transição energética, destacando os autores, dada a complexidade do fenómeno e a sua importância na criação de uma economia de baixo carbono.	Análise quantidade de energia necessária, ano após ano, avaliação do aumento dos preços da energia e do aumento das emissões de gases com efeito de estufa, análise de riscos sobre a crise alimentar devido o aumento maciço da população mundial, avaliação do volume de resíduos de todos os tipos, bem como o esgotamento dos sistemas convencionais recursos.	Apresentou o elenco de ações para análise do comportamento de empresas e consumidores, dada a complexidade do fenómeno e sua importância na criação de uma economia de baixo carbono.
[34] SCHITO, E. e LUCCHI, E., 2023	Utilizar a investigação no desenvolvimento de metodologias e tecnologias que visem minimizar os requisitos energéticos de edifícios através de fontes de energia renováveis, conceitos de redes inteligentes, tecnologias de armazenamento de energia e técnicas de controle.	A pesquisa utilizou uma abordagem de métodos mistos, compreendendo uma revisão da literatura, estudos de caso e entrevistas.	Os resultados lançam luz sobre duas barreiras significativas nos regimes atuais. O incentivo a partilha colectiva de energia e podem inadvertidamente impedir o “prosumerismo” dos indivíduos e o favorecimento a indivíduos capazes de fazer investimentos de capital iniciais, tornando-os inacessíveis a uma grande parte dos cidadãos europeus.
[15] SIBILLA, M. et al., 2023	Para responder a questão de pesquisa: até que ponto edifícios abandonados podem ser convertidos em PEB (edifícios com energia positiva)? Qual seria o significado desta associação?	Este estudo desenvolveu um procedimento para transformar um edifício abandonado num PEB, implementado através de um estudo de caso de uma antiga unidade industrial italiana.	Os resultados apontaram as variáveis que impactam a configuração do PEB e foram utilizados para apoiar uma discussão de como repensar os edifícios abandonados como PEB pode impulsionar tendências para sincronizar a evolução sociotécnica das infraestruturas energéticas e dos planos de regeneração urbana.

<p>[38] TEMMES, A. <i>et al.</i>, 2021</p>	<p>Identificar os facilitadores e barreiras das funções TIS (Sistemas de Inovação Tecnológica) do motor de mercado.</p>	<p>Examinamos como o setor de energia limpa entra na fase de financiamento convencional, usando a Finlândia como caso empírico. Combinamos dados de entrevistas e fontes secundárias, que são analisados usando a estrutura de Sistemas de Inovação Tecnológica.</p>	<p>As conclusões mostram a interdependência dos vários TIS do setor da energia limpa, especialmente na criação de um mercado estável para as tecnologias em desenvolvimento. Especialmente o crescimento dos investimentos na produção de energia renovável está dependente do crescimento dos investimentos na electrificação e na gestão da intermitência da produção de energia.</p>
<p>[52] VUJANOVIC, M. <i>et al.</i>, 2021</p>	<p>Abordar os últimos progressos e as descobertas em pesquisa e desenvolvimento em tecnologias de energia sustentável, sistemas energéticos e ambientais</p>	<p>Revisão de literatura, a partir de artigos selecionados da conferência sobre Desenvolvimento Sustentável de Sistemas de Energia, Água e Meio Ambiente (2019).</p>	<p>O modelo numérico baseado no método de Boltzmann de rede foi usado para a otimização do posicionamento da fonte de calor, resultando que o posicionamento ideal é alcançado para o local onde o tempo de carregamento e a taxa de armazenamento de energia são os mesmos.</p>

Fonte: desenvolvido pelos autores



A Cláusula de PD&I da ANP como Catalisadora da Transição Energética no Brasil: Análise Empírica dos Projetos Financiados

The ANP's R&D&I Clause as a Catalyst for Energy Transition in Brazil: Empirical Analysis of Financed Projects.

LOPES, Maria Aparecida de Oliveira¹; ALMEIDA, Taísa Caetano Sousa Melo de²; QUEIROZ, Luciara Farias³; SILVA NETO, Romeu⁴; COSTA, Bruno Barzellay Ferreira da⁵.
mariahlopez1345@gmail.com¹; taisacaetano01@gmail.com²; luciaraque@gmail.com³; romeuneto@iff.edu.br⁴; bruno.barzellay@macae.ufrj.br⁵.

^{1,2,3} Mestrandas em Engenharia Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - IFF, Macaé- RJ.

⁴D.Sc. Engenharia de Produção, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. IFF, Macaé. RJ.

⁵D.Sc. Engenharia Civil, Instituto Politécnico, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Macaé –RJ.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Transição Energética
Cláusula de PD&I
ANP

Keywords:
Energy Transition
RD&I Clause
ANP

Resumo:

A transição energética é um desafio global, e o Brasil, com 49,1% de sua matriz renovável, destaca-se. Este artigo investiga o papel da cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da Agência Nacional do Petróleo (ANP) como catalisadora dessa transição, analisando como os projetos financiados impulsionam tecnologias limpas e reduzem emissões. O objetivo é avaliar a eficácia dessa política pública, identificando prioridades (renováveis, hidrogênio verde e captura de carbono) e desafios (descentralização de recursos, burocracia). Com base em dados empíricos (até 2024), a cláusula mobilizou R\$ 32 bilhões, com destaque para energia solar e hidrogênio, liderados por universidades, Petrobras e Shell. A metodologia incluiu revisão bibliográfica, análise de dados abertos da ANP e cruzamento de informações no *Power BI*, mapeando 389 projetos vinculados à transição energética. Os resultados mostram crescimento nos investimentos, mas também desigualdades regionais e barreiras regulatórias. Conclui que a cláusula é um instrumento eficaz para impulsionar inovação sustentável, contudo, sua efetividade requer: ampliação da distribuição geográfica dos investimentos; maior inclusão de pequenas e médias empresas; fortalecimento de parcerias público-privadas e desburocratização regulatória, indicando a necessidade das empresas petrolíferas passarem a identificar novas oportunidades, aumentando assim o portfólio de projetos em temáticas relacionadas à transformação do sistema energético.

Abstract

The energy transition is a global challenge and Brazil, with 49.1% of its matrix renewable, stands out. This article investigates the role of the National Petroleum Agency's (ANP) Research, Development and Innovation (RD&I) clause as a catalyst for this transition, analyzing how the financed projects drive clean technologies and reduce emissions. The public policy, identifying priorities objective is to evaluate the

effectiveness of this public policy, identifying priorities (renewables, green hydrogen and carbon capture) and challenges (decentralization of resources, bureaucracy). Based on empirical data (up to 2024), the clause mobilized R\$ 32 billion, with emphasis on solar energy and hydrogen, led by universities, Petrobras and Shell. The methodology included a literature review, analysis of ANP's open data and cross-referencing of information in Power BI, mapping 389 projects linked to the energy transition. The results show growth in investments, but also regional inequalities and regulatory barriers. It concludes that the clause is an effective instrument for driving sustainable innovation, however, its effectiveness requires: expanding the geographic distribution of investments; greater inclusion of small and medium-sized companies; strengthening public-private partnerships and regulatory debureaucratization, indicating the need for oil companies to begin identifying new opportunities, thus increasing the portfolio of projects in themes related to the transformation of the energy system

1. Introdução

A transição energética, um processo global de substituição de fontes de energia fósseis por fontes renováveis e limpas, representa um dos maiores desafios e oportunidades do século XXI. No Brasil, esse processo ganha ainda mais relevância, considerando que, segundo o último Balanço Energético Nacional [1], as fontes renováveis já representam 49,1% da matriz energética brasileira e com tendência de crescimento.

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a escassez de recursos naturais estimulam a busca por soluções energéticas mais sustentáveis [2]. No Brasil, esse processo é impulsionado por diversas políticas públicas e iniciativas, incluindo a cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que visa incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias no setor energético [3].

Neste contexto, a ANP implementou a cláusula de PD&I, que obriga as empresas do setor a investir uma parcela de sua receita em atividades de pesquisa e desenvolvimento [4]. O objetivo deste estudo é analisar o papel dessa cláusula na promoção da transição energética no Brasil, investigando como os projetos financiados pela ANP contribuem para o desenvolvimento de novas tecnologias

e soluções mais sustentáveis para o setor energético.

A escolha deste tema justifica-se pela relevância da transição energética para o futuro do país e pela importância da cláusula de PD&I como instrumento compulsório de política pública para estimular a inovação e o desenvolvimento tecnológico no setor de petróleo e gás. Ao analisar os projetos financiados pela ANP, busca-se identificar as principais áreas de investimento, os desafios enfrentados e as oportunidades para acelerar a transição energética no Brasil.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na próxima seção, apresentaremos uma revisão da literatura sobre transição energética, cláusula de PD&I e projetos de pesquisa e desenvolvimento no setor energético. Em seguida, detalharemos a metodologia utilizada para a coleta e análise dos dados. Na sequência, apresentaremos os resultados da pesquisa, discutindo os principais achados. Por fim, serão apresentadas as conclusões do estudo, destacando as contribuições da pesquisa e as recomendações para futuras pesquisas.

2. Revisão de literatura: a cláusula de PD&I da ANP e a transição energética no Brasil

A revisão da literatura revela um crescente interesse na relação entre a cláusula de PD&I da ANP e a transição energética no Brasil. Estudos anteriores abordam a importância da inovação para o setor de petróleo e gás, a evolução da cláusula de PD&I e seu papel na promoção de novas tecnologias.

2.1 Transição energética

A transição energética é um tema central nas discussões sobre o futuro da energia. Autores como Yergin [5] e Smil [6] destacam a necessidade urgente de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e a dependência de combustíveis fósseis. A transição para um modelo energético mais sustentável envolve a diversificação da matriz energética, com maior participação de fontes renováveis, e o desenvolvimento de tecnologias limpas [7].

Nesse contexto trata-se de um processo complexo e multifacetado, envolvendo mais do que apenas a substituição de fontes de energia fóssil por renováveis. Rodrigues e Santos [8] argumentam que esse processo exige uma reestruturação profunda das políticas públicas e do mercado energético, abordando desafios relacionados à segurança energética, investimentos em inovação e inclusão social e regional.

Silva e Souza [9] complementam essa análise, destacando que a transição energética também depende do desenvolvimento de novas tecnologias estratégicas, como a proteção verde e a Captura e Armazenamento de Carbono (CCS). Essas inovações são essenciais para mitigar emissões de gases de efeito estufa, particularmente em setores de difícil descarbonização, como a indústria pesada e o transporte. Os autores observam que o Brasil, com sua vasta disponibilidade de recursos naturais, tem potencial para se destacar como líder global em uma economia de baixo carbono, a partir de que aproveite essas tecnologias emergentes e desenvolva políticas integradas que promovam a sustentabilidade e o crescimento econômico simultaneamente.

Por fim Mazzucato [10] defende que uma intervenção pública estratégica desempenha um papel central e destaca que muitos avanços tecnológicos, especialmente na área de energias renováveis, só são possíveis com uma atuação estatal ativa e direcionada. A cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANP é um exemplo relevante dessa abordagem, ao promover a inovação tanto no setor de petróleo e gás quanto em áreas como CCS e o hidrogênio verde. Esse mecanismo não apenas estimula novas soluções tecnológicas, mas também cria um ambiente de colaboração entre empresas, governo e centros de pesquisa, essencial para acelerar a transição energética.

2.2 Cláusula de PD&I da ANP

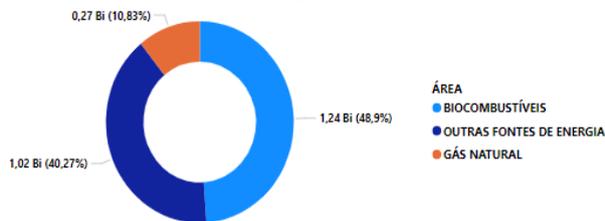
A cláusula de PD&I da ANP, instituída em 1998, exige que as empresas do setor de petróleo e gás invistam 1% da receita bruta anual em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação [11]. Essa cláusula tem como objetivo promover a adoção de novas tecnologias e melhorar a sustentabilidade do setor [12], e representa um marco importante para o desenvolvimento tecnológico do setor de petróleo e gás no Brasil. Desta forma a obrigação de investir em pesquisa e desenvolvimento tem estimulado a criação de novos produtos e processos, além de fortalecer a interação entre empresas, universidades e centros de pesquisa [13].

2.3 Projetos de PD&I e transição energética

Embora a pesquisa sobre os projetos de PD&I financiados pela ANP ainda seja incipiente, estudos preliminares indicam um crescente alinhamento com os objetivos da transição energética. Essa tendência foi impulsionada por diretrizes do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que, em 2021, por meio da Resolução nº 2/2021, orientou a ANP a priorizar investimentos em PD&I nessa área. A consolidação dessa orientação na Resolução nº 918/2023 da ANP proporcionou maior segurança jurídica para as empresas, estimulando o investimento em projetos inovadores, como aqueles

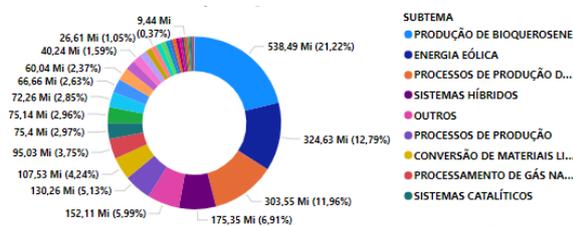
relacionados à eficiência energética, captura de carbono e biocombustíveis [14]. Esta priorização é observada nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Investimentos por área de Transição Energética



Fonte: Criação do autor dados ANP [14]

Figura 2 - Investimentos por subtema de Transição Energética



Fonte: Criação do autor dados ANP [14]

2.4 Lacunas de conhecimento

Apesar dos avanços, ainda existem lacunas de conhecimento a serem exploradas. É necessário aprofundar a análise dos impactos dos projetos financiados pela cláusula de PD&I na transição energética, avaliando sua contribuição para a redução de emissões, o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de empregos. Além disso, é importante investigar a relação entre a cláusula de PD&I e outras políticas públicas voltadas para a transição energética.

2.5 Objetivos específicos da revisão

A partir desta revisão da literatura, os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Analisar a evolução dos investimentos em PD&I no setor de petróleo e gás no Brasil, com foco nos projetos financiados pela ANP.
- Identificar as principais áreas de pesquisa e desenvolvimento financiadas pela

cláusula de PD&I e sua relação com a transição energética.

- Avaliar o impacto dos projetos financiados na redução de emissões de gases de efeito estufa e na promoção de tecnologias limpas.
- Discutir as implicações dos resultados para a formulação de políticas públicas voltadas para a transição energética.

3. Metodologia

A presente pesquisa é classificada como exploratória quanto a sua natureza, considerando que o tema escolhido é pouco explorado na literatura, com isso, a necessidade de aprofundar o conhecimento na área. Dessa forma, para o desenvolvimento desta pesquisa foi inicialmente realizada uma revisão de literatura que teve como objetivo, analisar a evolução dos investimentos em PD&I no setor de petróleo e gás brasileiro, com foco em projetos relacionados à transição energética.

Em um segundo estágio da pesquisa em 26 de setembro de 2024 através dos dados abertos disponibilizados pela ANP [15] foram obtidas as seguintes planilhas: (1) Obrigação de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PDI) por empresa petrolífera – até 2023 (atualizada em 05/07/2023); (2) Unidades de Pesquisa Credenciadas (PD&I) (atualizado em 17/05/2023); (3) RT 3 – 2015 – projetos iniciados até 31/07/2024 (atualizada em 09/08/2024) e; (4) RT 5 -2005, cujo objetivo é extrair uma base de dados dos projetos iniciados por área, tema e subtema, que são executados através da cláusula compulsória de PD&I sobre Transição energética, temáticas e as tecnologias mais relevantes para o setor.

3.1 Os procedimentos adotados

Inicialmente com relação à planilha (1) os dados foram coletados diretamente do portal da ANP em 26 de setembro de 2024, realizados filtros para identificação das empresas que mais contribuíram por ano, por

campo de produção e o somatório acumulado de todos os anos no período de 1998 a 2024.

Referente à planilha (2), foram realizados filtros objetivando a identificação dos principais centros de pesquisa e desenvolvimento no setor que mais contribuíram nos projetos de transição Energética.

Com relação à planilha (3) obteve-se um total de 4.230 projetos para tratamento dos dados. A adoção da metodologia foi a leitura do título e do objetivo de cada um dos projetos, bem como filtros por (área, tema e subtema), cujo objetivo era identificar se o projeto tinha ou não ligação com a transição energética. Obtendo como resultado 389 projetos ligados a diversas áreas da Transição energética, conforme Apêndice A.

Os projetos de PD&I foram analisados qualitativamente para identificar as principais temáticas e tecnologias abordadas. Após essa análise os dados obtidos foram cruzados e comparados no *software Power BI* para elaboração dos *dashboard*, objetivando gerar uma melhor compreensão visual dos fenômenos estudados.

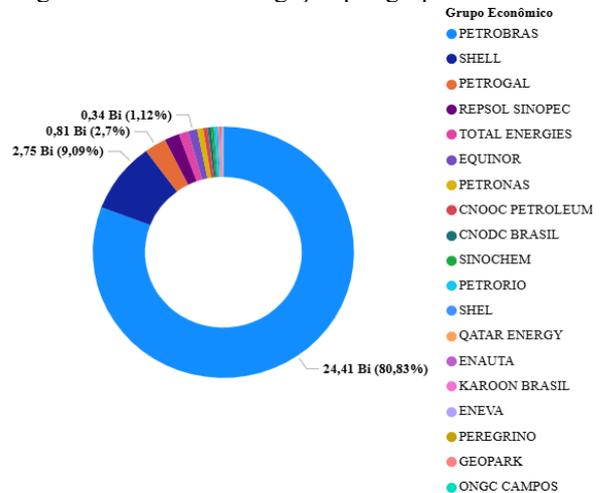
4. Resultados

Desde a implementação da cláusula de P&DI em 1998 até o segundo trimestre de 2024, observou-se uma crescente tendência nos investimentos em PD&I no setor de petróleo e gás brasileiro no período analisado. Foi acumulado um valor total de obrigação de investimento de aproximadamente R\$ 32 bilhões. Esse resultado demonstra que o grupo econômico Petrobras foi responsável por quase R\$ 25 bilhões e as outras grupos de empresas petrolíferas por aproximadamente R\$7 bilhões. Figura 3.

Uma forma de observar o valor acumulado da cláusula ao longo de seus 25 anos conforme, Apêndice B, cujo resultado, mostra o volume dos recursos provenientes da cláusula de P&DI ao longo dos anos até o segundo trimestre de 2024. É importante salientar que no ano de 2022, a Agência

Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) atingiu a marca de R\$ 4,4 bilhões em recursos para projetos, principalmente devido ao aumento da produção no pré-sal.

Figura 3 – Valor da obrigação por grupo econômico



Fonte: Elaborado pelo autor com dados ANP [15]

4.1 Quanto às características dos projetos

No período de 2017 a 2024, foram financiados 389 projetos de PD&I no campo das energias renováveis e alternativas no Brasil. O valor total investido nesses projetos ultrapassa R\$ 2,5 bilhões, que representa 8,58% de todos os projetos financiados pela cláusula com uma distribuição significativa entre diferentes áreas temáticas. As principais fontes de financiamento foram empresas como Petrobras que ocupa o primeiro lugar (1,21Mil-47,49%), em seguida a Shell (609,75-24,03%), Petrogal (253,65-10%) e as outras grandes companhias do setor de petróleo e energia. O maior número de projetos financiados está relacionado às áreas de energia solar fotovoltaica, hidrogênio e sistemas híbridos. Os valores investidos variam desde R\$ 1 milhão, em projetos menores, até mais de R\$ 42 milhões em iniciativas de maior escala, como o desenvolvimento de tecnologias de produção de hidrogênio conforme, Apêndice C.

Instituições acadêmicas de destaque como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade de São

Paulo (USP), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e Universidade Federal da Bahia (UFPA), foram as principais beneficiadas, conduzindo a maior parte dos projetos de PD&I, em parceria com empresas do setor energético. A UFRJ, por exemplo, lidera com um projeto de energia solar fotovoltaica no valor de R\$ 12.471.692,07, enquanto a Shell investiu mais de R\$ 42 milhões em projetos relacionados ao desenvolvimento de tecnologias de hidrogênio.

4.2 Análise temática

A análise das áreas temáticas revela uma predominância de investimentos em energias renováveis e tecnologias emergentes, com destaque para a energia solar fotovoltaica, que atraiu um grande volume de recursos. A segunda área de maior interesse foi o hidrogênio, tanto em termos de produção quanto de armazenamento, refletindo a aposta em sua viabilidade como fonte energética limpa no futuro. Além disso, sistemas híbridos que combinam diferentes fontes de energia também receberam atenção significativa, particularmente em iniciativas que buscam melhorar a eficiência das redes elétricas, conforme, Apêndice D.

Por outro lado, áreas como exploração e produção de petróleo e tecnologias de refino também mantiveram sua relevância, com investimentos concentrados em novas tecnologias para otimizar processos industriais e reduzir emissões de carbono nas atividades de refino e produção. No entanto, o volume de investimentos nessas áreas temáticas foi menor em comparação com as tecnologias de energias renováveis.

4.3 Análise temporal

A evolução dos investimentos ao longo dos seis anos analisados apresenta um crescimento consistente em áreas de energia renovável, com um pico em 2020, quando foram financiados projetos de maior envergadura em energia solar e hidrogênio. O ano de 2020 destaca-se pelo aumento significativo de investimentos, principalmente pela execução de grandes projetos de energia

solar, como o da UFRJ, que recebeu mais de R\$ 12 milhões. No entanto, em 2021 e 2022, observou-se uma diversificação nos tipos de energia financiados, com o surgimento de iniciativas de hidrogênio e sistemas híbridos.

Os dados também mostram que, a partir de 2021, houve uma expansão nos investimentos em tecnologias para armazenamento de energia e redes inteligentes, refletindo uma preocupação crescente com a segurança energética e a eficiência no uso de recursos. A expectativa é de que os investimentos nessas áreas continuem crescendo nos próximos anos, acompanhando as tendências globais de transição energética.

4.4 Análise geográfica

A distribuição geográfica dos projetos revela uma concentração de investimentos nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil, que foram as mais beneficiadas por iniciativas de PD&I. O Sudeste, liderado pelos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, abrigou a maior parte dos projetos de alta envergadura, particularmente aqueles desenvolvidos por universidades de prestígio, como a UFRJ e a UNICAMP. O Nordeste, por sua vez, destacou-se em projetos de energia solar, aproveitando seu potencial natural para o desenvolvimento dessa tecnologia.

Além disso, algumas regiões do Norte e Centro-Oeste também receberam investimentos em áreas como biocombustíveis e tecnologias voltadas para o uso sustentável de recursos naturais. No entanto, essas regiões ainda apresentam uma menor concentração de projetos em comparação ao Sudeste e Nordeste, o que reflete a centralização de recursos em centros urbanos mais desenvolvidos e com maior infraestrutura acadêmica e industrial. Aqui podemos destacar alguns projetos com uso da cláusula compulsória de PD&I:

Amazonia Azul - Sob a direção do Centro de Pesquisa da Marinha do Brasil, os recursos apoiam iniciativas que envolvem pesquisa e monitoramento da biodiversidade e

dos recursos marinhos na região da Amazônia Azul, área marítima brasileira.

Acelerador de Partículas (SIRIUS) - O projeto é um acelerador de partículas de última geração, desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), que permite a análise de materiais em nível atômico e molecular, impulsionando a pesquisa científica e tecnológica em diversas áreas.

Separador de CO₂ no fundo do oceano (HISEP) - Desenvolvida pela Petrobras, a tecnologia de separação em alta pressão (HISEP) é uma solução que permite que o gás que sai do reservatório seja separado e reinjetado a partir de um sistema localizado no leito marítimo. Com essa tecnologia, a produção do campo é ampliada, além de permitir uma menor emissão de gases de efeito estufa para cada barril de óleo produzido e menores custos de produção.

Supercomputadores (CS21) - Os supercomputadores de alta performance têm permitido a realização de simulações computacionais avançadas, contribuindo para o desenvolvimento de modelos mais precisos na área de O&G e em outras áreas de pesquisa. Destacamos o supercomputador do Centro de Supercomputação para Inovação Industrial do Senai Cimatec (CS21), em Salvador - Bahia.

5. Discussão

Os dados analisados indicam que a cláusula de PD&I desempenha papel central na promoção da transição energética no Brasil. A predominância de projetos financiados em áreas como energia solar fotovoltaica, hidrogênio e sistemas híbridos demonstra um foco crescente no desenvolvimento de tecnologias limpas e sustentáveis. Esses investimentos são fundamentais para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a diversificação da matriz energética nacional, que, historicamente, é altamente dependente de combustíveis fósseis, como o petróleo.

Ao financiar projetos voltados para energias renováveis, a cláusula de PD&I contribui diretamente para o avanço das metas climáticas do Brasil e para o cumprimento de compromissos internacionais, como o Acordo de Paris. Projetos como o de energia solar na UFRJ e os desenvolvimentos em hidrogênio pela Shell ilustram o potencial transformador dessas iniciativas para a descarbonização do setor energético. Assim, a cláusula não apenas estimula a inovação tecnológica, mas também impulsiona a criação de uma infraestrutura energética mais sustentável e resiliente.

5.1 Desafios e oportunidades

Apesar dos avanços observados, a implementação da cláusula de PD&I enfrenta alguns desafios. Um dos principais obstáculos é a distribuição desigual dos recursos entre as regiões brasileiras, com forte concentração de projetos nas regiões Sudeste e Nordeste. Essa concentração limita o potencial de desenvolvimento de outras regiões, como o Norte e o Centro-Oeste, que possuem grande potencial para energias renováveis, como biomassa e energia eólica, mas ainda carecem de infraestrutura adequada para a execução de projetos de PD&I.

Outro desafio reside na burocracia e nos processos regulatórios, que por vezes dificultam a implementação ágil dos projetos. Há uma necessidade de maior clareza e simplificação das regulamentações para permitir que um maior número de empresas, inclusive pequenas e médias, tenha acesso aos benefícios da cláusula. Isso também abre espaço para o fortalecimento de parcerias público-privadas, o que pode aumentar o volume de investimentos em tecnologias estratégicas, como a produção de hidrogênio verde e soluções de armazenamento de energia, áreas com potencial de liderança global para o Brasil.

Por outro lado, a cláusula de PD&I também apresenta oportunidades significativas para o futuro da transição energética no Brasil. O foco crescente em tecnologias de armazenamento de energia e

redes inteligentes oferece um caminho promissor para enfrentar os desafios relacionados à intermitência das fontes renováveis, como a solar e a eólica. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias para produção e armazenamento de hidrogênio posiciona o Brasil como um potencial líder global nesse campo emergente, criando novas oportunidades de exportação e cooperação internacional.

Em comparação, o Brasil ainda tem um potencial considerável a ser explorado no que tange à diversificação de fontes energéticas e à integração de novas tecnologias. Enquanto a cláusula de PD&I tem sido eficaz em direcionar recursos para áreas estratégicas, como a energia solar, o Brasil pode ampliar seu escopo de inovação, aprendendo com os exemplos internacionais. A diversificação de incentivos e a ampliação de parcerias público-privadas também podem acelerar esse processo.

5.2 Implicações para políticas públicas

Os resultados da pesquisa oferecem importantes sugestões para a formulação de políticas públicas voltadas para a transição energética. Em primeiro lugar, é evidente a necessidade de um planejamento mais equilibrado em termos de distribuição geográfica dos recursos. Políticas que incentivem o desenvolvimento de projetos de PD&I em regiões menos beneficiadas, como o Norte e Centro-Oeste, podem ajudar a descentralizar o desenvolvimento tecnológico e criar novas oportunidades econômicas nessas áreas.

Da mesma forma, as políticas de incentivo fiscal e de financiamento direto às empresas que investem em tecnologias de energias limpas devem ser aprimoradas para aumentar o volume de investimentos privados. Uma regulamentação mais clara e simplificada para a aplicação da cláusula de PD&I pode atrair um maior número de empresas, inclusive de setores fora da indústria de petróleo, para participar desse movimento de inovação.

Igualmente, é essencial alinhar as políticas públicas com os objetivos de descarbonização e as metas de neutralidade de carbono assumidas internacionalmente. O desenvolvimento de políticas que incentivem as empresas a investir em tecnologias de captura de carbono, hidrogênio verde e redes inteligentes pode acelerar a transição energética e posicionar o Brasil como um protagonista na inovação energética global. O fortalecimento de programas de incentivo à inovação, aliados a uma maior flexibilização e transparência regulatória, também seria um fator decisivo para aumentar a competitividade do Brasil nesse cenário em transformação.

Finalmente, é fundamental que as políticas públicas para a transição energética no Brasil estejam alinhadas com os objetivos de longo prazo, especialmente no que diz respeito à neutralidade de carbono e à segurança energética. A integração de energias renováveis ao sistema elétrico nacional, o desenvolvimento de redes inteligentes e a expansão de tecnologias de armazenamento de energia devem ser prioridades para garantir uma transição energética justa e sustentável, que beneficie todas as regiões do país e reduza as desigualdades socioeconômicas.

6. Considerações finais

Este estudo analisou o papel fundamental da cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da ANP na promoção da transição energética no Brasil, com foco nos projetos financiados que buscam o desenvolvimento de tecnologias limpas e sustentáveis. Os principais resultados indicam que os investimentos têm impulsionado o avanço de áreas estratégicas, como energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de captura de carbono, contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa e para o cumprimento das metas climáticas estabelecidas pelo país.

A pesquisa destaca que, embora os projetos financiados tenham contribuído de

forma significativa para a diversificação da matriz energética brasileira, ainda há desafios a serem enfrentados, especialmente em termos de descentralização dos investimentos e redução de barreiras burocráticas. A oportunidade de otimizar a aplicação da cláusula de PD&I está diretamente ligada à expansão geográfica dos projetos e ao incentivo à participação de pequenas e médias empresas, além de reforçar parcerias público-privadas.

Em comparação com outros países, o Brasil apresenta grande potencial devido à sua matriz energética predominantemente renovável e à abundância de recursos naturais. No entanto, a ampliação do foco em áreas emergentes, como o hidrogênio verde e a captura de carbono, pode posicionar o Brasil como líder global na transição energética.

No campo acadêmico este estudo oferece contribuições significativas para o avanço do conhecimento científico por meio de evidências empíricas sobre os efeitos da cláusula de PD&I, enriquecendo o debate sobre a eficácia de incentivos regulatórios, destacando a importância de integrar diferentes abordagens teóricas, como políticas públicas, economia da inovação e sustentabilidade ao aprofundar a compreensão sobre como as políticas regulatórias podem promover a inovação em setores estratégicos, como o energético.

7. Limitações

As limitações da pesquisa incluem a concentração em períodos e áreas específicas, sugerindo que futuras pesquisas podem ampliar tanto a análise temporal quanto a geográfica, além de investigar mais profundamente o impacto de tecnologias emergentes.

Apesar das contribuições, esta pesquisa apresenta algumas limitações. Primeiramente, a análise geográfica foi limitada pela disponibilidade de dados específicos sobre a distribuição dos investimentos nas regiões

menos desenvolvidas do Brasil, como o Norte e o Centro-Oeste.

Além disso, a pesquisa focou principalmente em dados quantitativos, o que evidencia a necessidade de outros tipos de análises mais aprofundadas sobre os impactos sociais e econômicos dos projetos financiados pela cláusula de PD&I. Futuras pesquisas podem explorar esses aspectos, além de ampliar o foco para incluir a participação de pequenas e médias empresas no desenvolvimento de tecnologias limpas.

Outro fator importante a considerar são as limitações impostas pela escassez de literatura relacionada ao tema da cláusula de PD&I da ANP e à transição energética no Brasil. Essa carência de estudos pode limitar a capacidade dos pesquisadores de embasar suas análises em teorias e dados consolidados, dificultando a contextualização das descobertas em um panorama mais amplo.

Portanto, é fundamental que futuras investigações busquem não apenas preencher essas lacunas, mas também colaborar na construção de um corpo teórico mais robusto sobre a relação entre a cláusula de PD&I da ANP e a transição energética.

8. Recomendações

Com base nos resultados obtidos é recomendável que a aplicação da cláusula de PD&I seja mais equitativa em termos de distribuição geográfica, incentivando o desenvolvimento de projetos em regiões sub-representadas. Políticas de incentivo voltadas especificamente para essas áreas podem promover uma transição energética mais inclusiva e contribuir para o desenvolvimento econômico regional.

Além disso, sugere-se o fortalecimento das parcerias público-privadas para aumentar o volume de investimentos em inovação, com especial atenção para tecnologias de armazenamento de energia e hidrogênio verde. Uma maior clareza regulatória e a simplificação dos processos burocráticos também podem tornar o uso da cláusula mais

acessível a um número maior de empresas, ampliando a base de inovação.

Finalmente, o governo brasileiro deve alinhar suas políticas públicas com as metas globais de neutralidade de carbono, integrando as energias renováveis ao sistema elétrico e promovendo o desenvolvimento de redes inteligentes. Essas ações não apenas acelerarão a transição energética no país, mas também ajudarão o Brasil a cumprir seus compromissos internacionais e a se consolidar como um líder global em inovação tecnológica e sustentável.

9. Referências

- [1] EPE. Empresa de Pesquisa Energética. *Fontes renováveis atingem 49,1% na matriz energética brasileira*. 2023. <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/fontes-renovaveis-atingem-49-1-na-matriz-energetica-brasileira>. Acesso em: 01 set.2024.
- [2] ONU. Organização das Nações Unidas. *Relatório da ONU revela aumento alarmante nos efeitos da mudança climática*. ONU News, 21 abr. 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/04/1813222>. Acesso em: 08 set 2024.
- [3] SANTOS, M. A.; SILVA, J. P. *Processo das políticas públicas: revisão de literatura, reflexões teóricas e apontamentos para futuras pesquisas*. Cad. EBAPE.BR, v. 16, n. 3, p. 1-20, set. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cebape/a/fBp_mPq6Cyg795pzdMMLNmdQ/. Acesso em: 09 set. 2024.
- [4] ANP. Agência Nacional do Petróleo, gás natural e biocombustíveis. *Institucional*. ANP, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/aceso-a-informacao/institucional>. Acesso em: 09 set. 2024.
- [5] YERGIN, Daniel. *The New Map: Energy, Climate, and the Clash of Nations*, 2020.
- [6] SMIL, Václav. *Energy and Civilization: A History*. MIT Press, 2017.
- [7] IRENA. Agência Internacional para as Energias Renováveis. *Perspectiva da Transição Energética Mundial: Caminho para 1,5°C*. Abu Dhabi: IRENA, 2021. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/WETO-Summary-PT>. Acesso em: 02 out. 2024.
- [8] RODRIGUES, T., SANTOS, D. (2022). *Políticas Públicas e a Transição Energética no Brasil*.
- [9] SILVA, R., SOUZA, V. (2022). *Hidrogênio Verde e Captura de Carbono: Novas Fronteiras da Inovação Energética*.
- [10] MAZZUCATO, M. (2013). *O Estado Empreendedor: Desmistificando Mitos do Setor Público vs. Privado*.
- [11] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. *Lula ao sancionar o Combustível do Futuro: "Brasil vai fazer a maior revolução energética do planeta"*. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/lula-ao-sancionar-o-combustivel-do-futuro-201cbrasil-vai-fazer-a-maior-revolucao-energetica-do-planeta201d>. Acesso em: 20 set. 2024
- [12] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *O Brasil é exemplo mundial em transição energética*. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/o-brasil-e-exemplo-mundial-em-transicao-energetica>. Acesso em: 06 set. 2024
- [13] UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. *Relatório de Ciências da UNESCO: a corrida contra o tempo por um desenvolvimento mais inteligente*. Paris: UNESCO Publishing, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/4822>

[3/pf0000377250_por](https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/resolucao-do-cnpe-prioriza-investimentos-de-pd-i-em-3/pf0000377250_por). Acesso em: 04 out. 2024.

[biocombustiveis-e-transformacao-digital](https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/dados-abertos-pesquisa-edesenvolvimento-e-inovacao-pd-i). Acesso em: 06 out. 2024.

[14] ANP. Agência Nacional do Petróleo, gás natural e biocombustíveis. *Resolução do CNPE prioriza investimentos de PD&I em biocombustíveis e transformação digital*. ANP, 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/resolucao-do-cnpe-prioriza-investimentos-de-pd-i-em-](https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/resolucao-do-cnpe-prioriza-investimentos-de-pd-i-em-3/pf0000377250_por)

[15] ANP. Agência Nacional do Petróleo, gás natural e biocombustíveis. *Dados abertos – pesquisa e desenvolvimento e inovação (PD&I)*. ANP, Rio de Janeiro, 18 ago. 2023 Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/dados-abertos-pesquisa-edesenvolvimento-e-inovacao-pd-i>. Acesso em: 18 ago. 2023.

10. Apêndices

APÊNDICE A

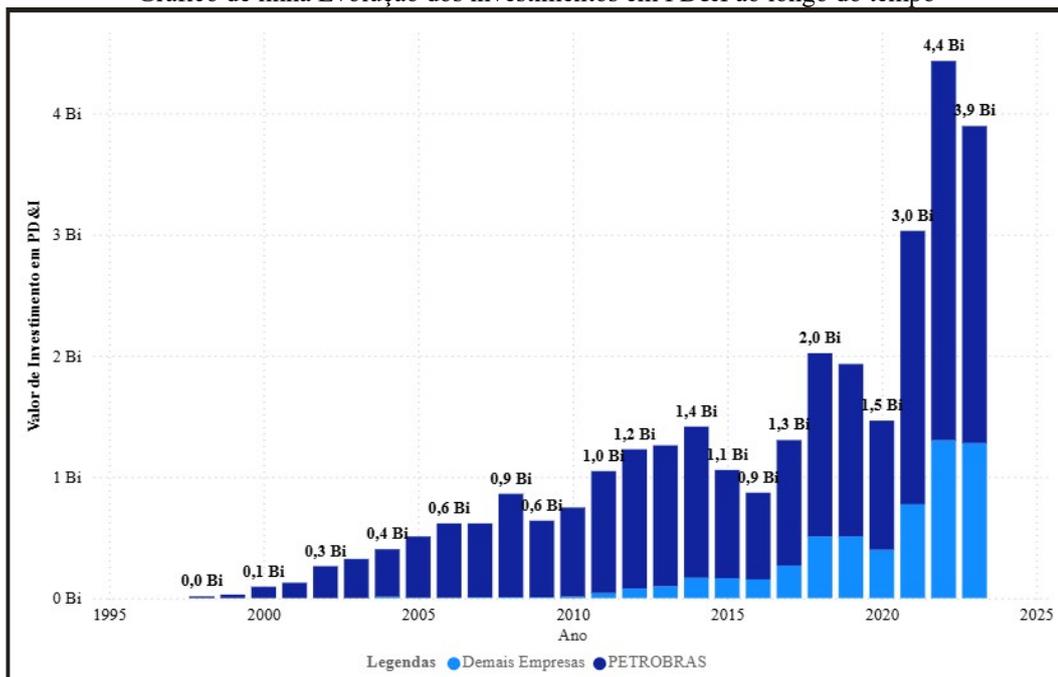
Total projetos Transição Energética por Valor compulsório

TEMA	QTD SUBTEMAS	VALOR PROJETOS
OUTRAS FONTES ALTERNATIVAS	84	\$ 522,33 Milhão
PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO	66	\$ 160,51 Milhão
BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS (2ª, 3ª, 4ª GERAÇÃO)	52	\$ 304,19 Milhão
HIDROGÊNIO	33	\$ 395,58 Milhão
BIODIESEL	28	\$ 119,35 Milhão
ENERGIA A PARTIR DE OUTRAS FONTES DE BIOMASSA	24	\$ 131,35 Milhão
ENERGIA SOLAR	24	\$ 103,96 Milhão
UTILIZAÇÃO	22	\$ 82,12 Milhão
BIOQUEROSENE DE AVIAÇÃO	19	\$ 538,49 Milhão
MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO	19	\$ 32,11 Milhão
BIOETANOL	18	\$ 147,53 Milhão
Total	389	\$ 2537,52 Milhão

Fonte: Elaborado pelo autor com dados ANP (2023) [15]

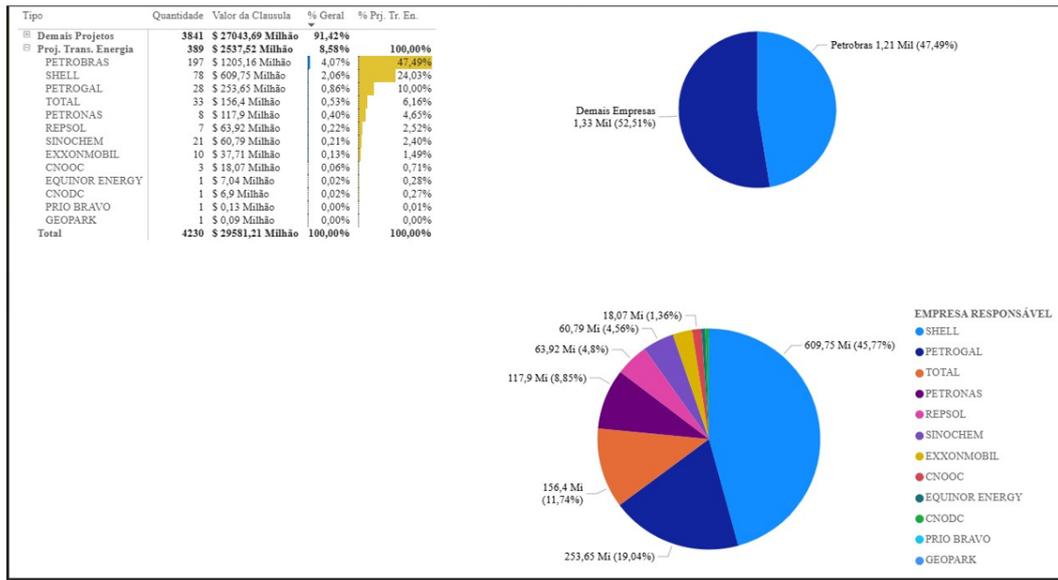
APÊNDICE B

Gráfico de linha Evolução dos investimentos em PD&I ao longo do tempo



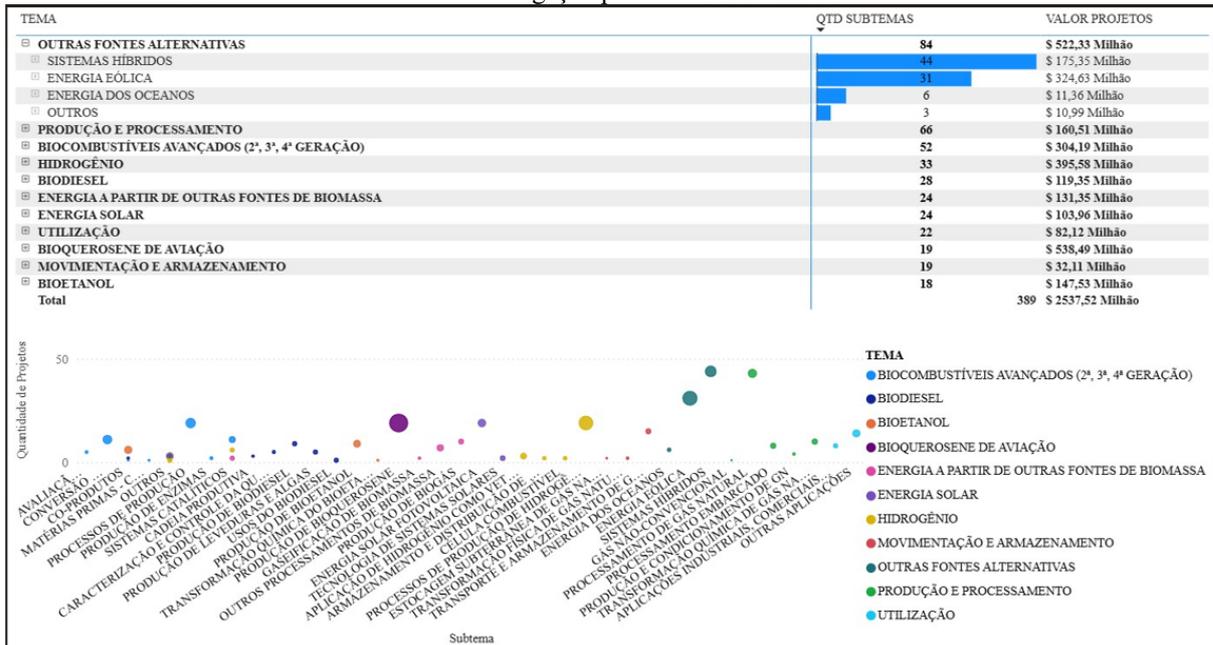
Fonte: Elaborado pelo autor com dados ANP (2023) [15]

APÊNDICE C Consolidado por empresa Projetos Transição Energética



Fonte: Elaborado pelo autor com dados ANP (2023) [15]

APÊNDICE D Valor da obrigação por Tema e subtemas



Fonte: Elaborado pelo autor com dados ANP (2023) [15]



Fatores que influenciam na escolha da metodologia de gestão de projetos

Factors that influence the choice of project management methodology

BASTOS, Roberta¹; NAJJAR, Mohammad²; HADDAD, Assed³;
roberta.a.bastos@gmail.com¹; mnajjar@poli.ufrj.br²; assed@poli.ufrj.br³

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense

², ³ Programa de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Ágil;

Engenharia;

Fatores;

Híbrido;

Metodologia Gestão de

Projetos;

Waterfall

Keywords:

Agile;

Engineering;

Factors;

Hybrid;

Project Management

Methodology;

Waterfall

Resumo:

A escolha da metodologia de gestão de projetos é essencial para o sucesso organizacional, sendo influenciada por fatores como escopo, cultura organizacional, equipe, partes interessadas, custo, tempo e riscos. Na transição energética, essa escolha se torna ainda mais crítica, devido aos desafios das tecnologias emergentes e incertezas regulatórias. A metodologia selecionada deve possibilitar uma gestão eficiente de recursos e prazos e oferecer a flexibilidade necessária para se adaptar a mudanças rápidas no contexto energético. Este artigo visa identificar e analisar os principais fatores que determinam a escolha entre metodologias ágeis, tradicionais ou híbridas. A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão bibliográfica, avaliando 26 artigos publicados entre 2019 e 2024, utilizando bases de dados reconhecidas como Emerald, Science Direct, Google Scholar e Periódicos Capes, proporcionando uma visão abrangente do tema. Os resultados indicam que o escopo do projeto e a cultura organizacional são os fatores mais citados. Além disso, o estudo ressalta a crescente adoção de metodologias híbridas, sugerindo que flexibilidade e customização são tendências na gestão de projetos. Contudo, a pesquisa se limita a uma abordagem teórica, sem dados empíricos ou aplicação prática, evidenciando a necessidade de investigações futuras que explorem as metodologias em diversos setores e contextos.

Abstract

The choice of project management methodology is essential for organizational success, influenced by factors such as scope, organizational culture, team, stakeholders, cost, time, and risks. In the energy transition, this choice becomes even more critical due to the challenges of emerging technologies and regulatory uncertainties. The selected methodology must enable efficient management of resources and timelines while providing the necessary flexibility to adapt to rapid changes in the energy context. This article aims to identify and analyze the main factors that determine the choice between agile, traditional, or hybrid methodologies. The research was conducted through a literature review, evaluating 26 articles published between 2019 and 2024, using recognized databases such as Emerald, Science Direct, Google Scholar, and Periódicos Capes, providing a comprehensive view of the topic. The results indicate that the project scope and organizational culture are the

most cited factors. Furthermore, the study highlights the growing adoption of hybrid methodologies, suggesting that flexibility and customization are trends in project management. However, the research is limited to a theoretical approach, lacking empirical data or practical application, highlighting the need for future investigations that explore methodologies across various sectors and contexts.

1. Introdução

Os projetos de transição energética têm alta relevância no contexto atual, especialmente devido à urgência em combater as mudanças climáticas e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Com o crescimento populacional e o aumento da demanda por energia, é vital promover a adoção de fontes renováveis, como solar e eólica, que oferecem soluções sustentáveis [1]. Assim, o desenvolvimento de iniciativas de transição energética é estratégico para um futuro mais sustentável e equitativo, alinhada com os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU [2]. A transição energética enfrenta desafios, incluindo a necessidade de integrar tecnologias inovadoras, lidar com incertezas regulatórias e promover mudanças na sociedade com novas soluções sustentáveis. Neste contexto, a gestão de projetos é fundamental, pois oferece as estruturas e processos necessários para planejar e implementar iniciativas voltadas à sustentabilidade e eficiência energética. À medida que a integração de fontes renováveis se torna uma prioridade, uma gestão eficaz possibilita que essas transições sejam realizadas dentro de prazos e orçamentos estabelecidos [3], contribuindo para uma colaboração entre as diversas partes interessadas, essencial para o sucesso de projetos complexos [4]. A gestão destes projetos também permite a identificação e mitigação de riscos, aspectos críticos em um cenário repleto de incertezas tecnológicas e econômicas [5].

A escolha da metodologia de gestão de projetos mais adequada é um desafio, pois o sucesso e a eficácia dos resultados são impactados diretamente por esta decisão.

Diversos fatores influenciam nesta escolha, como a complexidade do projeto, o ambiente organizacional, as características e experiência da equipe, assim como as expectativas dos stakeholders. Segundo Kerzner [6], a adoção de uma metodologia adequada não apenas otimiza os processos, mas também fomenta a colaboração e reduz os riscos, resultando em uma execução mais eficaz. A natureza do projeto, seja ele inovador, rotineiro ou de alta incerteza, desempenha um papel fundamental na definição da abordagem a ser adotada [7].

Os métodos ágeis, como Scrum e Kanban, são particularmente mais indicados para projetos que requerem adaptação rápida a ambientes dinâmicos e altos níveis de incerteza, permitindo respostas imediatas a novas demandas e desafios do setor energético [6]. A colaboração constante entre equipes e clientes é uma forte característica dessa abordagem, permitindo ajustes contínuos às entregas com base no feedback recebido [8]. Kettunen e Laanti [9] ressaltam que a cultura organizacional e a maturidade em práticas ágeis são fatores determinantes na adoção de metodologias ágeis. Estudos mostram que a flexibilidade promovida pode levar a um aumento significativo na satisfação do cliente e nos resultados do projeto [10].

As metodologias tradicionais, como o modelo *Waterfall*, são frequentemente escolhidas para projetos com requisitos bem definidos e onde a previsibilidade é essencial. Esses métodos são mais adequados em setores regulamentados ou em projetos de engenharia, onde a conformidade e o controle são primordiais [7]. A estrutura rígida das metodologias tradicionais permite uma gestão

detalhada de riscos e cronogramas, sendo ideal quando os fatores de incerteza são mínimos [11]. A escolha de metodologias tradicionais é muitas vezes influenciada pela necessidade de garantir a qualidade e a integridade dos resultados, especialmente em projetos que envolvem grande investimento financeiro [12]. As abordagens tradicionais podem ser benéficas em projetos onde os requisitos são claros desde o início, mas podem se tornar um obstáculo em um ambiente tão dinâmico quanto o da transição energética [6].

Por fim, as metodologias híbridas combinam elementos de abordagens ágeis e tradicionais, oferecendo uma solução flexível que pode ser adaptada a diferentes contextos. Essa escolha geralmente é influenciada pela complexidade do projeto e pela diversidade das expectativas dos stakeholders. A integração de práticas ágeis em um framework tradicional permite a mitigação de riscos enquanto mantém a estrutura necessária para projetos mais previsíveis [13]. Cohn [14] argumenta que a escolha por uma abordagem híbrida pode ser determinada pela necessidade de adaptação a mudanças sem comprometer a visão geral do projeto, permitindo uma customização mais eficiente das metodologias.

O uso de metodologias ágeis, tradicionais e híbridas na gestão de projetos relacionados à transição energética apresenta características distintas que podem influenciar a eficácia na implementação de soluções sustentáveis. Estudos demonstram que a escolha da metodologia deve ser orientada pela natureza específica do projeto e pelas necessidades do contexto, considerando fatores como complexidade, incerteza e a necessidade de inovação [8]. Portanto, a aplicação estratégica dessas metodologias pode potencializar a eficácia dos projetos de transição energética, promovendo um desenvolvimento mais sustentável e ágil.

O objetivo deste trabalho é identificar os principais fatores que influenciam na escolha da metodologia de gestão de projetos, apresentando como cada um contribui com suas características na tomada de decisão.

Este estudo busca identificar os fatores contemplando as três abordagens principais: a metodologia tradicional (*Waterfall*), a metodologia ágil e a abordagem híbrida.

O artigo apresenta um fluxograma sistemático da análise conduzida, que é baseada em uma revisão bibliográfica contemplando artigos relacionados ao tema. Para atingir isso, a revisão da literatura neste trabalho visa abordar as seguintes questões:

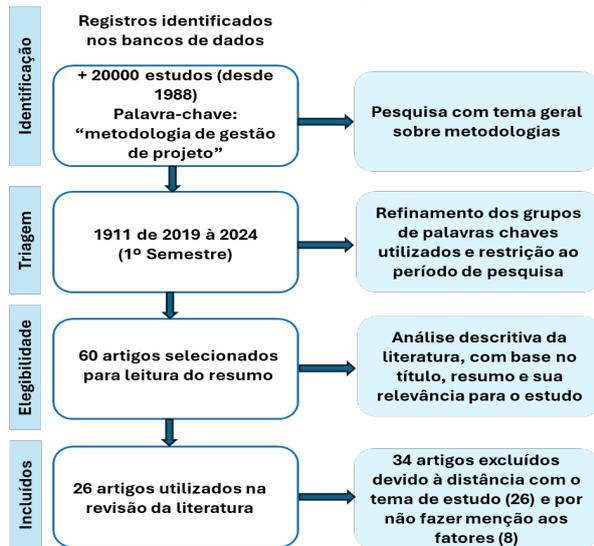
- a) Quais são os principais fatores que influenciam na escolha da metodologia de gestão de projetos mais adequada?
- b) Quais são as limitações de estudo e as principais proposições de estudos futuros sobre o tema?

Na próxima seção, detalharemos a metodologia utilizada na pesquisa, destacando as etapas realizadas. Em seguida, na seção 3, apresentaremos os resultados obtidos e uma discussão aprofundada sobre suas implicações e relevância no contexto atual.

2. Metodologia da pesquisa

Este trabalho consiste em uma análise bibliográfica abrangente que contempla tanto dimensões qualitativas quanto quantitativas. O objetivo central da pesquisa foi identificar os elementos que exercem influência na escolha de metodologias para o gerenciamento de projetos. Nesse sentido, procedeu-se a uma revisão minuciosa da literatura especializada na área de gerenciamento de projetos, com uma atenção especial voltada para os fatores determinantes, critérios de seleção e as metodologias mais adotadas atualmente, incluindo as abordagens ágeis, tradicionais e híbridas. As fontes consultadas para esta análise provêm de bases de dados renomadas, tais como Emerald, Science Direct, Google Scholar e Periódicos Capes, assegurando o acesso a um acervo extenso e confiável de publicações científicas. A Figura 1 ilustra o quadro metodológico usado para desenvolver este estudo. As principais etapas são resumidas na seguinte sequência:

Figura 1: Fluxo de coleta de dados utilizado na revisão da literatura



Fonte: O autor

As quatro fases distintas serão exploradas em detalhes a seguir, proporcionando uma compreensão abrangente de cada etapa.

2.1 Identificação

Efetou-se um mapeamento inicial utilizando o conjunto de palavras-chave "metodologia de gestão de projetos", adotando uma perspectiva ampla sobre a temática. Desde o ano de 1988, constatou-se a existência de cerca de 20.000 registros pertinentes ao assunto.

2.2. Triagem

Nesta fase, procedeu-se à expansão do conjunto de palavras-chave, alinhando-as estrategicamente aos objetivos da pesquisa para capturar uma gama mais específica de estudos. Adicionalmente, definiu-se um intervalo temporal focado nas publicações do período de 2019 até o primeiro semestre de 2024, garantindo assim uma perspectiva contemporânea e pertinente acerca das tendências e desenvolvimentos recentes no campo do gerenciamento de projetos. A coleta e organização dos dados foram meticulosamente realizadas, filtrando-se os artigos que apresentavam relevância temática no título, resumo ou palavras-chave, conforme as combinações estipuladas na Tabela 1. A busca resultou na identificação de 1911 artigos nas plataformas selecionadas,

constituindo uma base sólida para a análise subsequente.

2.3. Elegibilidade

Durante esta etapa, conduziu-se um exame descritivo detalhado da literatura, iniciando com uma inspeção rigorosa dos títulos e uma leitura criteriosa de resumos selecionados. Este processo visou discernir os estudos que exibiam maior relevância e profundidade em relação ao tema de interesse. Como resultado dessa avaliação criteriosa, 60 artigos foram identificados como particularmente significativos e, conseqüentemente, escolhidos para um exame mais meticuloso. Estes trabalhos foram submetidos a uma leitura detalhada, com o intuito de capturar as nuances e contribuições essenciais para o corpo de conhecimento do gerenciamento de projetos.

2.4. Inclusão

Na fase final, 34 artigos foram meticulosamente escolhidos para a revisão da literatura após uma análise detalhada, destacando-se por sua relevância e insights significativos no campo do gerenciamento de projetos. Dos 34 artigos, 8 foram excluídos nesta etapa por não contribuírem com informações sobre o tema. Compuseram o núcleo da pesquisa um total de 26 artigos, fornecendo uma base teórica robusta e atualizada para entender a influência de determinados fatores na seleção de metodologias de projeto.

Tabela 1. Resumo das buscas realizadas nas plataformas Emerald, Science Direct, Google Acadêmico e Periódicos Capes

Pesquisa	Palavras-chave	Filtros	Resultados
1	“Factors” and “Project management methodology” and “Engineering”	Período: 2019 – 2024 Tipo de publicação: Artigos	586
2	“Criteria” and “project management methodology” and “Engineering”		486
3	“Agile” and “project management methodology” and “Engineering”		423
4	“Waterfall” and “project management methodology” and “Engineering”		170
5	“Hybrid” and “project management methodology” and “Engineering”		246
Total			1911

Fonte: O autor

3. Resultados e discussão

Nesta seção, serão apresentados os resultados da análise dos artigos selecionados, acompanhados de uma discussão fundamentada nos temas abordados na bibliografia consultada.

3.1 Fatores que influenciam na escolha da metodologia de gestão de projetos

A seleção da metodologia para a gestão de um projeto é uma tarefa desafiadora, dada a diversidade de vantagens e desvantagens inerentes a cada abordagem. Por meio de uma análise dos diversos artigos, foi possível elencar os principais fatores que influenciam na definição e implementação das distintas metodologias de gerenciamento de projetos.

Esta pesquisa considerou os 26 artigos listados na Tabela A1 (Apêndice A), que foram objetos de análise para a identificação dos fatores listados na Tabela A2 (Anexo A). Esses fatores, frequentemente mencionados em uma variedade de artigos, representam os resultados principais da pesquisa sobre como certos elementos influenciam a seleção da metodologia de projetos mais apropriada.

3.1.1. Escopo do projeto

O escopo do projeto desempenha um papel fundamental na seleção da metodologia de gestão de projetos. Uma metodologia adequada é aquela que se alinha com a

natureza e os requisitos do escopo do projeto. Metodologias ágeis são preferíveis para projetos com escopos flexíveis e sujeitos a mudanças, pois permitem adaptação e entrega contínua de valor. Em contraste, metodologias tradicionais são mais apropriadas para projetos com escopos bem definidos e estáveis, onde o planejamento detalhado e o controle são cruciais. A escolha correta da metodologia baseada no escopo pode aumentar a eficiência, otimizar recursos e elevar as chances de sucesso do projeto.

As características intrínsecas e particularidades do projeto, incluindo a sua magnitude, complexidade, escopo e o tipo de mudança envolvida, podem exercer influência significativa na escolha da metodologia de gestão mais apropriada [15], [16], [17]. Diferentes projetos podem demandar estratégias variadas, necessitando de uma avaliação detalhada para determinar qual deles se beneficia de uma abordagem personalizada [18]. Um escopo bem definido e configurações estáveis podem sugerir a vantagem de adotar uma abordagem de gestão tradicional, ao passo que configurações que estão sujeitas a mudanças frequentes e adaptabilidade podem ser melhor gerenciadas por meio de práticas ágeis [19]. Projetos caracterizados por altos níveis de interdependência, grau de incerteza ou que são fortemente inovadores podem obter colaboração e promove uma rápida adaptação diante das mudanças [20], [21], [22].

Um exemplo disso são os projetos relativos à transição energética, marcada por inovações constantes e regulamentações em evolução, exige flexibilidade para adaptar o escopo conforme novas informações e necessidades do mercado. Metodologias ágeis, com sua abordagem iterativa, possibilitam ajustes contínuos no escopo do projeto, garantindo que as soluções desenvolvidas sejam pertinentes e eficazes. Essa capacidade de adaptação não só acelera a implementação de tecnologias limpas, mas também melhora a colaboração entre stakeholders, que podem influenciar as direções do projeto à medida que ele avança

A metodologia ágil é particularmente eficaz para projetos que demandam alterações regulares, pois facilita a incorporação de novos requisitos durante o desenvolvimento e possibilita uma adaptação ágil a circunstâncias inesperadas [23], [24]. A capacidade de fragmentar o resultado em entregáveis distintos é um aspecto crucial para a aplicabilidade dos métodos ágeis [25].

A metodologia ágil é adequada para projetos que exigem flexibilidade e rápida evolução, pois navega bem por problemas complexos e responde rapidamente a mudanças no ambiente de negócios. Essa abordagem é ideal para iniciativas que se beneficiam de ajustes contínuos e de um processo de desenvolvimento dinâmico [16], [26]. Projetos imersos em um ambiente de alta incerteza são candidatos ideais para a aplicação de métodos ágeis. Essa abordagem é projetada para viabilizar, através de iterações breves e ágeis, uma adaptação rápida e eficiente em resposta a avaliações contínuas e feedbacks construtivos [27].

Projetos que navegam em direção a objetivos onde as soluções não estão previamente delineadas podem extrair vantagens significativas das metodologias ágeis, como AgilePM® e SCRUM, amplamente reconhecidas no universo dos projetos de tecnologia da informação (TI). AgilePM® se destaca por proporcionar uma notável flexibilidade tanto no planejamento quanto na execução do projeto, facilitando a

descoberta progressiva dos requisitos do cliente. Por sua vez, o SCRUM adota uma abordagem iterativa que permite aprimorar e expandir as funcionalidades do produto em cada ciclo, enfatizando intensamente a colaboração e a comunicação efetiva dentro da equipe [28].

Projetos com poucas interdependências podem ser geridos com sucesso por meio de metodologias planejadas, que priorizam o planejamento detalhado e a programação sistemática [21]. Por outro lado, a gestão de projetos tradicional é eficaz em cenários onde previsibilidade e estabilidade são essenciais, sendo ideal para projetos com baixa incerteza. Essa abordagem valoriza processos sequenciais e bem definidos, permitindo planejamento detalhado e execução metódica. [24]. Projetos que não podem ser decompostos em componentes menores para entrega incremental podem não se alinhar bem com práticas ágeis. Além disso, projetos que enfrentam barreiras à implementação de mudanças frequentes ou que não suportam uma abordagem interativa e adaptativa, devido a limitações legais, técnicas ou custos proibitivos, também podem não ser ideais para a adoção de métodos ágeis [25]. Projetos de grande magnitude e complexidade, como infraestruturas de transporte e desmantelamento de instalações nucleares, exigem uma metodologia de gestão que orquestre a colaboração entre múltiplos stakeholders e integre diversas áreas de especialização [29].

A complexidade e o escopo de um projeto são fatores críticos na escolha da metodologia de gestão. Projetos de grande escala e alta complexidade podem se beneficiar de uma abordagem mais estruturada e formalizada, que proporciona um framework rigoroso para o gerenciamento [22]. Projetos menores e menos complexos podem se beneficiar de uma abordagem mais ágil, enquanto projetos maiores e mais complexos podem exigir uma abordagem de gerenciamento de projetos tradicional [23], [30], [31]. Projetos de construção, por

exemplo, são complexos e podem levar muito tempo para serem concluídos [32].

3.1.2. Cultura organizacional

A cultura organizacional exerce uma influência significativa na escolha da metodologia de gestão de projetos, pois reflete os valores, crenças, práticas e comportamentos predominantes dentro de uma empresa. Uma cultura que valoriza a inovação, a colaboração e a adaptabilidade podem ser mais receptivas a metodologias ágeis, que promovem a flexibilidade e a resposta rápida às mudanças. Por outro lado, Organizações com uma cultura que valoriza previsibilidade, ordem e estrutura podem preferir metodologias tradicionais, que oferecem planejamento detalhado e controle sistemático. A escolha de uma metodologia híbrida pode ser ideal em culturas que buscam um equilíbrio entre esses extremos, permitindo que a empresa aproveite os benefícios de ambas as abordagens.

A cultura organizacional é um fator crucial nas metodologias. Se a empresa já está habituada a uma metodologia específica, pode ser mais vantajoso aprimorá-la do que implementar uma nova [33].

A cultura organizacional pode influenciar a adoção de determinadas metodologias, favorecendo práticas e processos que estejam mais alinhados com os valores e objetivos da empresa [24]. A experiência e a especialização da equipe em distintas metodologias podem influenciar diretamente na eficácia da execução de projetos utilizando uma abordagem específica [33].

A cultura da organização, que engloba a valorização do aprendizado contínuo e do aprofundamento de conhecimentos, desempenha um papel significativo na seleção de metodologias. No setor de desenvolvimento de software, por exemplo, prevalece uma cultura de inovação e melhoria contínua, fundamentada em pesquisa, desenvolvimento, testes e produção, que se alinha com os avanços e descobertas da literatura científica contemporânea [30]. Organizações que enfatizam uma cultura de

"tolerância zero a falhas" tendem a favorecer abordagens como o Lean Six Sigma, que se concentra na redução de erros e na otimização de processos [31].

A receptividade a diferentes metodologias pode variar entre organizações e equipes; algumas podem inclinar-se para abordagens ágeis devido à sua flexibilidade e rapidez, enquanto outras podem optar por métodos mais tradicionais e estruturados, que oferecem um sentido de ordem e previsibilidade [20], [34].

Enquanto algumas organizações preferem métodos estruturados e controlados, como o PRINCE2, para garantir governança e previsibilidade, outras optam pela flexibilidade e adaptabilidade das metodologias ágeis, que permitem respostas rápidas às mudanças e fomentam a inovação contínua [16].

A valorização dos métodos tradicionais e a resistência à mudança destacam a importância de alinhar a escolha da metodologia com a cultura organizacional e a receptividade a novas abordagens. Essa resistência, junto com fatores culturais, enfatiza a necessidade de avaliar a prontidão da organização e da equipe para adotar práticas inovadoras na seleção de uma metodologia. [35].

A resistência à mudança e a preferência por métodos de trabalho estabelecidos podem representar barreiras significativas à adoção de novas metodologias dentro de uma organização [26].

A cultura do cliente é um fator determinante na seleção da metodologia de gestão de projetos. A transição para uma abordagem ágil pode enfrentar desafios se os colaboradores não estiverem familiarizados com as ferramentas e processos que facilitam essa metodologia [19].

Metodologias ágeis se alinham bem com organizações que operam em um ritmo acelerado e estão abertas à mudança, enquanto podem ser menos compatíveis com estruturas mais burocráticas e rígidas [36].

A cultura organizacional, junto com a visão e a missão da empresa, influencia consideravelmente o êxito dos projetos e a seleção da metodologia apropriada. A falta de suporte da liderança executiva para uma cultura desalinhada com os métodos adotados representa um desafio significativo dentro da organização [17].

3.1.3. Equipe

A competência do gerente de projetos e da equipe influencia diretamente a escolha da metodologia de gestão de projetos. A familiaridade e a experiência com determinadas práticas podem levar à preferência por metodologias que se alinhem às habilidades do time, seja para abordagens ágeis ou tradicionais, visando maximizar as forças da equipe e assegurar o sucesso do projeto [36], [37].

A qualificação e a obtenção de certificações pelos membros do projeto são cruciais na seleção da metodologia de gestão. Certificações específicas elevam o nível de expertise da organização e dos indivíduos, estabelecendo uma base sólida de conhecimentos e práticas. Essas credenciais atestam a proficiência em determinadas metodologias, direcionando a escolha para aquelas em que a equipe já possui compreensão e experiência. Além disso, a certificação pode ser um diferencial competitivo, assegurando que os processos de gestão sejam conduzidos com eficácia, seguindo padrões reconhecidos internacionalmente. Assim, a formação e a certificação influenciam significativamente a decisão sobre a metodologia a ser adotada, garantindo alinhamento com as competências da equipe [30].

A habilidade da equipe de projeto em se adaptar a mudanças e o nível de especialização dos membros são fatores decisivos na escolha da metodologia de gestão. Equipes ágeis e adaptáveis tendem a favorecer metodologias como o Agile, que suportam mudanças frequentes e colaboração contínua, enquanto equipes altamente especializadas podem optar por abordagens como o Lean Six Sigma, focadas na

otimização de processos e melhoria da qualidade. Assim, a seleção da metodologia deve estar alinhada com as capacidades e o conhecimento técnico da equipe para garantir a eficácia na condução do projeto [31].

A experiência prévia da equipe com uma metodologia de gestão de projetos específica é um fator determinante na escolha da abordagem mais adequada para um novo projeto. Equipes com histórico de sucesso em uma metodologia tendem a operar com maior eficiência devido à familiaridade com seus processos. Em contrapartida, equipes sem essa experiência podem enfrentar uma curva de aprendizado acentuada e necessitar de treinamento adicional. Nesses casos, pode ser vantajoso optar por uma metodologia mais simples ou alinhada com o nível de conhecimento atual da equipe, facilitando a adoção e maximizando a produtividade. Assim, a escolha da metodologia deve considerar a experiência coletiva da equipe para otimizar o desempenho do projeto desde o início [19], [20].

A composição da equipe, seja estável ou transitória, desempenha um papel crucial na escolha da metodologia de gestão de projetos adequada. Equipes estáveis podem se adaptar melhor a metodologias que exigem coordenação intensiva e integração profunda, devido à sua natureza contínua e foco singular. Por outro lado, equipes transitórias, que trabalham em vários projetos simultaneamente, necessitam de abordagens mais flexíveis e adaptáveis, que suportem a colaboração efetiva apesar da participação variável dos membros. Assim, a seleção da metodologia deve considerar o tipo de equipe para garantir que os processos e práticas estejam alinhados com as necessidades e dinâmicas específicas do grupo [21].

A escolha da metodologia de gestão de projetos é fortemente influenciada pela dinâmica de interação e motivação da equipe. Fatores como comunicação eficaz, coordenação de tarefas, apoio mútuo, comprometimento e coesão são vitais para a qualidade do trabalho em equipe e devem ser considerados na seleção da metodologia. Uma

abordagem que reforce esses aspectos pode melhorar significativamente o desempenho e o sucesso do projeto [24].

A eficácia da metodologia ágil está ligada à cultura colaborativa da organização e ao nível de experiência dos membros da equipe. Organizações que promovem um ambiente cooperativo e possuem equipes experientes tendem a se beneficiar mais dessa abordagem, especialmente quando complementada por práticas de teste e avaliação contínua. A capacidade de distribuir responsabilidades de gerenciamento e adaptar-se rapidamente às mudanças é essencial para alinhar o projeto aos seus objetivos de maneira eficiente [17], [38].

A composição e a localização geográfica da equipe de projeto são fatores determinantes na seleção da metodologia de gestão mais eficaz. Metodologias ágeis são adequadas para equipes autônomas e multidisciplinares, que podem gerenciar seus próprios processos de forma independente. A co-localização física dessas equipes facilita a comunicação direta, a colaboração imediata e o rápido compartilhamento de informações, elementos fundamentais para o dinamismo e a eficiência. Portanto, ao escolher uma metodologia, é essencial considerar a estrutura e a proximidade da equipe, garantindo que a metodologia esteja alinhada com as condições de trabalho e otimize a colaboração e os resultados do projeto [26].

A coesão e a experiência compartilhada de uma equipe que já colaborou em projetos anteriores, aliada ao conhecimento profundo das habilidades individuais de seus membros, podem aumentar significativamente a eficácia da implementação de metodologias ágeis de gestão de projetos. A familiaridade mútua e a compreensão clara dos papéis dentro do grupo facilitam a comunicação, a colaboração e a agilidade necessárias para uma gestão de projetos dinâmica e adaptativa [32].

3.1.4. Partes Interessadas

As partes interessadas são fundamentais na escolha da metodologia de gestão de projetos, pois definem os requisitos e

objetivos. Considerar suas perspectivas permite que a equipe selecione uma abordagem flexível e adaptável, garantindo a relevância do projeto diante de desafios. Portanto, a inclusão das partes interessadas é essencial para o sucesso do projeto.

O nível de envolvimento e as expectativas das partes interessadas podem determinar a metodologia a ser adotada [39]. As metodologias ágeis enfatizam a colaboração e o feedback frequente das partes interessadas, enquanto as metodologias do tipo cascata (*Waterfall*) têm uma abordagem mais formalizada para este envolvimento [33].

A escolha da metodologia de gestão de projetos é influenciada pela participação do cliente. A metodologia ágil promove interação contínua, permitindo que o cliente participe da definição do escopo e da validação do produto, facilitando adaptações e ajustes em tempo real. Portanto, se a colaboração ativa do cliente for crucial, a abordagem ágil é a mais indicada [16], [27], [31], [34]. A metodologia ágil enfatiza a comunicação e a colaboração entre as partes interessadas e os membros da equipe do projeto [23].

A natureza do cliente é crucial na escolha da metodologia de gestão de projetos, pois diferentes clientes, como escritórios governamentais e empresas privadas, têm requisitos distintos. Organizações que atendem ao setor governamental podem precisar de metodologias alinhadas a protocolos específicos, enquanto aquelas do setor privado podem buscar abordagens mais ágeis. Assim, entender o perfil do cliente é essencial para selecionar a metodologia que atenda suas demandas [26].

A estrutura de governança do cliente influencia significativamente a seleção da metodologia de gestão de projetos. Clientes com governança hierárquica tendem a favorecer metodologias tradicionais, como o modelo em cascata, que se alinham com padrões rigorosos de modelagem de processos e documentação. Essas abordagens são preferidas por sua natureza sequencial e

previsibilidade, adequadas a ambientes regulados. Em contrapartida, organizações com governança mais flexível podem optar por metodologias ágeis, que permitem maior adaptabilidade e colaboração. Compreender a estrutura de governança do cliente é crucial para escolher uma metodologia que atenda às necessidades do projeto e respeite a cultura organizacional do cliente [19].

3.1.5. Custo e tempo

Os fatores de custo e tempo são determinantes na escolha da metodologia de gestão de projetos mais adequada, pois cada abordagem tem implicações distintas em termos de orçamento e cronograma. Metodologias ágeis, por exemplo, podem oferecer maior flexibilidade e capacidade de resposta a mudanças, o que pode reduzir custos a longo prazo e acelerar a entrega de valor. Em contraste, metodologias tradicionais, como o modelo em cascata, podem ser mais previsíveis em termos de custos e prazos, mas menos adaptáveis a alterações no escopo. A escolha, portanto, deve levar em conta o equilíbrio entre a necessidade de controle de custos, a urgência de entrega e a tolerância a mudanças, alinhando a metodologia com os objetivos financeiros e temporais do projeto.

A metodologia ágil é bem-sucedida em projetos de curto prazo com foco nos benefícios para o cliente, ao passo que a abordagem tradicional se destaca em domínios que são amplamente compreendidos e estabelecidos [39]. A quantidade e a natureza dos recursos disponíveis, incluindo tempo, pessoal e investimento financeiro, podem afetar a escolha da metodologia [30]. A escolha errada de metodologia pode levar a custos e prazos excessivos, afetando significativamente o sucesso do projeto [39]. O nível de planejamento do projeto pode influenciar a escolha da metodologia. Por exemplo, a metodologia *Waterfall* pode ser mais adequada para projetos que requerem um alto nível de planejamento [31].

Os recursos disponíveis, incluindo ferramentas e conhecimento da equipe, também podem influenciar a escolha da

metodologia. Por exemplo, a implementação de ferramentas para rastreabilidade e suporte à documentação pode ser necessária para gerenciar mudanças e escopo em projetos ágeis [16]. A falta de tempo, orçamento e competências para implementar novas metodologias destaca a necessidade de avaliar os recursos disponíveis e a capacidade da equipe ao escolher uma metodologia [35].

3.1.6. Riscos

A gestão de riscos é um componente vital na escolha da metodologia de gestão de projetos, pois diferentes abordagens oferecem distintos mecanismos para identificar, avaliar e mitigar riscos. Metodologias ágeis, por exemplo, são projetadas para lidar com incertezas e mudanças frequentes, permitindo ajustes rápidos e contínuas avaliações de risco ao longo do projeto. Isso pode ser particularmente benéfico em ambientes voláteis onde os riscos são difíceis de prever. Por outro lado, metodologias tradicionais podem ser mais adequadas para projetos com riscos bem definidos e estáveis, onde uma abordagem estruturada e faseada pode facilitar uma análise de risco mais detalhada e planejamento de contingência. A escolha da metodologia deve, portanto, refletir a natureza e o perfil de risco do projeto, buscando maximizar a eficácia da gestão de riscos e garantir a entrega bem-sucedida do projeto.

A metodologia ágil permite a identificação e mitigação de riscos em cada ciclo de sprint, apoiando o lançamento antecipado do produto e atualizações constantes com novas aplicações tecnológicas [18]. A gestão de risco pode influenciar a escolha da metodologia. Por exemplo, a metodologia ágil aceita a volatilidade no escopo do projeto, o que pode aumentar o risco. Portanto, se a mitigação de riscos for uma prioridade, uma metodologia mais controlada pode ser mais adequada [16]. A metodologia ágil é útil para gerenciar projetos de alta incerteza que têm altas taxas de mudança, complexidade e risco. A metodologia ágil pode reduzir a incerteza e o risco do projeto, facilitando o planejamento

de atividades durante a fase de construção e focando na redução de atrasos [27].

3.1.7. Indústria

A escolha da metodologia de gestão de projetos é profundamente influenciada pelo tipo de indústria, uma vez que diferentes setores possuem requisitos, regulamentações e desafios únicos. Por exemplo, a indústria de construção civil pode se beneficiar de metodologias tradicionais, que oferecem uma estrutura detalhada e sequencial, adequada para projetos com escopo bem definido e requisitos estáticos. Em contrapartida, o setor de tecnologia, caracterizado por sua rápida evolução e inovação constante, tende a favorecer abordagens ágeis, que permitem flexibilidade e adaptação rápida às mudanças de mercado. Portanto, entender as especificidades e demandas da indústria é crucial para selecionar uma metodologia que não apenas atenda aos objetivos do projeto, mas também esteja alinhada com as práticas e expectativas do setor, maximizando assim as chances de sucesso do projeto [26], [30], [40].

Observamos que métodos ágeis são adequados para projetos que exigem flexibilidade, enquanto abordagens tradicionais são eficazes em contextos com escopo bem definido e mudanças mínimas. A adoção de práticas híbridas sugere um movimento em direção a maior flexibilidade e personalização na gestão de projetos.

Este estudo destaca a importância de alinhar a metodologia escolhida com a cultura e os objetivos estratégicos da organização. A capacidade de integrar e adaptar diferentes metodologias pode ser um diferencial competitivo significativo, permitindo que as organizações respondam de forma mais eficaz às demandas do mercado e às necessidades dos clientes.

Em última análise, a escolha de uma metodologia de gestão de projetos deve ser uma decisão estratégica que contribua para a maximização da eficiência operacional e para o sucesso sustentável do projeto. As organizações que conseguem navegar com sucesso nesta escolha tendem a estarem

melhores posicionadas para entregar resultados que atendam ou superem as expectativas das partes interessadas.

3.2. Limitações e a proposição de estudos futuros

Como o trabalho foi exclusivamente bibliográfico, recomenda-se a realização de pesquisas empíricas para validar os resultados com casos práticos. Estudos de caso em setores como construção, TI, saúde, educação e serviços podem complementar a literatura revisada, fornecendo dados sobre o comportamento das metodologias em diferentes contextos e contribuindo com padrões específicos por indústria não capturados nos artigos analisados. Outra recomendação é a análise de como as tecnologias mais recentes, como a inteligência artificial e a automação, podem influenciar na escolha da metodologia de gestão de projetos, oferecendo novas soluções e práticas para os gestores.

Frente dos constantes desafios enfrentados pelas organizações, a metodologia híbrida tem ganhado espaço, criando oportunidades para explorar modelos customizados para diferentes projetos. Estudos futuros poderiam desenvolver modelos adaptáveis que integrem elementos das metodologias tradicionais e ágeis.

4. Considerações finais

A escolha da metodologia de gestão de projetos no contexto da transição energética é influenciada por uma série de fatores, incluindo a complexidade do projeto, a cultura organizacional, a experiência da equipe e as expectativas dos stakeholders. A natureza dinâmica e inovadora do setor energético exige metodologias que possam se adaptar rapidamente às mudanças tecnológicas e regulatórias, ao mesmo tempo em que seja possível gerenciar eficazmente os riscos e maximizar a eficiência operacional. As metodologias ágeis, com sua ênfase na flexibilidade e colaboração, emergem como particularmente adequadas para enfrentar os desafios únicos da transição energética. No

entanto, a integração de práticas híbridas também pode oferecer um equilíbrio valioso entre a estruturação rigorosa e a adaptabilidade necessária para navegar com sucesso no caminho em direção a um futuro energético sustentável. A decisão final sobre a metodologia deve, portanto, refletir uma compreensão profunda dos objetivos específicos do projeto, bem como das capacidades e do contexto no qual a organização opera, assegurando que a transição energética seja conduzida com a visão estratégica e a agilidade operacional necessárias para alcançar resultados transformadores.

O presente trabalho teve como objetivo “identificar os principais fatores que influenciam na escolha da metodologia de gestão de projetos”, de modo a subsidiar os gestores nesta tomada de decisão. Nesse sentido, o objetivo foi alcançado por meio da revisão bibliográfica realizada, na qual foram considerados 26 artigos, com os quais foi possível listar os principais fatores identificados, por ordem de relevância quantitativa de achados: escopo do projeto; cultura organizacional; equipe; partes interessadas; custo e tempo; riscos e indústria.

Neste estudo, exploramos a complexidade da escolha de uma metodologia de gestão de projetos adequada. Ficou evidente que não há uma abordagem única para todos os cenários; a decisão deve ser baseada em fatores como o escopo do projeto, a cultura organizacional, a experiência da equipe, as expectativas das partes interessadas e considerações de custo, tempo e risco.

Esta pesquisa foi fundamentada exclusivamente em uma revisão bibliográfica, o que traz algumas limitações significativas na obtenção de dados práticos. Embora esse método possibilite uma análise abrangente de estudos e publicações já existentes, ele apresenta restrições importantes que precisam ser levadas em conta. Entre essas restrições, destacam-se a possível exclusão de informações relevantes e a impossibilidade de coleta de dados empíricos, resultando em conclusões baseadas principalmente em

interpretações de pesquisas anteriores. Além disso, a falta de captação de experiências práticas pode limitar insights valiosos que enriquecem a análise. Essas limitações não desmerecem a pesquisa, mas ressaltam a necessidade de abordagens complementares, como a coleta de dados empíricos em estudos futuros, para alcançar uma compreensão mais abrangente e precisa do tema em questão.

5. Referências

- [1] O. A. MARZOUK. *Expectations for the role of hydrogen and its derivatives in different sectors through analysis of the four energy scenarios: IEA-STEPS, IEA-NZE, IRENA-PES, and IRENA-1.5°C*. *Energies*, vol. 17, no. 3, 2024.
- [2] UNITED STATIONS. *Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development United Nations United Nations Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations, 2015.
- [3] PMI. *Pulse of the Profession 2021*. Europa..
- [4] SCHABER. K.; SUTHERLAND J. *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. 2017.
- [5] HILSON, D. *Managing Risk in Projects*, 2017.
- [6] KERZNER. H. *Project management case studies*, 2017.
- [7] PMI. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Newtown Square: PMI, 7a edição, 2021.
- [8] KYBERNETES. *Agile Project Management: Creating Innovative Products*, vol. 39, no. 1, 2010.
- [9] LECHER. T. G.; YANG, S. *Exploring the Role of Project Management in the Development of the Academic Agile Software Discourse: A Bibliometric Analysis*. *Project Management Journal*, vol. 48, no. 1, 2017.

- [10] DINGSOYR. T.; NEURUR. S.; BALIJEPALLY V.; MOE, N. B. *A decade of agile methodologies: Towards explaining agile software development*, 2012.
- [11] WYSOCKI, R. K. *Front Matter*, in *Effective Project Management*. Wiley, 2019.
- [12] SERRADOR. P.; TURNER, R. *The relationship between project success and project efficiency*. *Project Management Journal*, vol. 46, no. 1, 2015.
- [13] BOEHM. B. *Balancing agility and discipline: A guide for the perplexed*, in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2004.
- [14] COHN. M. *User Stories Applied: For Agile Software Development (Addison Wesley Signature Series)*, vol. 1, no. 0. 2004.
- [15] RENI. A. T.; TUKIRAN. M. *Systematic literature review: factors affecting project management success*. *International Journal of Educational Review Law And Social Sciences*, 2024.
- [16] MARNADA, P.; RAHARJO, T.; HARDIAN, B.; PRASETYO, A. *Agile project management challenge in handling scope and change: A systematic literature review*, in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2021, pp. 290–300.
- [17] RAHMAH. A. S.; ICHSAN. M. *The Effectiveness of Implementing Agile Project Management A Systematic Literature Review*, 2024.
- [18] BAGIU. N.; AVASILCAI. S.; ALEXA L. *Exploring the opportunity for a hybrid methodology in project management: A focus group approach*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing Ltd, Aug. 2020.
- [19] WAHL. K.; WIESCHE. M. *Selecting Project Management Approaches: The Importance of Client-Specific Characteristics*. *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2024, pp. 751–758.
- [20] JOSEPH. O. *Effective Project Management Contribution on Project Success: A Review Article on the Building Sector in Ghana*. *Journal of Economics, Management and Trade*, vol. 29, no. 12, pp. 167–175, Dec. 2023.
- [21] MIRZAEL. M.; MABIN. V. J.; ZWIKAEI. O. *Customising Hybrid project management methodologies*, *Production Planning and Control*, 2024.
- [22] CHATHURANGA. S.; JAYASINGHE. S.; ANTUCHEVICIENE. J.; WICKRAMARACHCHI. R.; UDAYANGA. N.; WEERAKKODY W. A. S.. *Practices Driving the Adoption of Agile Project Management Methodologies in the Design Stage of Building Construction Projects*. *Buildings*, vol. 13, no. 4, Apr. 2023.
- [23] LEONG. J.; YEE. K. MAY; BAITSEGI. O.; PALANISAMY. L.; RAMASAMY R. K.. *Hybrid Project Management between Traditional Software Development Lifecycle and Agile Based Product Development for Future Sustainability*. *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 2, Jan. 2023.
- [24] AGBEJULE. A.; LEHTINEVA. L. *The relationship between traditional project management, agile project management and teamwork quality on project success*. *International Journal of Organizational Analysis*, vol. 30, no. 7, pp. 124–136, 2022.
- [25] THESING. T.; FELDMANN. C.; BURCHARDT. M. *Agile versus Waterfall Project Management: Decision model for selecting the appropriate approach to a project*. *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., pp. 746–756, 2021.

- [26] ALBUQUERQUE. F.; TORRES. A. S.; BERSSANETI. F. T. *Lean product development and agile project management in the construction industry*. Revista de Gestao, vol. 27, no. 2, pp. 135–151, Apr. 2020.
- [27] BEHRENS. A.; OFORI. M.; NOTEBOOM. C.; BISHOP. D. *A systematic literature review: how agile is agile project management?*. Issues in Information Systems, vol. 22, no. 3, pp. 278–295, 2021.
- [28] WASZKIEWICZ. M. *Agile elements in the design of buildings and structures*. Procedia Computer Science, Elsevier B.V., pp. 1943–1952, 2022.
- [29] LALEVÉE. A.; TROUSSIER. N.; BLANCO. É.; BERLIOZ. M. *The interest of an evolution of value management methodology in complex technical projects for improving project management*. Procedia CIRP, Elsevier B.V., pp. 411–415, 2020.
- [30] NITĂ. N.-M.; STAN. S.-E.; TITU. A. M. *Project Management Methodologies in the Organizations of Yesterday, Today and Tomorrow*. International conference Knowledge-Based Organization, vol. 29, no. 1, pp. 146–151, Jun. 2023.
- [31] DURSUN. M.; GOKER. N.; MUTLU. H. *Evaluation of Project Management Methodologies Success Factors Using Fuzzy Cognitive Map Method: Waterfall, Agile, And Lean Six Sigma Cases*. Original Research Paper International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering IJISAE, no. 1, pp. 35–43, vol. 2022.
- [32] DAVID. I.; GELBARD. R. *Using sentiment analysis to assess PMBOK knowledge areas compatibility with agile methodology*. Procedia Computer Science, Elsevier B.V., pp. 381–395, 2024.
- [33] IWERSEN, L. H. L.; ZEM, L.; PENTEADO NETO, R. A.. *Choosing the best project management methodology for research and development projects: agile, waterfall, or hybrid?*, Revista Foco, vol. 16, no. 11, p. e3336, Nov. 2023.
- [34] LARIEIRA. C. L. Carvalho; SILVA, L. F. *Panorama on the adoption and use of agile methods in Brazil*. Procedia Computer Science, Elsevier B.V., pp. 1919–1926, 2024.
- [35] MARTINS. E.O.M.; FREDERICO, G. F. *Barriers to Agile Project Management Implementation: Findings from a Systematic Literature Review*. IEOM Society International, Sep. 2023.
- [36] MOHAIDEEN. J. N. *A Theoretical review on the critical factors affecting the success of agile project management in IT projects*, 2020.
- [37] ABYLOVA. L. *Critical Success Factors in Project Management: A Comprehensive Review*; presented at the 8 th Scientific Conference on Project Management in the Baltic States, 2019.
- [38] GARCIA. V. M. B.; MARTENS. C. D. P.; CARVALHO. B.; MARTENS. M. L. *Contributions of entrepreneurial orientation in the use of agile methods in project management*. Innovation and Management Review, vol. 18, no. 1, pp. 17–33, Apr. 2021.
- [39] KRALEM. I. Ben; MABROUK. M. Ben; JODE. L. *A Comparative Study of Machine Learning Algorithm for Predicting Project Management Methodology*, in Procedia Computer Science, Elsevier B.V., pp. 665–675, 2023.
- [40] GONZALEZ. A. C.; QASIM. L. M.; ANABEL. R.; SALAZAR, M.; SAINI. M. *Deploying the Hybrid Project Management Methodology Framework in Major Transportation Projects in the United Kingdom*, 2024.

6. Anexos e apêndices

ANEXO A

Tabela A1. Resumo dos artigos analisados para a obtenção dos resultados apresentados no trabalho

Artigo	Objetivo	Principais resultados
[15]	Analisar os fatores que influenciam o sucesso do gerenciamento de projetos, incluindo o impacto da tecnologia da informação e a adaptação de metodologias.	Fatores como comunicação, liderança, planejamento, gerenciamento de riscos, trabalho em equipe, adaptação de metodologias e influência da tecnologia impactam o sucesso do projeto
[16]	Examinar os desafios e descobrir as melhores práticas no tratamento do escopo e da mudança no Agile.	O desafio mais significativo veio de Pessoas e Organização, Priorização de Requisitos do Usuário, Excesso de Requisitos do Escopo e Comunicação e Coordenação.
[17]	Revisar a implementação da gestão ágil em projetos de construção	As metodologias ágeis são ideais para projetos complexos e imprevisíveis, com mudanças frequentes e metas que exigem resultados rápidos.
[18]	Identificar as principais dificuldades associadas à adoção da metodologia ágil na indústria automotiva e as semelhanças com as metodologias orientadas a planos	Não há uma metodologia 'absoluta' que se encaixe em todos os projetos. Embora cascata e ágil ofereçam ferramentas úteis, nem todas são utilizadas, e há necessidade de esclarecimento sobre ambas as abordagens.
[19]	Trazer transparência ao processo de tomada de decisão de avaliação de uma abordagem de gerenciamento de projetos com base em um estudo exploratório.	Fatores decisivos incluem características do cliente, como agilidade, expertise, flexibilidade, abertura à mudança e governança, além de configurações de projeto, como rigidez do escopo e modelo de orçamento.
[20]	Descobrir como o gerenciamento eficaz de projetos contribui para um resultado bem-sucedido do projeto.	Aderir a princípios de gerenciamento de projetos aumenta significativamente a probabilidade de sucesso das iniciativas de uma empresa.
[21]	Examinar como gerentes de projeto personalizam metodologias híbridas, integrando aspectos de abordagens ágeis e orientadas por plano.	Os resultados sugerem que duas características principais que impactam as decisões dos gerentes de projeto ao personalizar metodologias são o tipo de equipe e a meta do projeto.
[22]	Identificar práticas que possibilitem às empresas de construção civil adotar metodologias ágeis de gerenciamento de projetos no estágio de design, utilizando soluções de modelagem de informações de construção (BIM).	O gerenciamento de projetos em cascata é mais utilizado na construção civil do que o ágil. Estudos recentes sugerem que as empresas deveriam adotar metodologias ágeis no estágio de design de projetos de construção.
[23]	Analisar a sustentabilidade futura do gerenciamento de projetos combinando metodologia ágil e gerenciamento de produtos	Embora o desenvolvimento ágil não tenha uma estratégia de gerenciamento de custos tão eficaz quanto o tradicional, a combinação de ambos torna os processos mais eficazes.
[24]	Explorar como as diferentes combinações de gerenciamento de projetos tradicional e ágil aumentam o sucesso do projeto em diferentes níveis de qualidade do trabalho em equipe.	Os resultados revelaram três perfis de gerentes de projeto: ágil puro, híbrido tradicional e híbrido ágil. O híbrido tradicional teve a maior pontuação em sucesso de projeto.
[25]	Desenvolver um modelo de decisão para	O modelo apresentado auxilia na seleção de um modelo

	a seleção de um modelo processual para gerenciamento de projetos baseado no processo de modelagem descrito por Adam (1996)	processual adequado para um projeto, baseado em 15 critérios nas categorias: escopo, tempo, custos, contexto organizacional e características da equipe
[26]	Estimar o potencial da aplicação das abordagens Lean e Ágil na indústria da construção, mais especificamente na fase de projeto.	Atualmente, há baixa adesão às práticas Lean e Ágil nas empresas estudadas. O estudo identificou similaridades técnicas com a literatura, mas os entrevistados mostraram resistência a mudanças, revelando uma recepção pessimista dos conceitos.
[27]	Responder à pergunta de pesquisa "Quão ágil é o gerenciamento ágil de projetos?"	Ainda há trabalho a ser feito para que o ágil se torne realmente ágil. Os autores devem abordar a agilidade com os quatro princípios para garantir que estejam usando o ágil, e não apenas um estilo híbrido.
[28]	Selecionar elementos de metodologias ágeis para agilizar o trabalho de uma equipe de projeto de design.	Os elementos ágeis na equipe de design podem ser combinados com suporte de TI, como MS Project ou Primavera P6 Oracle, aumentando a flexibilidade do projeto, permitindo rápida adaptação às mudanças e fornecendo cenários para a execução futura.
[29]	Identificar os desafios encontrados na gestão de projetos complexos e determinar como um deles, a Gestão de Valor, deve evoluir.	Este artigo demonstra que a VM é uma metodologia eficaz para apoiar a integração sustentável em PM, apesar de algumas lacunas. O valor, como conceito polimórfico, deve integrar todas as dimensões da sustentabilidade em PM.
[30]	Apresentar as áreas de aplicabilidade para cada metodologia em parte, bem como dados nos quais várias abordagens se entrelaçam resultando em abordagens híbridas de gerenciamento de projetos.	A análise comparativa indica que nenhuma metodologia única resolve todos os desafios de um projeto. Uma abordagem híbrida, que combina pontos fortes de várias metodologias e considera a singularidade de cada projeto, é a mais eficaz na indústria de software.
[31]	Ponderar os fatores de sucesso das metodologias de gerenciamento de projetos mais amplamente utilizadas atualmente, denominadas como Cascata, Ágil e Lean Six Sigma	Os critérios mais importantes para ferramentas de gerenciamento em cascata, ágil e Seis Sigma são determinados pelo <i>Fuzzy Cognitive Map Method</i> , enquanto os critérios menos importantes podem ser eliminados da avaliação
[32]	Avaliação do método ágil com as áreas de conhecimento do PMBOK	A comunicação do projeto, qualidade e gerenciamento de escopo representam 73%. Outros 25% referem-se ao cronograma, custo e gerenciamento de risco, enquanto apenas 2% foram mapeados para o gerenciamento de risco, com algumas evidências relacionadas ao cronograma e custo
[33]	Explorar os principais fatores na escolha de uma metodologia de gestão de projetos, como tipo de projeto, cultura da empresa, objetivos, experiência da equipe e envolvimento das partes interessadas.	Ele conclui que uma metodologia híbrida é bem adequada para projetos complexos, combinando boas práticas e técnicas emergentes de gestão de projetos. Faz um comparativo de métodos para escolha da metodologia
[34]	Obter um panorama da adoção e uso de práticas ágeis em organizações brasileiras, buscando aprofundar o entendimento dos métodos, técnicas e ferramentas utilizadas no Brasil.	Os entrevistados relataram que as motivações para adotar práticas ágeis incluem acelerar a entrega de produtos, melhorar a gestão de projetos, atender melhor os clientes e aumentar a produtividade. Os benefícios percebidos incluem maior capacidade de gerenciar mudanças, menor tempo de entrega e melhor alinhamento entre a equipe e os

		clientes.
[35]	Discutir as barreiras do gerenciamento ágil de projetos, considerando o aumento da utilização de métodos ágeis em todo o mundo	As barreiras à implementação de métodos ágeis incluem: falta de envolvimento da alta gerência, desalinhamento de objetivos, valorização do método tradicional, falta de tempo, orçamento e habilidades, comunicação deficiente dos benefícios, escassez de recursos e dificuldade em encontrar valor para o cliente.
[36]	Fornecer uma introdução clara sobre o gerenciamento ágil de projetos, que é seguida pela abordagem de sua importância no setor de TI	Os estudos indicam que vários fatores críticos de sucesso influenciam projetos de TI ágeis, categorizados em pessoas, técnicos, de processo e organizacionais, cada um com impacto significativo. Além disso, há uma lacuna na abordagem do relacionamento em estudos quantitativos.
[37]	Fornecer uma revisão abrangente da literatura relacionada ao conceito de fatores de sucesso do projeto estudando diferentes visões, modelos, teorias e abordagens	A percepção de sucesso mudou ao longo dos anos, refletindo a crescente diversidade de projetos e a penetração do gerenciamento de projetos em várias indústrias, o que demanda o estudo e a introdução de fatores críticos adicionais.
[38]	Analisar o grau de contribuição da orientação empreendedora de organizações no uso de métodos ágeis em gestão de projetos.	Os resultados evidenciam a contribuição da orientação empreendedora no uso de ágil em gestão de projetos, confirmando a hipótese principal do estudo
[39]	Prever a metodologia de gerenciamento de projetos com base em algoritmos de aprendizado de máquina	O nível de especialização em metodologias ágeis e tradicionais, cultura organizacional, tipo de projeto, função do cliente, engajamento das partes interessadas, requisitos e satisfação do cliente são fatores relevantes na seleção da metodologia de gerenciamento de projetos.
[40]	Apresentar uma proposta de estrutura de metodologia de gerenciamento de projetos híbridos, adaptada para gerentes de projetos envolvidos na supervisão de projetos de transporte rodoviário de grande porte no Reino Unido	As descobertas ressaltam a importância das metodologias híbridas, especialmente Lean e Agile, e a necessidade de adaptá-las às características do projeto. O sucesso depende não apenas da escolha da metodologia, mas também da aplicação de melhores práticas, como parcerias colaborativas e indicadores-chave de desempenho (KPIs).

Fonte: O autor

Tabela A2. Revisão da literatura sobre os fatores que influenciam na escolha da metodologia de gestão de projetos

Artigos	Fatores						
	Escopo do projeto	Cultura Organizacional	Equipe	Partes Interessadas	Custo e Tempo	Riscos	Indústria
[15]	x						
[16]	x	x		x	x	x	
[17]	x	x	x				
[18]	x					x	
[19]	x	x	x	x			
[20]	x	x	x				

[21]	x		x				
[22]	x						
[23]	x			x			
[24]	x		x				
[25]	x						
[26]	x	x	x	x			x
[27]	x	x		x		x	
[28]	x						
[29]	x						
[30]	x	x	x		x		x
[31]	x	x	x	x	x		
[32]	x		x				
[33]		x		x			
[34]		x		x			
[35]		x			x		
[36]			x				
[37]			x				
[38]		x	x				
[39]		x		x	x		
[40]							x
Rank	18	13	12	9	5	3	3

Fonte: O autor



Análise Bibliométrica do Interesse Global e Brasileiro em Passive House: Tendências e Perspectivas

Bibliometric Analysis of Global and Brazilian Interest in Passive Houses: Trends and Perspectives

OLIVEIRA, João Pedro Alfradique¹; MENDEZ, Gabriel de Pinna²; COSTA, Bruno Barzellay Ferreira³.

eng.jp.alfoliveira@gmail.com¹; gabriel.mendez@iff.edu.br²; bruno.barzellay@macae.ufrj.br³.

¹Engenheiro Civil, Instituto Politécnico, Centro Multidisciplinar UFRJ - Macaé.

²D.Sc. em Engenharia Civil, Instituto Politécnico, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

³D. Sc. em Ciências e Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Passive House
Eficiência Energética
Conforto Térmico

Keywords:
Passive House
Energy Efficiency
Thermal Comfort

Resumo:

O Brasil convive com um paradoxo: apesar de ser um país com vastos recursos naturais, enfrenta tarifas de energia altas e uma considerável parcela da população vive em situação de pobreza. Reduzir esses custos energéticos sem comprometer o conforto das moradias é uma necessidade urgente, sendo uma alternativa promissora o conceito de Passive House. Criado na Alemanha, esse método construtivo pode diminuir o consumo de energia em até 75% em relação a uma casa convencional. Este estudo revisa a literatura sobre o uso de Passive House, principalmente em regiões de clima temperado, e analisa sua possível adaptação para climas tropicais, como no Brasil. Embora o método ainda seja pouco explorado na América Latina, os estudos apontam para uma adaptação viável em zonas quentes, possibilitando maior conforto térmico e redução de custos. Adotar esse conceito no Brasil pode não só transformar a eficiência energética das moradias, mas também oferecer uma resposta prática aos desafios sociais e ambientais do país.

Abstract

Brazil faces a unique challenge: despite being rich in natural resources, it endures high energy costs, and a substantial portion of its population lives in poverty. Finding ways to reduce these energy costs while ensuring comfortable living conditions has become essential. The Passive House concept, originating in Germany, offers a compelling solution, potentially cutting energy consumption by up to 75% compared to standard housing. This study reviews the Passive House model, which is well-established in temperate climates, and explores its adaptability for tropical regions like Brazil. While still uncommon in Latin America, research suggests that Passive House could be adjusted for warmer climates, providing both comfort and cost savings. Embracing this model in Brazil could redefine energy efficiency in housing and provide a practical answer to the country's social and environmental challenges

1. Introdução

Um levantamento realizado pela Associação Brasileira dos Grandes Consumidores de Energia e Consumidores Livres [1] revelou que, devido a ineficiências e subsídios, o povo brasileiro pode pagar até R\$100 bilhões a mais em tarifação de energia, posicionando o Brasil entre os países com tarifas de energia mais altas em relação ao Produto Interno Bruto. Além dos altos custos de energia, o Brasil enfrenta elevados índices de pobreza. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [2], em dezembro de 2023, o país contava com 31,6% da população em situação de pobreza e 5,9% em extrema pobreza em 2022. Com base no panorama do censo de 2022, também do IBGE, esses índices correspondem a mais de 64 milhões de pessoas vivendo na pobreza e cerca de 11 milhões em extrema pobreza [3].

O Secretário-geral da ONU, António Guterres, já destacou a importância da engenharia para um futuro sustentável [4]. Esse posicionamento está em consonância com o conceito de sustentabilidade de Elkington [5] em *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, que defende um equilíbrio entre prosperidade econômica, proteção ambiental e igualdade social. Nesse contexto, o papel do engenheiro é fundamental para resolver os desafios relacionados aos custos de energia, especialmente para a grande parcela da população que vive em situação de vulnerabilidade, fortalecendo a importância da engenharia em prol de um futuro mais justo e sustentável.

Uma possível solução para auxiliar essa população seria adequar as construções brasileiras a métodos de maior eficiência energética, reduzindo os custos com energia. Optou-se, assim, por analisar o conceito construtivo Passive House, conhecido por seu potencial de reduzir significativamente o consumo energético.

Segundo publicação da International Passive House Association (IPHA), intitulada

Active For More Comfort: Passive House [6], o conceito vai além de uma técnica única de construção, consistindo em um conjunto de práticas que podem reduzir os custos energéticos em até 75% em relação a uma casa padrão de baixo custo.

A mesma publicação da IPHA aponta que o método pode ser adaptado para diversos tipos climáticos. Em regiões quentes, por exemplo, o desempenho compatível com uma Passive House pode ser atingido por meio de isolamento moderado, janelas de vidro duplo, ferramentas de sombreamento externo e algumas adaptações comportamentais. Enquanto, em climas mais temperados, recomenda-se a utilização de isolamento mais intenso e janelas de vidro triplo também com isolamento [7].

Dados da IPHA indicam que, até 2013, mais de 50.000 unidades haviam sido construídas usando esse padrão em diversas regiões. Atualmente, o banco de dados da IPHA registra um total de 5.880 edificações com o padrão Passive House em diferentes países, das quais 2.470 possuem certificação. No Brasil, apenas uma residência, localizada em São Gonçalo do Amarante (RN), foi registrada no banco de dados, sendo a primeira casa passiva do país, construída em 2017 por meio de uma parceria entre a Alemanha e o SENAI-RN. Esta casa modelo, construída em alvenaria, apresenta um custo de resfriamento de 10 W/m², metade do valor mínimo estabelecido pela IPHA [8].

Schnieders *et al.* [9], em *Design and Realisation of the Passive House Concept in Different Climate Zones*, estudaram a viabilidade do conceito em diferentes climas, analisando nove exemplos, incluindo construções no Canadá, EUA, Alemanha, China, Grécia, Espanha, Taiwan, México e Emirados Árabes Unidos. O estudo apontou alta satisfação dos usuários e consumo energético próximo do esperado, com possibilidade de melhorias em alguns casos.

Liang *et al.* [10], em *Comparison of Building Performance between Conventional House and Passive House in the UK*,

realizaram uma análise comparativa entre uma construção convencional e uma construída pelo padrão passivo, concluindo que o modelo passivo poderia reduzir o consumo em aproximadamente 80% no norte da Inglaterra.

Vettorazi *et al.* [11], no estudo *Optimization of the Passive House Concept for Residential Buildings in the South-Brazilian Region*, aplicaram o conceito de casa passiva a três casas em diferentes zonas bioclimáticas do Brasil. Os resultados mostraram que o conceito otimizado para o sul do país melhora o conforto térmico e reduz significativamente os custos energéticos.

Müller e Becker [12], em *Passive House at the Crossroads: The Past and the Present of a Voluntary Standard that Managed to Bridge the Energy Efficiency Gap*, analisaram o sucesso do método como inovação tecnológica, destacando que seu êxito se deve mais à credibilidade científica do método do que ao apoio de grandes agentes.

Blight e Coley [13], em *Sensitivity Analysis of the Effect of Occupant Behavior on the Energy Consumption of Passive House Dwellings*, investigaram como o comportamento dos ocupantes influencia o consumo energético, desenvolvendo uma equação de regressão que mostrou um impacto menor do que o esperado das variáveis comportamentais.

Alajmi, Rodríguez e Sailor [14], no estudo *Transforming a Passive House into a Net-Zero Energy House: A Case Study in the Pacific Northwest of the U.S.*, exploraram a conversão de uma casa passiva para um modelo de energia líquida zero, concluindo que essa transição é viável ao se aplicar medidas de conservação de energia e fontes de energia renovável apropriadas.

Considerando esses dados, este artigo propõe uma análise do estado da arte do conceito *Passive House* nas bases Scopus e SciELO, com um intervalo temporal de cinco anos. Por meio dessa revisão de literatura, busca-se avaliar o avanço da pesquisa sobre o

tema e fornecer uma base sólida para estudos futuros sobre a aplicação do método no Brasil.

2. Metodologia

A bibliometria, segundo Araújo [15], é uma técnica de análise baseada em estatísticas, voltada para medir a produção e disseminação do conhecimento científico. O autor também define que a principal diferença entre bibliometria e bibliografia está na adoção de métodos quantitativos que contemplam uma etapa específica de análise de dados.

Chueke e Amatucci [16] sintetizam os principais passos de uma análise bibliométrica em seis etapas: (1) definição do escopo do estudo, (2) elaboração do protocolo de pesquisa, (3) escolha da técnica de análise, (4) coleta de dados, (5) análise dos dados e (6) apresentação dos resultados. Este artigo segue esse processo como estrutura principal de elaboração.

O escopo do estudo aqui abrange o conceito de *Passive House* e seu estado da arte. O protocolo de pesquisa incluiu o uso das bases SciELO e Scopus, plataformas reconhecidas por apoiar a comunicação científica de alta qualidade. Para investigar o estado da arte da tecnologia, foram utilizadas como termo de pesquisa "*Passive House*" na SciELO e "*Passive House Brazil*" na Scopus, com filtragem específica para a área de engenharia e o contexto brasileiro. Na SciELO, foi selecionada a "Área Temática: Engenharia" e a coleção "Brasil". Já na Scopus, utilizou-se o campo "*Subject Areas: Engineering*" e incluiu-se "*Brazil*" entre as palavras-chave. Para aumentar a precisão, o filtro de "*Access Type*" foi configurado para incluir apenas "*Open Access e Open Archive*", e a busca foi limitada aos últimos cinco anos, visando uma visão atualizada sobre o tema.

Para ampliar a compreensão sobre o desenvolvimento mundial do conceito, realizou-se uma pesquisa adicional nas mesmas bases, sem restrição geográfica, analisando o cenário global.

Donthu *et al.* [17] identificam três técnicas de análise bibliométrica principais: Análise de Desempenho, Cartografia Científica e Análise de Redes. Optou-se pela primeira técnica, por seu foco na utilização de indicadores que permitem compreender diversos fatores sobre as publicações de um tema específico. Os principais indicadores foram a quantidade de publicações encontradas em cada etapa de filtragem, o número de publicações ao longo do tempo no eixo temático da tecnologia (tanto no Brasil quanto mundialmente), a frequência de palavras-chave nos resultados, as metodologias empregadas e uma análise dos seguintes quanto às publicações: (1) Citar a metodologia *Passive House* ou outras estratégias de arquitetura passiva, (2) Relacionar-se com Conforto Térmico, (3) Relacionar-se com Eficiência Energética em Edificações, ou (4) Abordar a Mudança Climática.

Os artigos selecionados foram, então, organizados em grupos de acordo com as palavras-chave mais frequentes, sendo realizada uma leitura detalhada dessas publicações. A partir dessa análise, foram identificadas as metodologias de pesquisa mais recorrentes e obteve-se uma visão mais aprofundada sobre o estado da arte do conceito de *Passive House*.

As tabelas elaboradas após a coleta e análise dos dados apresentam detalhadamente cada indicador, oferecendo uma visão clara dos resultados obtidos em cada etapa da pesquisa.

3. Resultados

A Tabela 1 ilustra o número de publicações por etapa de filtragem na base SciELO, destacando um espaço amostral reduzido e a proximidade dos termos de pesquisa com outros temas. A aplicação de filtros por área temática e pela coleção brasileira resultou em uma redução significativa dos resultados, com uma queda de 75% após a filtragem inicial e mais 50% após a restrição geográfica. Finalmente, a

aplicação de um filtro temporal (2019-2024) resultou na ausência de publicações específicas para o período.

Tabela 1: Número de Publicações por etapa de filtragem na SciELO

Etapa	Número de Publicações
Pesquisa pelo termo “Passive House”	19
Filtragem pela Área Temática Engenharia	5
Filtragem pela Coleção Brasil	2
Filtragem de 2019 até 2024	0

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 1 revela um panorama desafiador para a pesquisa sobre o tema em uma base de dados predominantemente latino-americana, sugerindo que a temática não é amplamente explorada na região. A Tabela 2, por sua vez, mostra o período de publicação das duas pesquisas encontradas após a filtragem pela coleção Brasil, indicando um interesse entre 2017 e 2018 que ainda não foi retomado em publicações específicas na SciELO.

Tabela 2: Número de Publicações por ano na SciELO após refino para eixo temático

Ano	Número de Publicações
2017	1
2018	1

Fonte: Autoria Própria

A análise da Tabela 2 sugere uma descontinuidade no estudo da temática, coincidindo com o período de construção da única *Passive House* brasileira, concluída em 2017. No entanto, nenhuma das publicações é sobre essa construção no Nordeste, mas sim sobre aplicações do método na Argentina e no Rio Grande do Sul.

A Tabela 3, análoga à Tabela 1, refere-se à base de pesquisa Scopus e apresenta um grupo amostral significativamente maior. Ela

reforça a visão de que o alinhamento temático dos termos é vasto, com uma redução de quase 90% ao filtrar por engenharia. Além disso, há outra queda significativa ao buscar publicações de acesso livre, novamente em quase 90%. Curiosamente, mesmo após a filtragem temporal, observa-se uma maioria de publicações ocorrendo neste período, indicando um aumento no interesse pela pesquisa do método.

Tabela 3: Número de Publicações por etapa de filtragem na Scopus

Etapa	Número de Publicações
Pesquisa pelo termo “Passive House Brazil”	9.293
Filtragem pela Subject Area Engineering	988
Filtragem por Open Access e Open Archive	142
Filtragem de 2019 até 2024	102

Fonte: Autoria Própria

Enquanto a Tabela 1 caracteriza a temática como pouco estudada, a Tabela 3 demonstra um interesse crescente, com a Scopus apresentando resultados mais significativos em quantidade. A Tabela 4, análoga à Tabela 2, reforça o crescimento do interesse ao longo do tempo, com um aumento de quase 1300% entre o primeiro e o segundo período analisado, e quase dobrando na primeira metade da década de 2020.

Tabela 4: Número de Publicações por período na Scopus após refino para eixo temático

Período	Número de Publicações
1980 - 2009	4
2010 - 2019	53
2020 - 2024	86

Fonte: Autoria Própria

Após analisar as tabelas 1 e 3, observa-se que a temática gerou mais publicações na

base de dados Scopus do que na SciELO. Isso sugere que, enquanto a SciELO, mantida por uma rede de organizações com predominância de países latino-americanos [18], reflete uma perspectiva regional, a Scopus, como base de dados global [19], permite uma abrangência internacional. Assim, o tema se destaca mais quando analisado em escala mundial do que quando observado com foco na América Latina.

A Tabela 5 expande as cinco publicações obtidas na segunda etapa de filtragem da Tabela 1, através de uma análise temporal, mostrando que essas publicações são espaçadas ao longo do tempo sem predominância em nenhum período específico.

Tabela 5: Número de Publicações por ano na SciELO após refino para eixo temático sem especificar o Brasil

Período	Número de Publicações
2012	1
2017	1
2018	1
2021	1
2024	1

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 6, análoga à Tabela 5, mas direcionada para a base Scopus, demonstra um interesse crescente pela temática, com um aumento de 1000% entre o primeiro e o segundo período e quase dobrando do segundo para o terceiro período.

Tabela 6: Número de Publicações por período na Scopus após refino para eixo temático mundial sem especificar o Brasil

Período	Número de Publicações
2001 - 2010	86
2011 - 2020	809
2021 - 2024	1430

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 7 apresenta a quantidade de palavras-chave mais frequentes nas

publicações analisadas. Foram consideradas 147 publicações, sendo 142 na base Scopus e 5 na SciELO, refinando entre 400 e 750 palavras-chave para destacar as mais utilizadas.

Tabela 7: Número de ocorrências de Palavras-Chave entre as publicações

Palavra Chave	Número de ocorrências
Thermal comfort	5
Energy performance	4
Energy efficiency	4
Climate change	3
Building	3
Data	2
Sustainable	2
Renewable energy	2
Machine learning	2
Urban	2
Passive House	2

Fonte: Autoria Própria

Essa tabela evidencia o alinhamento do método *Passive House* com temas como conforto térmico, performance e eficiência energética, e mudança climática, destacando sua relevância na busca por soluções de eficiência energética e conforto térmico em um contexto de mudanças climáticas.

As 102 publicações encontradas foram analisadas em sua totalidade com base nos quatro parâmetros, sendo que a classificação para os parâmetros 2, 3 e 4 foi realizada após a confirmação do enquadramento no parâmetro 1, mantendo assim o foco nas estratégias de construção passiva. A Tabela 8 resume o número de publicações que se encaixam em cada parâmetro e aquelas excluídas por não atenderem ao parâmetro 1.

Tabela 8: Número de ocorrências de Parâmetros

Parâmetro	Número de ocorrências
1	46
2	46
3	46
4	40
Exclusão total	56

1	46
2	46
3	46
4	40
Exclusão total	56

Fonte: Autoria Própria

A análise da Tabela 8 reforça que os operadores booleanos úteis para a pesquisa são conforto térmico, eficiência energética em edificações e, possivelmente, mudança climática, dado que todas as publicações sobre estratégias passivas também abordaram os parâmetros 2 e 3, e em menor escala o parâmetro 4.

O parâmetro 4, que define a ocorrência de mudança climática como tema da publicação em análise, apresentou menos incidências em comparação aos demais tópicos. Os tópicos 1, 2 e 3, focados na relação entre estratégias passivas de construção, eficiência energética em edificações e conforto térmico, foram observados um total de 46 vezes cada um, enquanto o tópico 4 apareceu em 40 ocasiões. Embora esse número seja expressivo, ele não evidencia essa relação de forma tão clara. Assim, compreende-se que o método é viável para mitigar os efeitos da mudança climática sobre o conforto térmico e, apesar de um alinhamento completo ainda não ocorrer, há uma relevante e já existente base de pesquisa nessa temática.

Além disso, as metodologias utilizadas nas publicações foram analisadas, resultando na Tabela 9, que relata o número de ocorrências de acordo com o tipo de metodologia adotada para publicações relacionadas a metodologias construtivas passivas.

Tabela 9: Ocorrências de Metodologias

Metodologia	Número de Ocorrências
Modelagem e Simulação Computacional	11
Revisão Bibliográfica	11
Pesquisa de opinião	4

Modelagem Matemática	4
Estudo de caso	4

Fonte: Autoria Própria

Essa tabela evidencia que as publicações encontradas são exploratórias, desenvolvendo novas soluções com base no tema, como a aplicação de algoritmos preditivos, Inteligências Artificiais e Modelagem Computacional e Numérica, além de serem descritivas ao entender o estado da arte principalmente por meio da revisão da literatura.

4. Considerações finais

A revisão de literatura evidenciou que o método *Passive House* ainda possui pouca aderência na América Latina, o que é demonstrado pela quase ausência de publicações relevantes na base SciELO. No entanto, algumas pesquisas destacam o Brasil como um caso interessante, dado seu clima diverso e características que contrastam com o clima de origem do método.

A análise de diversos artigos mostrou que o método está mais consolidado em regiões com características climáticas semelhantes às do local onde foi desenvolvido. Essa estabilização permitiu o surgimento de novas tecnologias que aprimoram a aplicação do método, como algoritmos preditivos, inteligência artificial e tecnologias de aproveitamento térmico.

No caso do Brasil, a utilização do termo “*Brazil*” nas buscas revelou discussões sobre a possibilidade de adaptar o método a zonas tropicais e até equatoriais, em vez de focar exclusivamente em climas temperados. Essa adaptação reflete uma dicotomia interessante: enquanto o método original visa equilibrar necessidades de aquecimento e resfriamento ao longo do ano, sua aplicação em grande parte do Brasil foca em garantir um ambiente interno mais fresco.

A análise temporal dos dados da base Scopus indicou um crescimento exponencial no interesse pela temática, sugerindo uma

tendência de aumento contínuo nas publicações até o final da década.

Além de aprofundar a compreensão sobre o estado da arte do método *Passive House*, esta pesquisa consolidou uma estrutura teórica útil para futuras investigações. Notou-se que os principais operadores booleanos eficazes para o tema incluem "conforto térmico", "eficiência" e/ou "performance energética" e "mudança climática".

A partir da análise dos tópicos principais abordados (conforme a tabela 8), qualquer pesquisa futura, como dissertações e teses de mestrado, poderia se beneficiar ao incluir capítulos dedicados a conforto térmico, performance e/ou eficiência energética — objetivos finais do método — e à mudança climática, um dos fatores que impulsionam o aumento das temperaturas globais.

Atualmente, as metodologias mais relevantes para pesquisas nessa área incluem Modelagem e Simulação Computacional e Revisão Bibliográfica. Por meio dessas, confirma-se que para pesquisas futuras a abundância de material de referência e de base nesses dois métodos.

Outro ponto interessante são as áreas temáticas adicionais identificadas, que abrangem publicações sobre metalurgia, química e saúde. As publicações em metalurgia e química geralmente estão ligadas ao comportamento passivo de materiais sob análise térmica, enquanto a área de saúde está mais relacionada a estudos sobre fumantes passivos em ambientes domésticos.

Considera-se como limitações desta pesquisa o uso de apenas duas bases de dados, evidenciado pela ausência de resultados em uma delas. Sugere-se, para estudos futuros, a ampliação do número de bases utilizadas, com maior foco em bases de publicações internacionais, o que pode oferecer uma visão mais abrangente sobre o estado da arte do conceito *Passive House*. Além disso, a operacionalização das bases de pesquisa talvez não tenha sido ideal, e a escolha de termos de busca, palavras-chave, operadores booleanos ou elementos na filtragem pode

não ter sido suficientemente representativa do tema analisado.

Outro caminho para aprimoramento em pesquisas futuras seria a adoção de um método de revisão bibliográfica, em vez de uma revisão bibliométrica, incorporando um protocolo de revisão sistemática que facilite a obtenção e a análise de estudos científicos.

5. Referências

- [1] ABRACE ENERGIA. *Brasileiros vão pagar R\$100 bilhões em ineficiências e subsídios na conta de luz em 2024*. 2023. Disponível em: <https://abrace.org.br/site/brasileiros-vo-pagar-r-100-bilhoes-em-ineficiencias-e-subsidios-na-conta-de-luz-em-2024/>. Acesso em: 20 set. 2024.
- [2] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Pobreza cai para 31,6% da população em 2022 após alcançar 36,7% em 2021*. Irene Gomes (Ed.). Brisa Gil (Arte). 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38545-pobreza-cai-para-31-6-da-populacao-em-2022-apos-alcançar-36-7-em-2021>. Acesso em: 22 set. 2024.
- [3] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Panorama do Censo 2022*. 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 23 set. 2024.
- [4] AIRES, C. M.; SANTOS, F. A. *Saúde a importância da engenharia desafios no pós-pandemia*. Revista Ingenium, Ageas, Portugal, II série, n. 171, p.6, jan./fev./mar. 2021. Disponível em: https://www.confea.org.br/midias/upload-s-imce/revista_ingenium_171.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.
- [5] ELKINGTON, J. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone, 1997. Cap. 4, p. 74-94.
- [6] PASSIVE HOUSE INTERNATIONAL. *Active for more comfort: passive house*. 3. ed. 2018. Cap. 1, p. 12. Disponível em: https://passivehouse-international.org/upload/GRBR_EN_2018_Sammelmappe/GRBR_EN_2018_Sammelmappe.html. Acesso em: 24 set. 2024.
- [7] PASSIVE HOUSE INTERNATIONAL. *Active for more comfort: passive house*. 3. ed. 2018. Cap. 1, p. 13. Disponível em: https://passivehouse-international.org/upload/GRBR_EN_2018_Sammelmappe/GRBR_EN_2018_Sammelmappe.html. Acesso em: 24 set. 2024.
- [8] PASSIVE HOUSE INTERNATIONAL ASSOCIATION. *Data Base*. 2023. Disponível em: <https://passivehouse-database.org/>. Acesso em: 24 set. 2023.
- [9] SCHNIEDERS, J.; KISS, M.; RATH, M.; DE VOS, A.; PREISER, W. *Design and realisation of the Passive House concept in different climate zones*. *Energy Efficiency*, v. 13, n. 8, p. 1561-1604, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-019-09819-6>. Acesso em: 23 set. 2024.
- [10] LIANG, X.; YAN, Y.; LI, Y.; HONG, T.; HONG, Z. *Comparison of building performance between Conventional House and Passive House in the UK*. *Energy Procedia*, v. 142, p. 1823-1828, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217363269>. Acesso em: 23 set. 2024.
- [11] VETTORAZZI, E.; MENDES, R.; BASSO, M. A.; TAVARES, S. F. *Optimization of the passive house concept for residential buildings in the South-Brazilian region*. *Energy and Buildings*, v. 240, p. 110871, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778821001559>. Acesso em: 23 set. 2024.
- [12] MUELLER, L.; BERKER, T. *Passive House at the crossroads: The past and*

- the present of a voluntary standard that managed to bridge the energy efficiency gap. Energy Policy*, v. 60, p. 586-593, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421513003935>. Acesso em: 20 set. 2024.
- [13] BLIGHT, Thomas S.; COLEY, David A. *Sensitivity analysis of the effect of occupant behaviour on the energy consumption of passive house dwellings. Energy and Buildings*, v. 66, p. 183-192, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778813003794>. Acesso em: 20 set. 2024.
- [14] ALAJMI, Ali; RODRÍGUEZ, Santiago; SAILOR, David. *Transforming a passive house into a net-zero energy house: a case study in the Pacific Northwest of the US. Energy Conversion and Management*, v. 172, p. 39-49, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890418307167> Acesso em: 23 set. 2024.
- [15] ARAÚJO, Carlos Alberto. *Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. Em Questão*, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4656/465645954002.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.
- [16] CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. *Métodos de sistematização de literatura em estudos científicos: bibliometria, meta-análise e revisão sistemática. Internext*, v. 17, n. 2, p. 284-292, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18568/internext.v17i2.70>. Acesso em: 23 set. 2024.
- [17] DONTU, Naveen *et al.* *How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. Journal of Business Research*, v. 133, p. 285-296, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296321003155> Acesso em: 23 set. 2024.
- [18] ANÁLISE FOFA da Gestão e Operação das coleções da Rede SciELO – download planilha da SciELO. *Organizações Mantenedoras e Executoras*. 2024. Disponível em: https://www.google.com/url?q=https://www.scielo.org/pt/sobre-o-scielo/rede-scielo/&sa=D&source=docs&ust=1728776056954535&usg=AOvVaw1Io_qn_ed_1Xz28tM5XcZc. Acesso em: 20 set. 2024.
- [19] SCOPUS. Scopus: Access and use Support Center, What is Scopus Preview? 2024. Disponível em: [What is Scopus Preview? - Scopus: Access and use Support Center \(elsevier.com\)](https://www.elsevier.com/what-is-scopus-preview). Acesso em: 20 set. 2024.



BIM aplicado a construções modulares para habitações de interesse social: uma revisão sistemática da literatura

BIM applied to modular constructions for social housing: a systematic literature review

SILVA JÚNIOR, Ernandes Resende da¹; MACIEL, Ana Carolina Fernandes²
 ernandes.silva@ufu.br¹; anamaciel@ufu.br².

¹Mestrando em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia - UFU

²D.Sc. em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Construção modular
 Habitação de interesse social
 BIM

Keywords:
 Modular construction
 Social housing
 BIM

Resumo:

Oferecer moradias adequadas em prazo e orçamento eficientes é uma das premissas da adoção de métodos construtivos modulares (MCM's) para habitações de interesse social (HIS). Conforme o tempo avança, faz-se necessário cada vez mais adotar esses quesitos para que essa problemática seja contornada. Logo, o BIM surge como alternativa para suprir as demandas de planejamento para tais ações, tornando o projeto e execução desses itens mais assertivos e dinâmicos. Esta pesquisa trata-se de uma revisão sistemática da literatura que analisou o desenvolvimento científico de três áreas: construções modulares, BIM e habitações de interesse social. A metodologia da pesquisa se estruturou nas propostas de Falbo (2018) e PRISMA (2025). Foram encontrados 3633 artigos que abordavam pelo menos uma das áreas de interesse, e ao final da aplicação dos filtros ficaram 43 títulos com plena aderência a área de interesse que foram discutidos e analisados. Os resultados indicaram avanços nas discussões científicas desses eixos, porém de forma segregada, encontrando lacunas de conhecimento que podem ser exploradas em pesquisas futuras, como a verificação do impacto econômico da adoção de MCM's para construção de HIS, o desempenho desses métodos para essas mesmas aplicações e o monitoramento de manifestações patológicas recorrentes nesse tipo de construção.

Abstract

Providing adequate housing within efficient timelines and budgets is one of the main premises for adopting modular construction methods (MCMs) in social housing projects. As time goes on, it becomes increasingly necessary to adopt these strategies in order to address this ongoing challenge. In this context, Building Information Modeling (BIM) emerges as an effective tool to meet planning demands, making both the design and execution phases more accurate and dynamic. This research is a systematic literature review that analyzed the scientific development of three key areas: modular construction, BIM, and social housing. The research methodology was based on the frameworks proposed by Falbo (2018) and PRISMA (2025). An initial total of 3,633 articles covering at least one of the target areas was identified. After applying filtering criteria, 43 articles were selected for their strong relevance and were subsequently discussed and analyzed. The findings indicate progress in

the scientific discussions within these areas, but often in a fragmented manner. This revealed knowledge gaps that could be explored in future studies, such as assessing the economic impact of adopting MCMs in social housing projects, evaluating the performance of these methods for such applications, and monitoring recurring pathological issues in this type of construction.

1. Introdução

O déficit habitacional é uma problemática discutida em diversos meios do campo científico, sendo considerada contemporânea e multidisciplinar. Mapear dados que elucidam esse cenário, questionar os fatores relacionados a causa desse contexto e propor alternativas para o contornar de maneira eficaz e sustentável são tópicos abordados em diversos estudos no campo da Engenharia Civil.

Oti-Sarpong *et al.* [1] afirma que discutir o déficit habitacional em estudos acadêmicos da Engenharia Civil é fundamental para compreender os desafios estruturais, sociais e econômicos que permeiam a falta de moradias adequadas. A análise desse tema permite o desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis para reduzir a precariedade habitacional, considerando fatores como planejamento urbano, uso eficiente de materiais e tecnologias construtivas acessíveis. Além disso, ao abordar essa questão, pesquisadores da área podem contribuir, de maneira técnica e direta, para políticas públicas mais eficazes e criação de projetos que atendam às necessidades da população, promovendo inclusão social e qualidade de vida.

Indo de encontro a essa temática, a adoção de Métodos Construtivos Modulares (MCM) se caracteriza como uma alternativa eficaz para reduzir o déficit habitacional no país. Os MCM, conforme dito por Qi *et al.* (2021), são técnicas de construção em que os componentes das edificações são pré-fabricados em módulos padronizados fora do canteiro de obras e, posteriormente, transportados e montados no local final. Em razão disso, são alternativas com alto desempenho produtivo e controle tecnológico

assertivo. Todavia, a gestão de obras com MCM's aplicados é um desafio, visto a larga escala de fatores decisivos envolvidos em sua produção. Logo, associar a metodologia BIM a esse processo aloca recursos para que esse gerenciamento seja feito de maneira concisa, eficiente e dinâmica.

Frente a isso, o objetivo principal desse trabalho foi mapear o Estado da Arte no meio acadêmico desses três assuntos: habitações de interesse social, construção modular e BIM. De maneira específica, os objetivos foram escalonados da seguinte forma:

- Pesquisar em bases de dados artigos cujas principais discussões fossem voltadas aos assuntos de interesse apresentados;
- Analisar bibliometricamente os artigos selecionados;
- Elencar as contribuições dos trabalhos encontrados;
- Encontrar as lacunas de conhecimento existentes na temática para nortear futuras pesquisas.

2. Revisão Sistemática da Literatura

Para o desenvolvimento do RSL foi utilizada a Metodologia proposta por Falbo [2] e para a exclusão dos artigos por relevância e/ou duplicidade utilizou-se a Metodologia PRISMA [3]. Todos os processos aplicados são apresentados no desenvolvimento desta seção.

De acordo com Qi *et al.* [4] a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é um tipo de estudo secundário cujo processo de trabalho segue um fluxo de passos definidos de maneira metodológica, com base em um

protocolo prévio, com a finalidade de reduzir o viés de uma revisão informal. Esse tipo de revisão é um meio de verificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas relevantes dentro de uma área de interesse específica.

Falbo [2] afirma que Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) é utilizado para apurar o estado da arte de determinado tema, tendo como foco um estudo preliminar e superficial de uma grande quantidade de artigos publicados, buscando classificar esses para a área pesquisada. Partindo dos dados do MSL é possível identificar as lacunas de conhecimento sobre o tema analisado que servirão de base para pesquisas futuras.

Para obter um panorama sobre os temas Building Information Modeling (BIM), métodos construtivos modulares e habitações de interesse social, bem como a relação entre esses três conceitos foi utilizada a premissa da Metodologia de Falbo [2] por meio dos passos: definição de palavras-chave, formulação dos strings de busca (combinação das palavras-chave escolhidas), definição das bases de dados para pesquisa e definição dos critérios de seleção, como pode ser visualizado no Apêndice A.

Os conceitos principais permeados pelo trabalho – BIM, construção modular e habitação de interesse social - são relativamente recentes e específicos. Indo de encontro aos conceitos principais, três outros termos foram acrescentados a relação de palavras-chave, sendo eles “steel frame”, “ICF” e “parede pré-moldada de concreto”. A adição desses termos ocorreu para que os resultados das pesquisas resultassem em estudos que associassem as temáticas principais aos respectivos métodos executivos. As palavras-chave foram definidas e traduzidas para o inglês, pois este é o principal idioma das publicações encontradas nas bases de dados da pesquisa, e são apresentadas na quadro 1.

Quadro 1 – Palavras-chave para busca nas bases de dados.

Palavras-chave em português	Palavras-chave em inglês
construção modular	modular construction
BIM	BIM
habitação	housing
steel frame	steel frame
ICF	ICF
parede pré-moldada de concreto	precast concrete wall

Fonte: Autores [2025].

Para realizar as buscas nas plataformas das bases de dados foi necessário determinar os strings de busca e para formulá-los, faz-se necessário o uso de Operadores Booleanos, que são expressões utilizadas para a junção das palavras-chave. Nesta pesquisa foi utilizado o Operador Booleano AND, pois os resultados de interesse eram estudos que associassem os termos pesquisados. No Quadro 2 são apresentadas as combinações em português e inglês.

Quadro 2 – Combinação de palavras-chave para busca nas bases de dados.

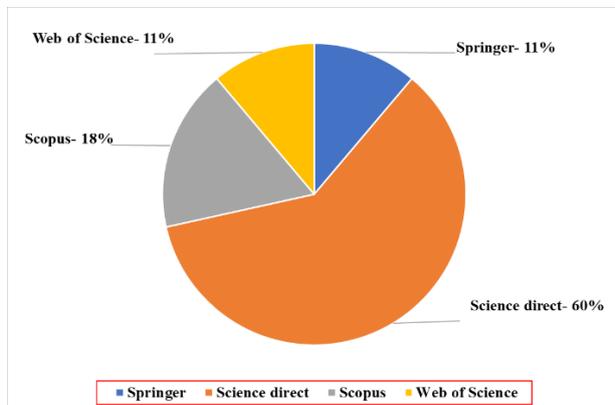
Strings de busca em português	Strings de busca em inglês
“construção modular” e “bim” e “habitação”	"modular construction" and "bim" and "housing"
"steel frame" e "bim" e "habitação"	"steel frame" and "bim" and "housing"
"icf" e "bim" e "habitação"	"icf" and "bim" and "housing"
"parede pré-moldada de concreto" e "bim" e "habitação"	"precast concrete wall" and "bim" and "housing"
“construção modular” e “bim”	"modular construction" and "bim"
"construção modular" e "habitação"	"modular construction" and "housing"
"bim" e "habitação"	"bim" and "housing"
"steel frame" e "bim"	"steel frame" and "bim"
"icf" e "bim"	"icf" and "bim"
"parede pré-moldada de concreto" e "bim"	"precast concrete wall" and "bim"
"steel frame" e "habitação"	"steel frame" and "housing"
"icf" e "habitação"	"icf" and "housing"
"parede pré-moldada de concreto" e "habitação"	"precast concrete wall" and "housing"

Fonte: Autores [2025].

Bases de dados são plataformas virtuais nas quais são realizadas as buscas dos artigos científicos para fundamentação da pesquisa. Para este trabalho as bases utilizadas foram escolhidas por sua relevância científica no campo da Engenharia Civil, sendo: Web of Science, Science Direct, Scopus e Springer. Tendo definidas as bases de dados, utilizou-se o Portal de Periódicos Capes, para o acesso.

Foram encontrados 355 artigos na Springer, 1937 na Science Direct, 581 na Scopus e 356 na Web of Science, totalizando 3229 artigos, conforme Figura 1.

Figura 1 – Percentual de artigos encontrados nas bases de dados.



Fonte: Autores [2025].

Na sequência, os artigos foram exportados das bases de dados em arquivos no formato RIS (.ris) e importados para o Gerenciador de Referências Mendeley para iniciar a aplicação da Metodologia PRISMA.

2.1 Metodologia PRISMA

Para a eliminação dos artigos duplicados e exclusão dos que não tem compatibilidade com a temática da pesquisa foi utilizada a Metodologia PRISMA, que é sintetizada no Apêndice B.

A exclusão dos artigos duplicados foi realizada no software Mendeley, reduzindo a quantidade de títulos para 2025. Em seguida, todos os títulos foram lidos a fim de encontrar similaridades com as palavras-chave, temas de interesse, metodologias ou situações que parecidas com as generalidades esperadas da pesquisa. Dessa leitura restaram 206 títulos.

Na sequência foi realizada a leitura dos resumos dos artigos, eliminando aqueles que não eram relevantes para a pesquisa, resultando em 52 artigos para leitura na íntegra. Na fase de leitura, 9 artigos foram eliminados, sendo que 7 deles não foi possível obter o arquivo completo para acesso e 2 deles não traziam o BIM em seu desenvolvimento. Ao final sobraram 43 títulos aderentes à área de pesquisa definida.

Frente a redução significativa de títulos entre a fase de identificação e inclusão na Metodologia PRISMA se fez necessária a análise dos motivos que tendenciaram para esse cenário. Na Figura 2 são apresentados os fatores para a eliminação de títulos nesta fase da pesquisa.

Figura 2 - Redução do número de títulos por etapa da pesquisa.



Fonte: Autores [2025].

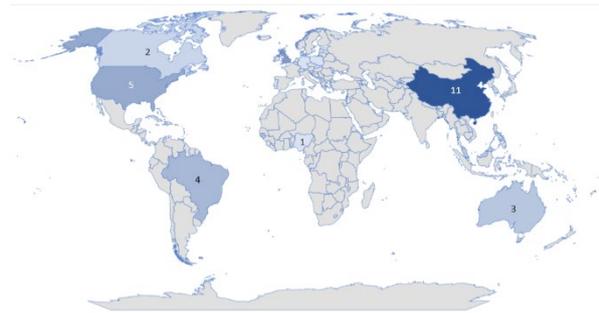
Como pode ser visto na Figura 2, apenas 1,3% de todos os artigos exportados para o Mendeley (3.633 artigos) tiveram aderência com as temáticas definidas. Nas duas primeiras etapas da pesquisa 93,6% dos artigos foram excluídos, e os 56,3% artigos excluídos durante a leitura de títulos se justificam pelo fato de a busca nas bases de dados aplicarem as palavras-chave selecionadas não somente nos títulos, mas em toda a obra.

2.2 Análise Bibliométrica

Após a seleção dos artigos, foi realizada a classificação dos títulos face a localização das publicações (Figura 3). A maioria dos

autores são da China (11 deles) representando cerca de 25,58% das publicações. Reino Unido e Estados Unidos da América ocupam, respectivamente, o segundo e terceiro lugar com 13,95% e 11,63%. O Brasil aparece em quarto lugar com 9,3% das pesquisas. Além desses, foram identificados autores da Malásia, Austrália, Canadá, Coréia, Portugal, Bélgica, Eslováquia, Polônia, Nigéria, Singapura e Alemanha.

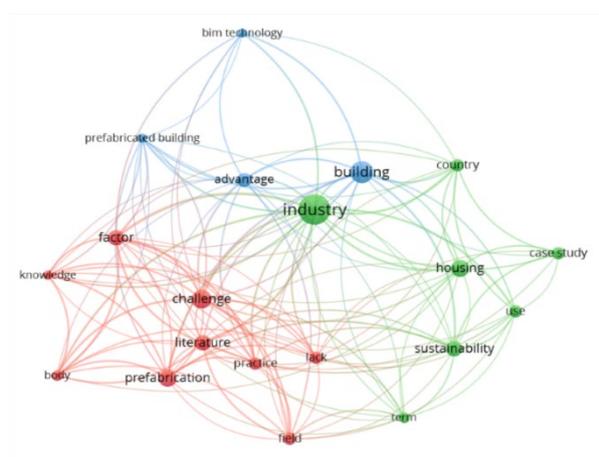
Figura 3 - País de origem dos autores.



Fonte: Autores [2025].

Durante a leitura dos artigos, vários termos técnicos e correlatos ao tema de pesquisa foram identificados e se verificou uma ocorrência expressiva entre eles. Na Figura 4 são apresentados os principais termos recorrentes observados.

Figura 4 – Termos recorrentes



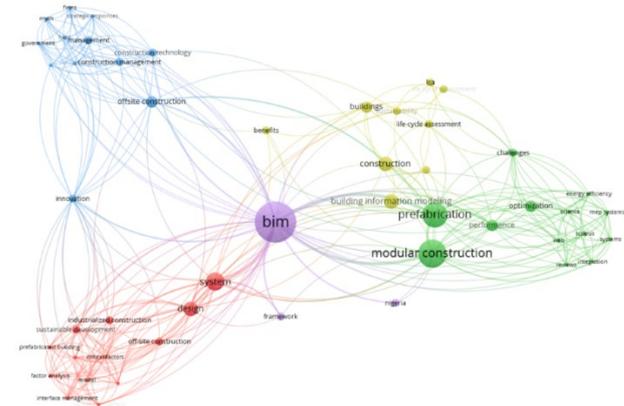
Fonte: Autores [2025].

Como pode ser observado na Figura 4, algumas das palavras-chave definidas no início da pesquisa tiveram uma ocorrência significativa, como o caso dos termos “bim”, “prefabrication” e “housing”. Além desses, termos como “industry” e “sustainability”

também se destacaram, o que indica ganchos adjacentes da área de interesse da pesquisa.

Enquanto na Figura 4 fez-se um apanhado da repetição dos termos dentro de toda a estrutura textual dos trabalhos, na Figura 5, apresentam-se as palavras-chave mais repetidas dentro das keywords dos artigos selecionados.

Figura 5 – Palavras-chave com maior número de repetições dentro das keywords dos artigos lidos.



Fonte: Autores [2025].

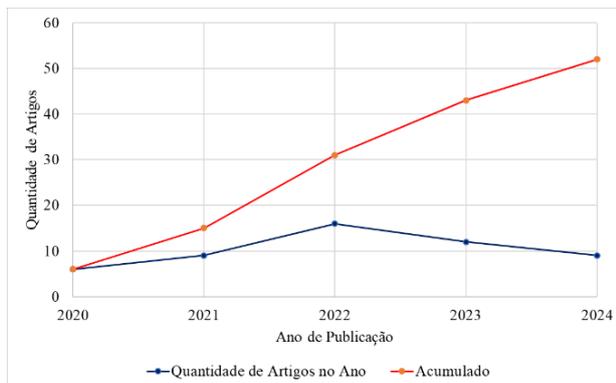
Como pode ser observado na Figura 5 os termos “bim”, “modular construction” e “prefabrication” tem maior destaque dentre as keywords dos trabalhos lidos, corroborando com o foco e a aderência dos títulos com a pesquisa.

Outro aspecto analisado foi a contribuição dos autores das obras e sua correlação de citações, sendo inicialmente examinado o índice h de cada autor. O índice h, ou h-index, é um meio de quantificação de produtividade e impacto de pesquisas individuais baseados na quantidade de citação dos artigos mais relevantes de cada pesquisador. No apêndice C apresenta-se a relação do número de citações dos 10 autores com o maior fator h-index.

As colunas azuis se relacionam com a escala vista à esquerda do gráfico (Apêndice C), e representam o fator h dos 10 autores com maior pontuação dentro dessa. A curva laranja representa o número citações desses mesmos autores e se relaciona com a escala vista à direita. Os dados foram extraídos a partir da busca no site Semantic Scholar, realizada no mês de janeiro de 2025.

Na Figura 6 apresenta-se um gráfico onde os trabalhos são apresentados por quantidade de publicações por ano (curva azul) e acumulado ao longo deles (curva vermelha). Observando-se a curva que representa a quantidade de publicações ao longo de cada ano, percebe-se que desde 2023 o número de publicações teve uma ligeira queda comparando aos anos de 2020, 2021 e 2022, sendo este último o ano com maior número de publicações. Outro ponto que merece destaque é que dentro da janela cronológica preferenciada, o ano de 2020 foi o ano com menor número de publicações, provavelmente devido a Pandemia do Covid-19.

Figura 6 – Demonstrativo da quantidade de publicações por ano e projeção acumulada.



Fonte: Autores [2025].

2.3 Análise dos artigos

Após a leitura dos artigos, esses foram subdivididos e classificados, de acordo com seu enfoque, em cinco temáticas macro: Pré-fabricação na Construção Civil, Construção e Sustentabilidade, BIM, Habitação de Interesse Social e Métodos Construtivos Modulares. No Apêndice D é possível observar o arranjo dessa divisão.

Na sequência os artigos foram analisados quanto as suas temáticas.

Em relação a pré-fabricação na construção civil, foram encontrados dez artigos com esse tema como foco principal discutido. Todos os artigos atestavam que a pré-fabricação é uma alternativa latente para a otimização dos processos construtivos, sejam residenciais, comerciais, industriais ou afins.

Todavia, para corroborar com essa máxima, cada artigo trabalhou esse conceito em um contexto próprio.

Tavares *et al.* [5] buscou determinar qual o potencial de otimização de custos e impactos ambientais que a pré-fabricação de edifícios pode trazer, fazendo um comparativo entre cinco tipologias em três cidades distintas, analisando parâmetros e características próprias. Os resultados apontaram que a pré-fabricação não garante que as metas ambientais sejam atendidas, mas pode contribuir quando alinhadas a outros fatores. Lee, Nie e Han [6], assim como Sharif e Haas [7] desenvolveram um método de inspeção de qualidade baseado na visão computacional para componentes pré-fabricados de construção modular. O método de Lee, Nie e Han [6] apresentou alto nível de precisão acessível a fabricantes que precisam desse rastreo, e não podem investir em equipamentos de alto custo. Já o trabalho de Sharif e Haas [7] resultou em um sistema que permite ajustes mais precisos nos pontos críticos, melhorando a adequação dos componentes ao projeto. Para a obtenção desse resultado, o método requer integração com scanners 3D para uso em tempo real. O estudo de Jalil *et al.* [8] investigou os problemas não resolvidos no design de edificações pré-fabricadas na Malásia e destacou a importância da colaboração e do planejamento integrado em todas as etapas do projeto e execução. Bereznanin e Kozlovska [9] e Kirschke e Sietko [10] exploraram o potencial que a pré-fabricação tem para atender à demanda crescente de habitações. O trabalho de Bereznanin e Kozlovska [9] indicou que com essa aplicação obtém-se redução de 20% nos custos e de 20% a 50% no tempo de construção, além de outras vantagens. Kirschke e Sietko [10], por sua vez, afirmaram que a combinação desse método com o BIM resulta em processos construtivos mais rápidos, econômicos e sustentáveis.

Wong e Loo [11] avaliaram o impacto da pré-fabricação voltada para sustentabilidade na construção, confirmando por seus estudos

que níveis mais altos de modularidades estão fortemente relacionados com melhores desempenhos em sustentabilidade ambiental, social e econômica. Du *et al.* [12] analisou sistematicamente as aplicações de manufatura enxuta em projetos de construção pré-fabricada. Diante disso, o estudo indicou um panorama abrangente da integração de Lean Manufacturing em construções pré-fabricadas. Lu, Yang e Kong [13] identificaram o modelo de curva de aprendizado mais adequado para o contexto da construção pré-fabricada, onde seus resultados destacaram a relevância da teoria das curvas de aprendizado para otimizar a produção modular, por fim, Zhang *et al.* [14] buscaram investigar os fatores críticos que influenciam a gestão de interfaces em projetos de construção pré-fabricada. O estudo destacou a necessidade da adoção de tecnologias como o BIM e RFID como agentes integrativos e que permitem a padronização dos processos em todo o ciclo de vida do projeto.

Outro viés observado foi a associação entre sustentabilidade e construção civil, para construção modular. Nos artigos desta linha temática, quatro deles indicavam como ponto central a Sustentabilidade. Em todos os trabalhos foi enfatizado que a adoção de métodos modulares para a produção em massa de obras civis deve ser uma tendência para se atingir os parâmetros globais de gestão de resíduos da construção civil (RCC) nos próximos anos.

Miyamoto, Allacker e De Troyer [15] desenvolveram uma abordagem visual para integrar resultados de LCC e Life Cycle Assessment (Análise do Ciclo de Vida –LCA) no processo de design arquitetônico, a qual demonstrou-se eficaz para tomada de decisões. As ferramentas visuais (Gráfico de Pareto) oriundas dessa abordagem facilitaram a comunicação de decisões de design entre arquitetos e stakeholders. Alasmari, Martinez-Vazquez e Banitopoulos [16] investigaram o impacto do BIM na sustentabilidade e custo de projetos residenciais na Arábia Saudita. Com seu estudo, a utilização do BIM levou a

uma economia de \$8,67 milhões, além de sua integração com LCA e LCC reduzirem significativamente os impactos ambientais. Maqbool *et al.* [17] examinou se o aumento na adoção de Métodos Modernos de Construção (MMC) pode auxiliar a alcançar as metas ecológicas da Estratégia Construção 2025 no Reino Unido. Seu trabalho indicou que os MMC, apesar de minimizar os RCC's provenientes de sua adoção, necessitam de altos investimentos iniciais, tornando difícil o financiamento. Zhang *et al.* [18] fizeram um comparativo entre a produção de RCC em construções modulares e métodos tradicionais, indicando que a construção modular gera em média 79% menos RCC, especificamente em materiais como madeira e metal, mantendo parâmetros promissores de desempenho.

A maioria dos artigos teve como destaque principal contribuições e discussões sobre o BIM. Dos trabalhos selecionados, dezessete abordavam de maneira direta o BIM e suas implicações, seja com a construção modular, gerenciamento de obras e/ou habitações de interesse social.

Wang, He e Fan [19] propuseram um framework para a montagem de estruturas modulares utilizando o BIM. Foi observada redução significativa de custo e tempo em relação à montagem física desse tipo de elemento. Khalili-Araghi e Kolarevic [20] desenvolveram um sistema de personalização dimensional baseado em restrições para habitações, também em BIM, que permitiu maior participação do cliente no design de casas customizadas de forma interativa e numérica. Baldauf *et al.* [21] propuseram diretrizes para o uso de BIM na gestão dos requisitos dos clientes em projetos de HIS. A aplicação do BIM demonstrou potencial para automatizar 54% dos requisitos, reduzindo a subjetividade e aumentando a consistência na avaliação de propostas de projetos. Chatzimichailidou e Ma [22] explorou a aplicação do BIM na gestão de riscos de segurança em construções modulares, evidenciando que ferramentas visuais auxiliam a evitar conflitos entre guindastes e

estruturas adjacentes, reduzindo significativamente o número de acidentes. Kim *et al.* [23] analisaram a percepção do usuário sobre casas modulares na Austrália, identificando que o BIM é uma tecnologia-chave para melhorar essa percepção, visto que, após a visualização de métodos modulares por meio do BIM, 90% dos participantes indicaram percepção positiva para investir nestas tecnologias. Awoldele, Mewomo e Eze [24] e Ekemode [25] analisaram a mesma percepção, porém na Nigéria, sendo o primeiro por meio de uma pesquisa qualitativa e o segundo, por uma quantitativa. Todos os autores chegaram ao mesmo entendimento corroborando um com o outro.

Mayouf *et al.* [26] buscou em seu trabalho aprimorar a eficiência do planejamento de obras modulares, por meio da integração com Lean Construction e concluiu que o BIM oferece vantagens para gestão de módulos e melhor arranjo do canteiro de obras. Lee *et al.* [27] propôs a criação de um índice de utilização do BIM para apoiar a tomada de decisões em projetos modulares. Suas contribuições incluíram melhorar a produtividade das atividades e apoiar a sustentabilidade na construção modular por meio de aplicações estratégicas de BIM, dando como exemplo a otimização do desempenho energético, gerenciamento de resíduos e monitoramento sustentável na operação de edifícios. Kazeem *et al.* [28] analisaram as abordagens para integração de serviços prediais, nas várias disciplinas funcionais, voltados para construção modular. Sua revisão identificou avanços tecnológicos como a utilização de BIM, IoT e IA para melhorar a eficiência dessa coordenação na integração desses sistemas. Mostafa *et al.* [29] identificou os desafios e oportunidades da adoção do BIM para avançar nas práticas de pré-fabricação na indústria da construção civil australiana. Os autores identificaram a necessidade de mudanças nas práticas empresariais e integração de novos fluxos de trabalho, além de elencar o alto custo de implementação e treinamento.

Baek, Won e Jang [30] avaliaram métodos econômicos de estruturação para racks (ambientes) pré-fabricados de sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos baseados em BIM e concluíram que a modularização desses pode reduzir em até 7,2% o custo total de construção, nos casos de maior eficiência. Tanko *et al.* (2024) [31] utilizou o BIM para analisar custos de projetos genéricos modulares. O estudo indicou que o planejamento financeiro de obras dessa natureza, quando desenvolvido por meio do BIM leva a índice de assertividade acentuado e integração de soluções sustentáveis em projetos habitacionais. Ying, Kamal e Esa [32] buscaram identificar as principais barreiras e propor estratégias para integrar práticas tradicionais ao uso de tecnologias digitais na construção civil da Malásia. Xu *et al.* [33] desenvolveram uma solução integrada BIM-LCA para automatizar a avaliação de carbono incorporado em edifícios modulares, com foco em melhorar a interoperabilidade de dados e a eficiência do processo. Gan [34] desenvolveu um modelo de dados em gráfico baseado em BIM para design automático de edifícios modulares.

Relacionado à temática das Habitações de Interesse Social (HIS), foram encontrados três artigos que abordaram esse assunto. Em todos foi apontado que o déficit habitacional é uma problemática comum na maioria dos países, e foram apontadas alternativas para acelerar a construção de habitações direcionadas nesse contexto, onde o BIM foi elencado como uma metodologia que pode maximizar a produção em escala industrial dessas edificações.

Gómez *et al.* [35] avaliaram manifestações patológicas e parâmetros qualitativos em HIS construídas pelo programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) no Brasil. Propuseram um modelo arquitetônico referenciado em critérios de habitabilidade, acessibilidade e sustentabilidade. Liu, Liu e Zhang [36] estudaram a modularização de HIS pré-fabricadas com base no conceito de desenvolvimento sustentável, e na sequência

desenvolveram um modelo ideal de modularização que reduz os desperdícios de material e aumenta sua eficiência de montagem e aproveitamento energético. Brasil e Martinez [37] desenvolveram um sistema de design para produção de HIS customizáveis em massa no Brasil, sendo o foco principal do seu trabalho a integração das tecnologias de Modelagem Paramétrica Algorítmica com BIM para automatizar soluções de design e permitir a visualização em tempo real de custos e cronograma.

Por fim, na temática de Métodos Construtivos Modulares foram encontrados 3 estudos. Em todos esses, os MCM's foram apontados como tendências contemporâneas para a industrialização plena da construção civil. Foram elencadas como vantagens da adoção desses métodos a independência de mão de obra humana e o aumento do controle tecnológico e gerencial de edificações qualificadas por tais meios. Entretanto os estudos tendenciaram que a viabilidade desses métodos é possível quando aplicados em largas escalas produtivas, limitando sua viabilidade em unidades isoladas.

Feldman, Birkel e Hartmann [38] investigaram as barreiras à adoção mais ampla de MCM's na Alemanha do ponto de vista dos incorporadores. O estudo indicou que embora as regulamentações e os treinamentos sejam barreiras, essas não são as que mais afetam sua adoção, e sim, o alto custo de implementação e resistência cultural dos usuários. Abeyasiriwardena e Mahendran [39] investigaram o comportamento estrutural de LSF submetidos ao encurvamento distorcional. O modelo numérico proposto apresentou boa concordância com os resultados experimentais, prevendo com precisão as capacidades de carga e os modos de falha. Foi demonstrado que o comportamento não linear das conexões é essencial para capturar os efeitos do encurvamento distorcional. Lee e Lee [40] desenvolveram um framework de gêmeos digitais para monitorar e simular os fatores logísticos na construção modular. O modelo proposto possibilitou uma melhoria da

coordenação da cadeia de suprimentos em projetos de construção modular.

3. Considerações Finais

Este estudo apresentou o estado da arte do período de 2020 a 2024 de pesquisas envolvendo HIS, BIM e MCM. Na sequência do MSL foi possível observar que os temas de interesse, de maneira segregada, detêm pesquisas relevantes e contemporâneas para o meio científico. Entretanto, quando associados, o número de estudos que abordam discussões comuns aos três é pequeno. Poucos foram os estudos que discutem o caráter gerencial de obras cuja finalidade são HIS, sendo que esse contexto é primordial para que mais empresas privadas e, principalmente, o setor público entendam a viabilidade e necessidade de tais ações. Não foram encontrados trabalhos que combinem a adoção da metodologia BIM o gerenciamento de construções modulares vinculadas a HIS.

Diante dos dados apresentados, sugere-se que trabalhos futuros estudem o impacto econômico da adoção em larga escala de MCM para empreendimentos de HIS e seu reflexo no setor da Construção Civil. Outra possibilidade é analisar qual MCM se configura com maiores parâmetros de desempenho à longo prazo para esse tipo de construção. Ainda, como o setor público pode garantir e fomentar esse tipo de adoção sob a óptica das empresas de Construção Civil. A pesquisa também descobriu a necessidade de estudos que analisem os efeitos dos aprendizados sobre a adoção do BIM em diferentes projetos e fábricas voltados para os MCM. Tal máxima é corroborada pelo fato de alguns dos autores citados indicarem variáveis em seu trabalho que dependiam do nível de capacitação dos envolvidos no processo de implementação do BIM em seus estudos. Outra lacuna encontrada foi o monitoramento de manifestações patológicas em HIS executadas por MCM's e sua rastreabilidade, levando-se em consideração fatores como localização, utilização do imóvel e método construído.

Conclui-se que, diante da ascendente demanda por HIS e o atual déficit habitacional, torna-se essencial aprofundar as pesquisas no meio científico sobre a viabilidade da adoção de MCM's, considerando seus impactos econômicos, ambientais e sociais. A modularidade da construção pode oferecer soluções mais eficientes, sustentáveis e acessíveis, reduzindo custos e prazo. Neste contexto, o uso do BIM se apresenta como fundamental para otimizar o planejamento, a compatibilização de projetos e a gestão dos recursos, permitindo tomada de decisões e viabilizando a implementação dessas tecnologias de maneira mais assertiva. Logo, a integração entre pesquisa acadêmica e inovação tecnológica pode contribuir significativamente para a superação dos desafios habitacionais e a promoção de moradias dignas para a população.

4. Referências

- [1] OTI-SARPONG, K., PÄRN, E. A., BURGESS, G., ZAKI, M. (2022). *Transforming the construction sector: an institutional complexity perspective*. Construction Innovation-England, 22(2), 361–387. <https://doi.org/10.1108/CI-04-2021-0071>
- [2] FALBO, R. A.; SOUZA, E. F.; Felizardo, K.R. *Mapeamento Sistemático*. In: Katia Felizardo; Elisa Nakagawa; Sandra Fabbri; Fabiano Ferrari. (Org.). *Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: Teoria e Prática*. 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018, p. 79-98.
- [3] PAGE, M. J., MOHER, D., BOSSUYT, P. M., THE PRISMA GROUP. (2021). *PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and examples for reporting systematic reviews*. BMJ.
- [4] QI, K., OWUSU, E. K., FRANCIS SIU, M.-F., ALBERT CHAN, P.-C. (2024). *A systematic review of construction labor productivity studies: Clustering and analysis through hierarchical latent dirichlet allocation*. Ain Shams Engineering Journal, 15(9), 102896. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.as ej.2024.102896>
- [5] TAVARES, V., GREGORY, J., KIRCHAIN, R., FREIRE, F. (2021). *What is the potential for prefabricated buildings to decrease costs and contribute to meeting EU environmental targets?* Building and Environment, 206, 108382. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.b uildenv.2021.108382>
- [6] LEE, D., NIE, G.-Y., HAN, K. (2023). *Vision-based inspection of prefabricated components using camera poses: Addressing inherent limitations of image-based 3D reconstruction*. Journal of Building Engineering, 64, 105710. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jo be.2022.105710>
- [7] SHARIF, M. M., HAAS, C., WALBRIDGE, S. (2022). *Using termination points and 3D visualization for dimensional control in prefabrication*. Automation in Construction, 133. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103 998>
- [8] JALIL, A. B. A., FAZIL, F. B. M., SHIBLI, D. A. A. M., COTTER, J. N. (2023). *The Unresolved Design Issues in Malaysian Prefabricated Housing and Their Corrective Steps*. In Lecture Notes in Civil Engineering (Vol. 310). https://doi.org/10.1007/978-981-19-8024-4_39
- [9] BEREZANIN, S., KOZLOVSKA, M. (2024). *The potential of prefabricated technologies for rental housing*. E3S Web of Conferences, 550. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2024550 01014>.
- [10] KIRSCHKE, P., SIETKO, D. (2021). *The Function and Potential of Innovative Reinforced Concrete Prefabrication Technologies in Achieving Residential Construction Goals in Germany and Poland*. Buildings, 11(11).

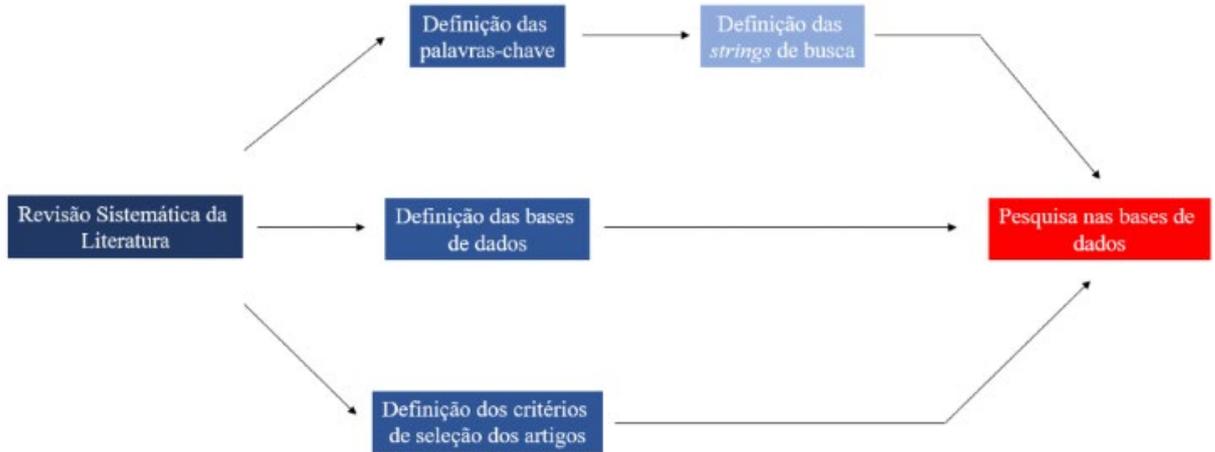
- <https://doi.org/10.3390/buildings11110533>
- [11] WONG, R. W. M., LOO, B. P. Y. (2022). *Sustainability implications of using precast concrete in construction: An in-depth project-level analysis spanning two decades*. Journal of Cleaner Production, 378, 134486. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134486>
- [12] DU, J., ZHANG, J., CASTRO-LACOUTURE, D., HU, Y. (2023). *Lean manufacturing applications in prefabricated construction projects*. Automation in Construction, 150, 104790. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104790>
- [13] LU, W., YANG, Z., KONG, L. (2023). *Identification of Learning Effects in Modular Construction Manufacturing*. Automation in Construction, 154, 105010. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105010>
- [14] ZHANG, S. X., LI, Z. F., MA, S. B., LI, L., YUAN, M. Q. (2022). *Critical Factors Influencing Interface Management of Prefabricated Building Projects: Evidence from China*. Sustainability, 14(9). <https://doi.org/10.3390/su14095418>
- [15] MIYAMOTO, A., ALLACKER, K., DE TROYER, F. (2022). *Visual tool for sustainable buildings: A design approach with various data visualisation techniques*. Journal of Building Engineering, 56, 104741. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104741>
- [16] Alasmari, E., Martinez-Vazquez, P., Baniotopoulos, C. (2024). *Utilising BIM on LCC to Enhance the Sustainability of Saudi Residential Projects Through Simulation. A Case Study at the Kingdom of Saudi Arabia*. In Lecture Notes in Civil Engineering: Vol. 489 LNCE. https://doi.org/10.1007/978-3-031-57800-7_61
- [17] MAQBOOL, R., NAMAGHI, J. R., RASHID, Y., ALTUWAIM, A. (2023). *How modern methods of construction would support to meet the sustainable construction 2025 targets, the answer is still unclear*. Ain Shams Engineering Journal, 14(4), 101943. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.as ej.2022.101943>
- [18] ZHANG, Y., PAN, W., TENG, Y., CHEN, S. W. (2024). *Construction Waste Reduction in Buildings through Modular and Offsite Construction*. Journal of Management in Engineering, 40(4). <https://doi.org/10.1061/JMENEAE.MEEN G-5828>
- [19] WANG, Y.-G., HE, X.-J., HE, J., FAN, C. (2022). *Virtual trial assembly of steel structure based on BIM platform*. Automation in Construction, 141, 104395. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104395>
- [20] KHALILI-ARAGHI, S., KOLAREVIC, B. (2020). *Variability and validity: Flexibility of a dimensional customization system*. Automation in Construction, 109, 102970. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102970>
- [21] BALDAUF, J. P., FORMOSO, C. T., TZORTZOPOULOS, P., MIRON, L. I. G., SOLIMAN, J. (2020). *Using Building Information Modelling to Manage Client Requirements in Social Housing Projects*. Sustainability, 12(7). <https://doi.org/10.3390/su12072804>
- [22] CHATZIMICHAILIDOU, M., MA, Y. (2022). *Using BIM in the safety risk management of modular construction*. Safety Science, 154. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105852>

- [23] KIM, K. P., CONNOLLY, T., RYSCHKA, S., DOSKY, A., STEFANOPOULOS, A. (2023). *The implication of digital twin technology toward improving the perception of modular houses in Australia*. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development, 14(2), 317–328. <https://doi.org/10.22712/susb.20230023>
- [24] AWODELE, I. A., MEWOMO, M. C., EZE, E. C., EZE, E. C. (2023). *Inhibitors to the Adoption of Building Information Modelling in Modular Construction: A Case Study of the Nigerian Construction Industry*. Journal of Construction in Developing Countries, 28(2), 19–36. <https://doi.org/10.21315/jcdc-01-22-0004>.
- [25] EKEMODE, B. G. (2024). *Factors influencing Building Information Modelling adoption for residential property development*. International Journal of Construction Management, 24(9), 986–996. <https://doi.org/10.1080/15623599.2023.2239506>.
- [26] MAYOUF, M., JONES, J., ELGHAISH, F., EMAM, H., EKANAYAKE, E., & ASHAYERI, I. (2024). *Revolutionising the 4D BIM Process to Support Scheduling Requirements in Modular Construction*. Sustainability, 16(2). <https://doi.org/10.3390/su16020476>
- [27] LEE, M., LEE, D., KIM, T., LEE, U. K. (2020). *Practical Analysis of BIM Tasks for Modular Construction Projects in South Korea*. SUSTAINABILITY, 12(17). <https://doi.org/10.3390/su12176900>
- [28] KAZEEM, K. O., OLAWUMI, T. O., ADAM, J. J., LAM, E. W. M. (2024). *Integration of Building Services in Modular Construction: A PRISMA Approach*. Applied Sciences-Basel, 14(10). <https://doi.org/10.3390/app14104151>.
- [29] MOSTAFA, S., KIM, K. P., TAM, V. W. Y., RAHNAMAYIEZEKAVAT, P. (2020). *Exploring the status, benefits, barriers and opportunities of using BIM for advancing prefabrication practice*. International Journal of Construction Management, 20(2), 146–156. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484555>
- [30] BAEK, S., WON, J., JANG, S. (2023). *Economic Integrated Structural Framing for BIM-Based Prefabricated Mechanical, Electrical, and Plumbing Racks*. APPLIED SCIENCES-BASEL, 13(6). <https://doi.org/10.3390/app13063677>.
- [31] TANKO, B. L., OAKLEY, J. T., JAGUN, Z., MADANAYAKE, U. (2024). *Comparing 5D BIM costs: stilt housing against conventional housing for flood management*. Journal of Engineering Design and Technology. <https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2023-0376>.
- [32] YING, T. Y., KAMAL, E. M., ESA, M. (2022). *Building Information Modelling (BIM) Implementation: Challenges for Quantity Surveyors*. International.
- [33] XU, J. Y., TENG, Y., PAN, W., & ZHANG, Y. (2022). *BIM-integrated LCA to automate embodied carbon assessment of prefabricated buildings*. Journal of Cleaner Production, 374. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133894>.
- [34] GAN, V. J. L. (2022). *BIM-based graph data model for automatic generative design of modular buildings*. Automation in Construction, 134. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104062>.
- [35] MARTE GÓMEZ, J. A., DANIEL, E. I., FANG, Y., OLOKE, D., GYOH, L. (2021). *Implementation of BIM and Lean Construction in Offsite Housing Construction: Evidence from the UK*. IGLC 2021 - 29th Annual Conference of the International Group for Lean

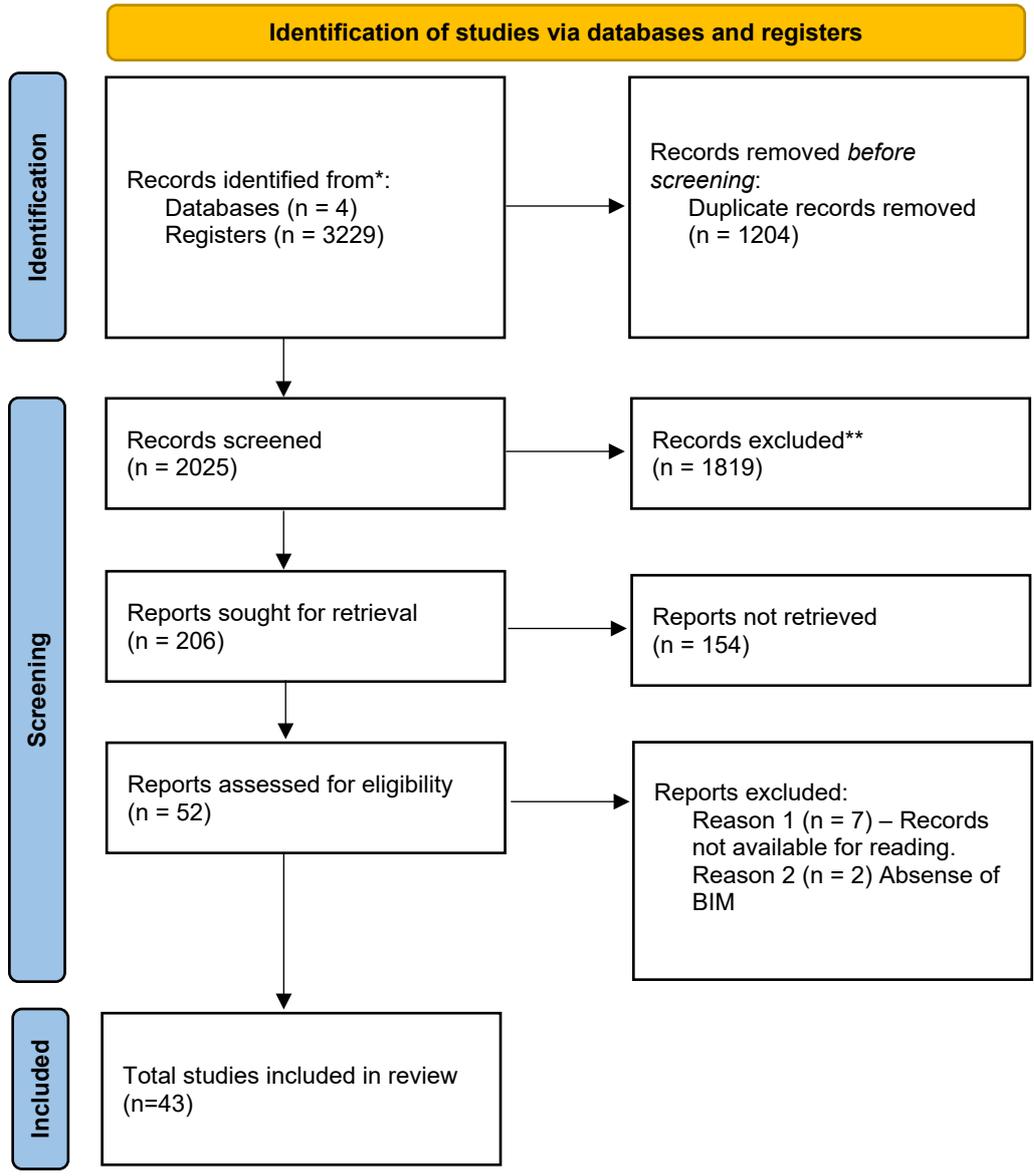
- Construction - Lean Construction in Crisis Times: Responding to the Post-Pandemic AEC Industry Challenges, 955–964.
<https://doi.org/10.24928/2021/0122>.
- [36] LIU, S., LIU, Q., ZHANG, M. (2022). *Research on Modularization of Prefabricated Affordable Housing in Zhengzhou Based on the Concept of Sustainable Development*. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 23, 1012–1023.
<https://doi.org/10.3233/ATDE220379>.
- [37] BRASIL, A. L. AQUINO, MARTINEZ, A. C. P. (2022). *Potential for Social Housing Mass Customization in Brazil through the Integration between BIM and Algorithmic-Parametric Modeling*. *Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, 2, 347–356.
- [38] FELDMANN, F. G., BIRKEL, H., HARTMANN, E. (2022). *Exploring barriers towards modular construction – A developer perspective using fuzzy Dematel*. *Journal of Cleaner Production*, 367.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133023>.
- [39] ABEYSIRIWARDENA, T., MAHENDRAN, M. (2022). *Experimental and numerical investigations of LSF walls subject to distortional buckling*. *Thin-Walled Structures*, 171.
<https://doi.org/10.1016/j.tws.2021.108685>
- [40] LEE, D., LEE, S. (2021). *Digital Twin for Supply Chain Coordination in Modular Construction*. *Applied Sciences-Basel*, 11(13).
<https://doi.org/10.3390/app11135909>

5. Apêndices

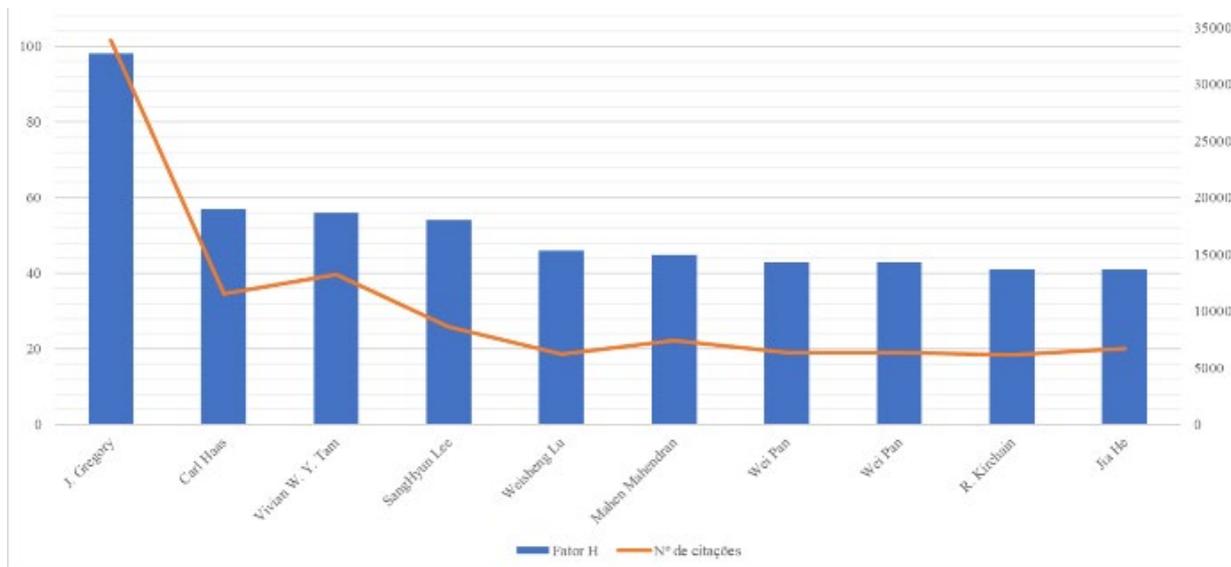
APENDICE A – Metodologia inicial da pesquisa.



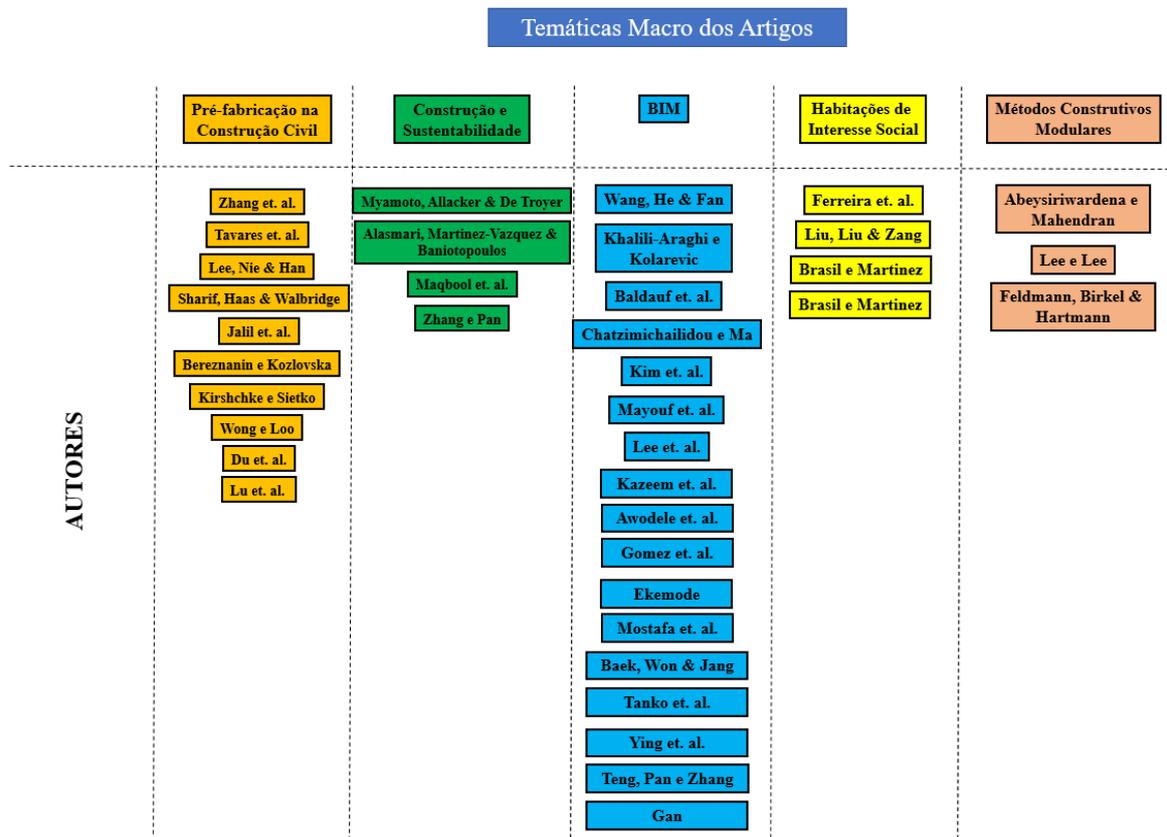
APENDICE B – Fluxograma da segunda parte da pesquisa – PRISMA (2025)



APENDICE C – H-index e número de citações.



APENDICE D- Divisão dos artigos quanto suas temáticas macro.





Crescimento Econômico e Estrutura Urbana Equilibrada: A Dinâmica Imobiliária de Rio Verde - Goiás

Economic Growth and Balanced Urban Structure: The Real Estate Dynamics of Rio Verde – Goiás

HONORATO, Gustavo Gonçalves¹, ARAÚJO, Luis Henrique da Silva²; LEÃO NETO, Alaor³; CANDIDO, Leandro Aparecido⁴; RODRIGUES, Júlio César Gomes⁵.

gustavoghonorato@gmail.com¹; luishsaraujo19@gmail.com²; alaorleao@hotmail.com³; leandro01062016@gmail.com⁴; julio.gomes@estudante.ifgoiano.edu.br⁵.

¹²³Engenheiro Civil, Mestrando em Engenharia Aplicada a Sustentabilidade, Rio Verde.

⁴Químico Industrial, Mestrando em Engenharia Aplicada a Sustentabilidade, Mineiros.

⁵Sistemas de informação, Mestrando em Engenharia Aplicada a Sustentabilidade, Santa Helena.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Valorização imobiliária
 Planejamento urbano
 Parques urbanos

Key word:
 Real estate appreciation
 Urban planning
 Urban parks

Resumo:

O presente artigo analisa a dinâmica de valorização imobiliária no município de Rio Verde, Goiás, com foco na influência dos parques urbanos como instrumentos de requalificação territorial, melhoria da qualidade de vida e atração de investimentos. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e exploratória, com base em análise documental das legislações urbanísticas, entrevistas com corretores imobiliários, levantamento cartográfico e observações de campo. Os resultados evidenciam que a implantação dos parques promoveu mudanças significativas no tecido urbano, intensificando a verticalização, atraindo empreendimentos de médio e alto padrão e elevando os valores do metro quadrado nas áreas adjacentes. O estudo também destaca a importância dos parques como espaços de difusão cultural e símbolos de identidade coletiva, reforçando seu papel estratégico na política urbana do município. Conclui-se que a valorização imobiliária em Rio Verde está diretamente associada à aplicação coordenada do Plano Diretor, à expansão planejada do zoneamento urbano e à valorização da cultura como ativo territorial.

Abstract

This article examines the dynamics of real estate appreciation in the municipality of Rio Verde, Goiás, focusing on the influence of urban parks as instruments for territorial requalification, quality of life improvement, and investment attraction. The research adopts a qualitative and exploratory approach, based on documentary analysis of urban planning legislation, interviews with real estate agents, cartographic surveys, and field observations. The results show that the implementation of parks has led to significant changes in the urban fabric, intensifying vertical growth, attracting medium and high-standard developments, and increasing square meter values in adjacent areas. The study also highlights the importance of parks as spaces for cultural diffusion and symbols of collective identity, reinforcing their strategic role in the municipality's urban policy. It is concluded that real estate appreciation in Rio Verde is directly associated with the coordinated application of the Master Plan, the planned expansion of urban zoning, and the valorization of culture as a territorial asset.

1. Introdução

A dinâmica de valorização imobiliária nas cidades médias brasileiras tem sido fortemente influenciada por intervenções urbanas que aliam infraestrutura, preservação ambiental e qualidade de vida [1]. A valorização de determinadas áreas urbanas tem se intensificado em razão da implantação de equipamentos públicos como parques urbanos, que passaram a exercer papel estratégico no ordenamento territorial e na atração de investimentos [2].

Rio Verde é um município brasileiro situado no interior do estado de Goiás, região Centro-Oeste do país. Possui clima tropical e segundo o censo de 2024 do IBGE, possui população de 238.025 habitantes [3]. É considerado município destaque nacional pela economia fortemente ligada ao agronegócio e pelo ritmo acelerado de crescimento econômico.

A criação de áreas verdes no município demonstra uma ação planejada que busca não apenas a conservação ambiental, mas também a requalificação urbana e a melhoria da qualidade de vida. Os espaços, antes subvalorizados ou subutilizados, vêm se tornando polos de atração imobiliária, modificando profundamente o uso do solo e impulsionando o desenvolvimento de empreendimentos comerciais e residenciais em seus entornos.

No caso do Parque Ecológico, por exemplo, observa-se um crescimento significativo na verticalização do território, com a concentração de edifícios residenciais e a consolidação de novas vias de circulação que conectam a região ao restante da malha urbana [4]. A valorização imobiliária, neste contexto, não ocorre de forma isolada, mas sim articulada com os princípios estabelecidos pelo Plano Diretor Municipal, que define parâmetros para o uso e a ocupação do solo urbano.

A pesquisa aqui proposta, parte da análise dessa transformação territorial com o objetivo de compreender como a presença dos parques urbanos em Rio Verde tem

influenciado a dinâmica imobiliária local. Por meio de levantamento documental, análise cartográfica e consulta a registros de valores do solo, busca-se identificar a correlação entre as melhorias urbanas promovidas pelo poder público e o aumento do valor dos imóveis nos bairros adjacentes a esses parques.

A hipótese que orienta este estudo é que tais espaços, ao articularem lazer, natureza e infraestrutura, operam como catalisadores de um modelo de desenvolvimento urbano que combina crescimento econômico e estrutura urbana equilibrada [5].

Além da requalificação urbana e da valorização imobiliária, observa-se que esses parques também passaram a desempenhar papel central na promoção cultural e na construção da identidade local, aspecto que será analisado ao longo do artigo.

2. Metodologia

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa e exploratória, fundamentada na análise da dinâmica imobiliária do município de Rio Verde, Goiás, com foco na relação entre crescimento econômico, estrutura urbana equilibrada e valorização dos imóveis. Para tanto, foram utilizadas múltiplas estratégias metodológicas que possibilitaram a triangulação de dados, garantindo maior consistência e validade aos resultados.

Inicialmente, foi realizada uma análise documental das legislações urbanísticas municipais, com destaque para o Plano Diretor, Código de Obras e Código de Posturas. Esses documentos foram examinados com o objetivo de compreender os instrumentos normativos que orientam o desenvolvimento urbano e a oferta de infraestrutura pública na cidade. A análise buscou verificar se tais instrumentos têm sido efetivamente implementados, contribuindo para a valorização do território urbano.

Em seguida, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com

representantes das principais imobiliárias de Rio Verde. Os questionários aplicados abordaram temas como a percepção sobre a valorização dos imóveis, os fatores que influenciam nas decisões de compra, a atuação do poder público na provisão de infraestrutura urbana e a atratividade da cidade para novos moradores. As respostas dos corretores imobiliários foram fundamentais para captar a percepção do mercado em relação à influência da gestão pública sobre o setor habitacional.

Também foi realizada uma análise espacial da expansão urbana do município, por meio da ferramenta Google Earth, onde foram comparadas imagens de diferentes períodos para se identificar o surgimento de novos loteamentos e a ocupação de áreas antes não urbanizadas. Essa etapa permitiu compreender o ritmo do crescimento territorial e associá-lo às intervenções urbanas promovidas pela prefeitura, como a criação de parques e equipamentos públicos.

Complementarmente, a pesquisa incluiu visitas técnicas de campo aos principais parques urbanos da cidade, com o intuito de verificar *in loco* se as infraestruturas previstas em lei, estão efetivamente sendo implantadas e utilizadas pela população. Essas observações foram comparadas às diretrizes do Plano Diretor e serviram como base para avaliar a coerência entre planejamento e execução.

Também foi analisada a atuação da prefeitura em programas culturais e sociais, por meio de consultas a fontes oficiais e entrevistas, para avaliar sua contribuição na valorização urbana. Os dados foram interpretados com base em referenciais teóricos, evidenciando a relação entre as políticas públicas, o crescimento econômico e o aumento do valor dos imóveis em Rio Verde.

3. Discussão

3.1. *City-marketing* e a valorização dos espaços urbanos em Rio Verde

O conceito de *city-marketing* se refere à utilização de estratégias de comunicação e planejamento para tornar as cidades mais atrativas a investidores, turistas e novos moradores, destacando aspectos como qualidade de vida, sustentabilidade e infraestrutura urbana. No contexto brasileiro, essa prática tem sido adotada por diversas cidades como forma de promover uma imagem urbana competitiva no cenário regional e nacional.

O município de Rio Verde tem adotado práticas de valorização simbólica de seus espaços urbanos, particularmente a partir da implementação de áreas verdes planejadas. Essas iniciativas não apenas atendem às exigências legais de áreas de preservação, mas também integram uma lógica de ordenamento que privilegia a estética urbana, a segurança e o conforto, elementos essenciais ao discurso do *city-marketing*.

A criação de parques urbanos em bairros já consolidados ou em áreas de expansão urbana tem sido apresentada como instrumento de promoção da sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida. Esses equipamentos agregam valor simbólico e funcional ao tecido urbano, atuando como elementos centrais de requalificação e atração de investimentos.

Em Rio Verde, os parques analisados passaram a figurar em materiais promocionais, *folders* de empreendimentos e campanhas publicitárias como diferencial de localização, evidenciando a associação direta entre áreas verdes e valorização imobiliária.

3.2. O planejamento urbano e a infraestrutura dos parques em Rio Verde

3.2.1. Histórico do planejamento urbano do município

O planejamento urbano de Rio Verde passou por avanços significativos a partir dos anos 2000, especialmente após a aprovação do Plano Diretor Municipal por meio da Lei Complementar nº 5.318/2007.

Este instrumento estabeleceu diretrizes fundamentais para o crescimento urbano com

foco na sustentabilidade, na mobilidade e na estruturação de eixos de expansão. Em complemento, a Lei de Zoneamento (Lei Complementar nº 5.478/2008) e o Código de Obras consolidaram o arcabouço legal necessário para o controle do uso e ocupação do solo, permitindo ações públicas em áreas estratégicas do município.

Nos últimos anos, tais legislações viabilizaram a requalificação de diversos espaços urbanos, com destaque para as regiões onde foram implantados importantes parques urbanos. Ainda que parte da legislação urbana esteja desatualizada, observa-se que a administração municipal tem promovido, por meio de forças-tarefa e planejamento técnico, uma aplicação prática e eficaz das diretrizes previstas. Essa atuação tem repercutido positivamente na qualidade de vida urbana e na valorização imobiliária local, especialmente nas regiões adjacentes aos parques.

3.2.2. Caracterização dos parques urbanos

Durante a pesquisa, foram analisados diversos parques e praças da cidade, com destaque para três principais áreas verdes que vêm exercendo papel estruturante na paisagem urbana e no mercado imobiliário: o Parque Walderes Souza de Oliveira (popularmente conhecido como Parque Interlagos), o Parque Ecológico de Rio Verde (Espelho d'Água) e o Parque Lauro Martins Filho.

O Parque Interlagos, localizado em área consolidada da cidade, apresenta forte apelo paisagístico, sendo interligado por vias estruturais e cercado por empreendimentos residenciais de padrão médio-alto.

Já o Parque Espelho d'Água constitui-se como eixo de verticalização urbana recente, com expressivo número de edifícios multifamiliares e atividades comerciais no entorno. Por sua vez, o Parque Lauro Martins Filho destaca-se como corredor ecológico urbano, articulando bairros residenciais e funcionando como espaço de convivência comunitária.

A escolha desses parques como objeto de investigação foi motivada não apenas por sua relevância urbanística, mas também pelo fato de serem constantemente mencionados por corretores imobiliários como fatores determinantes na valorização de imóveis. Questionários aplicados às imobiliárias locais, encontrado no Anexo 1, confirmaram essa percepção, apontando uma maior procura por imóveis nas proximidades dessas áreas, o que reforça a importância dos espaços públicos na dinâmica de valorização fundiária.

3.2.3. Infraestrutura pública e requalificação urbana

A infraestrutura presente nos parques analisados foi avaliada em campo, considerando critérios como pavimentação, iluminação pública, acessibilidade, equipamentos de lazer e manutenção geral. As observações revelaram que, em sua maioria, os parques encontram-se bem conservados, com presença de áreas de vivência, como espaços de piquenique e palcos para apresentações culturais, arborização densa e equipamentos urbanos em conformidade com as exigências do Plano Diretor.

A implantação desses espaços foi acompanhada de obras complementares de urbanização, como drenagem pluvial, calçamento de vias de acesso e implantação de pistas de caminhada. Esses elementos não apenas aumentaram a atratividade dos bairros circunvizinhos, como também induziram o surgimento de novos empreendimentos imobiliários, especialmente residenciais verticais e estabelecimentos comerciais, o que pode ser observado em áreas no entorno do Parque Espelho d'Água e do Parque Interlagos.

A Figura 1 no Apêndice A, apresenta o mapa com a localização dos principais parques e praças analisados. Este material foi utilizado como base para que os corretores consultados avaliassem, de forma qualitativa, o impacto dessas áreas na valorização imobiliária e no interesse por novas moradias.

A análise do mapa evidenciou também um padrão de adensamento urbano nas zonas destacadas em azul, refletindo a influência direta da presença dos parques na reestruturação do espaço urbano.

3.2.4. Transformações urbanas associadas aos parques: estudo visual e temporal

A análise temporal por meio de imagens de satélite permitiu observar com clareza a influência direta dos parques urbanos na ocupação e valorização do território.

Foram selecionados dois parques para servir como estudos de caso emblemáticos: o Parque Walderes Souza de Oliveira (Interlagos) e o Parque Ecológico de Rio Verde (Espelho D'Água). A Figura 2 no Apêndice B, evidencia as profundas mudanças no tecido urbano do entorno do Parque Walderes Souza de Oliveira entre os anos de 2007 e 2025.

Na figura é possível observar que em 2007 a região consistia em um loteamento recém-lançado, praticamente desprovido de construções. Já em 2012, observa-se o início das obras no parque e o surgimento das primeiras residências. A consolidação do parque e a melhoria da infraestrutura urbana impulsionaram a ocupação da área, que em 2020 já apresentava densidade significativa. Em 2025, nota-se a presença marcante de edifícios verticais, indicando que o local se tornou um espaço valorizado e atrativo para investimentos imobiliários.

É possível observar fenômeno semelhante no entorno do Parque Ecológico de Rio Verde, conforme mostrado na Figura 3 no Apêndice C, onde em 2012 as obras do parque estavam em fase inicial, e o bairro era caracterizado por construções antigas e dispersas. Já em 2014, com o parque concluído, inicia-se o processo de verticalização, consolidado plenamente em 2025 com a presença de diversos edifícios residenciais no entorno imediato.

3.3. Transformações imobiliárias e valorização no entorno dos parques

3.3.1. Verticalização e novos empreendimentos

A verticalização no entorno do Parque Ecológico de Rio Verde, conforme mostrado na Figura 4 no Apêndice D, tem sido uma das mudanças mais visíveis no tecido urbano de Rio Verde. Diversos empreendimentos de médio e alto padrão foram lançados na última década, aproveitando a valorização simbólica e funcional da área.

Essa dinâmica foi confirmada pelos principais corretores de imóveis da cidade, entrevistados por meio de um questionário estruturado. Todos os consultados relataram aumento na procura por imóveis próximos aos parques urbanos após a implantação desses espaços.

Além da tipologia vertical, observou-se um padrão misto de ocupação no entorno dos parques, conforme destacado por cinco dos oito corretores consultados, os quais identificaram o perfil misto (comercial/residencial) como predominante nessas áreas. A presença de novos empreendimentos, voltados para públicos de renda média e alta, tem impulsionado a densificação urbana e a diversificação funcional desses setores.

3.3.2. Valoração imobiliária a Partir da Presença dos Parques

Os imóveis localizados nas imediações dos parques sofreram aumento considerável nos preços de venda e aluguel. Essa valorização está diretamente relacionada à presença de equipamentos públicos, áreas verdes estruturadas e à requalificação urbana da região. Segundo os dados coletados nas entrevistas, a maioria dos corretores quantificou os aumentos no valor do metro quadrado, com destaque para valorizações entre 100% e 300% em alguns casos, conforme evidenciado no Gráfico 01 no Apêndice E.

Todos os entrevistados concordaram que a valorização deverá continuar nos próximos anos, especialmente em áreas onde os parques estão associados a melhorias em infraestrutura, segurança e qualidade de vida.

As características mais valorizadas pelos clientes nesses imóveis foram apontadas como: infraestrutura dos parques, localização estratégica, e o potencial de bem-estar proporcionado. As campanhas publicitárias também exploram esses aspectos, utilizando os parques como elementos de diferenciação nas estratégias de marketing.

3.3.3. Papel da infraestrutura urbana na valorização no entorno dos parques

A instalação de novas vias de acesso, melhorias no transporte público e a inclusão de equipamentos culturais e de lazer nos entornos contribuíram para a consolidação dos bairros como áreas nobres. A conectividade com os principais corredores da cidade favoreceu o adensamento e o desenvolvimento comercial, alinhando-se às diretrizes do Plano Diretor [6].

Apesar da valorização observada, os corretores também apontaram melhorias que ainda precisam ser implementadas para consolidar esses espaços como polos de atração urbana. Entre as sugestões mais frequentes destacam-se: reforço na segurança pública, melhorias na iluminação e acessibilidade, além de manutenção constante da infraestrutura, conforme mostrado no Gráfico 2 no Apêndice F. Tais ações são consideradas essenciais para garantir a sustentabilidade da valorização imobiliária e o uso pleno dos parques como ativos urbanos permanentes.

Além das transformações imobiliárias promovidas diretamente pelos parques, as mudanças recentes no zoneamento urbano do município também demonstram um esforço institucional para potencializar a valorização do solo e organizar a expansão da malha urbana de forma estratégica.

3.4. Zoneamento urbano e uso do solo na expansão urbana do município de Rio Verde

As alterações no zoneamento urbano de Rio Verde, implementadas entre 2019 e 2025, configuraram um processo estratégico de reorganização territorial, que possibilitou a requalificação e a expansão controlada do uso

do solo no município. O modelo de zoneamento, inicialmente baseado em zonas residenciais horizontais e setores industriais genéricos, foi progressivamente detalhado e diversificado para atender às novas demandas urbanísticas e econômicas.

A partir de 2022, com a criação das subzonas especiais, das zonas estruturais (ZE I a ZE VI) e a instituição da Zona de Proteção Aeroportuária (ZPA), o município passou a adotar uma organização espacial mais complexa, diferenciando áreas conforme suas funções estratégicas [7]. Esse processo promoveu a flexibilização dos parâmetros de uso do solo, permitindo, por exemplo, a transformação de antigas zonas exclusivamente residenciais horizontais em áreas de uso misto ou com potencial para verticalização [8].

Essa transformação espacial da cidade está diretamente associada à sua capacidade de oferecer oportunidades imobiliárias alinhadas ao desenvolvimento econômico local, consolidando Rio Verde como um polo regional de investimentos e inovação urbana [9].

Assim, o atual zoneamento de Rio Verde reflete não apenas uma resposta técnica às necessidades de crescimento demográfico e econômico, mas também a adoção de uma estratégia de organização espacial que busca compatibilizar a expansão urbana com funcionalidade, sustentabilidade e qualidade de vida.

3.5. Expansão de loteamentos em Rio Verde

Com base na análise dos bairros cadastrados no zoneamento anual da Prefeitura, observa-se um crescimento expressivo no número de loteamentos que passou de 181 em 2019 para 201 em 2025, evidenciando a atuação do poder público na expansão planejada do perímetro urbano. Essa política busca evitar ocupações irregulares e promover uma urbanização mais equilibrada. Esse movimento é claramente representado no gráfico a seguir, que demonstra a tendência contínua de

crescimento no número de loteamentos ao longo do período analisado.

O Gráfico 3 no Apêndice G ilustra a evolução do número de loteamentos, evidenciando um crescimento gradual e consistente entre 2019 e 2025. Destacam-se dois momentos relevantes: o primeiro, em 2022, período pós-pandemia da Covid-19, marcado pelo retorno e intensificação do mercado imobiliário local, que resultou na criação de sete novos loteamentos desde 2019, além da introdução de novos parâmetros urbanísticos. O segundo momento ocorre em 2023, com a aceleração das expansões e a consolidação de diversas zonas estruturais e industriais. O período entre 2024 e 2025 manteve o ritmo de crescimento, com a implantação de novos empreendimentos e ajustes no zoneamento de bairros já existentes.

3.6. O aumento dos conjuntos habitacionais

O crescimento de conjuntos habitacionais em Rio Verde é um dos fenômenos que mais evidenciam a expansão urbana recente do município, especialmente na região sudoeste da cidade. Por meio de uma análise realizada com imagens de satélite, Figuras 5 a 11 no Apêndice H, obtidas pelo *Google Earth*, foi possível verificar a expressiva ampliação territorial decorrente da implantação de diversos conjuntos habitacionais entre os anos de 2018 e 2025.

Essa expansão habitacional foi favorecida pelo contexto de fortalecimento da economia local, pela valorização dos imóveis e pela crescente dinamização do mercado imobiliário [9], que atraíram novos investimentos e ampliaram a oferta de unidades habitacionais na cidade.

A implantação desses loteamentos respeitou as normas urbanísticas estabelecidas pela Prefeitura Municipal, cumprindo com as exigências legais vigentes, o que garantiu a entrega de empreendimentos completos, dotados de infraestrutura urbana adequada, conforme prevê o Código de Obras do Município [10].

3.7. Cultura, identidade e valorização territorial em Rio Verde

A cultura desempenha um papel fundamental na construção da identidade urbana e na valorização dos espaços públicos. Paralelamente com o Plano Diretor Municipal que estabelece diretrizes para a distribuição equitativa da infraestrutura em todo o território urbano, o município de Rio Verde tem promovido ações que integram cultura, lazer e memória coletiva ao ambiente urbano. Nesse contexto, os parques públicos assumem papel central como os principais espaços de difusão cultural da cidade, funcionando não apenas como áreas de lazer, mas como verdadeiros polos de convivência e expressão cultural.

Atualmente, Rio Verde conta com uma ampla rede de parques urbanos, muitos deles equipados com praças, parquinhos infantis, pistas de caminhada e quadras poliesportivas. Somente em 2024, foram inaugurados quatro novos parques, conforme registros oficiais da Prefeitura. Além de sua função recreativa, esses parques concentram as principais atividades culturais promovidas no município, sendo o palco de eventos temáticos, apresentações artísticas e manifestações tradicionais. Essa multifuncionalidade reforça seu papel como espaços estratégicos no processo de valorização territorial e inclusão sociocultural.

Complementando essa estrutura, as feiras livres, presentes em 12 pontos da cidade, reforçam a identidade local por meio da gastronomia, com frutas, verduras, produtos naturais e doces caseiros. Esses espaços também funcionam como ambientes de sociabilidade e dinamização econômica, conectando cultura e território.

Os eventos culturais mais relevantes da cidade são realizados justamente nesses parques, como o tradicional Arraiá das Abóboras, que mobiliza grande público com festas de quadrilha, comidas típicas e atrações musicais. Em 2025, o município sediou seu primeiro festival de rock, também realizado em área verde pública, com o objetivo de promover artistas locais e ampliar o repertório

cultural. Tais iniciativas evidenciam a capacidade dos parques de se adaptarem a diferentes linguagens culturais e fortalecerem o acesso democrático à cultura.

Além das atividades temporárias, a paisagem urbana de Rio Verde abriga diversos monumentos históricos que contribuem para a valorização simbólica do território.

O Cristo Redentor, o Palácio da Intendência (tombado como patrimônio histórico), e o Monumento dos Desbravadores, que narra a história da cidade em blocos de cimento, são exemplos de como o espaço urbano abriga a memória coletiva.

Outro local de destaque é a Praça dos Coqueiros, que, embora não seja classificada como parque, funciona como um espaço híbrido entre praça, parque e centro cultural ao ar livre. Ali são realizadas oficinas, feiras, apresentações teatrais e eventos culturais diversos, sempre com grande participação da comunidade. Um espetáculo particular ocorre pontualmente às 18h, quando as araras se reúnem para sua cantoria diária, integrando o natural e o cultural de maneira simbólica e afetiva.

Assim, os parques de Rio Verde não apenas promovem saúde e lazer, mas também se consolidam como espaços culturais vivos, que contribuem diretamente para a coesão social, valorização imobiliária e construção de uma cidade mais integrada e plural. A cultura, nesse sentido, deixa de ser um elemento periférico e passa a ocupar o centro do planejamento urbano, em total alinhamento com os objetivos do Plano Diretor e com os anseios da população.

4. Considerações finais

As análises realizadas neste trabalho evidenciaram que o município de Rio Verde tem se destacado por adotar boas práticas de planejamento urbano, alinhadas a um crescimento territorial ordenado e sustentável. A presença de parques urbanos como elementos estruturantes, a expansão

organizada dos loteamentos, a consolidação de conjuntos habitacionais com infraestrutura completa e o detalhamento do zoneamento demonstraram um modelo de desenvolvimento urbano eficaz, sustentado por políticas públicas consistentes.

Observou-se, ao longo da pesquisa, que as ações implementadas pelo poder público contribuíram diretamente para a atração de novos moradores e investimentos. Essa satisfação generalizada com a qualidade de vida urbana, reflete o êxito das políticas públicas adotadas, sobretudo na forma como elas integraram infraestrutura, sustentabilidade e inclusão.

Diferente de outros contextos de crescimento desordenado, Rio Verde apresentou-se como um caso em que o desenvolvimento urbano é conduzido com planejamento técnico, articulação entre setores e foco no bem-estar coletivo. Os dados e imagens analisados mostraram que a cidade cresce de forma estruturada, com áreas bem definidas para habitação, comércio, serviços e lazer, o que proporciona um ambiente urbano funcional, valorizado e socialmente equilibrado.

Assim, conclui-se que o sucesso do modelo urbanístico de Rio Verde está na efetiva aplicação de políticas públicas integradas, que têm promovido não apenas o crescimento físico da cidade, mas também melhorias reais nas condições de vida da população. Essa experiência reforça a importância do planejamento participativo, da execução eficiente do Plano Diretor e da continuidade das ações públicas como pilares para uma cidade mais justa, atrativa e sustentável.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo suporte institucional e pelas condições indispensáveis à realização desta pesquisa, no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Aplicada à Sustentabilidade.

Manifestamos, também, nosso reconhecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), instituições parceiras do IF Goiano, cujo apoio ao fortalecimento das atividades de ensino e pesquisa foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à formação de recursos humanos, elemento essencial para a concretização desta pesquisa.

6. Referências

- [1] CARLOS, A. F. A. *Espaço urbano: novos desafios*. São Paulo: Contexto, 2007.
- [2] ROLNIK, R. *Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças*. São Paulo: Boitempo, 2015.
- [3] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades: Rio Verde (GO)*. 2024. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2024/estimativa_do_u_2024.pdf/. Acesso em: 04 maio 2025.
- [4] PEREIRA, T. S.; RIBEIRO, L. H. S. *Valorização imobiliária e infraestrutura urbana: um estudo de caso em cidades médias brasileiras*. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 332–348, maio/ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.2020v22n2p332>
- [5] MARICATO, E. *O impasse da política urbana no Brasil*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- [6] RIO VERDE (GO). *Lei Complementar nº 5.318, de 24 de outubro de 2007*. Institui o Plano Diretor do Município de Rio Verde. Rio Verde, GO, 2007. Disponível em: <https://www.rioverde.go.gov.br/>. Acesso em: 04 maio 2025.
- [7] RIO VERDE (GO). *Lei Complementar nº 5.478, de 30 de junho de 2008*. Dispõe sobre o uso e ocupação do solo urbano – zoneamento da sede do Município de Rio Verde e dá outras providências. Rio Verde, GO, 2008. Disponível em: <https://acessoainformacao.rioverde.go.gov.br/legislacao/lei/id=4862>. Acesso em: 09 de maio de 2025.
- [8] FIRMINO, J. P.; OLIVEIRA, R. C.; AMORIM, J. A. *Zoneamento urbano e desenvolvimento econômico: perspectivas para cidades médias*. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 22, n. 2, p. 145-160, 2020.
- [9] MOURA, L. C.; CUNHA, F. A. *Dinâmica imobiliária e políticas públicas: transformações recentes nas cidades brasileiras*. Cadernos Metrôpole, v. 24, n. 53, p. 67-89, 2022.
- [10] RIO VERDE (GO). *Lei nº 3.636, de 4 de março de 1998*. Dispõe sobre o Código de Obras do Município e dá outras providências. Rio Verde, GO, 1998. Disponível em: <https://acessoainformacao.rioverde.go.gov.br/legislacao/lei/id=4304>. Acesso em: 01 de maio de 2025.

Apêndices

APÊNDICE A

Figura 01: Mapa dos principais parques e praças analisados no município de Rio Verde.



Fonte: Autores (2025).

APÊNDICE B

Figuras 2: Parque Walderes Souza de Oliveira (Interlagos) entre os anos de 2007 e 2025.



Fonte: Captura de tela do *Google Earth* (2025).

APÊNDICE C

Figuras 3 - Parque Ecológico de Rio Verde (Espelho D'Água) nos anos de 2012, 2014 e 2025.



Fonte: Captura de tela do *Google Earth* (2025).

APÊNDICE D

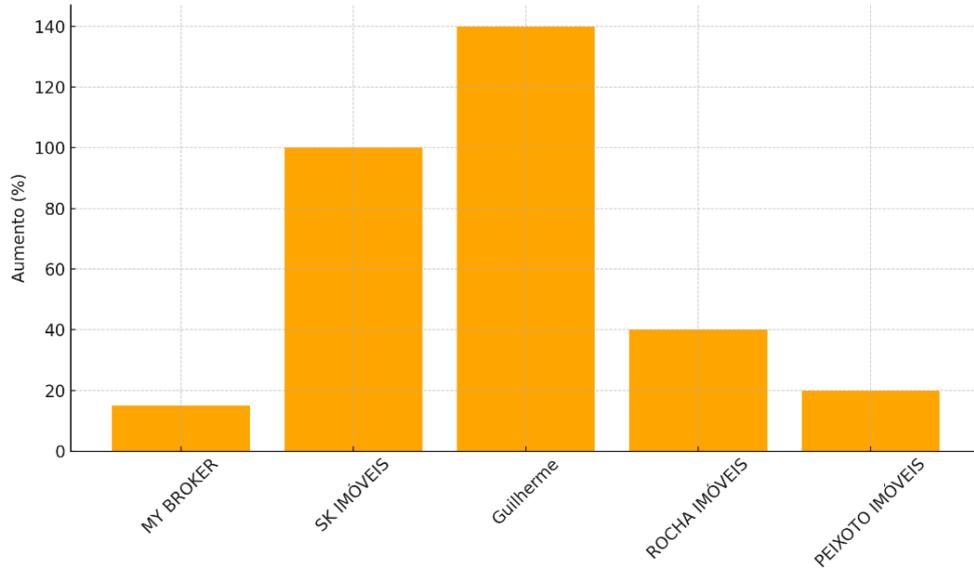
Figura 4 - Verticalização no entorno do Parque Espelho d'água.



Fonte: Autores (2025).

APÊNDICE E

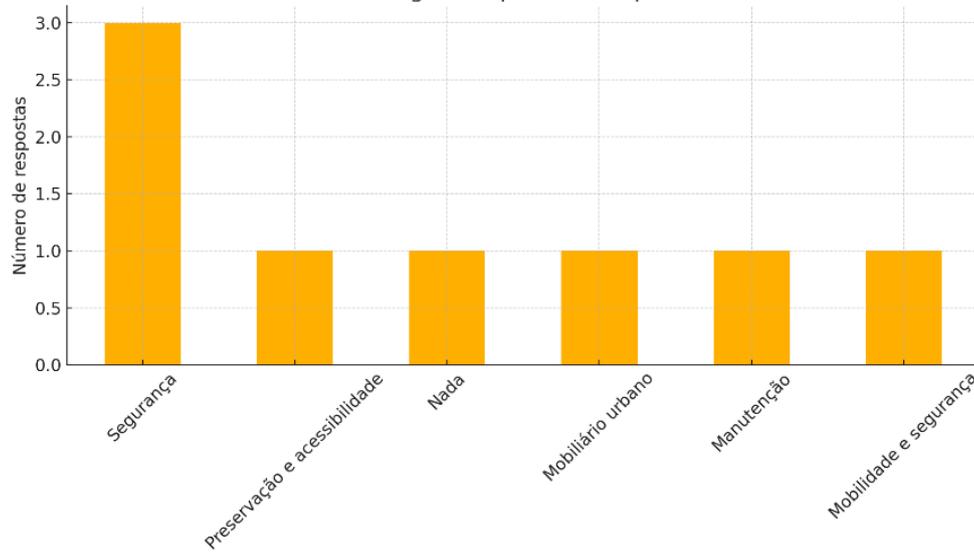
Gráfico 01: Percentual de Valorização do m² nas Proximidades dos Parques.



Fonte: Autores (2025).

APÊNDICE F

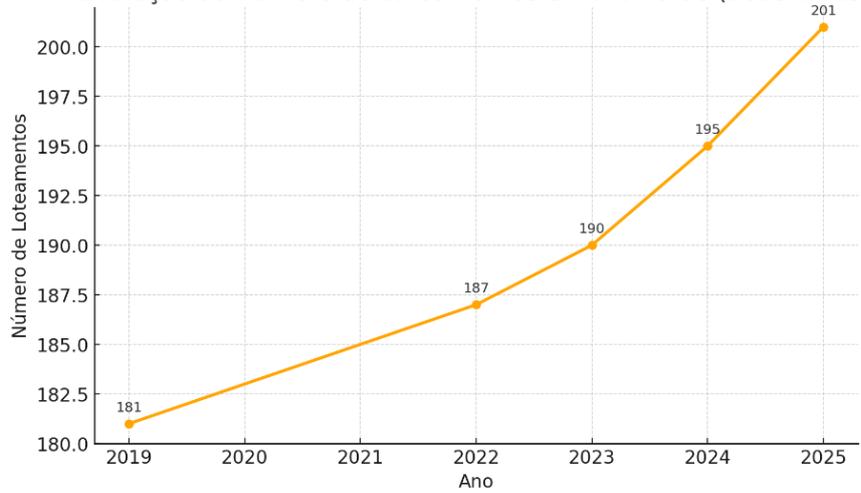
Gráfico 02: Opiniões de Corretores sobre Infraestrutura Urbana.
Melhorias Sugeridas para os Parques Urbanos



Fonte: Autores (2025).

APÊNDICE G

Gráfico 03: Evolução do número de loteamentos em Rio Verde (2019-2025)
Evolução do Número de Loteamentos em Rio Verde (2019-2025)



Fonte: Autores (2025).

APÊNDICE H

Figura 5: Área destinada a atividades agrícolas em 2018.



Fonte: Captura de tela do *Google Earth* (2025).

Figuras 6 e 7: Registro, por de imagens de satélite, da presença do Residencial Portal dos Ipês I em 2019 e 2020.



Fonte: Captura de tela do *Google Earth* (2025).

Figuras 8 e 9: Início das obras do Residencial Portal dos Ipês II em 2021 e o surgimento do Residencial Pizzolato em 2022.



Fonte: Captura de tela do *Google Earth* (2025).

Figura 10 e 11: Ampliação do Residencial Pizolato e implantação do Condomínio Casas Flamboyant I em 2023 e Implantação do Condomínio Casas Flamboyant II em 2024.



Fonte: Captura de tela do *Google Earth* (2025).

ANEXO I

QUESTIONÁRIO PARA IMOBILIÁRIAS SOBRE A DINÂMICA IMOBILIÁRIA EM RIO VERDE (GO)

Identificação da Imobiliária:

Nome: _____

Endereço: _____

Responsável pela Entrevista: _____ Data: _____

1. Perfil do Mercado Imobiliário no Entorno dos Parques

1.1. Há quanto tempo a sua imobiliária atua no mercado de Rio Verde?

1.2. Qual é o perfil predominante dos empreendimentos comercializados no entorno dos parques (residenciais, comerciais, mistos)?

1.3. Quais características dos parques (como localização, infraestrutura ou acessibilidade) são mais valorizadas pelos clientes?

2. Impacto dos Parques na Valorização Imobiliária

2.1. Em sua experiência, os parques urbanos de Rio Verde têm influência significativa no valor dos imóveis?

2.2. Você percebe um aumento na procura por imóveis próximos aos parques após a implantação desses espaços?

2.3. Qual foi o impacto observado no preço médio do m² nas áreas próximas aos parques nos últimos 5 anos?

2.4. Quais são os parques que, na sua opinião, têm maior impacto na valorização imobiliária? Por quê?

3. Perfil dos Clientes e Expectativas

3.1. Qual é o perfil típico dos clientes que procuram imóveis próximos aos parques (faixa etária, renda, estilo de vida)?

3.2. Esses clientes geralmente valorizam mais a qualidade de vida e a proximidade com áreas verdes em suas decisões de compra?

4. Perspectivas para o Futuro

4.1. Você acredita que a valorização das áreas próximas aos parques urbanos continuará nos próximos anos? Por quê?

4.2. Na sua visão, quais melhorias poderiam ser implementadas para tornar esses espaços ainda mais atrativos para investidores e moradores?

5. Estratégias de Marketing e Divulgação

5.1. De que forma os parques urbanos são utilizados como diferencial competitivo em campanhas publicitárias de imóveis?

6. Ações da Prefeitura e Infraestrutura Urbana

6.1. Na sua opinião, as ações da Prefeitura têm contribuído para melhorar o acesso à infraestrutura pública, programas culturais e outras melhorias que valorizam os imóveis próximos aos parques?

6.2. Como você avalia as ações da Prefeitura na prestação de serviços para a cidade?

7. Relevância do Estudo

7.1. A relevância do trabalho pode contribuir para realçar para a sociedade o real valor desses imóveis?

7.2. Você possui interesse em ser notificado e ter acesso ao artigo assim que ele for publicado?

Agradecemos sua colaboração!



Propagação das práticas ESG na cadeia de suprimentos: um estudo com empresas brasileiras listadas na B3

Spreading ESG practices in the supply chain: a study with brazilian companies listed on B3

VELEZ, Juliana Souza Ferreira¹ PAPA JUNIOR, Natale²
 julianavelez585@gmail.com¹ natalepap@gmail.com²

¹ Bacharel em Administração; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

² Doutor em Administração; Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

Informações do Artigo	Resumo:
<p>Palavras-chave: ESG; Cadeia de Suprimentos; Vantagem competitiva</p> <p>Keyword: ESG; Supply Chain; Competitive Advantage</p>	<p><i>O presente estudo analisa a propagação das práticas de ESG (Environmental, Social and Governance) na cadeia de suprimentos, salientando sua relevância como vantagem competitiva e agregação de valor ao mercado empresarial. Fatores ambientais, sociais e de governança são amplamente debatidos no cenário atual, e os fornecedores não estão alheios a essa realidade. Contudo, muitos ainda não incorporam essas práticas. Para evitar rupturas abruptas com parceiros estratégicos, empresas têm promovido encontros e iniciativas para engajar seus fornecedores na agenda ESG, adaptando processos e fomentando uma transformação alinhada ao contexto global.</i></p> <p>Abstract</p> <p><i>This study analyzes the spread of ESG (Environmental, Social and Governance) practices in the supply chain, highlighting their relevance as a competitive advantage and value-added to the corporate market. Environmental, social and governance factors are widely debated in the current scenario, and suppliers are not unaware of this reality. However, many still do not incorporate these practices. To avoid abrupt ruptures with strategic partners, companies have promoted meetings and initiatives to engage their suppliers in the ESG agenda, adapting processes and fostering a transformation aligned with the global context.</i></p>

1. Introdução

Este artigo tem como objetivo analisar como as empresas têm promovido a adoção de práticas ESG junto a seus fornecedores, destacando os principais mecanismos de engajamento e impactos percebidos.

A ESG refere-se a um conjunto de políticas e iniciativas que visam aprimorar as práticas organizacionais em três dimensões: ambiental, social e de governança — em inglês, Environmental, Social and Governance —, com o objetivo de promover

melhores processos e ações vinculadas a esses pilares [1]:

- **Environmental (Ambiental):** abrange diretrizes relacionadas à gestão eficiente dos recursos naturais, como o manejo de resíduos, a redução da poluição e a emissão de gases de efeito estufa, entre outros aspectos.
- **Social (Social):** envolve políticas voltadas para o bem-estar dos trabalhadores, das comunidades, dos consumidores e etc.

- **Governance (Governança):** compreende processos associados à alta direção da empresa, à estrutura de comitês, bem como à promoção da ética, da transparência, da responsabilidade corporativa, entre outros aspectos.

A crescente conexão entre a análise de impactos, gestão de riscos e oportunidades dentro dos negócios, vêm movimentando o mercado com essas iniciativas, pois toda empresa causa impacto seja positivo ou negativo na vida humana ou no planeta, mas mitigá-los e ainda ter algum retorno positivo financeiramente tem se mostrado um caminho a ser percorrido.

Com isso, de acordo com Domingues et al. [2], o gerenciamento da cadeia de suprimentos ganhou grande importância, pois as organizações estão reconhecendo cada vez mais as consequências de suas decisões em todo o ciclo de vida do produto/serviço. Ou seja, as grandes empresas estão buscando conhecer todo o processo, de forma transparente, responsável e consciente, de seus stakeholders da cadeia de suprimentos, pois envolvendo-os gera mais insights, minimiza os riscos e aumenta a visibilidade em seus relacionamentos. No cenário atual, as práticas de ESG podem contribuir para a melhoria da sustentabilidade econômica da cadeia, reduzindo os custos, aumentando a eficiência e melhorando a reputação das empresas [3]

Essa interação entre fornecedor e empresa promove um avanço e desenvolvimento de ambas as partes, pois gera um ciclo virtuoso, onde as grandes empresas engajam seus fornecedores e os mesmos movimentam os seus provedores, gerando assim um fomento da ideia em toda a cadeia de valor, trazendo vantagem competitiva a todo o negócio.

Dentro desse panorama, este artigo busca responder à seguinte questão: Como as empresas têm usado as práticas de ESG para fomentar a relação com seus fornecedores? A partir dessa abordagem, serão exploradas as estratégias adotadas por grandes corporações, seus impactos na cadeia de suprimentos e os

reflexos sobre fornecedores de diferentes perfis, como também as pequenas e médias empresas, enfrentam desafios e oportunidades específicas ao incorporar práticas ESG em seus processos. Este artigo está estruturado em cinco partes, sendo a última as referências bibliográficas. Inicialmente, apresenta-se uma introdução sobre o tema proposto. A segunda parte é o desenvolvimento que aborda o surgimento da ESG e as diferenças com a sustentabilidade e sua relação na cadeia de suprimentos. Na terceira parte, expõe-se um estudo de caso que evidencia as práticas adotadas por grandes empresas, alinhadas à temática central proposta. Na quarta parte, as considerações finais sintetizam os principais aprendizados, destacando como as pequenas e médias empresas podem adaptar-se às práticas de ESG.

2 Desenvolvimento

A sigla ESG (Environmental, Social and Governance) é um conjunto de processos estratégicos, mensuráveis, dentro de uma organização, surgiu em 2004, em um relatório das Nações Unidas (ONU), um documento chamado Who Cares Wins, “Ganha quem se importa”. A partir daí surgiram inúmeras publicações relacionadas a ESG, evidenciando a importância da integração dos fatores sociais, ambientais e de governança corporativa na avaliação financeira [1].

Com as mudanças climáticas, cada vez mais sendo discutidas, a sociedade e as empresas estão abordando mais o tema sustentabilidade, levantando que o cuidado e preservação do planeta é responsabilidade de todos e tem que começar a partir de agora. A Agenda 2030 é um compromisso global construído por 193 Estados Membros, participantes da ONU, assinado em 2015, ele estabelece uma transformação do modelo de desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental, considerando as especificidades e os objetivos de cada país. [4]

Fazem parte dessa agenda, os objetivos de desenvolvimento sustentável, as ODS, que

são metas e indicadores de caminho para um modelo de desenvolvimento mais sustentável e inclusivo. No total, são 17 ODS, que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas e conservação e proteção do planeta, visando prosperidade e almejando a paz no mundo, estimulando o crescimento econômico sem deixar de lado as mudanças climáticas [4]. As práticas de sustentabilidade estão presentes em diversos relatórios de sustentabilidade, muitas delas vinculadas às ODS 's pertinentes.

De acordo com Viana et al. [5] toda a questão da sustentabilidade, também está crescendo junto aos stakeholders para que as empresas busquem cada vez mais se alinhar aos objetivos da ODS. Dentro desses stakeholders, estão os fornecedores, que são responsáveis pelo fornecimento de insumos para os negócios de grandes empresas, gerando assim um relacionamento entre eles, pois toda a decisão de compra de uma organização não afeta apenas a própria empresa, afeta a economia, o meio ambiente e a sociedade.

Todas as partes interessadas de um negócio podem influenciar positivamente ou negativamente o rumo e a reputação de uma empresa, e é neste sentido que a ESG pode agregar competitivamente um negócio, pois ela mede a relação dos investidores, nos fatores ambientais, sociais e de governança corporativa com as organizações. De acordo com, Savi et al. [6], a cadeia de suprimentos é responsável por grandes impactos ambientais, sociais e de governança, e a sua gestão é de muita importância para identificar e combater práticas e problemas.

De acordo com o Sebrae [1], uma empresa que se enquadra na ESG é aquela que conduz iniciativas dedicadas à preservação dos recursos naturais, mas também, se preocupa em ter rotinas cooperativas para o progresso social e uma gestão que preza a integridade, todas essas ações em conjunto se tornam uma forma de atrair os potenciais clientes e investidores, e essas ações são baseadas em três pilares: Environmental, Social e Governance, a seguir uma breve descrição de cada pilar.

Figura 1 – Pilares ESG

Pilar ESG	Descrição	Exemplos de Ações
Ambiental (Environmental)	Ações voltadas à preservação do meio ambiente, consumo e conservação dos recursos naturais.	Emissão de carbono, eficiência energética, gestão de resíduos, controle da poluição do ar e da água.
Social (Social)	Atividades relacionadas a fatores sociais, incluindo diversidade, inclusão e relações de trabalho.	Relação com colaboradores, fornecedores, clientes, direitos humanos, envolvimento com a comunidade local.
Governança (Governance)	Gestão empresarial e ações administrativas que asseguram transparência e ética.	Transparência, ética, combate à corrupção, conformidade legal, proteção de dados.

Fonte: dados da pesquisa (2025)

De acordo com o Sebrae [1], as principais diferenças, entre as variáveis da ESG e da sustentabilidade, são que a sustentabilidade é sobre desenvolvimento sustentável, impactos na sociedade e no planeta, e como usar seus recursos, de forma consciente e a longo prazo. Já a ESG, é uma variável, estratégica, que mede o desempenho das empresas, nos níveis sociais, ambientais e de governança, e como esses fatores geram impacto financeiro nos negócios, gerando assim uma avaliação de risco.

Ou seja, investir em iniciativas da ESG, traz benefícios para as empresas, sendo eles, melhora do desempenho financeiro, redução de riscos, maior acesso ao crédito e investimentos, pois empresas que apostam nessas iniciativas, são vistas como mais confiáveis, perante ao mercado e por último, há um fortalecimento da marca, pois a empresa sendo transparente em suas ações,

será mais fácil de atrair fornecedores e parceiros estratégicos para os negócios.

Mas toda a estratégia e empenho nessas iniciativas devem ser verdadeiras, não podem ser mentiras para enganar clientes e investidores, quando isso ocorre é chamado de *greenwashing*, um termo usado para empresas que promovem seus produtos/serviços como ambientalmente responsáveis, mas que na prática não o são, ou seja, as empresas somente mascaram suas informações, em embalagens, rótulos e principalmente em relatórios de sustentabilidade, para que potenciais clientes e, principalmente, potenciais investidores do negócio, acreditem que está investindo em diretrizes da ESG [7].

Nesse cenário, a cadeia de suprimentos revela-se um elemento crucial, configurando-se como o conjunto de relações estabelecidas entre a empresa e seus fornecedores para a produção e distribuição de bens e serviços. Tradicionalmente voltada para a integração de processos e a eficiência de custos, essa esfera tem incorporado progressivamente as dimensões ambientais e sociais no debate econômico, ampliando sua relevância. A interação e todo o aprendizado com esses stakeholders, podem gerar uma competência diferenciada para as empresas, pois a capacidade de estabelecer duradouros relacionamentos com parceiros estratégicos, pode criar vantagem competitiva dentre as demais organizações[8].

A incorporação de práticas ESG pelas empresas tem se consolidado como uma estratégia não apenas para atender a critérios regulatórios e de reputação, mas também como um instrumento eficaz de fortalecimento das relações com seus fornecedores. As organizações vêm desenvolvendo ações colaborativas com seus parceiros comerciais para difundir padrões ambientais, sociais e de governança em toda a cadeia [9],[10].

Nesse sentido, o conceito de valor compartilhado, desenvolvido por Porter, Kramer [9], reforça essa lógica ao evidenciar que, o conceito de valor compartilhado

representa a capacidade das empresas de criar valor econômico ao mesmo tempo em que promovem progresso social, consolidando-se como uma das principais estratégias para a competitividade no mercado contemporâneo. No contexto da agenda ESG aplicada às cadeias de suprimentos, esse conceito ganha ainda mais relevância ao destacar o princípio de "redefinir a produtividade na cadeia de valor". Ao internalizar questões sociais e ambientais em seus processos produtivos, as empresas não apenas mitigam impactos negativos, mas também aprimoram sua eficiência operacional. Isso se traduz, por exemplo, em ações como capacitação de fornecedores para redução de desperdícios, melhoria das condições de trabalho e otimização do uso de recursos naturais, práticas que promovem impacto social positivo ao mesmo tempo em que reduzem custos, aumentam a previsibilidade e elevam o desempenho logístico. Nesse sentido, a incorporação de critérios ESG transforma-se em um vetor de inovação e produtividade em toda a cadeia, reforçando o papel das grandes empresas como estruturadoras de ecossistemas sustentáveis, especialmente quando essas práticas são estendidas às pequenas e médias empresas (PMEs) de sua rede de fornecimento.

Rocha [11], ao analisar relatórios de sustentabilidade de grandes empresas brasileiras, identificou práticas como a definição de metas de desempenho ESG para fornecedores, realização de treinamentos específicos e a inclusão de critérios socioambientais como condição contratual. Tais medidas indicam uma mudança na forma como as empresas estruturam sua governança de suprimentos, ampliando a responsabilização e a parceria com todos os elos da cadeia.

Essa mudança normalmente começa com a comunicação clara dos princípios e expectativas ESG, seguida da oferta de ferramentas práticas de apoio, como treinamentos, manuais, cartilhas, linhas de crédito diferenciadas e parcerias institucionais [12]. Nesse contexto, a integração do ESG à

cultura organizacional da cadeia torna-se um fator essencial. Grandes empresas têm incentivado seus fornecedores, especialmente os de menor porte, a adotarem políticas de inclusão, diversidade, transparência e ética, muitas vezes auxiliando na criação de conselhos consultivos, mecanismos de compliance e ações voltadas à comunidade [13]. A criação de metas conjuntas e o acompanhamento de indicadores também têm sido práticas comuns para alinhar as estratégias ESG entre as partes envolvidas [4].

Além de todo um suporte oferecido, algumas corporações oferecem incentivos financeiros e contratuais aos fornecedores mais alinhados aos critérios ESG. Isso inclui melhores condições comerciais, prazos mais vantajosos ou preferência em processos de contratação [2]. As grandes empresas têm buscado construir relacionamentos de longo prazo com seus fornecedores, apostando em parcerias estratégicas e no desenvolvimento conjunto de soluções pertinentes aos critérios da ESG.

Ao fomentar práticas ESG entre seus fornecedores, as grandes empresas estão, na prática, construindo cadeias de suprimentos mais resilientes, éticas e competitivas. Essa estratégia gera ganhos mútuos: enquanto os fornecedores se fortalecem tecnicamente e se adaptam às novas exigências do mercado, as empresas contratantes reduzem riscos, aumentam a qualidade dos seus insumos e reforçam sua reputação perante consumidores e investidores [9],[3].

A adoção das práticas ESG pelas empresas tem se mostrado uma estratégia eficaz para fortalecer os vínculos com seus fornecedores, promovendo relações mais colaborativas e sustentáveis. Como apontam Savi et al. [6] diversas empresas listadas na bolsa de valores brasileira (B3) vêm incorporando as exigências ESG em seus contratos, realizando treinamentos, auditorias e acompanhamentos periódicos para garantir que seus fornecedores estejam alinhados aos seus compromissos ambientais, sociais e de governança.

Esse movimento é respaldado por diretrizes internacionais, como as do Pacto Global da ONU e da organização Business for Social Responsibility (BSR), que destacam a importância de estabelecer expectativas claras, engajar os fornecedores no processo de melhoria contínua e criar sistemas de monitoramento eficazes [12].

As pequenas e médias empresas (PMEs) representam um elo fundamental nas cadeias de suprimentos brasileiras. Segundo o Sebrae, em 2023, os pequenos negócios foram responsáveis por mais de 50% dos empregos formais. Essa relevância econômica, no entanto, contrasta com os desafios que essas empresas enfrentam para se adequar às exigências ESG impostas por grandes corporações.

A maioria das PMEs possui recursos financeiros e estruturais limitados, o que dificulta a implementação de sistemas de compliance, relatórios de sustentabilidade e controle de emissões de carbono, por exemplo. Ainda assim, a crescente pressão por parte de clientes maiores e consumidores conscientes vêm motivando muitas dessas empresas a iniciarem um processo de transição. Muitos programas desenvolvidos por grandes empresas, e até mesmo pelo o Sebrae atuam como pontes entre os pequenos negócios e os requisitos de mercado, promovendo a inclusão produtiva de forma estruturada e gradual. Além disso, há evidências de que PMEs engajadas em práticas ESG tendem a ser mais competitivas, inovadoras e resilientes. Conforme apontado por Barbieri *et al.* [14], mesmo com limitações de escala, empresas menores podem obter vantagens por meio de nichos sustentáveis, como a valorização de produtos locais, o uso de matérias-primas de baixo impacto e o relacionamento ético com a comunidade e os colaboradores. O fortalecimento das PMEs como parceiras estratégicas na incorporação de práticas ESG contribui para a consolidação de cadeias de valor mais equilibradas. Nesse sentido, o papel das grandes empresas é essencial para fomentar, apoiar e acompanhar o progresso

dessas organizações, gerando um ciclo de aprendizado e benefício mútuo.

Para ilustrar de maneira prática os aspectos discutidos até aqui, apresenta-se a seguir um estudo de caso baseado na análise documental de relatórios de sustentabilidade de grandes empresas brasileiras listadas na B3. Essa análise busca exemplificar como as corporações têm promovido a difusão de práticas ESG junto aos seus fornecedores, reforçando a relevância desse movimento para o fortalecimento de cadeias de suprimentos mais sustentáveis e integradas.

3 Estudo de Caso

Como forma de aprofundar a discussão proposta neste artigo, foi realizada uma análise documental dos relatórios de sustentabilidade, de grandes empresas brasileiras, que são listadas na B3, que é a bolsa de valores brasileira, onde todas as informações são públicas, e de fácil acesso, a escolha dessas empresas foram com base na sua relevância sobre a ESG, dentro do mercado, pois são empresas que publicam relatórios de sustentabilidade, integram índices ESG nacionais ou internacionais, como o ISE B3 ou Dow Jones Sustainability Index e são exemplos reconhecidos de boas práticas em gestão sustentável de fornecedores. Esses documentos públicos servem como evidência concreta das estratégias ESG adotadas na gestão da cadeia de suprimentos, especialmente no relacionamento com fornecedores.

A escolha dessa metodologia permite identificar ações reais de fomento ao ESG, padronizadas e reportadas de forma transparente, e verificar como tais práticas são aplicadas de maneira estruturada por organizações de diferentes setores. Esse estudo colabora com o desenvolvimento do trabalho ao evidenciar, com exemplos práticos, a literatura apresentada anteriormente, reforçando o papel das grandes empresas como indutoras dos princípios ESG junto aos fornecedores.

A seguir, o levantamento documental elaborado a partir de relatórios de sustentabilidade e materiais institucionais dos anos 2023 e 2024, coletados a partir dos sites das empresas:

AMBEV – Setor de bebidas

A Companhia de Bebidas das Américas, a Ambev, é uma das maiores produtoras de bebidas da América Latina, com atuação em toda a cadeia agrícola e foco em sustentabilidade.

Principais ações ESG com fornecedores:

- Treinamentos anuais para agricultores, promovendo agricultura regenerativa e manejo sustentável.
- Programa técnico com acompanhamento desde a implantação das áreas de cultivo até a colheita, realizado por agrônomos da empresa.
- 100% dos agricultores de cevada, milho e mandioca conectados a iniciativas de monitoramento agrônomo e segurança agrícola.
- Gestão de mais de 13 mil fornecedores, com auditorias rigorosas e planos colaborativos de melhoria.
- Política Global de Fornecimento Responsável, com foco em direitos humanos e normas ambientais.
- Programa Flex Payment, oferecendo prazos flexíveis de pagamento para pequenas e microempresas [15].

Banco do Brasil – Setor financeiro

Uma das maiores instituições financeiras do país, o Banco do Brasil adota uma política de gestão de risco socioambiental contínua.

Principais ações ESG com fornecedores:

- Due diligence anual focada em direitos humanos, meio ambiente e integridade.
- Cláusulas contratuais obrigatórias sobre ética, direitos humanos e combate à corrupção.
- 100% dos contratos incluem critérios socioambientais.

- Programas de capacitação em compliance para fornecedores: 865 empresas capacitadas desde 2021.
- Sistema de monitoramento e sanções: em 2023, 72 descumprimentos legais identificados, com 100% mitigados [16],[17]

CEMIG – Setor de energia elétrica

A Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) prioriza fornecedores locais e sustentáveis, com uma robusta política de gestão.

Principais ações ESG com fornecedores:

- Parcerias com entidades locais para fomentar desenvolvimento regional: em 2023, 238 contratos com fornecedores mineiros, com aumento de 150% no valor contratado.
- Inclusão de cláusulas de antissuborno e anticorrupção em todos os contratos desde 2015.
- Programa ESG de Desenvolvimento de Fornecedores, com capacitação em ODS, ética e compliance.
- Uso do Índice de Desempenho do Fornecedor (IDF) para monitoramento contínuo, incluindo bônus por boas práticas.
- Fórum de Fornecedores criado para estreitar relações e alinhamento estratégico [18].

Natura & Co – Setor de cosméticos e higiene pessoal

Referência global em sustentabilidade, a Natura promove práticas pioneiras com foco em sociobiodiversidade e economia circular.

Principais ações ESG com fornecedores:

- Programa Natura Elos, promovendo logística reversa e capacitação de cooperativas de catadores.
- Parcerias com 94 cadeias amazônicas, responsáveis por mais de 40 bioativos essenciais aos produtos.
- Em 2024, 2.567 catadores participaram dos programas, com 15.385 toneladas de materiais reciclados.

- Auditorias socioambientais: em 2024, 309 auditorias foram realizadas, com 96,88% dos fornecedores implementando melhorias.
- Estratégia de diversificação e regionalização, com 44,5% das compras feitas com fornecedores locais [19].

Localiza&Co – Setor de mobilidade

Líder em aluguel de veículos, a Localiza adota práticas ESG voltadas à sustentabilidade logística e apoio à economia local.

Principais ações ESG com fornecedores:

- 99,9% das compras feitas com fornecedores locais, reduzindo emissões e fortalecendo a economia regional.
- Parceria com o SEBRAE Minas: capacitação de 34 empreendedores locais, com 406 horas de formação.
- Programa de relacionamento com fornecedores, com avaliação trimestral e o “Prêmio Fornecedor Sangue-Verde” para reconhecer as melhores práticas.
- Monitoramento pelo Índice de Desempenho do Fornecedor (IDF), incluindo pilar ESG desde 2023 [20].

Lojas Renner – Setor varejista

Maior varejista de moda do Brasil, a Renner atua com foco em compliance e rastreabilidade na cadeia.

Principais ações ESG com fornecedores:

- 100% dos fornecedores passam por homologação e auditorias socioambientais.
- Implementação de tecnologia blockchain para rastrear 53,5 milhões de peças em 2024.
- Programa Rede Responsável, capacitando fornecedores em boas práticas ambientais e sociais.
- Parceria com o SEBRAE: mais de 300 micro e pequenas empresas foram capacitadas desde 2017.
- Monitoramento com Índice de Desempenho Global de Fornecedores (IDGF).

- Programa de Excelência Renner (PER): mais de 100 empresas participantes e premiação em [21].

Gerdau – Setor siderúrgico

Multinacional brasileira é uma das maiores produtoras de aço das Américas e líder em reciclagem de sucata ferrosa na América Latina, destacando-se como referência em economia circular e aço de baixo carbono.

Principais ações ESG com fornecedores:

- 70% da produção de aço proveniente de sucata reciclada, com apoio a pequenos sucateiros e cooperativas.
- Cláusulas ESG em 100% dos contratos, incluindo compromisso de investimento social: cerca de R\$ 1 milhão investido em 2023.
- Projeto Ecoar, pioneiro na gestão climática com fornecedores: 44 empresas treinadas em parceria com o CDP (Carbon Disclosure Project).
- Programa Inspire Gerdau, com trilha de formação em diversidade e inclusão para fornecedores: 230 empresas participaram em 2023 [22].

Suzano – Setor de papel e celulose

Líder mundial na produção de celulose, a Suzano integra práticas ESG em toda sua cadeia florestal.

Principais ações ESG com fornecedores:

- Gestão responsável de 15,1 mil fornecedores, com auditorias regulares: em 2024, 347 fornecedores foram auditados.
- Implementação da Matriz de Consequências ESG, premiada nacionalmente.
- Programa Compras Inclusivas, promovendo diversidade e inclusão na cadeia.
- Parceria com WEConnect International para ampliar a participação de fornecedoras lideradas por mulheres.

- Projeto com a empresa JSL: “Mulheres na Direção”, capacitando operadoras de empilhadeiras [23].

O levantamento, (ANEXO A), mostra como grandes empresas brasileiras estruturam as práticas ESG em sua cadeia de suprimentos, atuando não apenas como contratantes, mas como promotoras de transformação dentro da cadeia de suprimentos. Por meio de políticas robustas, programas de capacitação, incentivos financeiros e mecanismos de monitoramento, essas organizações estimulam fornecedores, especialmente as pequenas e médias empresas, a adotarem padrões mais sustentáveis, fortalecendo a resiliência e competitividade na cadeia de valor, a seguir um quadro resumo destacando as principais ações de cada empresa.

4 Considerações finais

Este estudo demonstrou que a adoção de práticas ESG pelas grandes empresas brasileiras tem gerado impactos relevantes na cadeia de suprimentos, ao fomentar a adaptação das pequenas e médias empresas (PMEs). A análise documental evidenciou que organizações como Ambev, Banco do Brasil, Natura & Co, Gerdau e Suzano atuam não apenas como contratantes, mas como agentes estruturadores de redes sustentáveis, promovendo capacitação, apoio técnico e financeiro aos seus fornecedores. Programas como o “Flex Payment” da Ambev, as ações de incentivo à economia circular da Gerdau e o suporte comunitário da Natura mostram que, mesmo com restrições, as PMEs podem ser incorporadas de forma estratégica às cadeias de valor.

Conforme apontado na introdução deste artigo, constata-se que a ESG não deve ser vista apenas como uma sigla ou tendência, trata-se de um modelo de transformação organizacional, aplicável a todas as etapas de uma empresa, inclusive às áreas de compras. Ao integrar critérios ambientais, sociais e de governança, as empresas redefinem a produtividade da cadeia de valor gerando um

ciclo virtuoso de desenvolvimento competitivo, ético e sustentável. A experiência prática analisada reforça que a adoção da ESG, quando promovida com responsabilidade, fortalece relações, reduz riscos e amplia o potencial inovador da cadeia.

Para os gestores de projeto, o conteúdo apresentado oferece um roteiro prático: desde o planejamento, com a definição de metas ESG e critérios de seleção de fornecedores, até a execução, com indicadores de desempenho, programas de capacitação e mecanismos de acompanhamento. Esses profissionais tornam-se fundamentais para viabilizar a aplicação real das práticas ESG dentro das empresas, especialmente nas PMEs, onde os recursos são mais limitados e as decisões precisam ser assertivas.

No caso das PMEs, os aprendizados do estudo revelam caminhos concretos:

- A formalização de políticas internas simples;
- A aproximação com programas de apoio oferecidos por instituições parceiras;
- O fortalecimento de vínculos com a comunidade local;
- E, principalmente, a adoção progressiva da rastreabilidade, conforme indicado pelo guia do UN Global Compact, BSR (2014), como forma de tornar processos mais transparentes, confiáveis e alinhados às exigências de grandes contratantes.

Retomando a questão norteadora apresentada na introdução, “como as empresas têm usado as práticas de ESG para fomentar a relação com seus fornecedores?”, este estudo oferece evidências concretas para sua resposta. A análise documental demonstrou que grandes empresas brasileiras têm utilizado as práticas ESG não apenas como requisito contratual, mas como instrumento de transformação relacional na cadeia de suprimentos. As ações identificadas, como capacitação, incentivo à rastreabilidade, inclusão produtiva e apoio financeiro, indicam que a ESG tem sido

empregada como uma estratégia para fortalecer vínculos, gerar valor compartilhado e promover a evolução conjunta entre grandes organizações e fornecedores de diferentes perfis, especialmente PMEs.

Por fim, este trabalho reforça que o avanço da ESG na cadeia de suprimentos não depende apenas de regulamentações, mas de liderança estratégica, colaboração entre os elos da cadeia e profissionais capacitados para traduzir diretrizes em ações. Ao conectar teoria, prática e estudo de caso, este artigo oferece subsídios úteis tanto para empresas já engajadas com a agenda ESG quanto para aquelas que desejam iniciar esse caminho de forma estruturada, sustentável e competitiva.

5 Referências Bibliográficas

- [1] SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. *Guia completo para implementar práticas de ESG na sua empresa*. Recife: Sebrae Pernambuco, 2025. Disponível em: <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/PE/Anexos/Guia%20completo%20para%20implementar%20pr%C3%A1ticas%20de%20ESG%20na%20sua%20empresa.pdf>. Acesso em 16 de março de 2025.
- [2] DOMINGUES, Ana Mariele; SOUZA, Ricardo Gabbay de; OLIVEIRA, Daniel Felipe de. *Cadeia de suprimentos sustentável: uma revisão das melhores práticas*. In: Simpósio de Engenharia de Produção. SIMPEP, 27. Anais [...]. Bauru: UNESP, 2020.
- [3] BUALLAY, A. *ESG Disclosure and Firm Performance: Evidence from Listed Companies*. Sustainability, v. 14, n. 3, p. 1135, 2022.
- [4] BRASIL. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)*. Brasília: Governo Federal, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secretariageral/pt-br/cnods/agenda-2030>. Acesso em: 16 de março de 2025.

- [5] VIANA, L. C.; GAIO, L. E.; BELLI, M. M.; FRANÇA, C. *Investimento em sustentabilidade e o impacto mercadológico: uma avaliação a partir do score ESG*. Desafio Online, Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 77-100, jan./abr. 2022.
- [6] SAVI, M. A.; BITTAR, T. O.; OLIVEIRA, D. B.; LIMA, A. S. *Práticas ESG na Cadeia de Suprimentos das Empresas Listadas na Bolsa de Valores Brasileira*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2022. Anais [...].
- [7] BRASIL. Greenwashing: entenda o que é e aprenda a se defender de propagandas falsas. Brasília: MJSP, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/noticias/greenwashing-entenda-o-que-e-e-aprenda-a-se-defender-de-propagandas-falsas>. Acesso em: 16 de março de 2025.
- [8] BRITO, R. P.; BERARDI, P. C. Vantagem competitiva e sustentabilidade: proposição de um modelo integrado. *Revista de Administração de Empresas*, v. 50, n. 2, p. 146-159, 2010.
- [9] PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. *Creating shared value*. *Harvard Business Review*, v. 89, n. 1/2, p. 62-77, 2011.
- [10] CARTER, C. R.; ROGERS, D. S. *A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory*. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 38, n. 5, p. 360-387, 2008.
- [11] ROCHA, A. F. *Análise dos Relatos de Práticas ESG em Empresas Brasileiras*. 2023. 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação) – Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.
- [12] BSR. *A guide to traceability: a practical approach to advance sustainability in global supply chains*. New York: United Nations, 2014. Disponível em: https://www.bsr.org/reports/BSR_UNGC_Guide_to_Traceability.pdf. Acesso em: 16 maio 2025.
- [13] GUALANDRIS, J.; KALCHSCHMIDT, M. *Developing environmental and social performance: The role of suppliers' sustainability and buyer-supplier trust*. *International Journal of Production Research*, v. 54, n. 8, p. 2470-2486, 2016.
- [14] BARBIERI, José Carlos. *Gestão verde da cadeia de suprimentos*. In: Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP, 27., 2020, Bauru. Anais [...]. Bauru: UNESP, 2020.
- [15] AMBEV. Companhia de Bebidas das Américas. *Relatório Anual e de Sustentabilidade 2024*. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/c8182463-4b7e-408c-9d0f-42797662435e/986b7e93-aaa8-f8c1-96fd-f0363fa4f2d9?origin=1>. Acesso em: 16 de maio de 2025.
- [16] BANCO DO BRASIL. *Caderno ASG 2023a*. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/0501147c-6489-4fc5-8ac2-a39baa2721b9/a238b1f0-4129-acb4-d09f-64339dbd023c?origin=1>. Acesso em: 16 de maio de 2025.
- [17] BANCO DO BRASIL. *Relatório Anual 2023b*. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/0501147c-6489-4fc5-8ac2-a39baa2721b9/de5256c5-9ff1-619c-8a6c-20f5468ddb43?origin=1>. Acesso em: 16 de maio de 2025.
- [18] CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. *Relatório Anual de Sustentabilidade 2023*. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2024/06/ras-2023.pdf>. Acesso em: 16 de maio de 2025.
- [19] NATURA. *Relatório Integrado Natura&co 2024*. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/67c3b7d4-64ea-4c2f-b380-6596a2ac2fbf/df7750ae-c63c-fd4d-6177->

- [a6405f73483c?origin=1](#). Acesso em: 16 de maio de 2025.
- [20] LOCALIZA. *Relatório de Sustentabilidade 2023*. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/08f327aa-e610-4d9d-b683-8ff0f7caae07/44d9838d-c248-b93f-32dd-9b0386949cbb?origin=2>. Acesso em: 16 de maio de 2025.
- [21] RENNER. *Relatório Anual 2024*. Disponível em: https://www.lojasrennersa.com.br/wp-content/uploads/2025/04/250425_LojasRenner_RA24_VF.pdf. Acesso em: 22 de maio de 2025.
- [22] GERDAU. *Relatório Anual 2023*. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/wp-content/uploads/2024/07/gerdau-relatorio-anual-pt-2023.pdf>. Acesso em: 22 de maio de 2025.
- [23] SUZANO. *Relatório de Sustentabilidade 2024*. Disponível em: https://www.suzano.com.br/relatorios-de-sustentabilidade/relatorio-suzano-2024?_gl=1*_hndxg5*_up*MQ..*_ga*M_Tc5NTQxMzQzOS4xNzQ3NDI4ODUz*_ga_G743S7X4ZY*_czE3NDc0Mjg4NTIkbzEkZzAkdDE3NDc0Mjg4NTIkajYwJGwwJGgwJGRnVVc3SWpFakdhWVBqWEJyLXhiS2llb21kUGNkODd0aUpn. Acesso em: 16 de maio de 2025.

2. Anexos e Apêndices

ANEXO A

Quadro Resumo do Estudo de Caso

Empresa	Sector	Ações ESG com Fornecedores	Tipo de Apoio Oferecido
AMBEV	Bebidas	Treinamentos agrícolas; programa técnico de cultivo; monitoramento agrônomico; auditorias rigorosas; política global de fornecimento responsável; programa <i>Flex Payment</i> .	Capacitação técnica; prazos flexíveis de pagamento; suporte agrônomico.
Banco do Brasil	Financeiro	<i>Due diligence</i> anual; cláusulas contratuais <i>ESG</i> ; critérios socioambientais em 100% dos contratos; capacitação em <i>compliance</i> ; monitoramento de riscos.	Capacitação; inserção de cláusulas <i>ESG</i> ; gestão de risco e integridade.
CEMIG	Energia Elétrica	Parcerias regionais; cláusulas anticorrupção em todos os contratos; programa <i>ESG</i> de desenvolvimento de fornecedores; uso de Índice de Desempenho (IDF); fórum de fornecedores.	Capacitação em ODS, ética e <i>compliance</i> ; bônus por desempenho; engajamento local.
Natura & Co	Cosméticos	Programa Natura Elos; parcerias com cadeias amazônicas; auditorias socioambientais; incentivo à logística reversa; compras com fornecedores locais.	Apoio técnico; capacitação de cooperativas; remuneração justa; valorização da biodiversidade.
Localiza & Co	Mobilidade	Compras com fornecedores locais; parceria com SEBRAE Minas; programa de avaliação trimestral; premiação <i>ESG</i> (Sangue-Verde); uso do IDF com pilar <i>ESG</i> .	Capacitação de empreendedores; premiações; monitoramento contínuo.
Lojas Renner	Varejo	Auditorias e homologação de 100% dos fornecedores; rastreabilidade via <i>blockchain</i> ; programa Rede Responsável; parceria com SEBRAE; Programa de Excelência Renner (PER).	Capacitação de micro e pequenas empresas; rastreabilidade; incentivos e reconhecimento.
Gerdau	Siderurgia	70% da produção com sucata reciclada; cláusulas <i>ESG</i> em todos os contratos; Projeto Ecoar (com CDP); Programa Inspire Gerdau sobre diversidade e inclusão.	Inclusão de pequenos sucateiros; formação em diversidade; investimento social.
Suzano	Papel e Celulose	Auditorias regulares com mais de 15 mil fornecedores; Matriz <i>ESG</i> premiada; programa Compras Inclusivas; parcerias com <i>WEConnect</i> e JSL (programa Mulheres na Direção).	Promoção de diversidade; capacitação de mulheres; rastreabilidade e inclusão produtiva.

Fonte: os autores (2025)



Expediente

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Conselho Editorial:

André Baptista Barcaui, D. Sc. UFRJ, Brasil
Assed Naked Haddad, D. Sc. UFRJ, Brasil.
João Carlos Gonçalves Lanzinha, D. Sc. UBI, Portugal
José Rodrigues de Farias Filho, D.Sc. UFF, Brasil
Raphael Albergarias Lopes, IPMA, D.Sc. Brasil
Vasco Manuel A. Peixoto de Freitas, D. Sc. FEUP, Portugal

Comitê Editorial:

Ahmed W. A. Hammad, D. Sc. UNSW, Austrália
Americo Pinto, D. Sc. Brasil
Claudia Garrido Martins, D. Sc. UNCC, EUA
Darci Prado, PhD., Brasil
Diego André Vasco Calle, D. Sc. Usach, Chile
Dieter Thomas Boer, D. Sc. URV, Espanha
Ricardo Viana Vargas, PhD., UFF, Brasil
Sheila Mara Baptista Serra, D. Sc. UFSCar, Brasil
Vivian W. Y. Tam, PhD. WSU, Austrália

Jornalista Responsável, edição e diagramação:

Denise da Silva Mello Lacerda _ SRTE/RJ 33887

Periodicidade da Publicação

Bimestral

Contato:

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão – NPPG
Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Bloco D, sala 207
Cidade Universitária – Rio de Janeiro – CEP: 21941-909
(21) 3938-7965
boletimdogerenciamento@poli.ufrj.br