

METODOLOGIA BIM APLICADA NO ORÇAMENTO DE OBRAS – REVISÃO DE LITERATURA

BIM METHODOLOGY APPLIED IN THE BUDGET OF WORKS – LITERATURE REVIEW

Kathilly Rayanne Silva Pereira¹
Juliana Claudino Vêras²

RESUMO

O orçamento é uma das etapas mais importantes para a construção de um empreendimento, pois é através dele que se torna possível avaliar a viabilidade econômica da obra. O uso de diferentes metodologias e incompatibilidades ao longo do ciclo de vida de um projeto pode causar imprecisões e impactos negativos na análise orçamentária. Assim, a implementação do orçamento no BIM (BIM 5D) pode oferecer oportunidades para melhorar a qualidade, velocidade e precisão dos custos do projeto. Nesse estudo buscou-se apresentar, mediante uma revisão bibliográfica, conceitos fundamentais para o entendimento da interface metodologia BIM e orçamento de obras. Para a revisão bibliográfica, foram selecionados artigos, dissertações, teses, anais de congresso, livros e documentos que abordam as características do BIM, a maturidade desta tecnologia no Brasil e no mundo, sua utilização no processo de orçamentação, bem como as vantagens e desvantagens do seu emprego nesse processo, além das ferramentas compatíveis com o BIM 5D. Pode-se constatar que a implantação do BIM otimiza o processo de orçamentação, especialmente na fase de quantificação, extraída diretamente do modelo, gerando mais precisão e conseqüentemente, reduzindo margens de erros. Ademais, o uso do BIM proporciona uma orçamentação ágil, permitindo que o orçamentista atue de forma estratégica explorando diversos cenários construtivos, ganhando mais tempo para analisar e prever gastos que poderiam ser reduzidos, além de diminuir o tempo de entrega, que irá impactar no projeto. No entanto, é importante que os modelos sejam bem desenvolvidos e que haja uma integração, comunicação e colaboração entre os profissionais envolvidos no projeto, evitando incompatibilidades e dificuldades no processo orçamentário.

Palavras-chave: BIM; BIM 5D; orçamento de obras.

ABSTRACT

The budget is one of the most important stages for the construction of an enterprise, because it is through it that it becomes possible to assess the economic viability of the work. The use of different methodologies and incompatibilities throughout the life cycle of a project can cause inaccuracies and negative impacts on the budget analysis. Thus, budgeting implementation in BIM (5D BIM) can offer opportunities to improve the quality, speed and accuracy of project costs. In this study, we sought to present, through a bibliographic review, fundamental concepts for understanding the BIM methodology interface and construction budget. For the bibliographical review, articles, dissertations, theses, congress proceedings, books and documents that address the characteristics of BIM, the maturity of this technology in Brazil and in the world, its use in the budgeting process, as well as the advantages and disadvantages were

¹ Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2023.

² Doutora em Engenharia de la construcció pela Universitat Politècnica de Catalunya, 2012.

selected. of its use in this process, in addition to the tools compatible with BIM 5D. It can be seen that the implementation of BIM optimizes the budgeting process, especially in the quantification phase, extracted directly from the model, generating more precision and, consequently, reducing error margins. In addition, the use of BIM provides agile budgeting, allowing the estimator to act strategically by exploring different construction scenarios, gaining more time to analyze and predict expenses that could be reduced, in addition to reducing delivery time, which will impact the project. However, it is important that the models are well developed and that there is integration, communication and collaboration between the professionals involved in the project, avoiding incompatibilities and difficulties in the budgeting process.

Keywords: BIM. BIM 5D. Construction budget.

INTRODUÇÃO

O avanço na indústria da construção se dá por meio do desenvolvimento tecnológico de sistemas existentes, sejam tipologias instrutivas, metodologias construtivas ou processos de controles. Também se destaca nestes aspectos soluções advindas da inovação propriamente dita. Nesse sentido, a adoção de novas tecnologias por parte das organizações proporciona um melhor desempenho nas práticas de gestão de projeto, garantindo custos e prazos mais precisos, otimização dos recursos, diminuição dos riscos e aumento da qualidade.

De acordo com o PMI (*Project Management Institute*), para o gerenciamento adequado de um projeto de engenharia, é de suma importância que todos os processos interajam entre si, considerando as etapas de planejamento, desenvolvimento dos projetos executivos, orçamento e gestão de custos, monitoramento e controle (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

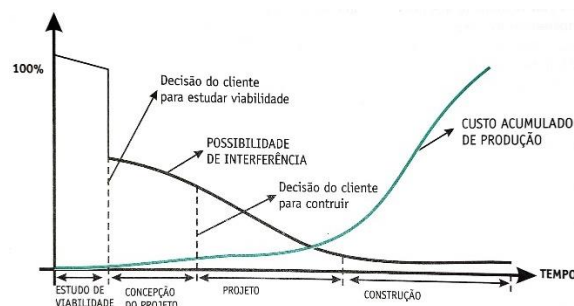
Segundo o IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia), somente 61% das construções iniciadas conseguem manter o projeto original. Em outras palavras, isso significa que 39% enfrentaram atrasos significativos devido a modificações necessárias, afetando os custos associados ao cronograma de execução e logística

(IBAPE 2013 *apud* PEREIRA; FIGUEIREDO, 2020).

Para Melhado (2005), as decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento são as mais importantes, podendo ser-lhes atribuída a principal participação na redução dos custos de falhas do edifício.

O autor observa por meio da Figura 1 que nas fases iniciais do empreendimento – do estudo de viabilidade à conclusão do projeto – que apesar do baixo dispêndio de recursos, concentram-se boa parte das chances de redução da incidência de falhas e dos respectivos custos.

Figura 1 – A chance de reduzir o custo de falhas do edifício em relação ao avanço do empreendimento



Fonte: Hammarlund e Josephson (1992) *apud* Melhado (2005).

As interferências necessárias nas premissas de um projeto têm menos impacto, visto que ainda não há equipes nem equipamentos mobilizados e os custos podem ser previstos. À medida que a fase de projeto avança há um incremento do

custo e diminuição da possibilidade de interferências.

Nas fases iniciais do empreendimento são detalhados todos os itens a serem atendidos para a execução. Essa etapa inicial é a que definirá o nível técnico da edificação e, por consequência, boa parte do seu custo, dado que após definidos os parâmetros, o custo de construção é mero reflexo de decisões previamente tomadas. Por isso, o investimento na etapa de projeto, em prazo e custo, deve ser valorizado.

Entretanto, segundo Melhado (2005), na prática muitas vezes essa etapa é negligenciada, encarada como uma despesa a ser minimizada o máximo possível, já que, antes de aprovar o projeto os recursos financeiros para executar o empreendimento muitas vezes não estão disponíveis. O projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017), e como o mesmo é apresentado, planejado e orçado requer definições precisas desde o início da sua concepção.

O orçamento de uma obra é elaborado junto do projeto, e utilizado em várias fases do empreendimento, desde a análise de viabilidade econômica até o controle da execução, sendo considerado uma das principais ferramentas gerenciais (COSTA; SERRA, 2014).

A falta de precisão na elaboração do orçamento impacta no desempenho dos custos de empreendimentos (DOLOI, 2013). Essas imprecisões são decorrentes da falta de qualidade do projeto, e entre outros fatores, da utilização de processos antigos e produtos ultrapassados no mercado da construção civil, e a falta de colaboração entre as partes envolvidas. O processo tradicional de orçamentação utilizado por profissionais da área da construção civil é feito pela combinação de projetos 2D (bidimensional) com softwares de orçamentos e planilhas eletrônicas, o que muitas vezes é demorado e suscetível a

erros (BABATUNDE; PERERA; EKUNDAYO, 2019).

Frente a esta e outras problemáticas é que as discussões sobre o BIM (*Building Information Modeling*) – ou Modelagem da Informação da Construção – se desenvolvem, a fim de aprimorar o processo de orçamentação, de modo que a estimativa de custos de um projeto seja precisa e se mantenha dentro da margem planejada, garantindo a obtenção da qualidade esperada.

O BIM teve sua origem durante os anos 70 nos Estados Unidos (XU, 2017), e se destaca pelo seu grande potencial de otimização de diversas atividades relacionadas à construção civil, pois permite que as edificações sejam “construídas” virtualmente antes da sua execução ocorrer, possibilitando a realização de análises e simulações (SANTOS; ANTUNES; BALBINOT, 2014 *apud* BIANCHINI 2019).

Segundo Forgues *et al.* (2012), a utilização do BIM na estimativa de custos é frequentemente denominada de "BIM 5D". Para Ferreira (2015) os modelos BIM proporcionam uma melhor orçamentação e gestão de custos para os empreendimentos.

O processo de orçamentação pode ser otimizado através da utilização de composições vinculadas diretamente aos quantitativos extraídos ou elementos dos modelos BIM, no qual as informações estão agrupadas em um único modelo compartilhado entre todos os profissionais envolvidos (SATTINENI; BRADFORD, 2011 *apud* CAETANO, 2021). Entretanto, Sabol (2008) evidencia que a definição de estruturas apropriadas e de dados consistentes para os objetos modelados são essenciais para uma estimativa de custos automatizada ser eficaz.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão de literatura sobre o uso da modelagem BIM no orçamento de obras, com vistas a:

- Definir o que é a metodologia BIM, o nível de maturidade no Brasil e no

mundo, e como pode ser usada para elaborar orçamentos de obras;

- Introduzir os aspectos e conceitos básicos da orçamentação na construção civil;
- Analisar publicações existentes, visando identificar os benefícios e as dificuldades da interface BIM e orçamento de obras; e,
- Indicar os principais softwares disponíveis no mercado.

METODOLOGIA

A pesquisa possui metodologia baseada em análise da literatura, com enfoque nos conceitos que são fundamentais para o entendimento do BIM no orçamento de obras. A realização da revisão bibliográfica se dá por meio de artigos, dissertações, teses, anais de congressos, livros e relatos sobre o uso do BIM no processo de orçamentação, e/ou, vice-versa. O critério para escolha das fontes foi de obras com maior relevância no meio técnico, além de usar como base de dados a plataforma Google Scholar.

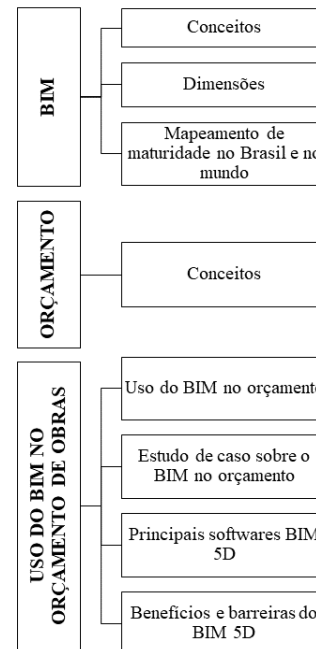
Em primeiro lugar, a análise bibliográfica foi dirigida de modo a reunir os principais conceitos relacionados a metodologia BIM, com ênfase sobre seu uso no ciclo de vida de um empreendimento e as dimensões em que pode ser aplicada, assim como o nível de maturidade dessa tecnologia no Brasil e no mundo.

Na sequência, o foco da pesquisa foi direcionado para os conceitos sobre o orçamento de obras e o seu uso no BIM. Com base na revisão sistemática dentro da literatura foi possível fazer um panorama dos principais softwares disponíveis no mercado, e abordar suas características, desempenho e limitações a partir de diversos trabalhos que exploram o uso de modelos BIM para orçamentação.

Por fim, foram apresentados os principais benefícios e as possíveis barreiras para o uso do BIM na orçamentação.

Para um melhor entendimento sobre o fluxo metodológico adotado para alcançar os resultados apresentados no trabalho acadêmico foi feito o diagrama representado pela Figura 2.

Figura 2 – Diagrama metodológico



Fonte: Autora (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

BIM

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) pode ser descrita como a utilização da representação digital colaborativa de uma construção, com o objetivo de simplificar os processos de modelagem, execução e operação, visando criar uma base sólida de dados para tomada de decisões (ISO, 2018).

Segundo o *National Building Information Modeling Standard* (NBIMS), entidade do Instituto Nacional de Ciências da Construção (NIBS), com sede nos Estados Unidos da América, o BIM já apresentava em 2007, conceitos e práticas que aprimoravam o processo construtivo, com informações inovadoras e tecnologias. Também passava a ser elemento crítico na redução de desperdício e indicação de ineficiências na construção civil, agregando valor aos produtos da indústria

(NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2007).

Com relação ao uso do BIM o National Institute of Building Sciences (2007) descreve que o mesmo pode ser usado para se referir a um (a):

- Produto – *Building Information Model* – um conjunto de dados estruturados que descreve um edifício;
- Atividade – *Building Information Modeling* – o ato de criar um modelo;
- Sistema – *Building Information Management* – estruturas empresariais de trabalho e comunicação que aumentam a qualidade e eficiência.

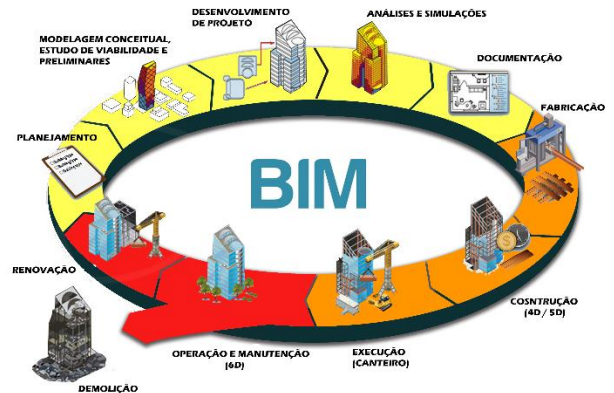
Eastman *et al.* (2008) consideram que o BIM também acomoda muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de um empreendimento, fornecendo a base para novas capacidades de construção e mudanças nas funções e relacionamentos entre uma equipe de projeto. E que quando implementado apropriadamente facilita o processo de projetos, com construções mais integradas que resultam em edifícios de melhor qualidade com menor custo e tempo.

Mello (2012) demonstra na Figura 3 como o BIM pode ser utilizado em todo o ciclo de vida do empreendimento: o segmento na cor amarela mostra o desenvolvimento de projetos, a modelagem conceitual (estudos de viabilidade e preliminares), o planejamento, simulações e análises, e por último, a documentação do empreendimento.

A sequência na cor laranja evidencia a etapa de construção e a combinação do tempo e dos custos, divididos em "cronograma físico financeiro" e "orçamento", bem como a produção dos materiais e o andamento da obra. As etapas seguintes, na cor vermelha, representam a operação e manutenção, e posteriormente etapas de demolição e a renovação ou

modernização do empreendimento (*retrofit*), dando início a um novo ciclo de vida.

Figura 3 – Aplicação do BIM no ciclo de vida de um empreendimento



Fonte: Adaptado de Mello (2012).

Eastman *et al.* (2008) afirmam que o conceito BIM não é apenas uma visualização 3D (tridimensional) ou um tipo de software, mas sim uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção. O mesmo caracteriza-se por desenvolver uma nova perspectiva de negócios e estrutura organizacional das empresas de maneira inovadora, onde há o compartilhamento de informações em tempo real, além da tecnologia ser usada dentro do sistema de gerenciamento, através da integração de dados, controle, informação e processo.

Desta forma, percebe-se que a adoção da metodologia conduz a uma maior segurança na gestão, planejamento e controle de custo, facilitando a análise sistêmica dos gestores de projeto (PEREIRA; FIGUEIREDO, 2020).

Dimensões do BIM

Ao longo da existência de um projeto, as equipes responsáveis realizam diversas atividades, o que possibilita a divisão do BIM em diferentes camadas de informação, conhecidas como dimensões do BIM. A terminologia “D” é uma representação do termo “Dimensão”, o qual significa a etapa em que o BIM está sendo aplicado. Essas dimensões indicam o grau

de informações e funcionalidades do modelo, bem como a sua aplicação no ciclo de vida do projeto (MIRANDA; SALVI, 2019).

Segundo Souza *et al.* (2020), é possível fragmentar o ciclo de vida em 10 dimensões de modo que todas as informações relevantes sejam armazenadas, e estejam continuamente conectadas e apresentadas na forma de:

a) 1D (Projeto Básico) – possibilita ao responsável técnico estabelecer o propósito da construção, permitindo a realização de um estudo de caso direcionado à execução da obra (SOUTO; RORIZ, 2021).

b) 2D (Gráfico) – representação gráfica em duas dimensões das plantas da edificação (PEREIRA; FIGUEIREDO, 2020).

c) 3D (Modelagem) – é caracterizado por sua representação tridimensional, possibilitando que as informações geradas sejam empregadas em fases subsequentes do projeto (PIRES, 2020).

d) 4D (Cronograma e Planejamento) – associa os insumos com o tempo, permitindo a definição de datas para compra, preparo, armazenamento, instalação e utilização, oferecendo uma visão estratégica e precisa do cronograma (PEREIRA; FIGUEIREDO, 2020).

e) 5D (Orçamento) – integra informações de custos ao modelo, utilizando códigos de sistemas de orçamentação para compor os valores. Ademais, essa abordagem permite conduzir simulações e monitorar os gastos da obra (PIRES, 2020).

f) 6D (Sustentabilidade) – nesta dimensão, entende-se sustentabilidade como simulações de eficiência energética do edifício ou sistema industrial. O desenho do projeto (*design*) sobretudo a envoltória da edificação, a eleição dos materiais e especificação dos sistemas de refrigeração e iluminação, contribuem para o controle da

“pegada de carbono” (*carbon footprint*) durante a operação do sistema.

g) 7D (Gestão e Manutenção das Instalações) – trata do gerenciamento e da conservação da longevidade da construção (PEREIRA; FIGUEIREDO, 2020). Nesta etapa se enquadra a norma de desempenho para edificações, a NBR 15575, que determina valores mínimos para a Vida Útil de Projeto (VUP).

h) 8D (Segurança) – conforme Kamardeen (2010), com o BIM 8D é possível prever os potenciais riscos no processo de construção, e criar um espaço seguro que adote protocolos eficazes de prevenção de acidentes, como exemplo, o Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico (PSCIP).

i) 9D (*Lean Construction*) – o método de construção enxuta é caracterizado pela colaboração de múltiplas equipes, que atuam em áreas distintas para garantir o fluxo contínuo do processo produtivo e aprimorar a qualidade por meio da redução de erros (MACHADO E HEINECK, 2001 *apud* SOUTO; RORIZ, 2021).

j) 10D (Construção Industrializada) – trata-se da aplicação de processos industriais à construção civil, possibilitando a fabricação de produtos padronizados e de elevada qualidade (GOMES *et al.*, 2013). Como exemplo, temos o Light Steel Frame, sistema construtivo altamente racionalizado. De acordo com Arnal (2018), a décima dimensão do BIM consiste na integração de todos os processos anteriores (1D ao 9D).

Apesar de algumas das novas dimensões do BIM já estarem sendo aplicadas em alguns contextos, há uma falta de consenso na literatura atual sobre a nomenclatura e o significado dessas dimensões, especialmente a partir do modelo 6D (BARBOSA *et al.*, 2021). A Figura 4 ilustra as dimensões do BIM.

Figura 4 – Dimensões do BIM



Fonte: BIBLUS (2018).

Ao criar dimensões adicionais aos dados que são vinculados a um modelo de informação, pode-se começar a entender melhor um projeto de construção: quais as principais etapas de trabalho, como ele será entregue, quanto será seu orçamento e como deverá ser mantido. Essas dimensões aprimoram os dados associados a um modelo para compartilhar um maior nível de entendimento de um projeto de construção (GARIBALDI, 2020).

Maturidade BIM no Brasil e no mundo

Segundo Gonçalves (2018), a Finlândia foi pioneira na utilização da metodologia BIM em projetos da construção civil. Em 2007, a agência governamental finlandesa Senate Properties tornou imprescindível o uso do BIM em seus projetos.

A Europa como forma de estimular a utilização do BIM em seus projetos de construção, criou em 2016 um grupo de catorze países (EU BIM Task Group) que disponibilizaram um livro de introdução da metodologia BIM no setor público europeu (GONÇALVES, 2018).

Nos Estados Unidos a principal iniciativa atribuída a uma agência governamental ocorreu em 2003, quando o Serviço Geral de Administração (GSA) estabeleceu o Programa Nacional de BIM 3D e 4D, que tornou obrigatória a adoção do BIM em todos os projetos de edifícios públicos. Como resultado desse programa, a GSA lançou oito guias de utilização do

BIM entre 2007 e 2015. Atualmente, estima-se que cerca de 72% das empresas de construção dos EUA utilizam o BIM em seus projetos (SINGH, 2017).

Países como a Austrália e Nova Zelândia também são destaque no cenário mundial com o uso do BIM. Uma pesquisa realizada pela McGraw-Hill Construction (2014) nestes dois países, mostrou que até 2013 49% dos usuários tinham mais de três anos de experiência com o BIM.

A experiência e a maturidade, surgem a partir de iniciativas com implantação de novas normas, guias, diretrizes e documentos relacionados à utilização do BIM por todos os integrantes do setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (RUSCHEL, 2013; CAREZZATO *et al.*, 2017 *apud* SILVA 2022).

Nos últimos anos, foram realizadas diversas iniciativas no Brasil com o objetivo de disseminar e encorajar a implementação dos processos BIM na área da construção, tanto por parte de organizações públicas quanto privadas. Os avanços alcançados a partir desses esforços foram comprovados por meio de pesquisas de maturidade BIM realizadas no país (CATELANI, 2019).

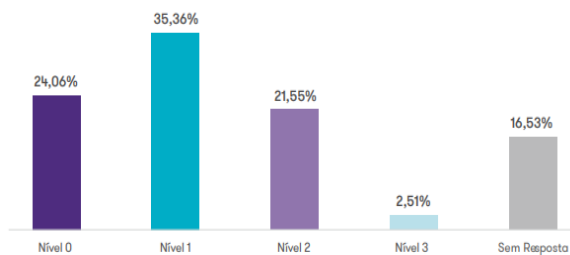
Uma pesquisa de “Mapeamento de maturidade BIM Brasil”, realizada em 2020 pelo Sienge (Solução líder no país em gestão na área de construção civil) em parceria com a Grant Thornton, umas das maiores empresas de consultoria e auditoria do mundo, e com apoio da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), constatou que das empresas participantes do estudo, 38,4% já utilizam o BIM.

Mostrando significativos progressos da expansão do BIM na indústria da construção civil, a pesquisa “Cenário Construtivo Brasileiro 2021”, realizada pela ABRAIN (Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias) em 2021, mostrou que 58% das empresas contrataram ou trabalharam com projetos BIM.

Em 2022, o Sienge repetiu a pesquisa de mapeamento de “Maturidade BIM Brasil”. Conforme a Figura 5, a

pesquisa concluiu que a maioria das organizações (59%) identifica que está no estágio inicial de maturidade, a partir da autoavaliação entre os níveis 0 e 1, onde basicamente se faz o uso do BIM 3D, e uma parcela menor de empresas (24%) se identifica com os níveis mais avançados de maturidade, entre os níveis 2 e 3, utilizando o BIM 4D e 5D. Mesmo em fases mais iniciais ou avançadas as empresas estão adotando o uso do BIM. A pesquisa também mostrou que 70% das empresas se veem trabalhando com BIM nos próximos anos.

Figura 5 – Nível de utilização do BIM autoavaliado pelas organizações



Fonte: Sienge (2022).

Com o intuito de disseminar e incentivar o uso do BIM no Brasil, foi criada em 2009 a Comissão de Estudo Especial de Modelagem da Informação da Construção, ABNT/CEE-134, sendo responsável pelo desenvolvimento das normas técnicas sobre BIM. Nos anos seguintes, foram lançadas normas técnicas relevantes, como a NBR ISO 12006:2010, que possibilita o uso de sistemas de classificação que são compatíveis em nível internacional, além da NBR 15965 - Sistema de Classificação da Informação da Construção, dividida em 7 partes:

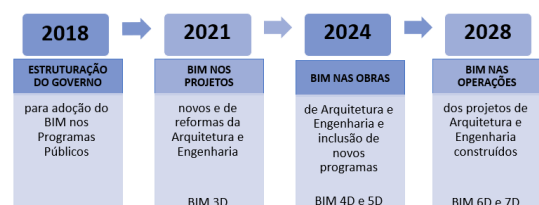
- Parte 1: Terminologia e estrutura, publicada em 2011;
- Parte 2: Características dos objetos da construção, publicada em 2012;
- Parte 3: Processos da construção, publicada em 2014;
- Parte 4: Recursos da construção, publicada em 2021;
- Parte 5: Resultados da construção, publicada em 2022;

- Parte 6: Unidades e espaços da construção, publicada em 2022;
- Parte 7: Informação da construção, publicada em 2015.

As normas têm como propósito criar um sistema de classificação padrão e codificado, sendo possível trabalhar de maneira colaborativa e aplicar o BIM de maneira adequada durante todo o ciclo de vida do empreendimento.

O governo brasileiro, com o intuito de promover a modernização e a transformação digital da construção, criou em junho de 2017 o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modelling* – CE-BIM juntamente com a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Estratégia BIM BR). Instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 o objetivo do comitê é difundir o uso do BIM no país promovendo um ambiente adequado ao investimento (BRASIL, 2018). Em 2 de abril de 2020, estabeleceu-se por meio do decreto nº 10.306 a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizadas por alguns órgãos e entidades da administração pública federal (BRASIL, 2020). A Figura 6 apresenta as ações previstas no programa de Estratégia BIM BR.

Figura 6 – Fases de Implementação do BIM no país segundo a Estratégia BIM BR



Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

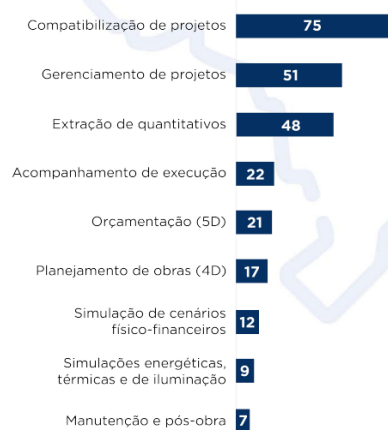
Desde janeiro de 2021, o grupo tem como foco os projetos de arquitetura e de engenharia. Tem-se previsto para a fase seguinte, a partir de 2024, a inclusão das dimensões planejamento (4D) e orçamentação (5D). Por último, a partir de 2028, pretende-se fomentar a inclusão da fase de operação do empreendimento,

serviços de gerenciamento e manutenção pós construção (BRASIL, 2018).

Através da revisão de literatura, pode-se observar que a adoção do BIM no Brasil está avançando ao longo do tempo, ainda que se arrisca afirmar que em ritmo aquém da sua capacidade técnica.

Como visto anteriormente, o BIM pode ser dividido em 10 dimensões. Com esta premissa, pesquisa realizada pela ABRAINCA em 2021, mostrou que ainda é bastante significativa a diferença entre o percentual das empresas que utilizam BIM apenas na fase de projetos, daquelas que também utilizam em outras etapas do processo (Figura 7).

Figura 7 – Porcentagem de aplicações utilizadas no BIM



Fonte: ABRAINCA (2021).

Por exemplo, a etapa orçamentação (BIM 5D) está implementada em apenas 21% dos empreendimentos (Figura 7). Neste ponto, cabe destacar que a pesquisa separou a etapa de levantamento de quantitativos de insumos da fase de orçamentação. Esta abordagem faz sentido, visto que esta é resultante da concepção do projeto, ou seja, ela é determinada pelo projetista, segundo as condições a serem demandadas. Portanto, a extração de quantitativos, alcança 48% dos empreendimentos que utilizam o BIM.

Constata-se, portanto que a adoção da metodologia BIM é um processo de melhoria contínua para os sistemas construtivos. Ao incorporar ao projeto,

informações transversais à rotina de análise de orçamento e prazo, o especialista em custo usufrui de uma ferramenta que corrobora com a agilidade na extração de quantitativos, possibilitando dedicar tempo a precificação da obra, essencialmente.

Orçamento na construção civil

Atualmente, o mercado da construção civil está necessitando de uma orientação técnica na definição dos vários parâmetros que compõem a elaboração de um orçamento de obras. Para Tisaka (2021), a questão primordial que se coloca é como chegar ao preço de venda baseado numa metodologia consistente que envolva a realidade da empresa proponente, conhecimento da engenharia de custos e dos preços de mercado dos insumos que compõem cada um dos custos unitários dos serviços e as respectivas quantidades fornecidas pelo projeto.

Embora o setor privado tenha os seus próprios parâmetros na composição dos custos unitários e despesas indiretas que compõem a taxa de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), a Administração Pública está obrigada a seguir as estreitas limitações impostas pelas leis e regulamentos para o cálculo do orçamento. Isso limita a taxa de BDI, que deve ser calculada obedecendo a natureza, o porte e as peculiaridades de cada obra. Além disso, a composição dos custos unitários dos serviços no orçamento estimativo padrão da Administração, faz uso de bases referenciais, como por exemplo, o SINAPI e SICRO, onde as produtividades e os preços dos insumos devem se manter atualizados, a fim de manter o equilíbrio econômico-financeiro entre as partes no processo de execução (TISAKA, 2021).

Tisaka (2021) reforça que limitar o orçamento da Administração a parâmetros referenciais e taxas fora da realidade, sem levar em conta as especificidades de cada obra e condições do mercado, pode levar a uma série de problemas durante e após o processo de execução de uma obra.

Em suma, a falta de uma norma técnica oficial estabelecendo diretrizes para a elaboração de orçamento de obras, gera a falta de uniformização, e conseqüentemente significativa exposição a riscos financeiros no projeto. Logo, é essencial realizar uma análise minuciosa dos custos envolvidos, já que ele determina a possibilidade e a importância do projeto a ser realizado.

Ademais, o orçamento, além de ser uma ferramenta financeira, um importante instrumento para o gerenciamento e planejamento. Isso ocorre porque ele tem como objetivo aprimorar a gestão e evitar desperdícios, por meio da definição dos custos necessários para a realização do projeto (PEREIRA; FIGUEIREDO, 2020).

A orçamentação envolve a realização minuciosa do levantamento de todos os serviços que são essenciais para a execução de um projeto, independentemente do tamanho ou magnitude do empreendimento em questão. O termo orçamentação é o processo utilizado para a elaboração do orçamento (COELHO, 2015).

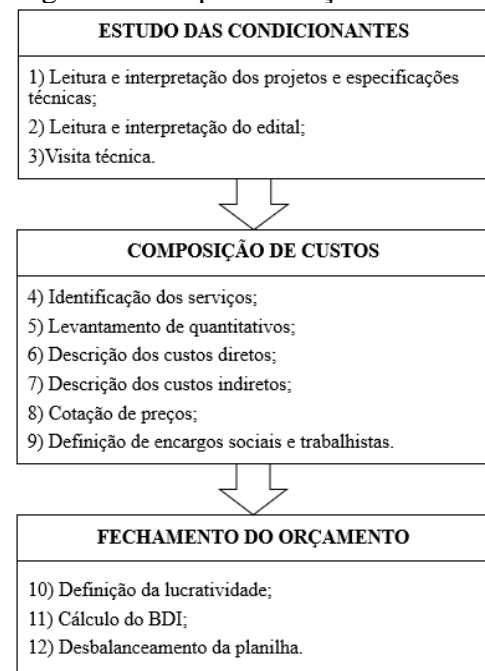
O conceito de orçamento, abrange à identificação e quantificação dos materiais, mão de obra e equipamentos essenciais para a execução de uma obra ou serviço, juntamente com a apuração dos custos necessários para adquirir, remunerar e depreciar esses componentes (AVILA; LIBRELOTTO; LOPES, 2003). Esses dados devem ser apresentados em planilhas que discriminam os serviços a serem executados, as unidades de medida utilizadas e as quantidades de cada item necessário, bem como a os preços unitários (COELHO, 2015).

Segundo Mattos (2006), em geral, o orçamento é determinado somando-se os custos diretos e indiretos, e por fim adiciona-se impostos e lucros. Os custos diretos são todos os custos diretamente envolvidos na produção do empreendimento, como a mão-de-obra, material e equipamento. Os custos indiretos são aqueles que não estão diretamente associados aos serviços no canteiro, mas

são fundamentais para que o projeto seja executado, e associam-se normalmente com manutenção do canteiro de obras, salários, despesas administrativas, taxas, emolumentos, seguros e todos os demais aspectos não orçados nos custos diretos.

Para Mattos (2006), a elaboração do orçamento pode ser dividida em três grandes etapas: estudo das condicionantes, composição de custos e determinação do preço. Cada uma dessas etapas engloba diversas atividades que devem ser realizadas para se obter um orçamento, e são apresentadas na Figura 8.

Figura 8 – Etapas do Orçamento



Fonte: Adaptado de Mattos (2006).

Os objetivos do orçamento podem variar de acordo com a fase de elaboração do projeto em que se encontra, e do grau de detalhamento (MATTOS, 2006):

a) Estimativa de Custo - obtido com base em custos históricos de obras e comparação com anteprojeto ou projeto legal similares, dá uma ideia aproximada da ordem de grandeza do custo do empreendimento;

b) Orçamento Preliminar – pressupõe o levantamento dos serviços e quantidades retirados de projetos básicos e requer

pesquisa de preços dos principais insumos e serviços. Seu grau de incerteza é menor;

c) Orçamento Detalhado – obtido através da composição de custos unitários mais detalhados, especificações precisas de materiais e serviços extraídas de projetos executivos, e extensa pesquisa de preço dos insumos.

Esses tipos de orçamento são detentores de graus de incerteza, representados pelas margens de erro indicadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Estimativa de erro para cada tipo de orçamento

Tipo	Margem de Erro	Uso Final
Estimativa de Custo	de 20% a 10%	Análise de adequação ou viabilidade.
Orçamento Preliminar	de 10% a 5%	Apresentar uma estimativa viável do valor da obra utilizando técnicas construtivas comumente empregadas.
Orçamento Detalhado	de 5% a 1%	Obter uma definição mais precisa do valor da construção, a qual pode ser incorporada ao sistema de planejamento e gerenciamento.

Fonte: Adaptado de Ávila, Librelotto e Lopes (2003).

Uso do BIM no orçamento de obras

O uso do BIM pode se mostrar fundamental para aprimorar a excelência do projeto, a segurança e o desempenho da edificação, ampliando a eficácia da administração e diminuindo os gastos da construção, o que resulta em ganhos mais satisfatórios tanto para os investidores, quanto para os construtores e proprietários de imóveis (MACHADO, 2019).

Fica evidente a necessidade de que os orçamentistas e os construtores compreendam como o BIM pode

proporcionar maior segurança e auxiliar na redução de erros durante a estimativa de custos, já que ele oferece uma estimativa mais precisa e acurada. Isso permitirá que os profissionais planejem seus projetos com maior eficiência e aproveitem corretamente os softwares que integram o sistema (EASTMAN *et al.*, 2008). Uma vez, que a compatibilização e o desenvolvimento de projetos com o uso do BIM proporcionam uma visão mais completa da quantidade de serviços e insumos.

A gestão de custos é uma prioridade no gerenciamento da construção. Forgues *et al.* (2012) destacam que, devido ao fato da elaboração do orçamento ser realizada no final do projeto e por pessoas que não estiveram envolvidas em sua concepção, ou por diferentes *stakeholders*, ocorre uma fragmentação no processo que contribui para torná-lo ineficiente e dispendioso em termos de recursos.

Os autores acrescentam que o BIM promete oferecer uma solução única para a orçamentação de todo o ciclo de vida do projeto, o que resolveria o problema mencionado anteriormente. Forgues *et al.* (2012) afirmam que a estimativa de custos baseada no modelo se tornou possível com a implementação da modelagem paramétrica baseada em objetos, permitindo a especificação das características de cada um deles, como tipo e custo dos materiais e suas respectivas montagens.

Um dos primeiros passos para uma estimativa de custos é o levantamento de quantitativos, na qual os componentes necessários são identificados e suas quantidades registradas. Segundo Azevedo (2009), esse processo é fundamental para a elaboração de uma estimativa de custo efetiva, e requer um conhecimento especializado sobre os materiais, equipamentos e técnicas necessárias para a execução do projeto.

Alder (2006) afirma que o levantamento de quantitativos pode ser feito manualmente ou por meio de ferramentas automatizadas, a depender das preferências e recursos disponíveis da equipe

responsável pela estimativa de custos. No entanto, segundo Mattos (2006) e Sabol (2008), a extração de quantitativo feita de forma manual é propensa a erros humanos, especialmente em projetos de grande porte, pois erros tendem a se propagar, além de ser um processo bastante demorado, consumindo uma grande parte do tempo necessário para a elaboração completa do orçamento, geralmente entre 50% e 80%.

A adoção do BIM possibilita uma extração de quantitativos mais precisa, automatizada e atualizada, o que leva a uma redução significativa na variabilidade dos orçamentos, tornando-os mais confiáveis e precisos em todo o processo (ANTUNES, 2017).

De acordo com Eastman *et al.* (2008), embora nenhuma ferramenta BIM contenha todas as funcionalidades de uma planilha eletrônica ou pacote para orçamentação, os orçamentistas devem escolher o método que melhor se adapta ao seu processo específico de orçamentação. Para isso, os autores mencionam três opções disponíveis aos profissionais:

a) *Exportar quantitativos de objetos da edificação para um software de orçamentação.*

O orçamentista pode exportar informações dos componentes BIM para planilhas ou bancos de dados externos. Existem várias opções de software comercial para essa tarefa, mas a ferramenta mais comum ainda é o MS Excel.

b) *Conectar a ferramenta BIM diretamente ao software de orçamentação.*

A segunda opção é utilizar uma conexão direta entre o modelo BIM e um software de orçamentação, a partir de um formato *plug-in*. Com esses *plug-ins*, é possível fornecer informações aos modelos e extrair dados sobre os recursos e processos necessários para a construção, incluindo custos associados com mão de obra, equipamentos, materiais e tempo. O uso de

plug-ins resulta em estimativas mais precisas de orçamento, já que a simples extração de quantidades é apenas uma parte do processo de orçamentação.

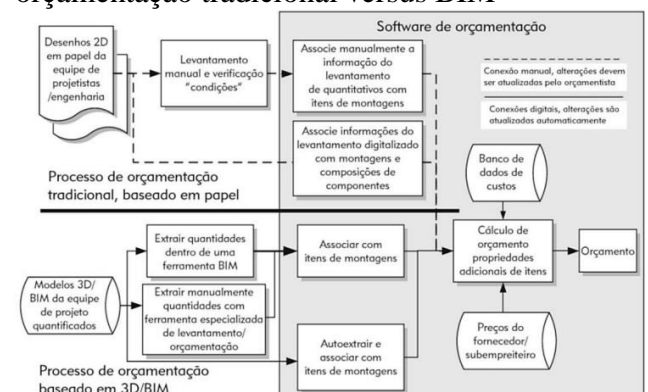
c) *Usar uma ferramenta BIM de levantamento de quantitativos.*

Os autores recomendam o uso de ferramentas especializadas para extrair informações de quantidades a partir de modelos BIM. Isso economiza tempo para o orçamentista, pois ele só precisa saber como usar a ferramenta de extração, não precisa dominar várias ferramentas BIM. No entanto, se houver mudanças no modelo da construção, os objetos precisam ser associados ao orçamento para obter uma estimativa precisa de custos, dependendo do nível de detalhe já modelado.

Como mencionado anteriormente, a primeira e a terceira opção só automatizam o levantamento de quantitativos. A segunda opção não só automatiza a contagem de quantidades, mas também vincula objetos de construção ao modelo BIM e permite que mudanças sejam rapidamente refletidas na planilha orçamentária. Isso facilita o processo de compras e geração de opções de projeto (PIRES, 2020).

Na Figura 9 encontra-se o fluxograma que demonstra o processo tradicional de orçamentação comparado ao processo de orçamentação baseado na modelagem BIM.

Figura 9 – Fluxograma do processo de orçamentação tradicional versus BIM



Fonte: Eastman *et al.* (2008).

A precisão no orçamento com o uso do BIM depende de atividades que antecedem a orçamentação, tais como: a qualidade do modelo; o nível de detalhamento das informações do modelo; a forma como o modelo foi desenvolvido; a experiência do orçamentista; a facilidade ou dificuldade de avaliação da quantidade obtida no modelo; e a compatibilização dos projetos (MATTANA; LIBRELOTTO, 2018).

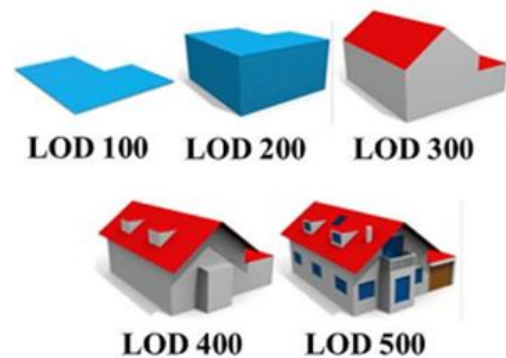
Eastman *et al.* (2008) afirmam que a plena efetividade do BIM só é alcançada quando projetistas e orçamentistas coordenam seus esforços para padronizar os componentes e equipamentos que compõem o modelo, de acordo com sistema de classificação adotado para o empreendimento, a fim de que a extração de quantidades seja mais precisa. Sakamori e Scheer (2016) complementam que, para o processo de modelagem BIM 5D ser eficiente, é essencial que todos os elementos e objetos construtivos sejam classificados e identificados com um único código dentro do processo.

Além disso, é importante destacar que os projetos e os memoriais descritivos são informações que classificarão a precisão de um orçamento, ou seja, quanto maior o nível de detalhamento do projeto, maior será o grau de precisão das informações dele extraída. No BIM é válido considerar que seus componentes sejam caracterizados por diferentes níveis de desenvolvimento e estes níveis classificarão a precisão dos elementos a serem quantificados e precificados. Cada nível possui volumes e tipos de informação diferenciadas, e à medida que o projeto se desenvolve, os elementos e componentes inseridos no modelo passam a ter maior definição e volume de informação associada (BRADA, 2018).

Para regular esse volume de informações, foi definido o conceito de LOD (*Level Of Development*), que são divididos em função do grau de definição dos elementos, componentes e materiais do projeto.

De acordo com Manzione (2013), os níveis são divididos em: LOD 100 (fase conceitual), LOD 200 (geometria aproximada), LOD 300 (geometria precisa), LOD 400 (execução ou fabricação) e LOD 500 (obra concluída). E como meio de proporcionar mais precisão nos níveis de informação, o BIM Forum (2021), apresentou as mesmas definições do AIA, e acrescentou uma definição intermediária, o LOD 350. A Figura 10 exibe visualmente a representação dos LODs.

Figura 10 – Representação dos níveis de detalhamento do modelo BIM



Fonte: Biljecki (2016) *apud* Pereira e Figueiredo (2018).

Para atingir a precisão dos quantitativos e custos obtidos por ferramentas BIM, é de suma importância que seja definido o escopo de trabalho, assim como é necessário que o grau de desenvolvimento da modelagem dos elementos construtivos (LOD) seja compatível com o grau de precisão que se espera atingir no orçamento, como observado no Quadro 2 (FELISBERTO, 2017).

Quadro 2 – Níveis LODs em virtude do uso do BIM na estimativa de custo

(continua)

Níveis	Estimativa de Custo
LOD 100	Custos estimados por unidade generalista (Ex: R\$/m ² construído)
LOD 200	Custo estimado baseado em dimensões de elementos genéricos (Ex: R\$/laje)
LOD 300	Custos baseados em dimensões precisas e especificações detalhadas

Quadro 2 – Níveis LODs em virtude do uso do BIM na estimativa de custo

(conclusão)

Níveis	Estimativa de Custo
LOD 400	Preços confirmados em propostas de fornecedores
LOD 500	Custos realizados

Fonte: Adaptado Manzione (2013).

Vitásek e Matějka (2017) defendem que o uso do BIM para orçamentação deve permitir que o orçamentista não precise mais realizar o levantamento de quantitativos, mas sim apenas revisar os dados extraídos dos softwares. Isso economiza tempo, eliminando a necessidade de conferir desenhos bidimensionais para levantar quantitativos e, posteriormente, fazer estimativas de custos.

Assunção (2017) destaca que a automatização traz diversas vantagens para o orçamentista, como a possibilidade de analisar cenários alternativos e o impacto de mudanças de maneira mais precisa e simples. Além disso, o orçamentista pode se concentrar mais na definição de preços unitários e menos no levantamento de quantidades, e também pode fornecer respostas rápidas e confiáveis em fases críticas do projeto, que são desafiadoras para muitos profissionais.

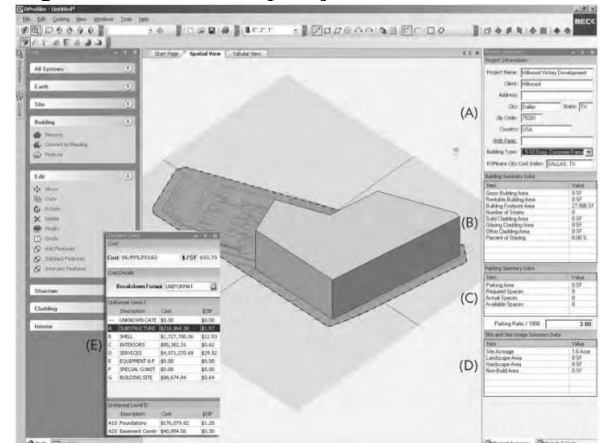
Exemplo de aplicação do BIM 5D no empreendimento comercial hillwood

Com o objetivo de apresentar uma melhor compreensão sobre a aplicação do BIM na indústria da construção civil, seus benefícios e potenciais, foram apresentadas considerações sobre a incorporação do BIM no projeto e construção do Empreendimento Comercial Hillwood em Dallas, Texas. O estudo de caso realizado em 2007 por Eastman *et al.* (2008), que teve como foco o uso do BIM para a estimativa de custos, utilizou a ferramenta BIM DProfiler da Beck Technology que trabalha com uma modelagem macro (ausente de detalhes para execução), estimativa de custos integrada com planilhas eletrônicas e análise energética.

Eastman *et al.* (2008) afirmam que, ao criar um modelo digital com componentes de uma biblioteca, as informações de custo são exibidas em tempo real. O estudo de caso demonstrou que a utilização do DProfiler para a estimativa de custos resultou em uma redução de 92% no tempo de produção em comparação com o método tradicional (EASTMAN *et al.*, 2008).

A Figura 9 retrata a tela do DProfiler ilustrando as informações do empreendimento (A), os dados resumidos da construção (B), os dados resumidos do estacionamento (C), dados resumidos do terreno e do uso do terreno (D) e a estimativa de custos em tempo real para o projeto modelado (E).

Figura 11 – Tela de operação do DProfiler



Fonte: Eastman *et al.* (2008).

Ao término do estudo, foram identificados os principais ganhos obtidos, os quais são essenciais para comprovar a eficácia do método:

a) Alternativas de projeto avaliadas em tempo real: A equipe pode usar o DProfiler para avaliar diferentes cenários de custos durante o projeto, como alterações na altura do pé-direito, na metragem quadrada e no formato da planta. O DProfiler foi utilizado para verificar a possibilidade de usar uma película de frita vítrea no sistema de paredes-janelas em vez de brises metálicos, a fim de tornar a solução mais econômica e eficiente.

b) Redução das horas de trabalho na pré-construção para produzir uma estimativa de custos: O estudo mostrou que a utilização da metodologia BIM com o DProfiler reduziu até 92% do processo de estimativa de custos e a necessidade de envolver vários membros da equipe para realizar o levantamento de quantitativo em pouco tempo. Com o DProfiler, a estimativa pode ser realizada por um único indivíduo, permitindo que o tempo seja usado em outras tarefas.

c) Estimativas precisas em tempo real: O modelo paramétrico garante a precisão do quantitativo, verificando se todos os itens são contados e incluídos, reduzindo assim o potencial de erros de estimativa. O feedback rápido sobre o custo permite que a equipe de projeto se concentre na análise do impacto financeiro das alterações do projeto.

d) Representação visual da estimativa: Por meio do modelo 3D, foi possível representar a estimativa de custos e visualizar os itens quantificados, o que evita erros e omissões decorrentes de descuidos do analista de custos no processo de orçamentação.

O uso de softwares BIM para extração de quantitativos é uma grande melhoria na orçamentação da construção civil. Ele automatiza o levantamento de quantitativos que antes eram feitos manualmente em programas CAD. No entanto, usar o BIM somente para essa finalidade, sem considerar o que de fato aborda o conceito BIM, é não aproveitar todo o potencial que as ferramentas oferecem. O BIM deve ser considerado desde a concepção do projeto, com diretrizes de colaboração, para realmente aproveitar todas as vantagens que ele pode oferecer (LIMA, 2018).

Softwares para BIM 5D

Existem diversas opções de softwares disponíveis no mercado para o BIM 5D. É responsabilidade do BIM

Manager, gerente de projetos especialista em processos e ferramentas BIM, escolher a ferramenta mais adequada que atenda às necessidades da empresa e da equipe de projeto. Alguns desses softwares são mencionados no Quadro 3, onde são apresentados diversos trabalhos que exploram o uso de modelos BIM para orçamentação.

Quadro 3 – Ferramentas e trabalhos sobre BIM 5D

(continua)

Autor	Ferramenta	Tipo	Características da Ferramenta	Principais Resultados
Moreira <i>et al.</i> (2022)	Navisworks	Software	Controle de cronograma e custos; Extração de quantitativos e outros tipos de medição; Detecção de colisão.	Não foi possível atribuir composições de custo aos objetos BIM do modelo; Interface simples e eficaz na elaboração da EAP.
Moreira <i>et al.</i> (2022).	OrçaBIM	Plugin Revit	Integração automática e em tempo real com o modelo BIM; Interoperabilidade entre disciplinas; Parametrização ajustável.	Boa visualização de modelos 3D; Ótima relação com as bases de preços; Composições personalizadas e análises dos orçamentos, com curvas ABC, BDI, comparativos de itens e extração de tabelas.
Moreira <i>et al.</i> (2022)	QiVisus	Software	Orçamentação a partir de modelo BIM; Rastreabilidade de objetos; quantitativo de elementos não modelados; Parametrização ajustável.	Boa manipulação de composições e edição específica de extrações de quantitativos; Dificuldades de visualização do modelo 3D.
Lozano-Lozano <i>et al.</i> (2018)	Presto	Plugin Revit	Módulos de orçamento, planejamento e construção; Interação com outros softwares como MS Project e Primavera; Parametrização ajustável.	Interoperabilidade e entre modelos 3D e 5D através de <i>plugin</i> ; Base de Preço atualizada e associada com modelo 3D; Avaliação dos custos totais com mais rigor.

Quadro 3 – Ferramentas e trabalhos sobre BIM 5D

(conclusão)

Autor	Ferramenta	Tipo	Características da Ferramenta	Principais Resultados
Tassara, Freire e Arantes (2019)	VICO	Software	Ambiente de gestão com base de dados compartilhada; Atualização automática e em tempo real das informações; Elaboração, análise e ajuste de cronograma e orçamento.	Modelo 3D no Archicad e orçado no Vico; Interoperabilidade por meio de “plug in”; Atualização instantânea do orçamento mediante as diversas alterações e modificações do projeto.
Torres Filho e Almeida (2021)	SIENGE	Software ERP	Possui uma grande base de cadastro de insumos e serviços além de gerar diversos relatórios para análises.	Extração de quantitativos mais rápida com o Revit (3D); Falta de interoperabilidade de modelos 3D e 5D; Foi útil na importação de dados do SINAPI, nas composições, e na emissão de relatórios.

Fonte: Autora (2023).

Outras ferramentas que também podem ser usadas no BIM 5D são mostradas no Quadro 4, para esses softwares não foram encontrados estudos práticos para uma análise.

Quadro 4 – Outras ferramentas para BIM 5D

Ferramenta	Tipo	Características da Ferramenta
PriMus	Software	Elaboração de orçamento baseado em IFC; Medições automáticas; Análise e ajuste de cronograma e orçamento.
Arquimedes	Software	Orçamento, planejamento e medição de projetos; Banco de dados compartilhado; Auxílio de compras e cotação.
iTWOCostX	Software	Orçamentação baseada em model BIM; Alimentação em tempo real de planilhas integradas; auto-revisão de informações.

SYNCHRO Cost	Software ERP	Gerencia contratos de construção, pedidos de alteração e aplicativos de pagamento; Supervisão de orçamentos em tempo real obtendo uma visibilidade total da situação financeira do projeto.
--------------	--------------	---

Fonte: Autora (2023).

Benefícios do BIM 5D

No estudo realizado por Stanley e Turnell (2004), apenas um dos 8 participantes da pesquisa discordou da ideia de que a orçamentação é aprimorada pela capacidade de modelar opções de projeto antes e durante a construção. Os autores enfatizam que a capacidade de atualizar e modificar quantidades rapidamente pode ser o maior benefício para os profissionais de orçamentação em termos de modelagem de custos. Eles observam apenas a importância de conferir itens que possam ter sido esquecidos durante o processo de extração.

De acordo com a pesquisa conduzida por Shen e Issa (2010), o uso do BIM foi mais eficaz do que o método tradicional de orçamentação em 2D, especialmente em relação à redução de erros no levantamento de quantitativos e no tempo gasto, mesmo quando as estimativas de custo foram feitas por orçamentistas com pouca experiência.

No artigo de Olatunji *et al.* (2010), baseado em pesquisas realizadas em duas empresas, foi constatado que o uso do BIM para estimativas de quantitativos permite uma percepção mais rápida dos fatores do projeto que precisam ser ajustados para elaborar uma proposta de custo adequada e eficiente. Um dos entrevistados destacou a importância das estimativas refletirem o processo de construção pretendido, com recursos suficientes e precisão adequada, a fim de facilitar a elaboração de fluxo de caixa, plano de custos e propostas ao cliente.

Pennanen *et al.* (2011) afirmam que a capacidade de fornecer aconselhamento antecipado deve aumentar a satisfação do cliente, pois ele está recebendo feedback

econômico sobre as alternativas mais acessíveis antes do esperado. Esta afirmação é reforçada por Smith (2014), que destaca o valor do gerente de custos em simular e explorar várias opções de projetos e cenários de construção em tempo real para o cliente usando o modelo BIM, graças à sua capacidade de compartilhamento de dados em tempo real entre projetistas, com dados de custo e quantidades totalmente integrados.

Além disso, segundo Pennanen *et al.* (2011), a compatibilização dos projetos com o BIM é um grande benefício para os orçamentistas, pois evita conflitos entre os projetos durante a execução da obra, reduzindo os gastos não planejados.

Todos os autores concordam que a geração automática de quantitativos é um benefício significativo do BIM, e sua implementação no fluxo de trabalho do orçamentista pode tornar a atividade mais racional. Isso é evidenciado pela redução do tempo gasto em atividades como extração de quantitativos, permitindo que mais tempo seja investido na elaboração de métodos construtivos mais eficientes e econômicos, adequados tanto para o cliente quanto para o projeto. Com isso, as habilidades dos profissionais orçamentistas são valorizadas e estimuladas, ao mesmo tempo em que a satisfação do cliente é elevada (LIMA, 2018).

Segundo o Volume 2 da Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras elaborada pelo CBIC (2016), os benefícios potenciais decorrentes da adoção do BIM em relação à estimativa de custos incluem:

- a) A obtenção de relatórios precisos de quantidades de materiais e a realização rápidas revisões, quando necessário;
- b) A manutenção dos custos dentro do orçamento estipulado, facilitando a realização de novas estimativas de custos de forma rápida e precisa, durante a progressão do projeto;

c) A melhoria da representação visual do projeto e dos componentes construtivos, que precisam ser estimados;

d) O fornecimento de informações sobre custos ao proprietário durante as fases iniciais do projeto, apoiando os processos de especificação e tomada de decisões;

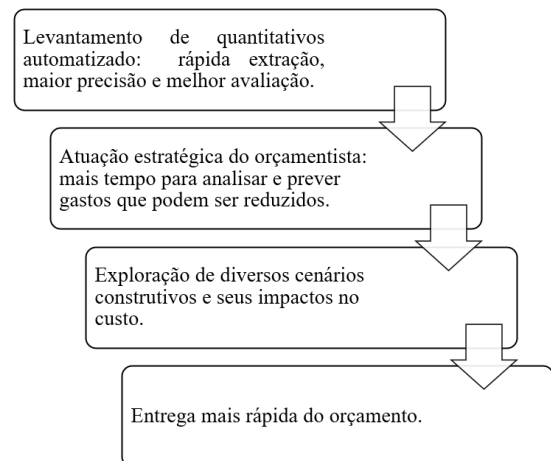
e) A possibilidade dos orçamentistas se concentrarem em atividades de estimativa que realmente agregam valor ao projeto, como a identificação de possíveis pré-montagens construtivas, a geração de preços e a identificação de riscos;

f) A avaliação de diferentes opções de design e conceitos dentro do mesmo orçamento estipulado pelo proprietário;

g) A determinação rápida e precisa dos custos de objetos específicos.

A Figura 12 mostra de forma resumida os principais benefícios do BIM na orçamentação.

Figura 12 – Benefícios do BIM 5D



Fonte: Autora (2023).

Barreiras na implementação do BIM 5D

Para Forgues *et al.* (2012), existem as seguintes dificuldades com relação ao uso do BIM para orçamentação:

- a) Selecionar a combinação adequada de softwares ou aplicativos BIM para orçamentação, pois cada software é

desenvolvido para uma fase específica do projeto. Por exemplo, um aplicativo voltado para arquitetos durante a fase conceitual do projeto pode não ser útil para o orçamentista;

b) Problemas de interoperabilidade entre os softwares e dificuldades na transferência de dados de diferentes aplicativos;

c) A maioria dos aplicativos depende de uma base de dados específica, o que torna mais difícil a escolha de aplicativos que sejam compatíveis com as bases de dados de custos da empresa e a seleção do software BIM mais adequado para ela.

Na pesquisa realizada por Stanley e Turnell (2004) nenhum dos 8 participantes discordou que a falta de compatibilidade entre os softwares restringe o uso do BIM. Um participante comenta que não se trata somente da compatibilidade física do software, mas sim do conhecimento sobre como trabalhar com diferentes ferramentas.

Nesse sentido, Thurairajah e Goucher (2013) afirmam que a troca de informações entre os modelos BIM é fundamental, a falta de integração nos modelos diminui a confiabilidade e eficácia do 5D, onde cada disciplina de projeto desenvolve seu próprio modelo BIM isoladamente um do outro.

Segundo Boon e Prigg (2012), é necessário encontrar um equilíbrio entre as informações que os profissionais precisam usar para construir os modelos 3D e as informações adicionais necessárias para os orçamentistas modelarem os custos nos projetos.

Uma pesquisa realizada por Tassara e Dolabella (2019) referente ao processo de orçamentação de um empreendimento comercial utilizando o BIM, mostrou que a plataforma 5D reconheceu o modelo 3D e o sistema de classificação, validando a interoperabilidade do processo. Porém, o modelo 3D foi executado sem o conhecimento da utilização de um sistema de classificação, resultando em objetos com

padrões distintos da orçamentação, impossibilitando a estimativa de custos automatizada.

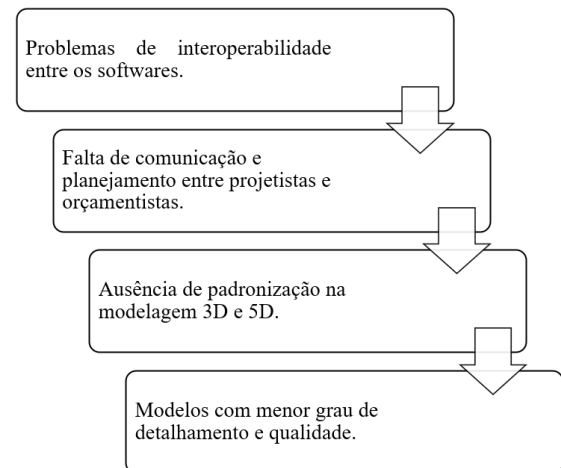
Isso é resultado da falta de integração e planejamento entre as fases adotadas para alcançar a orçamentação. Os autores reforçam que para evitar esse erro é necessário um alinhamento entre os projetistas e os orçamentistas, com a finalidade de que os itens modelados tenham as mesmas informações e codificações do orçamento, possibilitando a automação do BIM 5D.

É evidente que a fase de modelagem é a etapa mais demorada no processo de trabalho com ferramentas BIM. Nessa fase, são coletadas informações que serão compartilhadas com todos os demais profissionais envolvidos na entrega do produto final.

Logo, é importante determinar a finalidade do arquivo durante a fase de modelagem, já que a extração de dados pode levar à perda de informações. Sendo essencial que o orçamentista solicite informações mínimas para garantir a precisão da estimativa de custos (LIMA, 2018).

A Figura 13 mostra de forma resumida as principais barreiras na implantação do BIM na orçamentação.

Figura 13 – Barreira na implantação do BIM 5D



Fonte: Autora (2023).

CONCLUSÃO

A partir da análise bibliográfica realizada, é possível compreender que o orçamento é a etapa que define a viabilidade, relevância e o estudo preciso de custos do empreendimento a ser executado, sendo utilizado como uma valiosa ferramenta de gestão e planejamento. De modo a aprimorar o processo de orçamentação, a metodologia BIM surgiu como um processo que engloba todo o ciclo de vida de um empreendimento, exercendo influência na comunicação entre os diversos profissionais envolvidos.

Apresentou-se que o BIM vem sendo adotado por engenheiros de custos, visto que esta tecnologia melhora o processo de orçamentação na construção civil, contribuindo para otimização de tempo e obtenção de melhores resultados para os consumidores e investidores.

O trabalho apresentou um comparativo de ferramentas BIM 5D no contexto da orçamentação. Cada uma com vantagens e desvantagens, sendo a escolha da ferramenta mais adequada àquela que atenda as necessidades da empresa e da equipe de projeto.

Foi verificado que o uso do BIM no orçamento proporciona um levantamento de quantitativo mais rápido e preciso, por ser automatizado, permitindo que o orçamentista se concentre em atividades de estimativa que realmente agregam valor ao projeto, analisando de forma ágil diversos cenários construtivos e seus impactos no orçamento, ou seja, no preço da obra.

Entretanto, é importante destacar que a precisão do orçamento usando o BIM depende da qualidade e do grau de detalhamento dos elementos extraídos do modelo; e, da comunicação e integração entre os envolvidos na concepção do projeto.

Os elementos modelados têm que ser compatíveis com as informações e codificações do orçamento. Isto significa dizer que a modelagem precisa representar um projeto executivo, com grau de

detalhamento adequado para sua correta construção.

Portanto, além dos profissionais, projetistas e orçamentistas precisarem dominar a utilização das ferramentas para Modelagem da Informação da Construção, assim como os conceitos de engenharia.

TRABALHOS FUTUROS

Para direcionar os próximos estudos sobre o uso do BIM no orçamento de obras, um dos aspectos que se revela interessante para uma abordagem mais detalhada em trabalhos futuros, são as comparações referente as ferramentas BIM com aplicação na orçamentação, a fim de verificar a viabilidade e facilidade de uso de cada uma delas. Para este trabalho, por exemplo, não foram encontrados estudos sobre o processo de orçamentação com os seguintes softwares BIM: PriMus, Arquimedes, iTWOCostX e SYNCHRO Cost.

REFERÊNCIAS

ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to onscreen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate**. Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University, 2006. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/2080f68134bbc46bf7ad7784338e1fbb/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>. Acesso em: 24 mar. 2023.

ANTUNES, Bárbara Wermuth. **Orçamento na Construção Civil com a Utilização da Tecnologia BIM**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, 2017.

ARNAL, Ignasi Peréz. Why don't we start at the beginning?. **BIM Community**, 2018.

Disponível em: <https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-thebeginnin>. Acesso em: 16 mar.2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS. **Cenário Construtivo Brasileiro 2021**. São Paulo: ABRAIN, 2021. Disponível em: https://www.abrainc.org.br/uploads/2021/12/Cenario-Construtivo-Brasileiro-2021_Geral.pdf. Acesso em: 15 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-1**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-2**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Característica dos objetos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-3**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-4**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 4: Recursos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-5**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 5: Resultados da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR**

15965-6: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 6: Unidades e espaços da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-7**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSUNÇÃO, L. M. **Análise da aplicação da metodologia BIM no processo de orçamentação da construção civil**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/28750/1/2017_tcc_lm%20assun%20a7%20a3%20o.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023.

AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de Obras: Construção Civil**. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003. 66p. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/210025/Avila_Librelotto_Lopes_Orcamento.pdf?sequence=1. Acesso em: 13 fev. 2023.

AZEVEDO, Orlando José Maravilha de. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras**. 2009. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Braga, 2009. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10695>. Acesso em: 23 mar. 2023.

BABATUNDE, S.O.; PERERA, S.; EKUNDAYO, D. An investigation into BIM-based detailed cost estimating and drivers to the adoption of BIM in quantity surveying practices. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, [s.l.], vol.25, n.1, p.61-81, nov.2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/d>

oi/10.1108/JFMPC-05-2019-0042/full/html. Acesso em: 16 abr. 2023.
 BADRA, Pedro. **Orçamento de obras em tempo BIM**. 1 ed. São Paulo: Construliga, 2018.

BARBOSA, Diego Camargo *et al.* **Construção modular em estrutura metálica com adequação ao BIM 10D**.2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/17643/1/TCC_CONSTRU%20MODULAR%20EM%20ESTRUTURA%20MET%20LICA%20COM%20ADEQUA%20AO%20BIM%2010D_REVISADA.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

BEDRICK, J.; IKERD, W.; REINHARDT, J. **Level of development (LOD) specification. BIMForum**. 2021. Disponível em: <https://bimforum.org/resource/level-of-development-specification/>. Acesso em: 06 de abril de 2023.

BIANCHINI, Larissa de Quadros. **Utilização de um modelo BIM 5D para orçamentação: um estudo de caso**.2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Santa Maria, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23452/Bianchini_Larissa_de_Quadros_2019_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 03 dez. 2022.

BOON, J.; PRIGG, C. Evolution of Quantity Surveying Practice in the Use of BIM – the New Zealand Experience. *In: Joint CIB International Symposium of W055, W065, W089, W118, TG76, TG78, TG81 and G84, 2012, 1., Montreal. Anais [...]* Montreal: Birmingham City University, 2012. p. 84 – 98. Disponível em:

<https://nrl.northumbria.ac.uk/id/eprint/3862/0/1/CIB%20MCRP2012%20conference%20proceedings%20Volume%201.pdf#page=98>. Acesso em: 05 abr. 2023.

BRASIL. Decreto no 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto no 9.983, de 22 de agosto de 2019. Brasília: Diário Oficial da União, [2020]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 10 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **BIM BR: Construção inteligente**. Brasília: MDIC, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CAETANO, Fellipe Serafim. **Proposta e aplicação de fluxo de trabalho para uso da metodologia BIM no processo de orçamentação (BIM 5d)**.2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2064>. Acesso em: 07 dez. 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Implementação BIM – Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016. Disponível em: <https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

CATELANI, Wilton. Artigo do Especialista: Como avançar na maturidade BIM no Brasil?. **CIBIC**, 2019. Disponível em: <https://cbic.org.br/artigo-do-especialista-como-avancar-na-maturidade-bim-no-brasil/> .Acesso em: 13 mar. 2023.

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento de Obras na Construção Civil**. São Luís: Editora UEMA, 2015. Disponível em: <https://www.editorauema.uema.br/wp-content/uploads/files/2018/02/orcamento-de-obras-na-construcao-civil-ronaldo-1519142249.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.

COSTA, J. N. C.; SERRA, S. M. B. Comparação de processos de levantamento de quantitativos: tradicional e BIM. *In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 15., 2014, Maceió. **Anais [...]** Maceió: ENTAC, 2014. p. 2862-2871. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sheyla-Serra/publication/301435446_Comparacao_de_processos_de_levantamento_de_quantitativos_tradicional_e_BIM/links/571a71db08ae7f552a4731d5/Comparacao-de-processos-de-levantamento-de-quantitativos-tradicional-e-BIM.pdf. Acesso em: 26 mar. 2023.

DOLOI, H. Cost Overruns and Failure in Project Management: Understanding the Roles of Key Stakeholders in Construction Projects. **Journal of construction engineering and management**, [s.l.], vol.139, n.3, p.267-279, mar.2013. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000621](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000621). Acesso em: 15 abr. 2023.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2008. Disponível em: http://bim.pu.go.id/assets/files/BIM_handb

[ook_A_guide_to_building_informa.pdf](#). Acesso em: 13 jan. 2023.

FELISBERTO, A. D. **Contribuições para elaboração de orçamento de referência de obra pública observando a nova árvore de fatores do SINAPI com BIM 5D - LOD 300**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/186765/PECV1109-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 mar. 2023.

FERREIRA, Bruno Miguel Lourenço. **Desenvolvimento de Metodologias Bim de Apoio aos Trabalhos Construtivos de Medição e Orçamentação**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/78358/2/34303.pdf> .Acesso em: 23 mar. 2023.

FORGUES, D. *et al.* Rethinking the Cost Estimating Process through 5D BIM: A case Study. *In: Construction Research Congress*, 1., 2012, Indiana. **Anais [...]** Indiana: American Society of Civil Engineers, 2012. p. 778 – 786. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784412329.079>. Acesso em: 22 mar. 2023.

GARIBALDI, B. C. B. Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM. **SIENGE**, 2020. Disponível em: https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/?utm_source=cpc_google-search-ads&utm_medium=cpc&utm_content=plataforma&utm_campaign=f2-p1p2p3p4-performance-max&gclid=CjwKCAjw3POhBhBQEiwAqTCuBmSEFFPCATFnzGkiKnzBRtaJT4T4hwO10bJ5YNHDXdV_3pGCCBZB6FhoCrYUQAvD_BwE. Acesso em: 15 abr. 2023.

GOMES, Carlos Eduardo Marmorato *et al.* Light Steel Frame: Construção industrializada a seco para habitação popular: Práticas sustentáveis. *In: ELECS*, 2013, Curitiba. **Anais** [...] Curitiba: UFPR, 2013. p. 778 – 786. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre-Vivan/publication/269200928_Light_Steel_Frame_Construcao_Industrializada_a_Seco_para_Habitacao_Popular_-_Praticas_Sustentaveis/links/551db9350cf29dcabb03276d/Light-Steel-Frame-Construcao-Industrializada-a-Seco-para-Habitacao-Popular-Praticas-Sustentaveis.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

GONÇALVES, Francisco (org.). **BIM**: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia. Florianópolis: Autoqi, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://media.graphassets.com/KGsqfvhuSZCkDvZJO1CU>. Acesso em: 20 jan. 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19650-1**: BSI Standards Publication Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles. 2018. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19650:-1:ed-1:v1:en>. Acesso em: 13 jan. 2023.

KAMARDEEN, Imriyas. 8D BIM Modelling tool for accident prevention through design. *In: Annual ARCOM Conference*, 26., 2010, Leeds. **Anais** [...] Leeds: Deakin University, 2010. p. 281-289. Disponível em: https://dro.deakin.edu.au/articles/conference_contribution/8D_BIM_modelling_tool_for_accident_prevention_through_design/20751247/1/files/36987085.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

LIMA, Camila Borges Moreira De. **Como elaborar orçamento utilizando processo BIM**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20797/1/2018_CamilaBorgesMoreiraDeLima_tcc.pdf. Acesso em: 23 mar. 2023.

LOZANO-LOZANO, A. *et al.* Establishment of a didactic methodology for the Construction of a model BIM 4D and 5D developed from a modeled industrial building in 3D. Cost analysis and Simulated execution planning. *In: International Conference of Education, Research and Innovation*, 2018, Sevilha. **Anais** [...] Sevilha: ICERI, 2018. p. 1 – 9. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329230613_ESTABLISHMENT_OF_A_DIDACTIC_METHODODOLOGY_FOR_THE_CONSTRUCTION_OF_A_MODEL_BIM_4D_AND_5D_DEVELOPED_FROM_A_MODELED_INDUSTRIAL_BUILDING_IN_3D_COST_ANALYSIS_AND_SIMULATED_EXECUTION_PLANNING. Acesso em: 10 abr. 2023.

MACHADO, Camila Trevisan. **Modelagem 5D: estudo de caso de um processo de orçamentação em BIM**. 2019. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23462/Machado_Camila_Trevisan_2019_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 mar. 2023.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 324 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014->

124306/publico/TESE_LEONARDO_MAZIONE.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. Estratégias para ensino de orçamentação com adoção de BIM em ambiente acadêmico. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v.13, n.3, p.97-118, dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i3.139505ARTIGO97-118>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM in Australia and New Zealand: How Building Information Modeling is Transforming the Design and Construction Industry**. Bedford, MA: MCGRAW HILL, 2014. Disponível em: https://download.autodesk.com/temp/pdf/mcgraw_hill_business_value_of_bim_anz.pdf. Acesso em: 14 abr. 2023.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Coordenação de Projeto de Edificações**. 1 ed. São Paulo: O Nome Da Rosa, 2005.

MELLO, R. B. BIM e custos: maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff. **Autodesk**, São Paulo, 2012. Disponível em: https://damassets.autodesk.net/content/dam/au/Brasil-2014/documents/materialapoio/2012/AUBR-44_Apostila.pdf. Acesso em: 13 jan. 2023.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. Análise da tecnologia BIM no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s.l.], ano 4, v. 7, n. 05, p. 79-98, maio.2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br>

r/engenhariacivil/tecnologia-bim. Acesso em: 16 mar. 2023.

MOREIRA, P. O. M. *et al.* Comparação de procedimento de orçamentação em ferramentas BIM 5D. *In: Congresso Construção 2022, II, Guimarães. Anais [...]* Guimarães: Universidade do Minho, 2022, p. 45-54. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/147882/2/609444.pdf#page=47>. Acesso em: 26 mar. 2023.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **United States National Building Information Modeling Standard: Version 1 – Part 1: Overview, Principles and Methodologies**. Washington, DC: NIBS, 2007. Disponível em: https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf. Acesso em: 13 jun. 2023.

OLATUNJI, O. A.; SHER, W.; GU, N. Building Information Modelling and Quantity Surveying Practice. **Emirates Journal for Engineering Research**, vol. 15, n. 1, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267548336_Building_information_modeling_and_quantity_surveying_practice. Acesso em: 01 abr. 2023.

PENNANEN, A. *et al.* Target costing and designing to targets in construction. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, vol. 16, n. 1, p. 52-63, 2011. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/1366438111116089/full/html>. Acesso em: 01 abr. 2023.

PEREIRA, Daiane Maio; FIGUEIREDO, Karoline. O impacto da metodologia BIM na elaboração de orçamentos em projetos de obras civis. **Revista Boletim do Gerenciamento**, Rio de Janeiro, n. 17, p. 30-41, 2020. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogeren>

ciamento/article/view/380. Acesso em: 07 dez. 2022.

PIRES, L. P. N. **A importância do BIM 5D para a gestão de projetos da construção civil.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituição Pitágoras ICF, Teresina, 2020. Disponível em: https://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/31346/1/LUIZ_PHILLIPE_ATIVIDADE_DEFESA.pdf. Acesso em: 20 jan. 2023.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia de conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK).** 6. ed. EUA: Newton Square, Pennsylvania: PMI, 2017. Disponível em: <https://analisederequisitos.com.br/wp-content/uploads/2020/10/pmbok-6-portugues.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

SABOL, Louise. Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling. **Design + Construction Strategies**, [s.l.], p.1-16, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/3879014/2_sabol_cost_estimating. Acesso em: 15 abr. 2023.

SAKAMORI, M.; SCHEER, S. Processo de extração de quantitativos de um modelo BIM 5D. *In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTEC C', 3., Foz do Iguaçu. Anais [...]* Foz do Iguaçu: SOEA, 2016. Disponível em: <https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/civil/processo%20de%20extra%C3%A7%C3%A3o%20de%20quantitativos%20de%20um%20modelo%20bim%205d.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2023.

SHEN, Z.; ISSA, R. Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, vol. 15, pg. 234-257, 2010. Disponível em:

<https://digitalcommons.unl.edu/constructionmngmt/4/>. Acesso em: 01 abr. 2023.

SIENGE. **Mapeamento de maturidade BIM Brasil.** 2020. 84 p. Disponível em: https://siengeprod.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2020/11/ebook_mapeamento_bim_no_brasil.pdf. Acesso em: 24 jan. 2023.

SIENGE. **Maturidade BIM no Brasil.** 2022. 27 p. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/resultado-dapesquisa-de-maturidade-bim-no-brasil/>. Acesso em: 24 jan. 2023.

SILVA, L.E. C. **Os impactos da aplicação do Building Information Modeling (BIM) na orçamentação de edificações.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia, CARAGUATATUBA, 2022. Disponível em: https://www.ifspcaraguatatuba.edu.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=927:os-impactos-da-aplicacao-do-building-information-modeling-bim-na-orcamentacao-de-edificacoes-lucas-eduardo-campeiro-da-silva&id=304:2022. Acesso em: 24 jan. 2023.

SINGH, Ishveena. BIM adoption and implementation around the world: Initiatives by major nations. **Geospatial World**, 2017. Disponível em: <https://www.geospatialworld.net/blogs/bim-adoption-around-the-world/>. Acesso em: 05 mar. 2023.

SMITH, P. BIM & the 5D Project Cost Manager. *In: IPMA World Congress, 27., 2014, [s.l.]. Anais [...]*[s.l.]: Elsevier, 2014, vol. 119, p. 475-484. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814021442>. Acesso em: 04 abr. 2023.

SOUTO, G. P. G.; RORIZ, P. J. M. **A utilização do software Revit e a compatibilização de projetos desenvolvidos no BIM.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2021. Disponível em:

<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2036/1/Trabalho%20de%20Conclus%C3%A3o%20de%20Curso%20II%20-%20Giovanna%20P.pdf>.

Acesso em: 16 mar. 2023.

SOUZA, Bruna Vitória Assis de *et al.* Identificação de interferências e análise de compatibilidade na integração de projetos utilizando o conceito BIM em uma edificação modelo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.6, p.33843-33857, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11071/9285>.

Acesso em: 05 mar. 2023.

STANLEY, R.; THURNELL, D. The Benefits of, and Barriers to, Implementation of 5D BIM for Quantity Surveying in New Zealand. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, [s.l.], v.14, n.1, p.105-117, 2014. <https://search.informit.org/doi/pdf/10.3316/informit.200817347855487>. Acesso em: 01 abr. 2023.

TASSARA, G. V.; FREIRE, F. C.; ARANTES, E. M. A automação de projetos em BIM 5D mediante a alterações de escopo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, vol.5, n.8, p. 11784-11793, ago.2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/2748/3027>. Acesso em: 15 abr. 2023.

TASSARA, G. V.; DOLABELLA, G. C. B. A importância da integração para a automação do BIM nas etapas de modelagem e orçamentação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, vol.5,

n.10, p. 17869-17876, out.2019. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3617/3417>.

Acesso em: 15 abr. 2023.

The dimensions of BIM – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D BIM explained. **BibLus**, 2018. Disponível em:

<https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

THURAIRAJAH, N.; Goucher, D. Advantages and Challenges of Using BIM: a Cost Consultant's Perspective. *In: ASC Annual International Conference*, 49., San Luis Obispo. **Anais [...]** San Luis Obispo: University Library, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/147882/2/609444.pdf#page=47>. Acesso em: 26 mar. 2023.

TISAKA, Maçahico. **Da Teoria à Prática no Cálculo do BDI: Benefício e Despesas Indiretas.** São Paulo: Blucher, 2021.

TORRES FILHO, H. P. P.; ALMEIDA, R. O. **Aplicação de orçamento de obra na modelagem BIM 5D.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – UNIFG, [s.l.], 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/24210/1/Rev_Tcc_Hernan.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

VITÁSEK, S.; MATĚJKA, P. Utilization of BIM for Automation of Quantity Takeoffs and Cost Estimation in Transporting infrastructure construction projects in the Czech Republic. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Prague, v. 236, 2017. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/236/1/012110/pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

XU, J. Research on application of BIM 5D technology in central grand project. **Procedia Engineering**, [s.l.], vol.174,

p.600-610, 2017. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817301947>. Acesso em:
20 fev. 2023.