

Compatibilização de projeto com auxílio do BIM: análise da redução de custos em uma obra de habitação de interesse social

Project compatibility with the aid of BIM: analysis of cost reduction in a social housing project

Compatibilidad de proyecto con auxilio del BIM: análisis de la reducción de costos en una obra de habitación de interés social

Recebido: 10/12/2021 | Revisado: 18/12/2021 | Aceito: 22/12/2021 | Publicado: 04/01/2022

Gleidson Martins da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8956-6400>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: engcivil.gleidson@gmail.com.br

Fernanda Rafaella de Souza Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6048-855X>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: frsl@poli.br

Inêz Prazeres Virgínio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5393-3531>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: ipv@poli.br

Elcio Lyndon da Silva Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3486-9228>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: elsj@poli.br

Resumo

A tecnologia BIM tem ajudado no desenvolvimento da construção civil de diversas formas. Uma delas é através da melhoria na gestão dos projetos de edificações no que tange a compatibilização. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma análise sobre a redução dos custos de construção, permitida por meio da inserção de uma equipe de compatibilização e gestão de projetos que utiliza a tecnologia BIM. Para tanto, toma-se como base um projeto desenvolvido para um conjunto habitacional destinado à cidade de Timbaúba, Pernambuco. Diante do exposto, este trabalho é caracterizado como um estudo de caso, visto que descreve e analisa o trabalho de uma empresa, usuária do BIM e gestora de projetos, na redução dos custos da obra supracitada. Como resultados, foi possível notar, dentre outros fatores, que a gestão com o auxílio da ferramenta destacada colaborou para a redução no quantitativo de material de construção e, conseqüentemente, no custo de cada casa. Conclui-se que a integração da referente equipe, com o seu domínio sobre o BIM, contribui de maneira significativa na gestão dos projetos possibilitando, por exemplo, grande economia nos custos de obras, principalmente, quando se pensa na magnitude dos empreendimentos habitacionais.

Palavras-chave: Tecnologia BIM; Gestão de projetos; Redução de custos.

Abstract

BIM technology has helped the development of civil construction in several ways. One of them is through the improvement of management of building projects. In this sense, this article aims to present an analysis on the reduction of construction costs, allowed through project management using BIM, taking as basis a project developed for a housing complex for the city of Timbaúba, Pernambuco. Given the above, this work is characterized as a case study, since it describes and analyzes the work of a company, BIM user and project manager, in reducing the costs of the above mentioned work. As results, it was possible to note, among other factors, that the management with the aid of the tool collaborated to reduce the amount of construction material and, consequently, the cost of each house. The conclusion shows that BIM contributes significantly to project management, enabling, for example, high savings in construction costs, especially when considering the magnitude of housing projects.

Keywords: BIM Technology; Project management; Cost reduction.

Resumen

La tecnología BIM ha ayudado en el desarrollo de la construcción civil de diversas formas. Una de ellas es a través de la mejoría en la gestión de los proyectos de edificaciones. En este sentido, el presente artículo tiene como objetivo presentar un análisis sobre la reducción de los costos de construcción, permitida por medio de la gestión de proyectos

utilizando el BIM, tomando como base un proyecto desarrollado para un conjunto habitacional destinado a la ciudad de Timbaúba, Pernambuco. Frente a lo expuesto, este trabajo es caracterizado como un estudio de caso, visto que describe y analiza el trabajo de una empresa, usuaria del BIM y gestora de proyectos, en la reducción de los costos de la obra mencionada. Como resultados, fue posible notar, dentro de otros factores, que la gestión con el auxilio de la herramienta destacada colaboró para la reducción en lo cuantitativo de material de construcción y, consecuentemente, en el costo de cada casa. Se concluye que el BIM contribuye de manera significativa en la gestión de los proyectos posibilitando, por ejemplo, gran economía en los costos de obras, principalmente, cuando se piensa en la magnitud de los emprendimientos habitacionales.

Palabras clave: Tecnología BIM; Gestión de proyecto; Reducción de costos.

1. Introdução

Os avanços tecnológicos têm ajudado o ser humano no desenvolvimento de suas atividades. Não obstante, a construção civil tem se beneficiado desses avanços para melhoria dos materiais utilizados na construção, do planejamento das obras, da gestão dos projetos e dos processos construtivos empregados nas construções.

Neste sentido, segundo Pott et al. (2017), o setor da construção civil, para se adequar às inovações tecnológicas, teve que primar pela racionalização de seus sistemas, melhorando a gestão e modernizando seus processos. No âmbito da gestão e projetos, como exemplo de primazia da racionalização, citam-se os *softwares* que oferecem ferramentas para coordenação de projetos, dentre os quais o BIM (Building Information Modeling) tem tido um grande destaque (Souza, 2015).

Segundo Carvalho (2016), a utilização consciente do BIM, associado a um planejamento pormenorizado, implica em ganhos não somente para o construtor, mas também para todos que estão envolvidos ao logo da existência do projeto. No que tange às questões de custo, pensando no uso do BIM para a compatibilização de projetos, nota-se uma redução de custo em torno de 2% a 5% na obra; por sua vez, visando mudanças nos processos (cultura, hábito e pessoas) a redução de custo de uma empresa pode ser potencializada (Campestrin et al., 2015).

Nesse contexto, o BIM, como ferramenta de auxílio de gestão de projeto, permite fazer o levantamento de dados quantitativos das diferentes soluções que podem ser sugeridas para um projeto. De acordo com Campestrini et al. (2015), na utilização do BIM para extrair valores de custo, por exemplo, à medida que as soluções são inseridas no modelo, é possível conhecer os custos previstos para o empreendimento naquele exato momento e configuração. Tal dado auxilia na tomada de decisão da equipe, que pode manter a solução que foi inserida no programa ou buscar outra solução mais econômica.

Carvalho (2016) acrescenta ainda que com uma base de dados consistente, é possível manter o projeto atualizado, o que facilita na interação entre todos os envolvidos nos processos de criação, aprimoramento e construção em si da edificação. Vale explicar que com auxílio do BIM é possível, a partir de uma única equipe, produzir inúmeros projetos de maneira simultânea, que irão ajudar a chegar à definição das melhores soluções. Isto é, utilizando um modelo computacional, a equipe colaborativa pode sugerir inúmeras alternativas para as diversas necessidades do empreendimento e manter no projeto apenas as melhores opções encontradas, tendo assim benefícios em termos de tempo e custo no processo de gestão dos projetos (Campestrini et al., 2015).

Diante disso, o uso do BIM tem crescido e se tornado essencial para o avanço do setor da construção tanto em âmbito local quanto mundial. Nesses termos, a legislação do país tem caminhado na direção de tornar a utilização desta ferramenta obrigatória, conforme destaca o decreto nº 9.377, que traz como um dos objetivos específicos da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM “propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM” (Brasil, 2018).

Tendo em vista o cenário imobiliário brasileiro, que tem adotado a construção de conjuntos habitacionais como forma de reduzir o déficit habitacional do país, a exigência do uso do BIM na gestão desse tipo de projeto pode representar um grande avanço para o setor da construção civil, à medida que tem o poder de permitir a redução de custos de maneira proporcional ao

número de unidades habitacionais construídas.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo debater sobre a importância da inserção de uma equipe responsável pela compatibilização de projetos, que conta com a utilização da tecnologia BIM, bem como discutir sobre as contribuições na gestão de projetos de habitações de interesse social, visando à redução de custo. Para tanto, parte-se da análise de um estudo de caso em um projeto de conjunto habitacional destinado ao município de Timbaúba, Pernambuco, Brasil.

2. Referencial Teórico

Neste tópico, é feita uma breve revisão da literatura acerca dos principais temas que norteiam a pesquisa, definindo, contextualizando e justificando a importância deste trabalho.

2.1 Gerenciamento de projetos

Nesta seção, são apresentados alguns conceitos que estão presentes no desenvolvimento deste trabalho. Na construção civil, alguns fatores como, por exemplo, atrasos no prazo de entrega, custos além do planejado, falta de compatibilização de projetos, ausência ou má comunicação dos envolvidos no processo, escopos sem definição clara, entre outros, são empecilhos comuns e decisivos para o sucesso do empreendimento. Esses e outros desafios implicam por parte das empresas em uma maior atenção à gestão e planejamento de projetos (Carmo et al., 2019).

Segundo o guia Project Management Body of Knowledge (PMBOK, 2017, p.542), projeto é “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”. Com isso, pode-se descrever um projeto como algo temporário. Além disso, de acordo com o Guia, ser temporário significa que todos os projetos apresentam início e fim, e o fim ocorre quando são concluídos todos os objetivos do projeto, ou quando não existir mais a necessidade do mesmo.

Já o gerenciamento de projetos, é definido como um facilitador para “que as organizações executem projetos de forma eficaz e eficiente” (PMBOK, 2017, p.542). Com isso, o gerenciamento de projetos passa a ser uma ferramenta de grande importância no monitoramento e controle de todo o processo, trazendo redução de custos, maior agilidade e melhor qualidade, tornando-se um diferencial competitivo diante do atual cenário econômico (Morais, 2019; Pinto, 2012).

Diante disso, faz-se necessário o estudo e a adoção de ferramentas que venham facilitar o gerenciamento de projetos e que minimizem erros humanos envolvidos no processo. Dentro desse contexto, a implementação do BIM (Building Information modeling) vem aumentando expressivamente, e uma das razões para a adoção do BIM é manter um equilíbrio apropriado entre gerenciamento de projetos, custo e tempo (Olawumi & Chan, 2018; Olawumi et al., 2018).

2.2 O uso do BIM

Nesta seção, será destacada a importância do BIM na construção civil. Para tanto, salienta-se que o Instituto de Modelagem de Informação de Construção de Hong Kong (HKIBIM, 2009), definiu o BIM como o processo de geração e gerenciamento de dados de construção durante seu ciclo de vida que normalmente usa o tridimensional, em tempo real, *software* de modelagem dinâmica de edificações para aumentar a produtividade em projetos de construção e na própria construção.

O conceito BIM é baseado em três pilares básicos: tecnologia, processos e pessoas. Dessa forma, para a implementação do BIM, é preciso um modelo virtual paramétrico, que permita a comunicação (interoperabilidade) entre múltiplas ferramentas computacionais; um estudo minucioso do fluxo de informações e arquivos em todas as fases do ciclo de vida para atender aos requisitos de gestão de planejamento; e finalmente uma integração e colaboração entre as equipes, para que todos os envolvidos tenham um pensamento multidisciplinar, voltado para o projeto como um todo e não apenas sua

disciplina (Eastman, 2011; Paiva et al., 2017).

Tem-se observado que o uso do BIM ainda é muito restrito em muitos lugares. Conforme Shin et al. (2018), em estudo de caso realizado em um canteiro de obra de uma ferrovia, na Coréia do Sul, vários problemas poderiam ser evitados se tal tecnologia fosse empregada. Esta instalação contemplava sete projetos onde foi possível identificar onze erros que poderiam ser evitados se eles tivessem sido modelados no BIM. Segundo os autores, essa mudança de atitude traria custo com a modelagem na ferramenta. Entretanto, a relação entre benefícios e custo seria vantajosa, pois reduziria custos como a correção dos erros e tempo na entrega da obra.

No que se refere à aplicação do BIM na construção de habitações, a mesma constatação tem sido feita em alguns países. Na Índia, segundo Thakkar et al. (2021), a utilização dessa ferramenta ainda se encontra em estágio inicial. Em um estudo de caso desenvolvido pelos autores, em uma casa construída na cidade Gujarat, Índia, eles notaram oito erros na edificação que poderiam ter sido evitados a partir da inserção do BIM na fase de projeto. Se tal atitude tivesse sido tomada de antemão, a relação entre benefício e custo com a modelagem no BIM seria vantajosa para os envolvidos.

Apesar das potencialidades apontadas acima, Brígite e Ruschel (2020) também destacam, em estudo desenvolvido sobre o uso do BIM em habitações de interesse social, que a iniciativa do uso dos meios digitais e principalmente o uso do BIM como suporte à etapa criativa, nos escritórios do Brasil, ainda é muito tímida. Desse modo, é importante haver uma maior divulgação da potencialidade desta ferramenta para que ela possa ser introduzida com mais efetividade dentro da indústria da construção civil e permita avanços nesse espaço.

Outro ponto a se destacar, é que uma grande parcela das pesquisas e publicações no Brasil sobre o BIM trabalham estágios posteriores à concepção, dando foco as áreas de gestão, execução e operação, desatentando-se ao gerenciamento das informações do processo de projeto na sua totalidade (Bosch et al., 2015; Kassem et al., 2015; Koutamanis, 2017).

Esta situação contrasta com a relevância apresentada na fase de concepção do projeto arquitetônico, pois é nesta fase que é atribuída a ciência das consequências de todas as decisões do projeto, dado que as definições peculiares a esta etapa têm uma forte interferência no custo, qualidade e estética da edificação (Brígite & Ruschel, 2020).

Dessa forma, torna-se de suma importância o estudo e adoção do BIM, entendendo e utilizando todas as suas ferramentas de gerenciamento de projetos em todo o processo, com uma atenção especial a fase inicial do projeto arquitetônico onde modificações podem ser essenciais na redução de custos e no melhoramento da parte visual que tende a atrair os clientes.

3. Metodologia

Os procedimentos adotados neste estudo buscaram indicar e analisar as relações entre as diferentes propostas de concepções e as possíveis reduções de custos de um projeto residencial multifamiliar, sendo, portanto, uma pesquisa do tipo descritiva. O modelo de habitação que foi objeto de estudo deste trabalho será construído no município de Timbaúba, Pernambuco, Brasil. Desta maneira, caracteriza-se o presente trabalho como um estudo de caso segundo Gil (2007). Além disso, tendo em vista que um dos objetivos deste trabalho é tratar sobre a redução de custos, obtidos com aplicação dos conceitos de gestão de projetos, esta pesquisa é classificada, quanto a sua abordagem, como quantitativa.

Para alcançar o objetivo proposto, neste trabalho foi contemplada a análise de todo o processo de desenvolvimento do projeto. Para tanto, contou-se com a realização de entrevistas com alguns projetistas especializados na gestão de projeto com uso da tecnologia BIM (Empresa Projete 5D), que estavam envolvidos com elaboração do projeto do conjunto habitacional. A empresa supracitada teve como atribuição principal a realização da modelagem do projeto arquitetônico (inicialmente recepcionado em interface 2D), desenvolvimento dos projetos complementares (estrutural e instalações), compatibilização dos projetos e integração com o orçamento.

Além da Empresa Projete 5D, outras três empresas estavam envolvidas no projeto, sendo importante destacar:

- Empresa B: Essa empresa foi a contratante do serviço, realizando a coordenação dos projetos, execução da obra e gestão financeira do empreendimento, assumindo a função de incorporadora, construtora e investidora;
- Empresa C: Responsável pela arquitetura. Elaborou inicialmente o projeto arquitetônico preliminar (em 2D) e participou das decisões técnicas ao longo das reuniões;
- Empresa D: Responsável pelo orçamento e planejamento da obra, realizava as análises de custos necessárias para respaldar as tomadas de decisões.

Vale informar que todo projeto foi desenvolvido através de um ambiente colaborativo entre os integrantes da equipe. Nos tópicos abaixo, é descrito o empreendimento e o processo de projeto.

3.1 Características do empreendimento

Este trabalho está baseado na análise do processo de projeto de um empreendimento localizado no município de Timbaúba, no Estado de Pernambuco, Brasil. Tal projeto contempla um empreendimento residencial multifamiliar, composto por casas padrão com características tipicamente de interesse social. A proposta inicial do projeto envolvia a possibilidade de construção de casas de 45, 50 e 55m², em um loteamento com capacidade máxima de construção de 1.200 unidades. Por questões comerciais, o planejamento de execução da obra foi dividido em duas etapas principais: a primeira com previsão de execução e venda de 554 unidades, restando 646 unidades para a segunda etapa. A Figura 1 representa a versão final do modelo 3D do empreendimento em estudo, através da qual é possível observar a dimensão da obra.

Figura 1 - Versão final do modelo 3D do empreendimento.



Fonte: Autores.

3.2 O processo de projeto

O projeto passou a ser desenvolvido em ambiente colaborativo somente na etapa de projeto básico, quando ocorreu a contratação da Empresa Projete 5D, especializada na compatibilização de projeto com o auxílio do BIM. À medida que as etapas iam evoluindo, eram realizadas reuniões envolvendo as partes interessadas nos assuntos a serem tratados. Tais reuniões foram programadas no decorrer do processo, à medida que os envolvidos iam percebendo a necessidade.

Entre as reuniões, eram realizadas interações entre os profissionais e interessados das diversas disciplinas. Para isso, utilizaram uma ferramenta de comunicação integrada, além de recursos tradicionais como ligações, aplicativos de mensagens e e-mails. Todas as análises sobre o projeto do conjunto habitacional foram realizadas de maneira virtual. Isto é, através de um ambiente colaborativo, os profissionais analisavam e faziam a gestão das informações nos modelos em desenvolvimento. A proposta era utilizar as ferramentas compatíveis com o BIM como plataforma de informação e interação tecnológica, permitindo, sobretudo, identificar falhas e interferências físicas e, com isso, aumentar a precisão dos projetos e das estimativas

de custos a serem realizadas para subsidiar tomadas de decisões.

A equipe utilizou as ferramentas com tecnologia BIM do Quadro 1, listadas com as respectivas finalidades pelas quais foram utilizadas no desenvolvimento do projeto em questão.

Quadro 1 - Ferramentas utilizadas no desenvolvimento do projeto.

<i>Software</i>	Função desempenhada	Usuária principal
Auto CAD - Autodesk	Desenvolvimento da arquitetura preliminar	Empresa Projete 5D e C
Revit - Autodesk	Modelagem da arquitetura	Empresa Projete 5D e C
QiBuilder - AltoQi	Modelagem do projeto de instalações elétricas e hidrossanitárias	Empresa Projete 5D
Dynamo - Autodesk	Programação visual através de um plugin que permite a otimização de rotinas	Empresa Projete 5D
Excel - Microsoft	Tratamento externo de dados, cálculos auxiliares de projetos e análises de custos	Empresas Projete 5D, B, C e D
Dalux BIM Viewer +	Plataforma de comunicação integrada BIM	Empresas Projete 5D, B, C e D

Fonte: Autores.

4. Resultados e Discussão

Nesta seção, serão apresentados e discutidos os principais resultados obtidos com o desenvolvimento desta pesquisa. Desta forma, são apresentadas alterações realizadas em cada etapa do projeto e os resultados obtidos com as reuniões realizadas entre as demais equipes junto com a empresa de gestão (Empresa Projete 5D).

Primeira Reunião

Na primeira reunião, havia o objetivo de entender as necessidades do cliente, as preferências do anteprojeto e realizar as primeiras comparações de custo. As informações discutidas e observadas pelo cliente através da modelagem em 3D da edificação, desenvolvida no Revit, auxiliou-o na tomada de decisão, pois o cliente não tinha conhecimento acadêmico na área. Desta maneira, a modelagem da edificação no *software* facilitou a visualização de como a edificação ficaria depois de construída. Consequentemente, ajudou o cliente escolher, juntamente com os gestores do projeto, o melhor método construtivo a ser utilizado no empreendimento. Foram apresentadas casas padrões de 45, 50 e 55 m² de área. Depois de uma pesquisa de mercado e viabilidade, a casa que apresentava 45 m² de área foi a escolhida para ser construída, pois, conforme apresentado pela equipe de gestão contratada, ela atenderiam as demandas levantadas pelo cliente.

A multidisciplinaridade, atrelada ao uso dos dados gráficos (modelagem) e alfanuméricos (quantitativos) oferecida pelo BIM, ajudou os participantes do projeto a gerenciar de maneira eficaz e rápida as incompatibilidades do projeto que não tinham sido notadas antes de recorrer a auxílio da empresa de gestão de projetos. Tal fato ficará evidente nas reuniões seguintes.

Segunda Reunião

Foram apresentadas ao cliente duas análises referentes ao projeto elétrico, pois existia a possibilidade de posicionar o quadro na cozinha ou na circulação. O projeto entregue inicialmente previa o quadro na cozinha. Caso não houvesse uma análise crítica da modelagem realizada no AltoQi Elétrico seria executado dessa maneira. Porém, foi possível, através da ferramenta BIM citada, visualizar a possibilidade de reduzir o cabeamento por meio da alteração da posição do quadro. Então, foi discutido com os arquitetos se comprometeria esteticamente o projeto posicionar o quadro na circulação, visto que a sugestão de alteração, feita pela empresa Projete 5D, em contrapartida, permitiria diminuir a quantidade de cabeamento

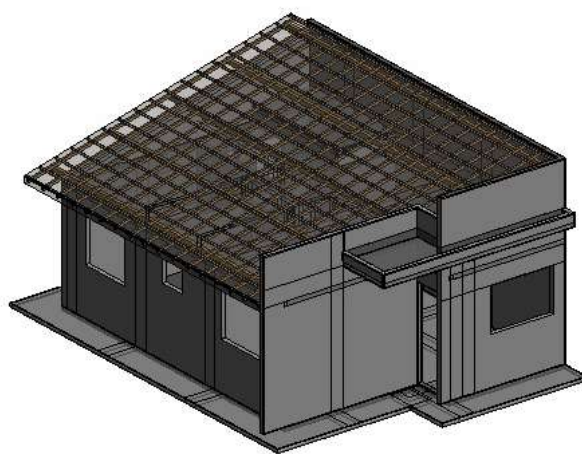
elétrico. Salienta-se que essa rápida percepção só possível devido o uso do BIM.

O próximo ponto discutido, através do Benchmarking realizado pela Empresa Projete 5D, foi a definição dos materiais que seriam utilizados nas edificações para que obedecesse ao padrão da Caixa presente no Caderno de Orientações técnicas (COT). Nessa reunião, também foram apresentados alguns pontos de melhoria para a edificação, sendo esses discutidos juntamente com os arquitetos responsáveis pelo projeto.

A primeira questão levantada pela equipe de gestão foi o tipo de telhado. No projeto inicial, modelo 1 (Figura 2), a cobertura apresentava telhas cerâmicas com uma água e inclinação mínima de 25%. A Empresa Projete 5D percebeu, com o auxílio do Bim, que esse tipo de telha tem um peso considerável quando comparado com outras opções e requer um madeiramento maior. Além disso, segundo a equipe de gestão, usar somente uma água acarretaria numa altura maior de paredes, pois precisaria respeitar o pé direito mínimo na parte mais baixa do telhado e a inclinação mínima para a coberta, levando a um consumo maior de concreto para alvenaria.

Diante do previsto, foi oferecida a opção de utilizar um telhado com telhas de fibrocimento apoiado em uma laje de concreto, com duas águas e uma platibanda. Mais uma vez, ressalta-se que tal observação foi possível devido a modelagem realizada no BIM. Quanto à decisão de inserir uma laje no projeto, destaca-se que tal fato surgiu da necessidade de atender à norma do programa Minha Casa Minha Vida, que proibia o financiamento de casa com o telhado definido pela arquitetura inicial.

Figura 2 - Representação do projeto inicial, modelo 1.



Fonte: Autores.

A opção sugerida pela Empresa Projete 5D, com o auxílio do BIM, proporcionaria uma diminuição no custo da obra, pois as telhas de fibrocimento são mais leves e precisariam de um madeiramento menos denso. As duas águas acarretariam numa altura menor de paredes e consumo de concreto. Além disso, permitiria a construção da platibanda sem extrapolar o custo inicial. Neste modelo, foi adicionado também um sistema pluvial em zinco com rufos, chapim e calhas.

É necessário informar que, nesse processo, a ferramenta BIM forneceu quantitativos instantâneos sobre o novo modelo, contribuindo com a velocidade da análise pela Projete 5D. A construção virtual auxiliou num olhar crítico, e as ideias novas proporcionaram uma solução com um menor tempo de execução. A representação gráfica em 3D, elaborada no Revit para o novo telhado, também permitiu a análise da alteração por parte do cliente e do arquiteto do projeto da edificação.

O segundo ponto a ser trazido pela empresa de compatibilização foi a posição da caixa d'água que inicialmente era apoiada em cima da cozinha. Como auxílio do BIM, especificamente o QiBuilder, notou-se que o projeto hidráulico

apresentava perdas de cargas significativas, não atendendo a pressão mínima exigida pela NBR 5626:2020, que deve ser de 1 metro coluna d'água no chuveiro. Desta forma, para atender a pressão mínima foi preciso elevar o reservatório.

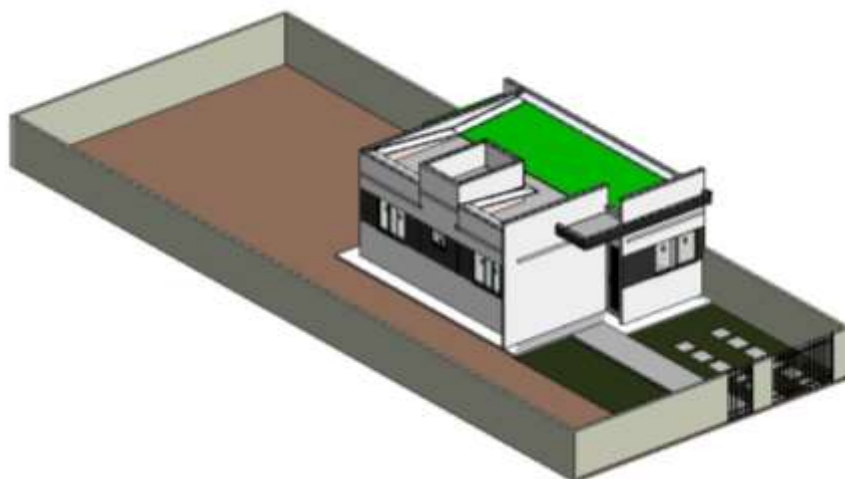
O programa computacional utilizado na análise do projeto possuía uma ferramenta chamada Clash Detective, que permite encontrar as incompatibilidades citadas. Após essa mudança na elevação, foi possível observar uma incompatibilidade da caixa d'água com o telhado através da visualização espacial no BIM. Assim, adverte-se que caso esse fato não fosse percebido na fase de projeto, a incompatibilidade geraria custos maiores na fase de execução.

Ainda sobre o posicionamento da caixa de água, existia a opção de elevar o pé direito de toda edificação, porém geraria um consumo maior de concreto, o que não era desejável. Com o auxílio do *software*, foi sugerido então, construir uma pequena torre em cima do banheiro para apoiar a caixa d'água, atendendo assim as questões de pressão e redução de custo da obra.

Reunião Final

Todas as mudanças sugeridas na reunião anterior foram aceitas pelo cliente e resultaram na casa modelo 2, como pode ser observado abaixo (Figura 3).

Figura 3 - Representação do projeto final, modelo 2.



Fonte: Autores.

Com o resultado final do projeto, foi possível confirmar, através do BIM, que as alterações geraram uma redução no volume de concreto, madeiramento do telhado, consequentemente, no tempo que seria destinado para a execução da obra. Além dos custos menores, a fachada da casa alcançou uma arquitetura mais moderna a partir da utilização da platibanda.

A empresa que trabalhou com a modelagem no BIM, Empresa Projete 5D, solicitou permissão ao escritório de arquitetura responsável pelo projeto inicial para realizar uma adaptação final, adotando às medidas ótimas de construção virtual como sugeria o *software*. Lembrando-se que sempre foram obedecidas as orientações e padrões exigidos do Programa Minha Casa Minha Vida. O escritório concordou, e foram adotadas as medidas mínimas necessárias na edificação final.

Assim, no projeto inicial, previa o uso de revestimento cerâmico em todas as paredes da cozinha e banheiro. Depois da análise feita no BIM, foi reduzido para área mínima estabelecida. Diante disso, foi alterada a paginação do revestimento cerâmico nesses dois espaços, obtendo redução nos custos com o acabamento da obra. Além da paginação, no projeto inicial previa o uso do forro em todos os ambientes da casa. No novo projeto a aplicação do forro foi necessária somente no teto do

banheiro, pois a laje foi elevada para apoiar a caixa de água.

Na última reunião, foi apresentado o projeto final e levantada a possibilidade de utilizar textura para pintar as paredes em áreas úmidas, teto e na fachada, acarretando uma redução significativa no orçamento, pois a composição de pintura texturizada proposta pela equipe de gestão apresentava um preço final mais barato que a pintura com tinta PVA. Além disso, apresentava uma execução mais rápida e barata.

Ademais, destaca-se que toda a construção foi feita virtualmente com o auxílio da plataforma BIM citada anteriormente. Desta forma, houve a necessidade de imprimir as plantas mais de uma vez, gerando redução de custo na impressão dos projetos. Também, nas plantas do projeto foram disponibilizados QR Codes, gerados dentro do BIM, para ajudar na visualização, bem como facilitar na execução dos subsistemas do projeto. Foi entregue também um vídeo de alta qualidade da obra construída virtualmente, o que não seria possível se o projeto estivesse apenas na ferramenta 2D utilizada inicialmente no projeto.

A Tabela 1 mostra os valores de quantidades dos materiais orçados no projeto inicial e no projeto ajustado depois das adaptações sugeridas pela Empresa Projete 5D. Todo o serviço realizado pela dita empresa, utilizando as ferramentas e o BIM, reduziu o retrabalho, tempo dedicado ao desenvolvimento, análise e alteração do projeto e permitiu minimizar os custos de execução da obra (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação de redução de custos dos elementos do modelo 1 e modelo 2.

Arquitetura				
Material	Modelo 1	Modelo 2	REDUÇÃO	UNIDADE
Telha cerâmica x telha de fibrocimento	54,17	41,27	12,9	m ²
Calha	0	7,74	-7,74	m
Estrutura de madeira	54,17	41,27	12,9	m ²
Sanca de gesso	7,7	0	7,7	m
Cerâmicas Paredes	22,25	14,37	7,88	m ²
Elétrica				
Material	Modelo 1	Modelo 2	REDUÇÃO	UNIDADE
Eletroduto	73,79	70,86	2,93	m
Fiação 1,5	90,5	82,8	7,7	m
Fiação 2,5	161,85	156,8	5,05	m
Fiação 4,5	13,8	13,6	0,2	m
Estrutura + Fundação				
Material	Modelo 1	Modelo 2	REDUÇÃO	UNIDADE
Concreto	17,6	17,1	0,5	m ³

Fonte: Autores.

Como é possível observar na Tabela 1, comparando os modelos 1, proposto pela equipe inicial, e o modelo 2, proposto pela equipe de gestão e compatibilização, é possível perceber uma redução de área e metro linear do telhado e forro que seriam executados no modelo 1. Reduziu-se também o material elétrico (fios e eletrodutos) e o volume de concreto da estrutura da edificação.

Todas as modificações apresentadas acarretaram numa redução global de R\$ 2.300,00 reais por unidade. O loteamento apresentava uma capacidade de construção de 1.200 unidades. Assim, como o investimento inicial foi feito para a construção de 554 casas, notou-se uma redução de R\$ 1.274.200,00 reais no orçamento inicial. Caso fosse feito o investimento para as 1200 unidades, que correspondia a capacidade de comportamento máximo do loteamento, seria possível uma redução de R\$ 2.760.000,00 reais no orçamento total.

5. Considerações Finais

O presente estudo demonstrou a importância de se contar com uma equipe responsável pela compatibilização de projeto, bem como necessidade de se utilizar os recursos tecnológicos para o desenvolvimento de projetos, sobretudo, nos casos de obras de grande escala de produção, como as de habitação de interesse social. Observou-se que nesse tipo de construção, os recursos são ainda mais escassos, sendo um desafio para os envolvidos no processo.

O uso do BIM vai de encontro a essa realidade, permitindo mais velocidade na análise dos projetos, ajudando na proposição de soluções. No entanto, percebe-se que a implantação da tecnologia BIM ainda precisa ser mais difundida. Por se tratar de uma ferramenta relativamente nova na realidade da construção civil nacional, percebe-se que nem todos os profissionais que trabalham com projetos possui conhecimento suficiente para fazer o bom uso dessa tecnologia.

Por outro lado, os resultados do presente estudo evidenciam que a simples inserção de especialistas no uso do BIM na equipe de projetos, já pode colaborar significativamente para obtenção de avanços. Através de um ambiente colaborativo, é possível envolver os demais integrantes no processo de projetar de maneira natural, contribuindo para um bom fluxo de informações, fundamentadas nos conhecimentos e nas experiências previamente adquiridas pelos especialistas das diversas disciplinas.

Por fim, como resultado principal do trabalho em destaque, salienta-se sobre a redução obtida por meio da inserção da equipe de compatibilização de projeto. A economia final de um projeto para um conjunto habitacional pode chegar a aproximadamente R\$ 2.760.000,00 no orçamento de todo o empreendimento, permitindo melhorias na arquitetura das unidades e na qualidade do produto final. Tal fato evidencia também a relevância do BIM para a indústria da construção civil, que deve ser mais difundido e adotado entre as empresas nacionais. E, fica como sugestão para futuros trabalhos, a realização de análises sobre projetos, por exemplo, de habitação de interesse social, já construídos, para verificar a existências de erros que poderiam ser evitados com a modelagem e quanto de custo e tempo poderia ser reduzido se o BIM tivesse sido utilizado.

Referências

- Bosch, A., Volker, L., & Koutamanis, A (2015). BIM in the operations stage: bottlenecks and implications for owners. *Built Environment Project and Asset Management*, 5 (3), 331-343.
- Brasil (2018). *Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018*. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*. Brasília.
- Brigitte, G. T. N., & Ruschel, R. C (2020). Operacionalização de parâmetros de projeto por meio do enriquecimento semântico em modelos BIM de habitação de interesse social. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 15 (2), 20-32.
- Campestrini, T. F., Garrido, M. C., Mendes Jr, R., & Scheer, M. C. D (2015). *Entendendo o BIM*. Curitiba.
- Carmo, C. S. T., Almeida, g. Z., & Souza, I. L. (2019). Gestão de projetos da construção civil com a metodologia BIM aplicada: Estudo de caso. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5 (2), 107-119.
- Carvalho, M. M. G (2016). *Gestão de Projetos: O BIM nas organizações*. [Dissertação Mestrado em Engenharia Civil, Escola Politécnica do Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto] Porto.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*.
- Gil, A. C (2007). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Atlas.
- Hong Kong Institute of Building Information Modeling (2009). *Definitions*. http://www.hkibim.org/?page_id=31
- Kassem, M.; Kelly, G., Dawood, N., Sergison, M., & Lockley, S. (2015). BIM in facilities management applications: a case study of a large university complex. *Built Environment Project and Asset Management*, 5 (3), 261-277.
- Koutamanis, A. (2017). Briefing and Building Information Modelling: Potential for integration. *Journal of Architectural Computing*, 15 (2), 119-133.
- Morais, L. M. B (2019). *Gestão de projetos. Estudo de caso na empresa júnior de arquitetura e urbanismo e engenharia civil - planejamento*. [Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba] João Pessoa.

Olawumi, T. O., Wong, J. K. W., & Chan, A. P. C (2018). Barriers to the integration of BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. *Journal of Building Engineering*, 20 (11), 60-71.

Olawumi, T. O., & Chan, D. W. M (2018). Beneficial factors of integrating building information modelling (BIM) and sustainability practices in construction projects. *Hong Kong International Conference on Engineering and Applied Science (HKICEAS), Higher Education Forum*, Hong Kong.

Paiva, M. P., Campos, A. M. R., & Queiroz, W. R. M (2017). BIM - Building Information Construction: revisão de literatura. *VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*, Paraná.

Pinto, A. M. A. de (2012). *Estudo da percepção dos profissionais de engenharia e arquitetura quanto à importância do gerenciamento de projetos para a construção civil*. [Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense] Niterói.

PMBOK (2017). *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. Newtown Square, Pensilvânia.

Pott, L. M., Eich, M. C., & Rojas, F. C (2017). Inovações tecnológicas na construção civil. *XXII Seminário interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão. Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ*.

Shin, M. H., Lee, H. K., & Kim, H. Y. (2018). Benefit–Cost Analysis of Building Information Modeling (BIM) in a Railway Site. *Sustainability*, 10 (11). <https://doi.org/10.3390/su10114303>

Sousa, R. F. (2015). *Inovações Tecnológicas na Construção Civil*. [Trabalho de Conclusão do Curso, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia] Salvador.

Thakkar, H. S., Pandya, B. V., Rabadiya, M. B., Prajapati, R. C., & Thakkar, D. S (2021). Application of building information modelling (bim) in a residential project in india: benefit-cost analysis. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 8 (7), 1-18.