



## **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 da<sup>1</sup>; MACIEL, Ana Carolina Fernandes<sup>2</sup>  
 ernandes.silva@ufu.br<sup>1</sup>; anamaciel@ufu.br<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia - UFU

<sup>2</sup>D.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.

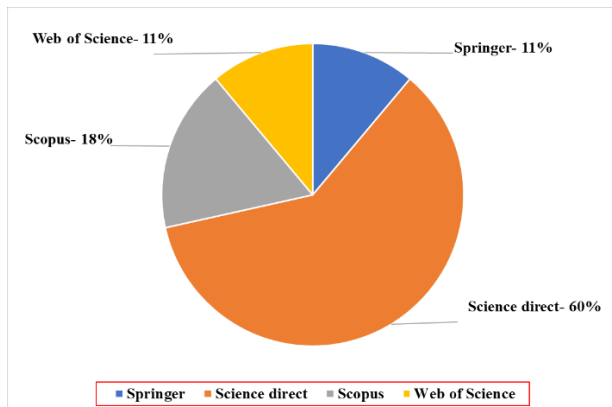
Strings de busca em português	Strings de busca em inglês
“construção modular” e “bim” e “habitação”	"modular construction" and "bim" and "housing"
"steel frame" e "bim" e "habitação"	"steel frame" and "bim" and "housing"
"icf" e "bim" e "habitação"	"icf" and "bim" and "housing"
"parede pré-moldada de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

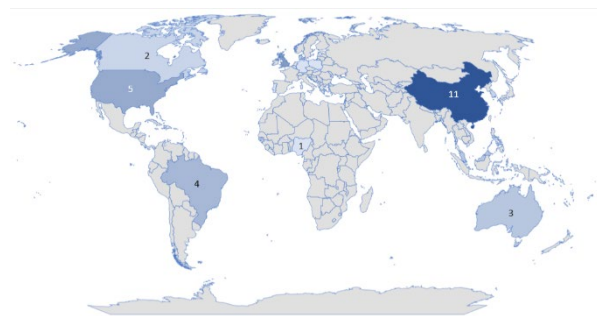
Como pode ser visto na Figura 2, apenas 1,3% de todos os artigos exportados para o Mendeley (3.633 artigos) tiveram aderência com as temáticas definidas. Nas duas primeiras etapas da pesquisa 93,6% dos artigos foram excluídos, e os 56,3% artigos excluídos durante a leitura de títulos se justificam pelo 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, Coreia, Portugal, Bélgica, Eslováquia, Polônia, Nigéria, Singapura e Alemanha.

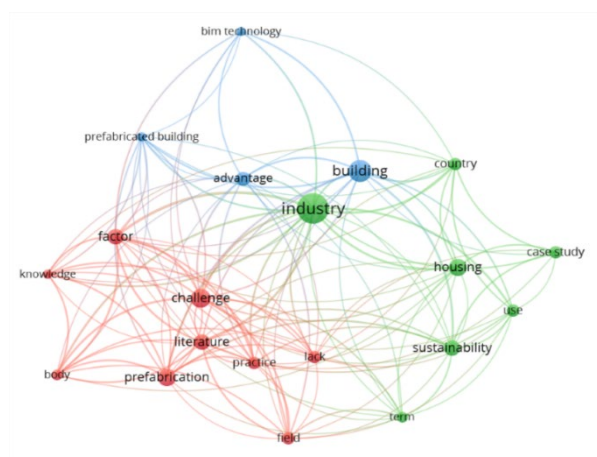
Figura 3 - País de origem dos autores.



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



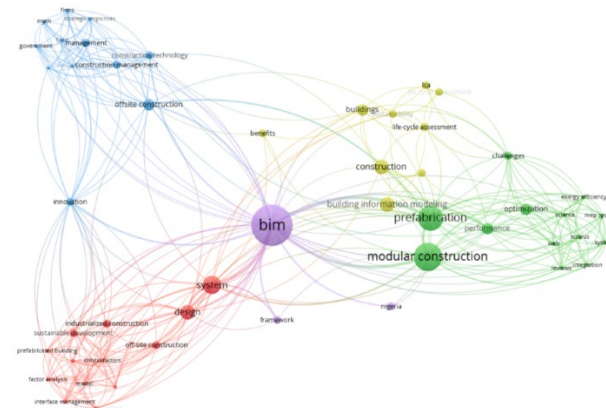
Fonte: Autores [2025].

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.

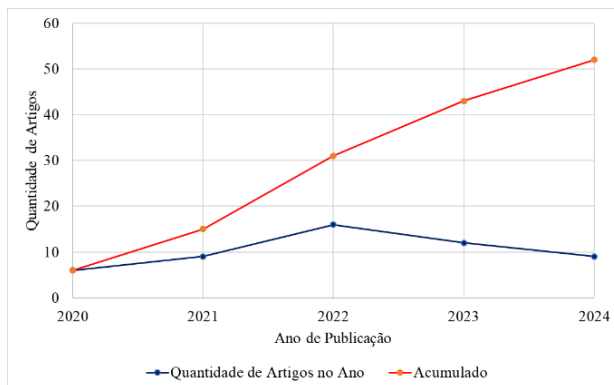
Outro aspecto analisado foi a contribuição dos autores das obras e sua correlação de citações, sendo inicialmente examinado o índice h de cada autor. O índice h, ou h-index, é um meio de quantificação de produtividade e impacto de pesquisas individuais baseados na quantidade de citação dos artigos mais 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. Abey Siriwardena 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](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).

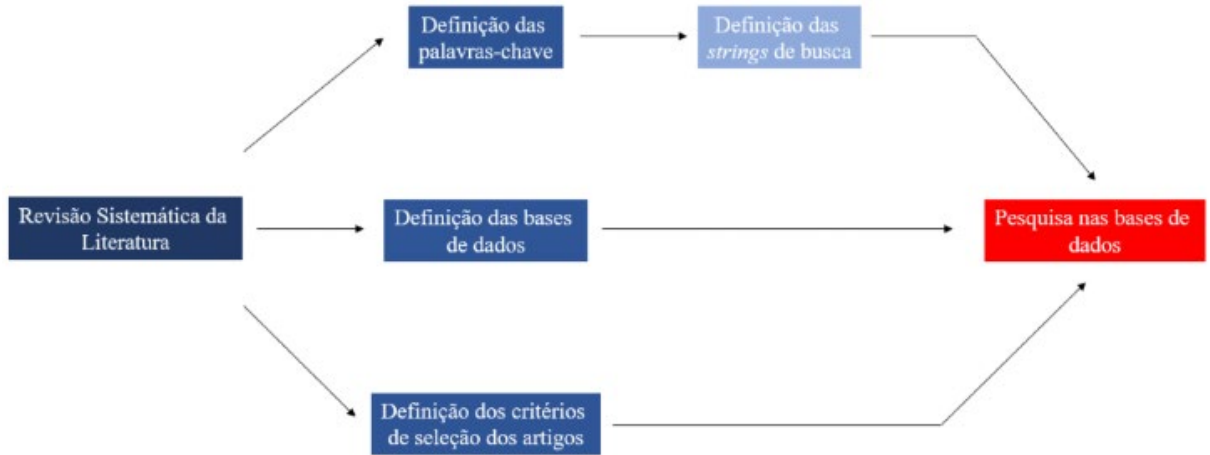
- <https://doi.org/10.3390/buildings11110533>
- [11] WONG, R. W. M., LOO, B. P. Y. (2022). *Sustainability implications of using precast concrete in construction: An in-depth project-level analysis spanning two decades*. Journal of Cleaner Production, 378, 134486. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134486>
- [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](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.ascej.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/JMENEAMENEG-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

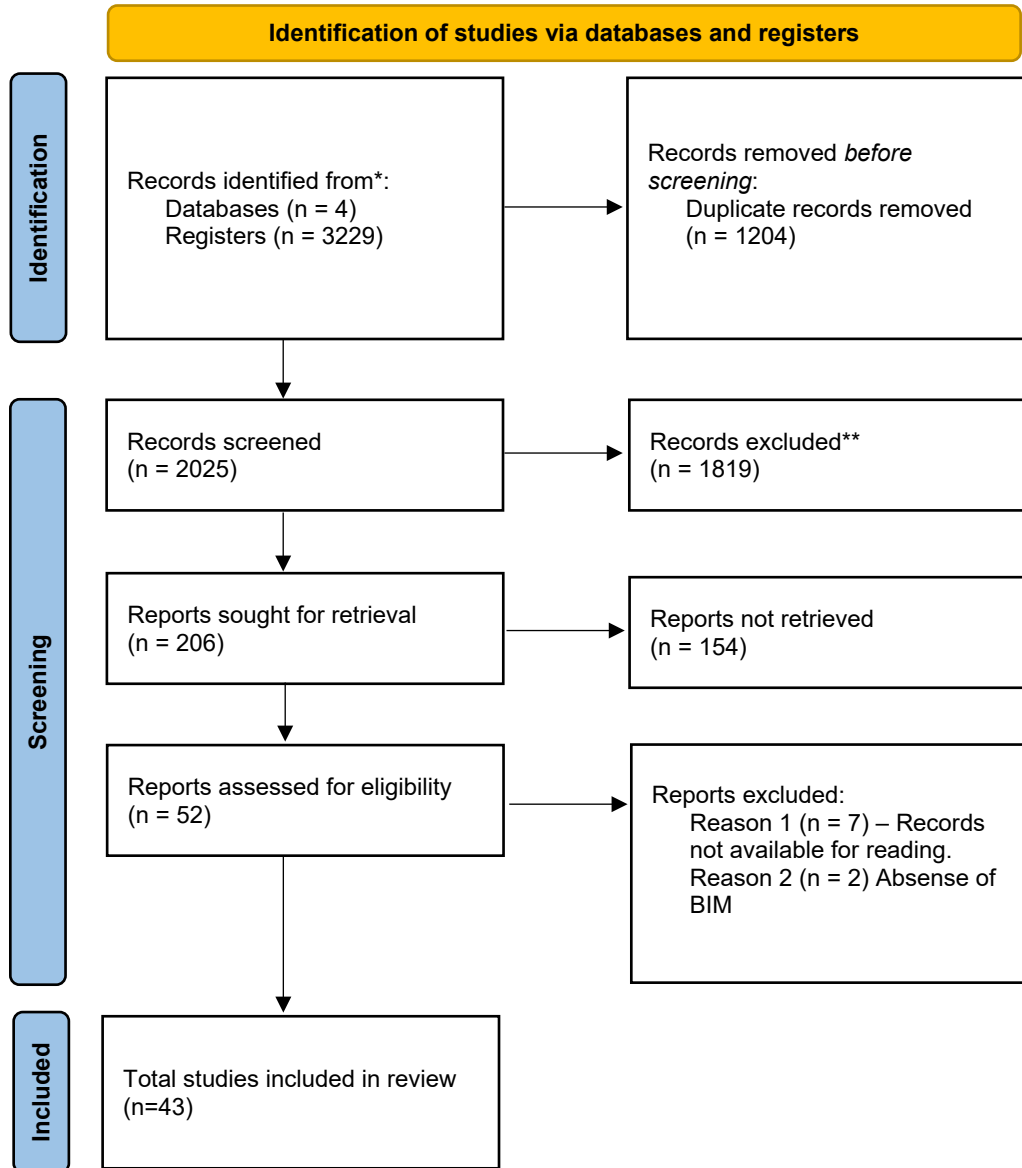
- Construction - Lean Construction in Crisis Times: Responding to the Post-Pandemic AEC Industry Challenges, 955–964.  
<https://doi.org/10.24928/2021/0122>.
- [36] LIU, S., LIU, Q., ZHANG, M. (2022). *Research on Modularization of Prefabricated Affordable Housing in Zhengzhou Based on the Concept of 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.

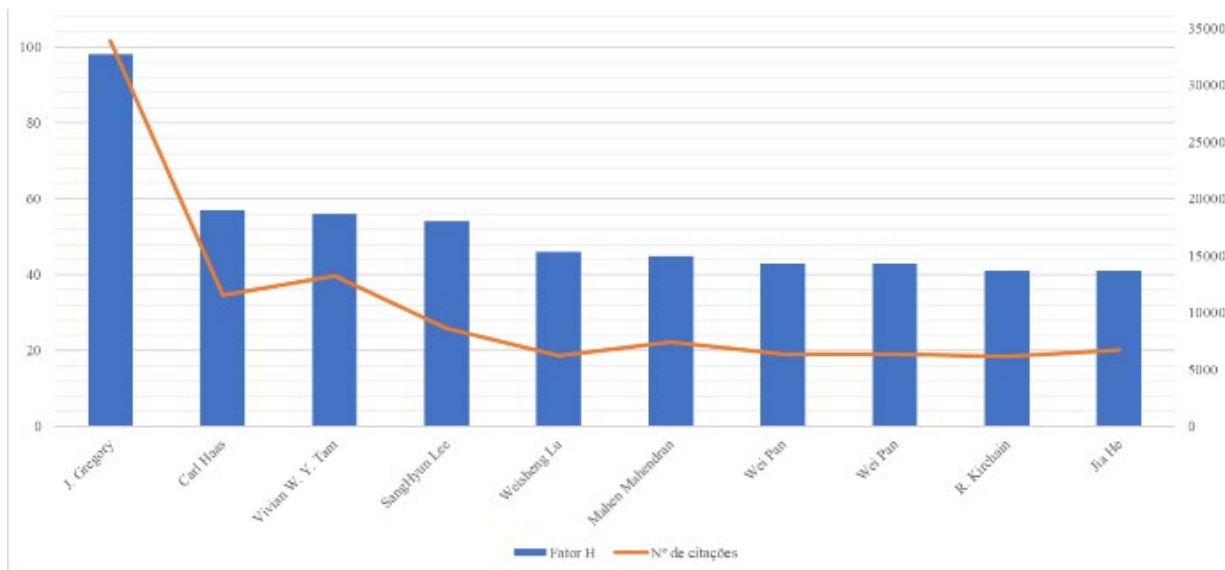


APENDICE B – Fluxograma da segunda parte da pesquisa – PRISMA (2025)





APENDICE C – H-index e número de citações.



APENDICE D- Divisão dos artigos quanto suas temáticas macro.

