

INTEGRAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE MELHORIA HABITACIONAL: ESTRATÉGIAS E MAPEAMENTO DE PROCESSOS EM PARCERIAS INTERINSTITUCIONAIS

Raielly Kimberly Silva da Cruz

Universidade Federal Fluminense; raiellykimberly@id.uff.br

Cristiano Saad Travassos do Carmo

Universidade Federal Fluminense; raiellykimberly@id.uff.br

Patricia Maria Quadros Barros

Prefeitura Municipal de Niterói; patriciab@smhrf.niteroi.rj.gov.br

Renata Gonçalves Faisca

Universidade Federal Fluminense; renatafaisca@id.uff.br

Milena Silva Andrade

Universidade Federal Fluminense; milena_andrade@id.uff.br

Resumo: O déficit habitacional no Brasil representa um desafio histórico, com um número substancial de domicílios inadequados que afetam principalmente a população de menor poder aquisitivo. Este artigo investiga o potencial do Building Information Modeling (BIM) como uma abordagem inovadora para aumentar a eficiência e sustentabilidade em projetos de habitação social. O objetivo deste trabalho é propor fluxos de trabalho interinstitucionais que integrem o BIM em iniciativas de melhoria habitacional, buscando aprimorar a precisão e eficiência dos processos construtivos. A metodologia adotada envolveu uma revisão da literatura sobre BIM e projetos sociais, a proposta de mapas de processos que representam os fluxos de trabalhos integrados com BIM e a análise de um estudo de caso em Niterói, onde a Universidade Federal Fluminense e Secretaria Municipal de Habitação e Regularização Fundiária (SMHRF), da Prefeitura de Niterói, aplicaram o BIM em projetos de melhorias habitacionais. Os resultados indicam que o uso do BIM melhorou a gestão de recursos, reduziu custos, e facilitou a colaboração entre as partes interessadas. O estudo recomenda expandir a aplicação do BIM para outras regiões e integrá-lo com dados geoespaciais e informações de agências governamentais, demonstrando seu potencial para abordar o déficit habitacional e promover a resiliência urbana.

Palavras-chave: déficit habitacional, Building Information Modeling (BIM), melhoria habitacional, parceria interinstitucional, mapeamento de processos.

INTEGRATION OF BIM IN HOUSING IMPROVEMENT PROJECTS: STRATEGIES AND PROCESS MAPPING IN INTERINSTITUTIONAL PARTNERSHIPS

Raielly Kimberly Silva da Cruz

Universidade Federal Fluminense; raiellykimberly@id.uff.br

Cristiano Saad Travassos do Carmo

Universidade Federal Fluminense; raiellykimberly@id.uff.br

Patricia Maria Quadros Barros

Prefeitura Municipal de Niterói; patriciab@smhrf.niteroi.rj.gov.br

Renata Gonçalves Faisca

Universidade Federal Fluminense; renatafaisca@id.uff.br

Milena Silva Andrade

Universidade Federal Fluminense; milena_andrade@id.uff.br

ABSTRACT: *The housing deficit in Brazil represents a historical challenge, with a substantial number of inadequate dwellings affecting primarily the population with lower purchasing power. This paper investigates the potential of Building Information Modeling (BIM) as an innovative approach to enhance efficiency and sustainability in social housing projects. The aim of this work is to propose interinstitutional workflows that integrate BIM into housing improvement initiatives, seeking to enhance the accuracy and efficiency of construction processes. The methodology adopted involved a literature review on BIM and social projects, the proposal of process maps representing the workflows integrated with BIM, and the analysis of a case study in Niterói, where the Fluminense Federal University and the Municipal Housing and Land Regularization Department (SMHRF) applied BIM in housing improvement projects. The results indicate that the use of BIM improved resource management, reduced costs, and facilitated collaboration among stakeholders. The study recommends expanding the application of BIM to other regions and integrating it with geospatial data and information from government agencies, demonstrating its potential to address the housing deficit and promote urban resilience.*

Keywords: *housing deficit, Building Information Modeling (BIM), housing improvement, interinstitutional partnership, process mapping.*

1. Introdução

O déficit habitacional no Brasil é uma questão persistente que afeta uma parcela significativa da população, especialmente aqueles em situação de vulnerabilidade e baixa renda. Nesse contexto, a Fundação João Pinheiro atualizou os dados do déficit habitacional do Brasil que totalizou 6 milhões de domicílios em 2022 e há dois vieses para o déficit habitacional, um refere-se ao déficit quantitativo e o outro o déficit qualitativo chega a ser quatro vezes maior (Observatório 3º Setor 2021). Esta carência é um problema multifatorial, evidenciada pela falta de moradias adequadas e acessíveis, resultando, em grande parte, de políticas públicas ineficazes, além da desigualdade econômica, crescimento e migração desordenados, entre outras questões. A má distribuição de recursos agrava ainda mais a situação, dificultando o acesso à habitação digna (Santos 2022).

Além da escassez de moradias adequadas, a qualidade das obras no Brasil apresenta-se frequentemente abaixo dos padrões desejáveis. Este cenário é marcado por uma fiscalização e regulamentação insuficientes, resultando em projetos que utilizam materiais de baixa qualidade e técnicas inadequadas. Como consequência, as edificações frequentemente não atendem aos padrões de habitabilidade, segurança e durabilidade exigidos. Ademais, a falta de mão de obra qualificada e a busca incessante por redução de custos contribuem significativamente para essa problemática (Carmo e Sotelino 2023).

Nesse contexto, o Building Information Modeling (BIM) representa uma revolução na gestão de projetos habitacionais, oferecendo uma abordagem integrada e eficiente para o planejamento e execução de construções. O BIM possibilita a criação de modelos digitais detalhados que simulam todos os aspectos de um projeto, desde a concepção até a manutenção, facilitando a visualização e contribuindo para o desenvolvimento de moradias mais adequadas e sustentáveis (Eastman et al. 2018). Esta metodologia inovadora melhora a precisão do projeto e a comunicação entre equipes, reduzindo erros e retrabalhos, além de otimizar recursos e prever problemas antes da fase de construção. Além disso, a Lei de Licitações 14.133 (BRASIL, 2021) menciona que o uso do BIM deverá ser preferencialmente adotado em contratações públicas, promovendo a modernização e eficiência nos projetos de construção. Portanto, é importante a implementação de fluxos de trabalho em BIM em instituições públicas, principalmente aquelas que licitam obras.

Com isso, o presente estudo visa estudar um fluxo de trabalho para integrar a metodologia BIM com projetos de melhoria habitacional, principalmente desenvolvidos pelo poder público. Para tanto, este artigo está estruturado em cinco partes. Após esta introdução, a segunda parte apresenta a revisão da literatura, seguida pela metodologia na terceira parte. A quarta seção aborda os resultados e discussões, enquanto a quinta e última parte contém a conclusão.

2. Revisão de literatura

O presente trabalho compreende uma breve revisão de literatura, feita na base de dados SCOPUS, acessada por meio do portal CAPES Periódicos. Nesta busca foram utilizados os termos “BIM”, “Social”, “hous*” onde * indica qualquer terminação de vocábulo (houses, housing, etc). A busca foi feita no dia 07 de maio de 2024 com o filtro limitado a artigos de revista em português ou inglês nos últimos 5 anos. Os resultados obtidos estão listados na tabela 1.

Tabela 1 – Principais artigos selecionados na revisão de literatura

Autor	Ano	Título
Abkar et al.	2024	Enhancing construction site performance through technology and management practices as material waste mitigation in the Malaysian construction industry
Park e Seo	2021	Risk analysis for earthquake-damaged buildings using point cloud and BIM data: A case study of the Daeseong apartment complex in Pohang, South Korea
Logsdo et al.	2019	Functionality and furniture of the housing: Contributions to social housing design
Silva et al.	2022	Guidelines for the implementation of BIM for post-occupancy management of social housing in Brazil
Gonzalez-Cáceres et al.	2019	Implementing post-occupancy evaluation in social housing complemented with BIM: A case study in Chile
Tzortzopoulos et al.	2019	Evaluating social housing retrofit options to support clients' decision Making-SIMPLER BIM protocol

Fonte: Autoria própria

A indústria da construção, focada na sustentabilidade, está constantemente explorando tecnologias e práticas de gestão para mitigar o desperdício de materiais nos canteiros de obras. Por exemplo, Abkar et al. (2024) investigaram o impacto de estratégias como os 3Rs (reduzir, reutilizar, reciclar), Industrialized Building Systems (IBS), Building Information Modeling (BIM) e Materiais de Gestão Avançada (MMA) na melhoria do desempenho do canteiro de obras (CSP). Foram formuladas sete hipóteses para avaliar a relação entre a adoção dessas tecnologias, práticas de gestão de materiais e o papel moderador da Adoção de Gestão de Materiais (MMA) na CSP. Dados de 295 profissionais do setor da construção na Malásia foram coletados e analisados utilizando Modelagem de Equações Estruturais com Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) e o Pacote Estatístico para Ciências Sociais (SPSS). Os resultados destacam a importância da integração tecnológica e da gestão eficiente de materiais para a mitigação eficaz de desperdício de materiais. Adicionalmente, uma análise qualitativa em seis organizações de gestão de resíduos sólidos forneceu insights contextuais sobre as práticas e desafios locais, destacando a importância dessas estratégias na promoção de inovação e mudanças positivas na indústria da construção na Malásia.

Park e Seo (2021) realizaram uma análise de edifícios danificados por desastres, principalmente provenientes de terremotos, para entender como a gestão de desastres pode se beneficiar da digitalização 3D e da metodologia BIM. O estudo focou no Complexo de Apartamentos Daeseong em Pohang, na Coreia do Sul, e utilizou as tecnologias de digitalização 3D para comparar dados de nuvens de pontos com informações espaciais de BIM, aumentando a precisão na medição de danos sísmicos. Dessa forma, a abordagem ofereceu uma análise mais objetiva e eficiente dos

fatores de risco, particularmente útil para edifícios antigos sem informações dos projetos originais. Assim, a combinação de digitalização 3D com dados BIM resultou na melhoria da eficiência na avaliação de riscos, contribuindo para estratégias mais eficazes de mitigação de danos sísmicos.

Direcionado para projetos de habitação social, o trabalho desenvolvido por Logsdon et al. (2019) analisou os recursos necessários para garantir a funcionalidade nestes projetos, destacando a importância da relação entre o programa, compartimentação, áreas mínimas e mobiliário necessário para atividades domésticas. A pesquisa visou identificar as dimensões mínimas de móveis e, assim, criar famílias de objetos BIM (arquivos compatíveis com Autodesk Revit). A aplicabilidade desse material foi exemplificada em análises de projetos, contribuindo para melhores práticas em projetos de habitação social e oferecendo materiais úteis para a comunidade acadêmica e profissionais do setor.

No Brasil, Silva et al. (2022) estudaram a implementação do BIM para a gestão de manutenção e reforma de habitações sociais por meio de um estudo de caso que utilizou um empreendimento residencial em Garanhuns, Pernambuco. Foram propostos três layouts alternativos para atender às normas de desempenho térmico (ABNT NBR 15220-2: 2022) e às necessidades dos moradores. O estudo recomenda que certificadoras socioambientais utilizem modelos BIM para simulações de desempenho energético e ainda propõe algumas diretrizes, agrupadas em cinco categorias: incentivo ao BIM, eficiência energética, gestão de manutenção, gestão de requisitos do usuário e melhoria contínua. De acordo com os autores, essas diretrizes oferecem um caminho para a implementação gradual do BIM, melhorando a manutenção e gestão pós-ocupação de projetos habitacionais no Brasil.

Focado na fase pós-ocupação, Gonzalez-Caceres, Bobadilla, e Karlshøj (2019) estudaram os danos causados por altos níveis de umidade em um conjunto habitacional social composto por 400 apartamentos. A avaliação seguiu três etapas: indicativa, investigativa e diagnóstica, mapeando o processo e armazenando dados em modelos BIM. Os resultados mostram que fatores como superlotação, regulação térmica inadequada e falhas na qualidade da construção contribuem para os danos. A aplicação de medidas preventivas pode reduzir custos com reparos em futuros projetos de habitação social, destacando a importância da avaliação pós-ocupação para a melhoria contínua e a qualidade de vida dos moradores.

Ainda na área de projetos de retrofit de habitação social, Tzortzopoulos et al. (2019) desenvolveram um protocolo BIM para apoiar a tomada de decisão, visando melhorar a eficiência energética de sete milhões de lares até 2020. A metodologia proposta considerou a redução no consumo de energia, planejamento 4D para minimizar interferências construtivas e simulação de custos. Segundo os autores, essa abordagem permitiu decisões mais eficazes, considerando diversas opções de modernização das habitações sociais.

Em resumo, a literatura destaca a importância da tecnologia e da gestão eficiente de materiais na melhoria do desempenho de canteiros de obras e na mitigação de desperdícios na construção. A integração de BIM e digitalização 3D é crucial para a avaliação precisa de danos em edifícios e para a gestão eficaz de projetos de habitação social. Esses estudos fornecem diretrizes práticas para a implementação de tecnologias avançadas, promovendo sustentabilidade, eficiência e inovação na indústria da construção.

3. Metodologia

O presente estudo propõe a utilização da metodologia BIM como plataforma integradora de informações que facilite os trâmites técnicos e burocráticos dos órgãos públicos, viabilizando programas sociais. A metodologia proposta é estruturada com a simbologia *Business Process Model and Notation* (BPMN) para que os processos BIM estejam organizados para implementação nos processos existentes da instituição pública. É, também, por meio desta simbologia que os autores compreenderam as principais interfaces entre Instituição de Ensino Superior (IES), órgão público e sociedade civil, no que tange às informações trocadas e as tomadas de decisão no fluxo de trabalho.

Destaca-se que este estudo se aplica aos projetos de melhorias habitacionais voltados para autoconstrução em comunidades, enquanto que os estudos acima citados referenciam-se à produção habitacional de programas de governo como o Minha Casa Minha Vida, com projetos de baixa qualidade arquitetônica, áreas mínimas, problemas relacionados ao conforto termoacústico e baixa funcionalidade da edificação.

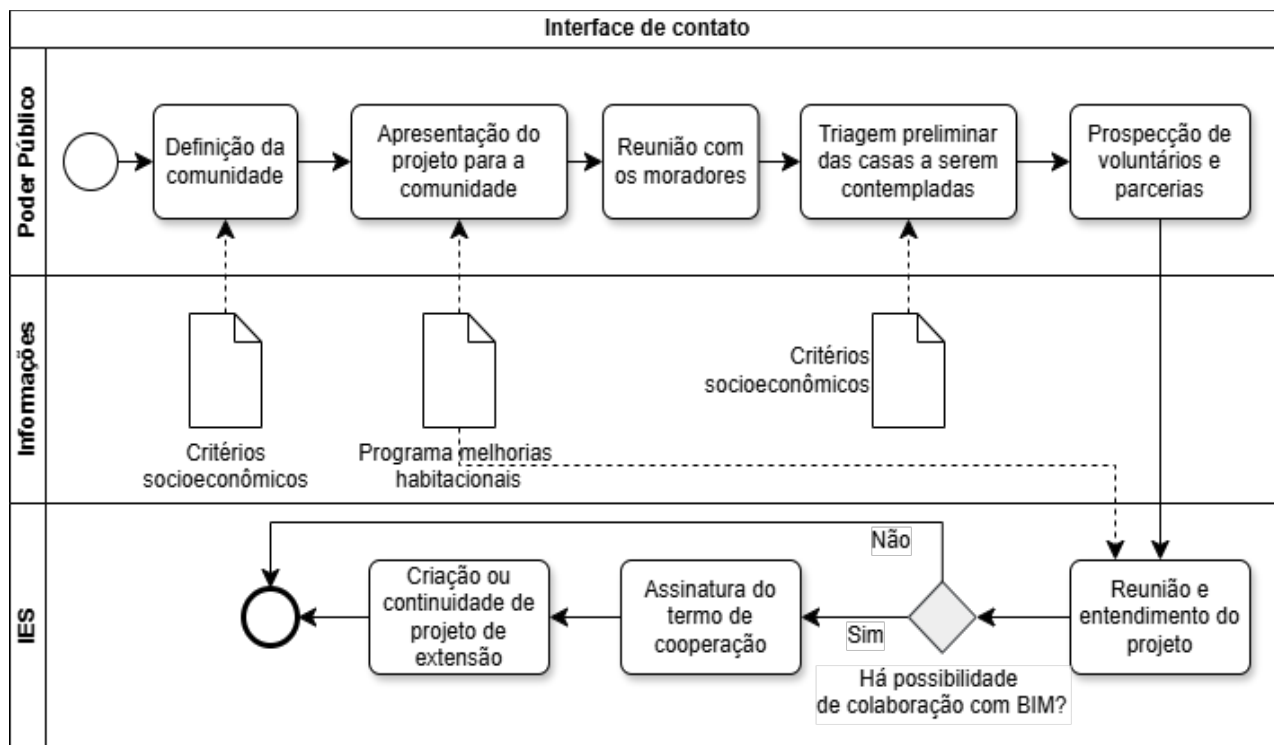
3.1. Fluxo de trabalho para a interface de contato entre instituições

O primeiro mapa de processos (ver figura 1) compreende a interface de contatos entre as partes interessadas. O fluxo é iniciado pelo órgão público (prefeituras, governos estaduais, federais, entre outros) a partir da definição da comunidade urbana que necessita de melhorias habitacionais. A escolha desta comunidade é baseada em critérios socioeconômicos normalmente definidos pelo próprio órgão público ou por métricas reconhecidas.

A Secretaria de Habitação e Regularização Fundiária - SMHRF, indica a comunidade que já tenha tido processo de regularização fundiária ou que esteja em desenvolvimento, apresenta o projeto de melhorias para a comunidade explicando a abrangência, nos três eixos: técnico, social e participativo, esclarecendo suas diretrizes e possibilidade de atendimento. Posteriormente as famílias interessadas no programa, são realizadas reuniões para coletar informações dos moradores e iniciar a triagem preliminar das casas a serem contempladas, que são avaliadas através de critérios de seleção: renda familiar inferior a 3 salários mínimos, estar fora da caracterização de risco alto pela Defesa Civil, registro do CadÚnico, mulher chefe de família, idoso ou pessoa com deficiência - PcD. Novamente, as informações necessárias no fluxo de trabalho envolvem os critérios socioeconômicos adotados pelo órgão para seleção das famílias.

Após a interface entre poder público e comunidade, é iniciada a fase de prospecção de voluntários e parcerias com universidades, concessionárias de serviços, comércio de material de construção, etc. Neste momento, a IES entra no fluxo de trabalho, apoiado pela SMHRF para realizar uma reunião para entendimento do programa com a comunidade e as casas selecionadas para o projeto de melhoria. A partir destas informações, os responsáveis da IES definirão se há ou não possibilidade de colaboração com implementação BIM. Havendo sinergia, é assinado o termo de cooperação e posteriormente é criado ou continuado o projeto de extensão da IES. Não havendo sinergia, o fluxo é finalizado e apenas retornará quando uma nova comunidade puder se atendida com o programa.

Figura 1 – Fluxo de trabalho na interface de contato entre as partes interessadas



Fonte: Autoria própria

3.2. Fluxo de trabalho para as atividades iniciais

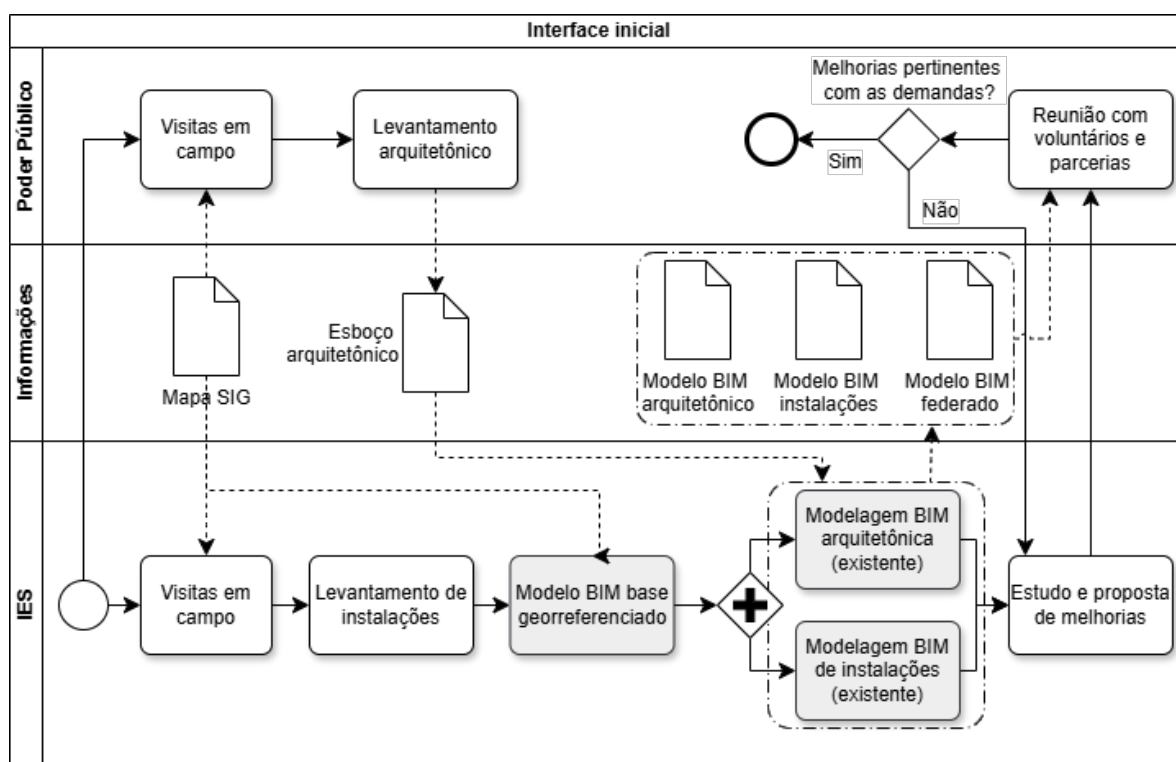
O segundo mapa de processos (ver figura 2), que utiliza a simbologia BPMN, representa a interface inicial entre o órgão público- SMHRF e a IES, após a interface de contato entre órgão, comunidade e IES. O primeiro processo mapeado está relacionado com as visitas em campo nas comunidades e casas contempladas no programa. Durante estas visitas, é realizado primeiramente o reconhecimento do local e da dinâmica da comunidade, sem o ingresso nas casas. Em um segundo momento de visita, esta é realizada nas casas contempladas com a SMHRF e a IES. Note que a equipe da IES, incluindo os corpos docente e discente, deverá participar de ambas as visitas para entender o contexto do projeto.

A primeira informação que flui neste processo inicial está relacionada com os dados SIG para compor o mapa SIG do local. A prefeitura de Niterói, através da SMHRF, por exemplo, disponibiliza um vasto banco de dados SIG para utilização, com informações que vão desde infraestrutura urbana até riscos de movimentação de terra.

Durante as visitas, a equipe da SMHRF fará o levantamento arquitetônico, em conjunto com equipe da IES, que fará o levantamento de instalações. Estes processos produzirão esboços das condições existentes das casas contempladas. Juntamente com o mapa SIG, o modelo BIM base será produzido com sua origem georreferenciada. Em sequência, serão processados em paralelo os modelos BIM de arquitetura e instalações pela equipe da IES, composta principalmente por estudantes de Arquitetura e Engenharia Civil, em que os projetos atenderão os critérios do programa.

Nota-se que os processos de implementação BIM se iniciam após as visitas e servem para melhorar a compilação de dados obtidos durante a visita técnica e os levantamentos das edificações. Esta compilação é importante para economizar tempo e evitar futuras visitas técnicas para obter dados faltantes ou incongruentes. Vale ressaltar ainda que o registro de fotografias é fundamental para confirmar as informações modeladas. Os entregáveis desta etapa são os modelos BIM de arquitetura, de instalações e o modelo federado incluindo todas as disciplinas modeladas.

Figura 2 – Fluxo de trabalho na interface inicial entre as partes interessadas



Fonte: Autoria própria

Neste momento, é observado o primeiro uso BIM no processo colaborativo mapeado, relacionado com o projeto autoral. Diferentemente da metodologia tradicional CAD, nos processos de modelagem relatados todas as pranchas e informações são extraídas dos modelos BIM e, assim, a fase de documentação é otimizada. Nota-se, portanto, um primeiro ponto de melhoria operacional que pode agilizar os trâmites burocráticos devido à diminuição do tempo de documentação.

O mapa de processos segue com o processo de “Estudo e proposta de melhorias”, que consiste na análise das possíveis melhorias das condições existentes das casas contempladas. Estas melhorias devem estar alinhadas não somente com o plano de necessidades e demanda dos moradores, mas com o programa que foi customizado para as especificidades de Niterói, como também com as normas técnicas brasileiras pertinentes (por exemplo, a norma de desempenho NBR 15575:2013).

A partir das propostas de melhorias é então realizada uma reunião da SMHRF com os parceiros e voluntários para que sejam aprovadas ou não as adequações sugeridas. Esta reunião e análise devem ser feitas a partir dos modelos BIM produzidos, ou seja, por meio da visualização colaborativa do projeto.

Assim, o segundo uso BIM do fluxo de trabalho é identificado e está relacionado com a visualização e entendimento do projeto. Diferentemente do fluxo de trabalho tradicional em CAD, os modelos BIM contendo as melhorias propostas facilitam a compreensão do local onde elas estão e do impacto que elas têm com os objetos ao seu redor. Nas plantas CAD, pelo contrário, há uma dificuldade de entender o posicionamento tridimensional das melhorias e talvez a análise das mesmas seja prejudicada.

O fim deste segundo mapa de processos é marcado pelo caráter de decisão da SMHRF. Nesta tomada de decisão, deve ser respondida à pergunta se as melhorias atendem ao plano de necessidades e demandas dos moradores, assim como o orçamento municipal a ser aportado para o programa de Melhorias habitacionais. Caso positivo, o mapa se encerra e o próximo mapa se inicia. Caso seja negativa a resposta, o processo de estudo e proposta de melhorias é reiniciado com a equipe da IES.

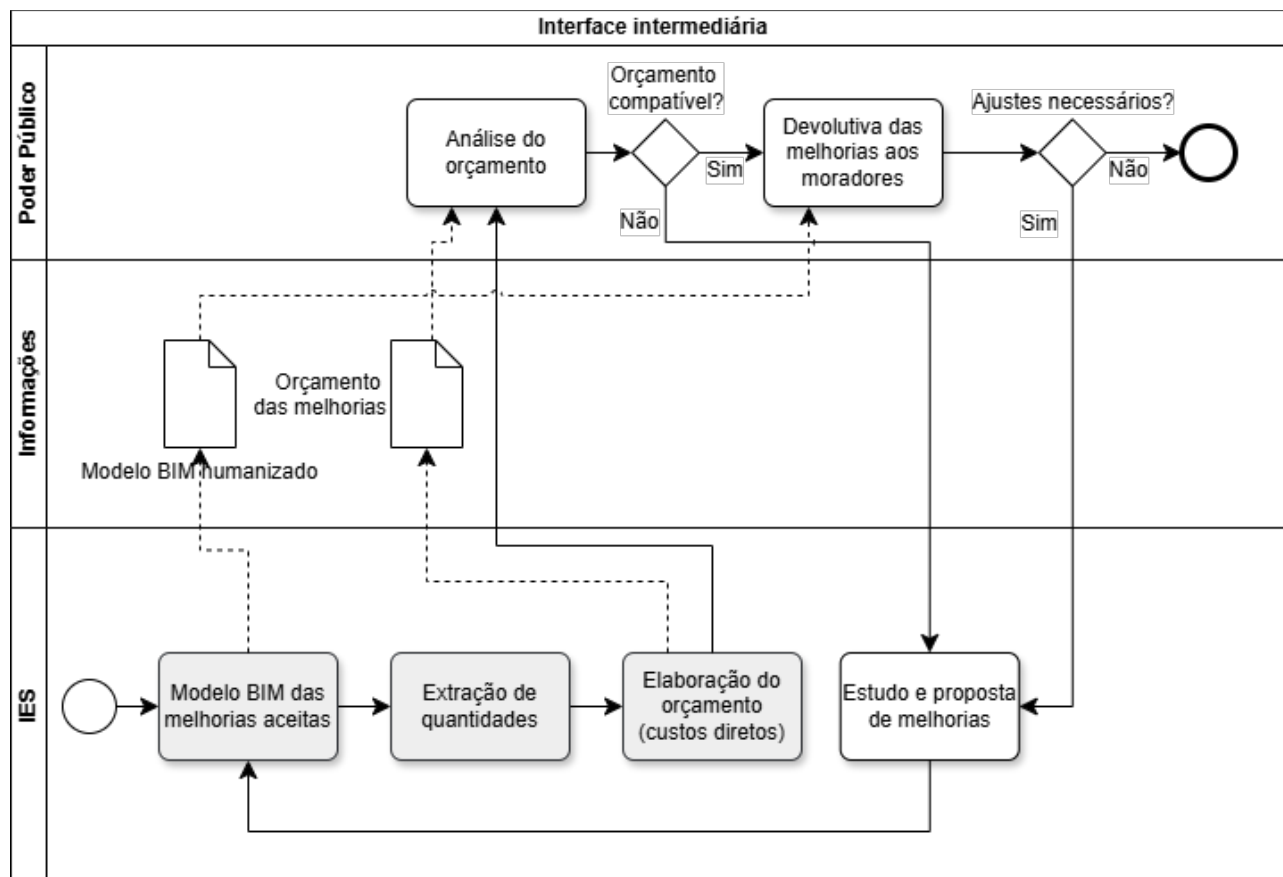
3.3. Fluxo de trabalho para as entregas da implementação BIM

Com as melhorias aceitas pela SMHRF, é possível iniciar o terceiro mapa de processos (ver figura 3). Este mapa se inicia com a modelagem das melhorias e, assim, produz o modelo BIM humanizado do projeto de melhoria habitacional. A partir do modelo BIM da condição nova, são extraídas as quantidades principais para a elaboração do orçamento, que inclui apenas os custos diretos. Os custos indiretos podem ser adicionados posteriormente pelo poder público.

Então, o orçamento das melhorias é produzido e enviado para análise da SMHRF que verificará se é compatível ou não com o orçamento disponível ou planejado. Havendo divergência nos valores do orçamento, a equipe da IES fará um novo estudo e proposta de melhorias para otimizar o orçamento, adequando-o ao ticket médio pré estabelecido para o programa. No entanto, caso o orçamento seja compatível, a SMHRF fará a devolutiva das melhorias aos moradores e, neste momento, o modelo BIM humanizado é apresentado para melhor entendimento do projeto de melhoria habitacional.

Com isso, os moradores avaliam e verificam se são necessários ajustes, dentro das diretrizes do programa. Caso seja necessário, a equipe da IES é acionada para readequação do estudo de melhorias. Caso não seja necessário algum ajuste, o mapa de processos é encerrado e o projeto pode avançar nos trâmites burocráticos.

Figura 3 – Fluxo de trabalho na interface de entregas BIM entre as partes interessadas



Fonte: Autoria própria

3.4. Fluxo de trabalho pós-ocupação

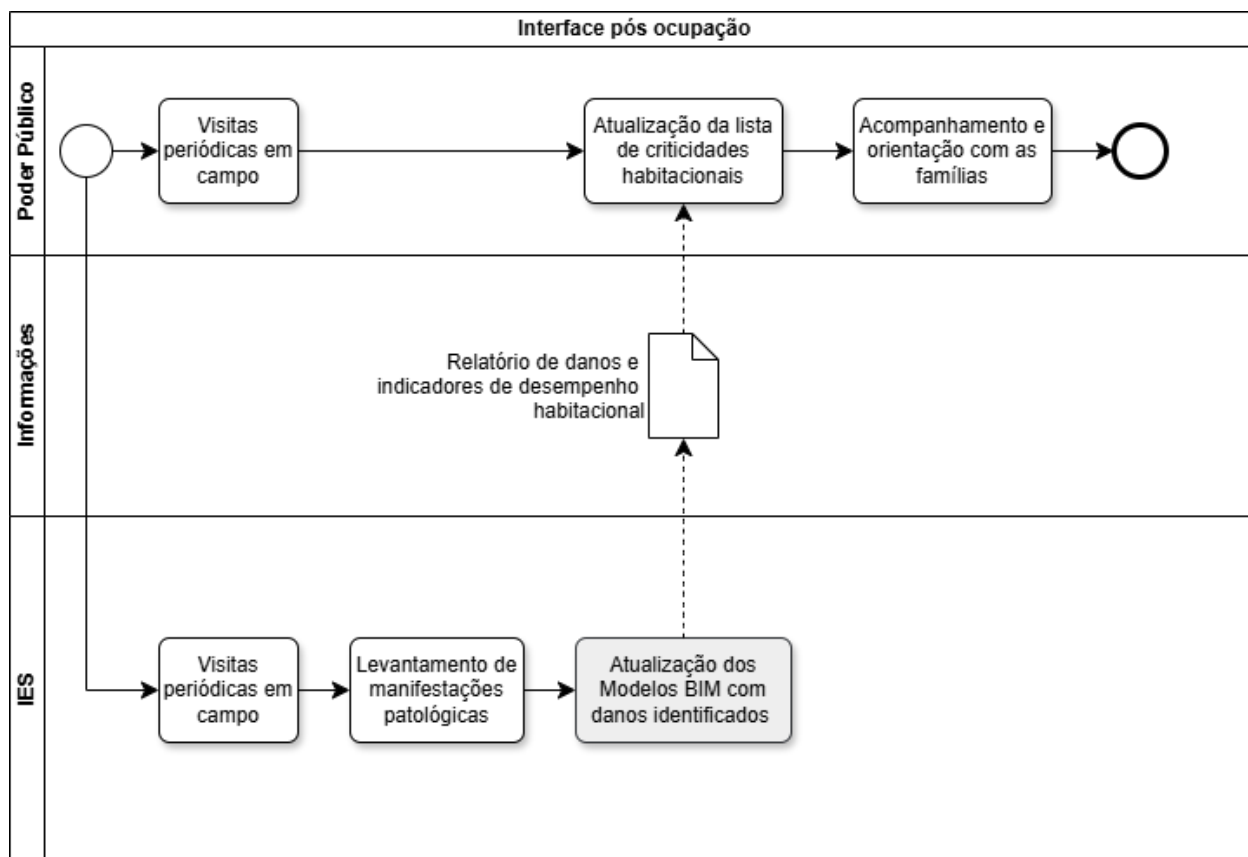
O último fluxo de trabalho mapeado (ver figura 4) e proposto no presente estudo consiste no acompanhamento das casas reformadas, principalmente a partir das manifestações patológicas que possam aparecer. Essa avaliação pós-ocupação, conforme orientado por Gonzalez-Caceres et al. (2019), é importante não somente para manter a funcionalidade das habitações como também a saúde dos ocupantes. Altos níveis de umidade, por exemplo, podem contribuir com problemas respiratórios.

O mapa de processos é iniciado em paralelo com o poder público e a IES realizando visitas periódicas nas casas reformadas. Durante estas visitas, a equipe da IES realizará o levantamento de manifestações patológicas para atualização dos modelos BIM, que consistirá basicamente na inserção dos danos identificados como objetos BIM.

A partir destes modelos BIM com danos identificados, a equipe da IES enviará um relatório de mapeamento de manifestações patológicas por residência, incluindo também índices de desempenho habitacional, como por exemplo valores de umidade de bulbo úmido e seco.

Com isso, a prefeitura ou outro órgão público competente poderá atualizar a condição e criticidade das casas reformadas e, consequentemente, das famílias residentes. Esta atualização da lista de criticidades implicará então no acompanhamento e orientação às famílias em relação à manutenção das residências.

Figura 4 – Fluxo de trabalho na interface pós-ocupação entre as partes interessadas



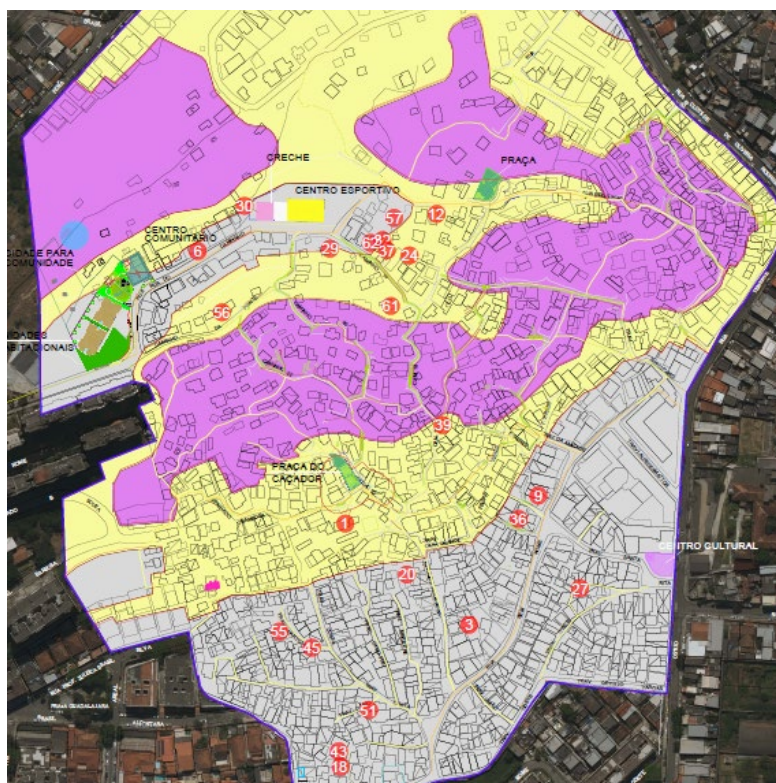
Fonte: Autoria própria

4. Resultados e discussões

Para aplicação da metodologia proposta, o presente estudo escolheu o município de Niterói, ou seja, o poder público representa a Prefeitura Municipal de Niterói (PMN), especificamente na Secretária de Habitação e Regularização Fundiária (SMHRF). A IES em questão é a Universidade Federal Fluminense (UFF), especificamente pelo Departamento de Engenharia Civil.

No primeiro processo, a Secretaria representando o poder público definiu a comunidade da Vila Ipiranga para ser contemplada com o programa de Melhoria Habitacional customizado para Niterói, em face da comunidade estar em processo de regularização fundiária, e apresentar condições de vulnerabilidade social e precariedade construtiva. O projeto foi apresentado para os moradores e após a reunião com os mesmos, 23 casas foram selecionadas para serem contempladas pelos projetos de Melhoria habitacional, conforme ilustrado por círculos vermelhos na figura 5 e atendidos os critérios socioeconômicos aplicados ao programa.

Figura 5 – Mapa de localização das 23 casas contempladas no projeto de melhoria habitacional.



Fonte: Prefeitura Municipal de Niterói – SMHRF (2023)

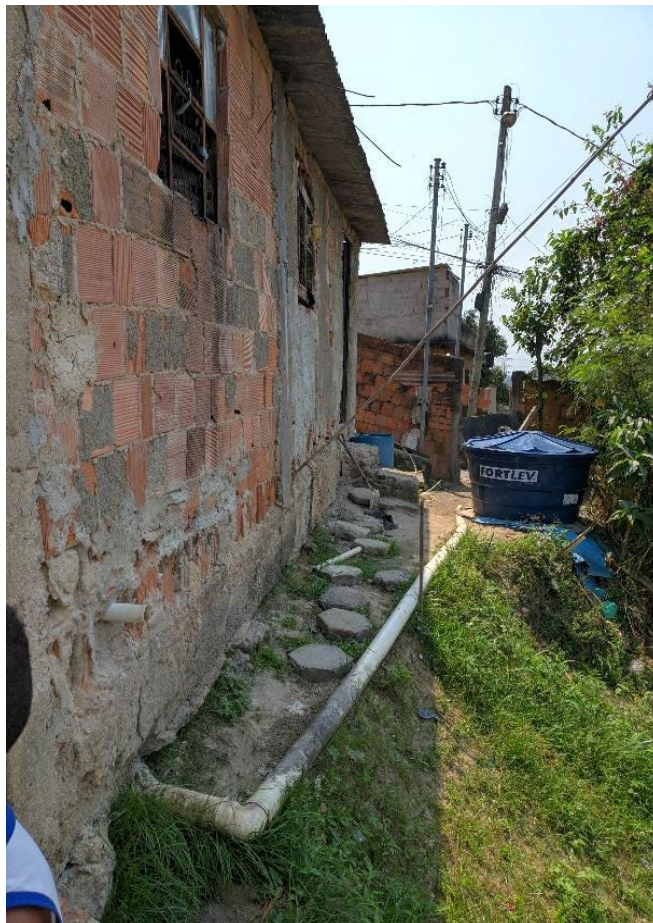
Com isso, a prospecção de voluntários e parcerias chegou até a UFF e foi realizada uma reunião inicial para entendimento do projeto. Dada a sinergia do projeto com a colaboração com implementação BIM, foi firmada a parceria pela assinatura do termo de cooperação e criado o projeto de extensão “BIM e Tecnologia Social para Gestão socioespacial nas Cidades”.

Após estas interfaces de contato, foi realizada uma visita em campo para entender tanto o contexto da comunidade quanto de casas contempladas para o programa. Ao todo, foram visitadas 6 das 23 casas selecionadas. Neste momento, já havia um mapa SIG com algumas informações geográficas incluídas, como por exemplo, topografia, risco de deslizamento, identificação numérica das residências e vias locais.

A título de exemplo, a fotografia 1 registra as condições existentes de uma das casas visitadas. Percebe-se alguns pontos críticos que se repetiram na maioria das casas visitadas:

- Presença de manchas de umidade próximas as aberturas;
- Ausência de argamassa de assentamento entre tijolos;
- Ausência de revestimento de acabamento nas paredes;
- Estrutura de cobertura em situação precária com furos;
- Posicionamento inadequado dos reservatórios de água fria;
- Tubulações hidrossanitárias expostas e em ângulos não perpendiculares;

Fotografia 1 – Registro fotográfico das condições existentes das casas contempladas.



Fonte: Autoria própria

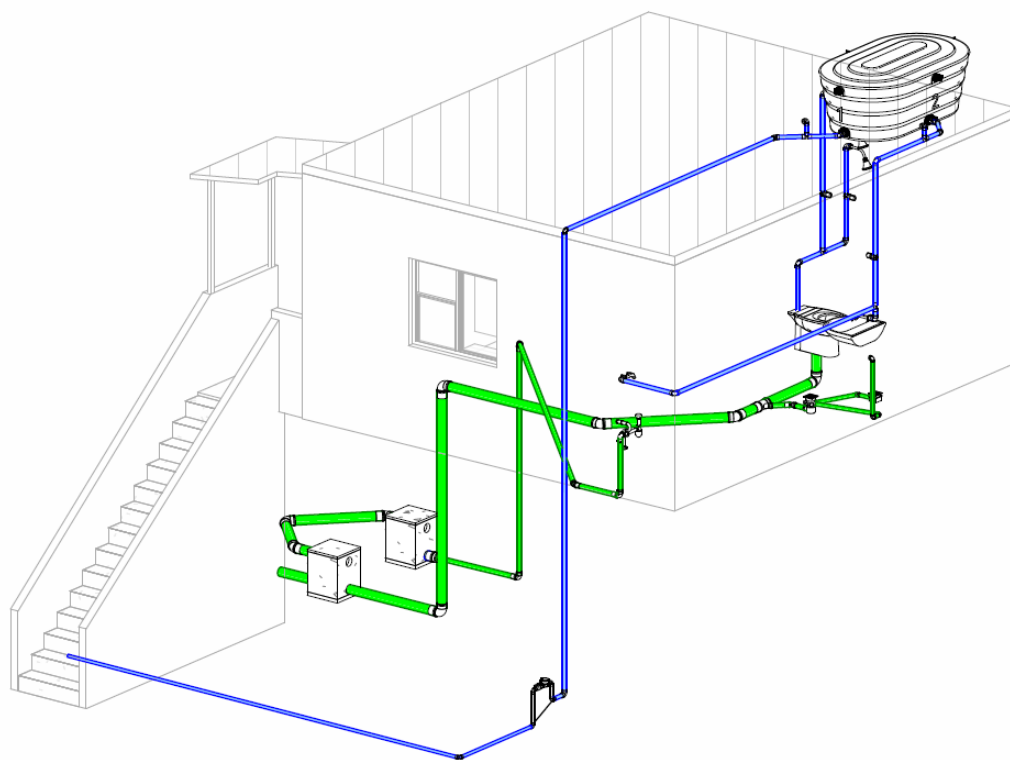
Os levantamentos arquitetônicos foram previamente realizados pela equipe da prefeitura e o levantamento de instalações foi realizado pela equipe da UFF para então serem criados os modelos Bim georreferenciados. Estes modelos BIM das condições existentes continham informações básicas sobre a geometria e material dos objetos de construção que são necessários em processos subsequentes.

A partir dos modelos de condições existentes, foi realizado o estudo de melhorias focando principalmente na lista de prioridades de melhoria e na otimização do orçamento. As melhorias principais envolviam a locação adequada do reservatório superior, correção de conexões danificadas, organização de cabeamento elétrico e direcionamento adequado de esgotamento sanitário, conforme ilustrado pelo modelo BIM apresentado na figura 6.

Estas melhorias foram analisadas pela secretaria e a partir da aprovação foi feita a modelagem das condições novas, agora incluindo os códigos de orçamento que juntamente com os quantitativos e preços unitários resultarão no orçamento de custos diretos. A partir dessas melhorias modeladas, o modelo BIM humanizado foi produzido e o orçamento extraído, para a análise do poder público. A secretaria, então, verificou se o orçamento estava compatível com a meta de R\$ 35.000,00 reais brasileiros, adotados como ticket médio.

Com o orçamento aprovado, os projetos finalizados foram enviados para a prefeitura comunicar aos moradores e seguir nos trâmites burocráticos para revalidação de orçamentos e prosseguimento como processo licitatório.

Figura 6 – Modelo BIM com proposta de melhorias das instalações hidrossanitárias.



Fonte: Autoria própria

5. Conclusões

A partir da revisão da literatura foi possível notar que a integração de metodologias inovadoras como a metodologia BIM têm transformado a indústria da construção civil, especialmente em projetos de habitação social. Estudos recentes destacam a eficácia do BIM e da digitalização 3D na gestão de materiais e na melhoria das práticas sustentáveis, promovendo uma gestão mais eficiente desde a construção até a avaliação de danos pós-desastres. Portanto, o presente estudo propôs fluxos de trabalho para integrar a metodologia em projetos de melhoria habitacional realizados para comunidades consolidadas através da autoconstrução, realizados pelo poder público com parcerias interinstitucionais.

A aplicação prática do BIM, como mostrado por pesquisas de Logsdon et al. (2018) e Silva et al. (2022), melhora a funcionalidade de habitações sociais e a gestão de manutenção. No Brasil, a utilização de BIM para simulações de desempenho e gestão pós-ocupação tem mostrado benefícios significativos, proporcionando soluções mais adaptadas às necessidades dos moradores. Além disso, devido ao aumento de precisão e diminuição de erros de orçamento, a implementação BIM

potencializa projetos de melhoria habitacional contribuindo para a mitigação da problemática do déficit de moradia no país.

O acompanhamento pós-ocupação, evidenciado pelos estudos de Gonzalez-Caceres et al. (2019), destaca a importância de monitorar a qualidade das habitações reformadas e implementar medidas corretivas. Com isso, a metodologia proposta no presente trabalho focou no desenvolvimento dos modelos BIM de melhoria habitacional para a criação de um banco de dados útil pós-ocupação. Ou seja, a partir da proposta, será possível a atualização contínua dos modelos BIM ajuda a garantir a manutenção da funcionalidade e a qualidade de vida dos residentes, conforme ilustrado no mapa da figura 4.

Assim, a experiência prática em Niterói, envolvendo a Universidade Federal Fluminense a Prefeitura – SMHRF, demonstra na prática uma aplicação bem-sucedida do BIM. A criação de modelos georreferenciados e a otimização de orçamentos demonstram como o BIM pode melhorar a colaboração entre partes interessadas e a eficiência nos processos de melhoria habitacional, como também reduzir custos e prazos de entregas.

Este projeto também poderá se integrar aos Plano Municipal de Redução de Risco e ao Plano Municipal de Adaptação, Mitigação e Resiliência de Niterói.

Como sugestão para trabalhos futuros, é sugerida a expansão do método para outras comunidades urbanas e cidades, assim como a complementação do banco de dados BIM com informações da Defesa Civil e outras Secretarias do município. A integração GIS e BIM também é uma possível continuidade para os trabalhos apresentados neste artigo.

6. Agradecimentos

Agradecimentos são dirigidos à Universidade Federal Fluminense (UFF), em especial à Pró-Reitoria de Extensão (PROEX), pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho a partir do projeto de extensão “BIM e Tecnologia Social para Gestão socioespacial nas Cidades”. Reconhece-se também a colaboração da Prefeitura de Niterói, em particular da Secretaria Municipal de Habitação e Regularização Fundiária (SMHRF), cuja parceria interinstitucional foi essencial para a realização deste projeto.

REFERÊNCIAS

Abdullah Abkar, Mahdi Mohammed, Riduan Yunus, Yaser Gamil, e Mohammed Abdo Albaom. 2024. “Enhancing Construction Site Performance through Technology and Management Practices as Material Waste Mitigation in the Malaysian Construction Industry”. *Heliyon* 10(7):e28721. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e28721.

BRASIL. 2021. *Lei de Licitações e Contratos Administrativos*.

Carmo, Cristiano Saad Travassos Do, e Elisa Dominguez Sotelino. 2023. “Planejamento para o imprevisto em projetos de construção: uma revisão”. *Brazilian Journal of Production Engineering* 9(4):107–30. doi: 10.47456/bjpe.v9i4.42244.

- Eastman, Charles M., Paul M. Teicholz, Rafael Sacks, e Ghang Lee. 2018. *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. Third edition. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Gonzalez-Caceres, Alex, Ariel Bobadilla, e Jan Karlshøj. 2019. “Implementing Post-Occupancy Evaluation in Social Housing Complemented with BIM: A Case Study in Chile”. *Building and Environment* 158:260–80. doi: 10.1016/j.buildenv.2019.05.019.
- Logsdon, Louise, Márcio Minto Fabricio, Dayanna De Mello Sousa, e Yasmin Gopfert Padilha. 2019. “FUNCIONALIDADE E MOBILIÁRIO DA HABITAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA O PROJETO DE MORADIAS SOCIAIS”. *Arquitetura Revista* 15(2):212–37. doi: 10.4013/arq.2019.152.01.
- Observatório 3º Setor. 2021. “Habitação no Brasil tem déficit quantitativo e qualitativo”. *Observatório 3º Setor*. Recuperado 11 de agosto de 2024 (<https://observatorio3setor.org.br/noticias/habitacao-no-brasil-tem-deficit-quantitativo-e-qualitativo-diz-pesquisa/>).
- Park, Eun Soo, e Hee Chang Seo. 2021. “Risk Analysis for Earthquake-Damaged Buildings Using Point Cloud and BIM Data: A Case Study of the Daeseong Apartment Complex in Pohang, South Korea”. *Sustainability* 13(2):456. doi: 10.3390/su13020456.
- Santos, Eleonora Cruz, org. 2022. *Ensaio e discussões sobre o déficit habitacional no Brasil*. Belo Horizonte, MG: Fundação João Pinheiro (FJP).
- Silva, Maria Conceição Da Costa, Alyx Diêgo Oliveira Silva, Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani, Luciana H. Alencar, George Da Mota Passos Neto, João Pedro Couto, e Rodolfo Valdes-Vasquez. 2022. “Guidelines for the Implementation of BIM for Post-Occupancy Management of Social Housing in Brazil”. *Energies* 15(18):6802. doi: 10.3390/en15186802.
- Técnicas, Associação Brasileira de Normas. 2022. *ABNT NBR 15220-2 - Desempenho térmico de edificações*. 2º ed. Rio de Janeiro, RJ: Abnt.
- Tzortzopoulos, Patricia, Ling Ma, João Soliman Junior, e Lauri Koskela. 2019. “Evaluating Social Housing Retrofit Options to Support Clients’ Decision Making—SIMPLER BIM Protocol”. *Sustainability* 11(9):2507. doi: 10.3390/su11092507.