



A Metodologia BIM como fortalecedora do Planejamento e Controle de Obras Civas na Era Tecnológica.

The BIM methodology as a strengthener of planning and control of civil works in the technological era.

MILANA, Giulia Senna¹; FIGUEIREDO, Karoline Vieira²
giuliasmilana@gmail.com¹; karolinefigueiredo@poli.ufrj.br².

¹Especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas

²D.Sc. Engenharia Ambiental, PEA, UFRJ, Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Planejamento e controle
BIM 4D
BIM 5D

Keywords
Planning and control
BIM 4D
BIM 5D

Resumo:

Os profissionais e pesquisadores da construção civil estão cada vez mais à procura de soluções tecnológicas para reduzir alguns impactos negativos trazidos pela falta de informações estratégicas, bem como pela sobrecarga de informações atribuídas ao setor. Este artigo apresenta uma reflexão sobre os processos de planejamento e controle de obras civis na era tecnológica, sendo eles fundamentais para o êxito da construção. A pesquisa indica os benefícios que a metodologia BIM, conhecida como Modelagem da Informação da Construção, e mais especificamente, suas dimensões 4D e 5D, podem trazer ao setor se comparadas aos métodos tradicionais. Para isso, apresenta-se um estudo de caso de uma residência unifamiliar, como forma de comprovar os benefícios e diferenças entre a metodologia BIM e os métodos convencionais. Espera-se que esse artigo possa contribuir para o aprofundamento dessa discussão, a fim de fortalecer o setor da construção civil.

Abstract

Civil construction professionals and researchers are increasingly looking for technological solutions to reduce some of the negative impacts brought about by the lack of strategic information, as well as the information overload attributed to the sector. This article presents a reflection on the planning and control processes of civil works in the technological era, which are fundamental to the success of construction. The research indicates the benefits that the BIM methodology, known as Construction Information Modeling, and more specifically, its 4D and 5D dimensions, can bring to the sector compared to traditional methods. To this end, a case study of a single-family residence is presented, as a way of demonstrating the benefits and differences between the BIM methodology and conventional methods. It is hoped that this article can contribute to deepening this discussion, in order to strengthen the construction sector.

1. Introdução

Os projetos de edificações têm alto índice de complexidade devido à grande quantidade de dados inerentes envolvidos em diferentes formatos (desenhos, tabelas, cronogramas, planilhas, documentos, entre outros). Nesse cenário, um grande volume de informações circula entre os membros envolvidos no projeto, tornando essencial a garantia de que elas sejam precisas e relevantes. Isso posto, fica claro que o tratamento do fluxo de informações na indústria da construção civil é um dos fatores críticos para o sucesso de uma edificação [1].

No entanto, historicamente, o setor é considerado tradicional e conservador quanto ao uso da tecnologia da informação e é visto como atrasado se comparado a outros setores. Esse fato se dá, pois até o final da década de 70, não havia nenhum programa de qualidade para o setor. Além disso, nos dias de hoje, os impedimentos para a adoção de inovações vêm do caráter multidisciplinar dos projetos e da dificuldade de adaptação e integração das diferentes equipes [1].

Torna-se evidente, portanto, que um dos maiores problemas enfrentados pela indústria da construção civil é justamente a inconsistência, desintegração ou até mesmo a falta de dados. Dessa maneira, atrasos em obras, desperdícios de materiais e gastos financeiros desnecessários se tornam frequentes no setor.

Nesse contexto, o BIM, que em tradução livre, pode ser entendido como Modelagem da Informação da Construção, vem sendo proposto como uma metodologia para auxiliar a concepção de projetos e a realização dos processos de uma construção, minimizando assim, os problemas enfrentados.

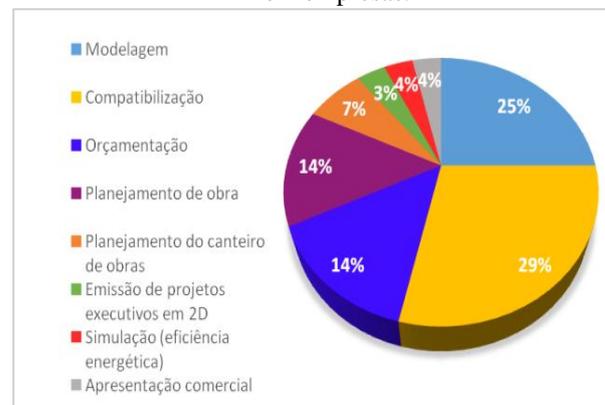
Por meio da sua utilização, o setor da construção tem a possibilidade de se alinhar com o que existe de mais atual em termos de tecnologia para a elaboração de projetos, planejamentos e controles. Segundo Santos [2], o BIM oferece uma tecnologia com potencial transformador capaz de fornecer um recurso compartilhado digital para todos os

participantes na gestão do ciclo de vida de um edifício, desde o desenho preliminar, até a gestão de instalações.

O modelo tridimensional baseado em BIM é responsável por integrar todas as fases de vida de uma edificação, atendendo um amplo nicho da construção civil. Essa capacidade pode ser entendida por meio de suas divisões dimensionais. De acordo com Garibaldi [3], elas se referem à forma pela qual os tipos específicos de dados são vinculados a um modelo de informação. São elas: BIM 3D (Parametrização); BIM 4D (Planejamento); BIM 5D (Orçamentação); BIM 6D (Sustentabilidade); e BIM 7D (Gestão e Manutenção). Torna-se claro que o influxo de dimensões do BIM é um indicativo da sua capacidade de gerar diferentes tipos de informações [4]. O número de dimensões, portanto, não se esgota, podendo crescer de acordo com as necessidades impostas pela literatura e pela indústria, que de fato já trazem essa discussão.

Um questionário realizado pelos autores do artigo “Estudo de caso de implementação e compatibilização em BIM” [5] teve como objetivo oferecer um panorama atual sobre o uso da metodologia, levantando informações pertinentes sobre as finalidades de sua utilização por empresas da construção civil. O resultado obtido foi ilustrado no gráfico abaixo (Figura 01).

Figura 01 – Gráfico de finalidades da utilização do BIM em empresas.



Fonte: Brito e Ferreira [3]

Nessa pesquisa qualitativa, foi indicado que a utilização do BIM pelas empresas se concentra na compatibilização de projetos (29%), seguido pela modelagem (25%) e pela orçamentação (14%). Demonstra-se, portanto, que o seu maior uso está relacionado às etapas iniciais do processo de construção [5].

A partir dessa análise e devido à complexidade em que o setor está inserido, constata-se a importância e necessidade de aprimorar o uso do BIM durante o planejamento e controle da obra, uma vez que esses processos interferem diretamente na qualidade final da construção. Reconhecendo a relevância do tema, este artigo pretende, portanto, analisar e demonstrar os benefícios do uso dessa tecnologia por meio das dimensões 4D e 5D, que se relacionam diretamente com as etapas de planejamento e controle.

Com esse propósito, os próximos capítulos do estudo estão organizados da seguinte forma: uma contextualização é apresentada na Seção 2. A Seção 3 explica os métodos de investigação, aplicando o quadro proposto sobre uma residência unifamiliar. Os resultados e análises do estudo de caso são apresentados na Seção 4. Por fim, as considerações finais são apresentadas na Seção 5.

2. Contextualização

Uma contextualização é proposta nesta seção para destacar e detalhar os tópicos abordados.

2.1 Planejamento e controle de obras civis

Planejar e controlar uma obra envolve acompanhar os serviços, priorizar ações, tomar decisões em tempo hábil, fiscalizar custos e prazos, entre outras ações que organizam e ditam o desempenho de um empreendimento. Esses processos trazem mais eficiência na condução dos trabalhos e, dessa forma, suas possíveis lacunas contribuem para a baixa produtividade, qualidade e aumento dos desperdícios [6].

Incompatibilidades espaciais e temporais entre as atividades de uma obra são frequentes quando estas não são bem sequenciadas. Em conformidade com esse raciocínio, exemplifica-se: para termos a etapa de instalações hidráulicas e elétricas concluídas em uma obra, é necessário que se finalize a etapa de construção das alvenarias. Depois, para termos a pintura concluída, precisamos que as instalações já estejam executadas e assim por diante. Confirma-se assim, a relação entre a eficácia do planejamento e controle com a qualidade do tratamento das diversas informações relacionadas ao projeto.

Fica claro, também, que com a globalização e o aumento das tecnologias, a informação rápida e eficiente torna-se um insumo essencial para a valia desses processos. Caso não haja investimento em gestão e controle pelas empresas do setor, os empreendimentos perdem seus principais indicadores: prazo, custo, lucro, retorno do investimento e fluxo de caixa [6]. É fundamental, portanto, que o planejamento e controle estejam alinhados às inovações da tecnologia da informação.

2.2 Modelagem da Informação da Construção

A Modelagem da Informação da Construção conhecida mundialmente como metodologia BIM, permite desenvolver modelos com elementos parametrizados que têm suas informações atualizadas de forma simultânea e constante em todo o projeto. O modelo resultante é uma representação paramétrica inteligente da edificação que reúne diversas informações. Dessa forma, possibilita a detecção de erros precocemente, reduzindo tempo de trabalho e custos significativos.

O BIM, muitas vezes, é associado ao uso de determinados softwares. Porém, é importante entendê-lo como uma metodologia. Mais do que um software ou um modelo tridimensional, o BIM é uma filosofia de trabalho que integra Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) [7]. Dessa forma, facilita a visualização de

incompatibilidades, calcula quantitativos de forma prática e eficiente e incorpora diferentes disciplinas. Além disso, conta com componentes paramétricos que permitem que as alterações sejam feitas de forma simultânea.

2.3 Dimensão BIM 4D

Na construção civil, trabalhadores, equipamentos, materiais e instalações disputam entre si para realizarem seus trabalhos dentro de um mesmo espaço, que se modifica tridimensionalmente e no decorrer das fases de obra. Dessa forma, com um gerenciamento falho entre tempo e espaço, pode-se perder a produtividade, a qualidade e a segurança da obra [8]. O BIM 4D é proposto para facilitar a relação entre esses dois fatores.

Nessa dimensão, os elementos passam a ser associados ao parâmetro de tempo, auxiliando o planejamento do canteiro de obras. Pode-se, por exemplo, saber o tempo necessário para execução de certa etapa ou a sequência de instalação dos diversos componentes [3].

Por meio de seu uso, viabiliza-se a aplicação da metodologia no acompanhamento em tempo real da construção, definindo seus prazos, prevendo e/ou constatando atrasos e auxiliando na melhor maneira de impedi-los. Sendo assim, favorece na redução do período de obras e no cumprimento de prazos, beneficiando tanto as empresas quanto os clientes [9].

Em síntese, o principal aspecto do BIM 4D é reforçar e fortalecer as atividades do planejador, simulando situações efetivas em cada momento da obra. Essa representação é fundamental, à medida que consegue atingir e relacionar o fluxo financeiro, as contratações, os fluxos de materiais, o controle de qualidade e todas as outras diversas etapas de uma obra.

2.4 Dimensão BIM 5D

A dimensão BIM 5D tem como finalidade gerar as estimativas de orçamento de uma obra. Dessa forma, integra

fornecedores e contratantes para determinar valores, alocar recursos, analisar impactos no orçamento e controlar as metas da construção [10]. Conecta, portanto, os elementos paramétricos aos seus respectivos custos.

O BIM 5D se relaciona de forma direta com o BIM 4D, uma vez que para uma modelagem 5D assertiva, é fundamental dispor de um planejamento da construção que possibilite analisar e simular o seu orçamento.

Análogo a esse entendimento, Staub-French et al. [11] afirma que um modelo BIM 5D só é concebível em função de um modelo BIM 4D, uma vez que o fator tempo é necessário para levantar adequadamente os custos de um empreendimento.

Matipa [12] afirma que a documentação e os dados serão cada vez mais automatizados a ponto da quantificação e de outros processos técnicos exigirem apenas uma pequena intervenção humana. Isso porque, com um mercado cada vez mais competitivo, é necessário que o processo se torne mais ágil e rigoroso. Um erro na elaboração de quantitativos pode ser refletido de forma perigosa na análise final do custo da obra, afetando a tomada de decisões importantes das empresas.

Em projetos que utilizam o BIM, cada elemento modelado no software tem suas informações documentadas pelo usuário, que pode buscá-las e extrai-las automaticamente quando necessário. Por exemplo, uma alvenaria modelada no software Autodesk Revit, um dos programas computacionais baseados em BIM mais conhecidos no mundo, é composta por diversas camadas, como base ou substrato, regularização, argamassa e revestimentos. Assim, por meio de tabelas elaboradas dentro do próprio software, é possível visualizar a quantidade necessária de cada camada para a execução das paredes. Dessa forma, o levantamento de quantitativos realizado em BIM, que é a base para a elaboração do orçamento, possibilita uma avaliação ágil sobre o impacto de uma decisão de projeto no custo da obra.

Ademais, esse processo é facilitado pela capacidade paramétrica do BIM. Ou seja, a capacidade de editar os elementos usados na construção do modelo e ter o resultado de suas alterações processadas automaticamente em todos os outros pontos da geometria do objeto que tiverem sido afetados [1]. Portanto, caso haja alguma alteração durante o processo, a informação é atualizada simultaneamente em todo o projeto. Por exemplo, caso uma parede com acabamento em pintura venha a ter acabamento em cerâmica, a modificação feita na modelagem dessa parede é reproduzida na tabela, que passa a contabilizar a área dessa alvenaria no quantitativo de cerâmica.

Segundo Eastman [13], o levantamento de quantitativos obtidos pela tecnologia BIM pode ser utilizado de três formas para a elaboração dos orçamentos:

1. Exportação do quantitativo em planilhas, geralmente utilizando o programa *Microsoft Office Excel*.
2. Exportação do modelo BIM para um software de orçamentação, no qual relaciona-se os componentes do modelo 3D diretamente com os seus custos, integrando modelo e orçamento.
3. Utilização de ferramenta de levantamento de quantitativos capaz de importar dados de outras ferramentas BIM. Assim, o orçamentista tem a possibilidade de utilizar a ferramenta apenas para a extração dos dados necessários, mesmo que não saiba utilizar todos os seus recursos.

Azevedo [14] afirma que o maior ganho que a integração entre modelagem, tempo e custos traz para os construtores é o aumento da precisão, diminuindo desperdícios de tempo e materiais e, conseqüentemente, alterações durante a execução. É importante ressaltar que a assertividade de uma estimativa de custos será maior ou menor dependendo do nível de detalhes inseridos no modelo BIM [15].

3. Materiais e Métodos

Este estudo propõe a comparação entre o método tradicional de planejamento e controle de obras e o método que utiliza a tecnologia BIM. Para a investigação deste artigo, utilizou-se como base a Residência Vila Matilde, projeto do escritório de arquitetura Studio MK27.

No método tradicional, o projeto foi elaborado no software AutoCAD, baseado na metodologia CAD (Computer Aided Design), que possibilita a produção de geometrias através das coordenadas X, Y e Z. O cronograma foi desenvolvido no programa Microsoft Project e o levantamento de quantitativos e orçamentos foram calculados manualmente em planilhas feitas em Microsoft Office Excel. Já no método BIM, a modelagem paramétrica foi realizada no software Autodesk Revit e integrada ao software Autodesk Navisworks, ambos baseados na metodologia BIM, para extração do cronograma e orçamento. A Figura 02 representa as etapas da metodologia que foram seguidas na pesquisa.

Figura 02 – Descrição da metodologia da pesquisa



Fonte: Autoria própria.

3.1 Revisão de literatura

A pesquisa está fundamentada na necessidade de incentivar e aumentar o uso do BIM nas etapas de planejamento e controle de obras por meio do BIM 4D e 5D. Para tanto, é necessário oferecer meios que possibilitem essa mudança em um mercado no qual há dominância de métodos tradicionais.

Segundo Brito e Ferreira [16], a capacidade de transmitir informações sobre os avanços e as discrepâncias em relação ao que foi planejado, é fundamental para o gerenciamento de projetos, pois permite correções em tempo hábil. Koo e Fischer

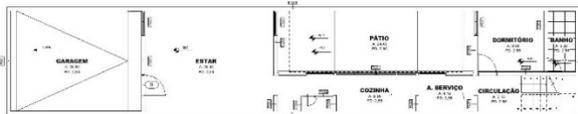
[17], afirmam que os cronogramas tradicionais não oferecem informações suficientes para o planejador em relação ao contexto e a complexidade dos componentes de um projeto.

Em relação ao cronograma, Pereira e Damas [18] fazem uma análise comparativa do levantamento de quantitativos utilizando o CAD e o BIM, concluindo que as informações extraídas do método BIM possuem alto grau de precisão, gerando uma redução de 3% no custo total da obra. Na mesma linha de pensamento, Eastman et. Al [19], confirma que quando a metodologia BIM é adotada corretamente, possibilita um processo de concepção e construção mais integrado, gerando empreendimento com menores custos e prazos. Os pontos levantados nortearam o desenvolvimento dos experimentos.

3.2 Experimento 01 – Método tradicional

Para a realização do primeiro experimento, o primeiro passo foi desenvolver a planta baixa da residência unifamiliar Vila Matilde, utilizando o software AutoCAD, conforme ilustra a Figura 03.

Figura 03 – Planta baixa da Residência Vila Matilde elaborada no AutoCad.



Fonte: Autoria própria.

Com base na planta baixa, foi elaborado um cronograma utilizando o Microsoft Project, que teve como resultado, o Gráfico de Gantt, conforme ANEXO A. Para finalizar o experimento 01, após um levantamento de quantitativos elaborado manualmente e com base nas atividades listadas, o orçamento foi elaborado no Microsoft Office Excel, ilustrado na Figura 04, também de forma manual.

Figura 04 – Orçamento elaborado no Microsoft Office Excel.

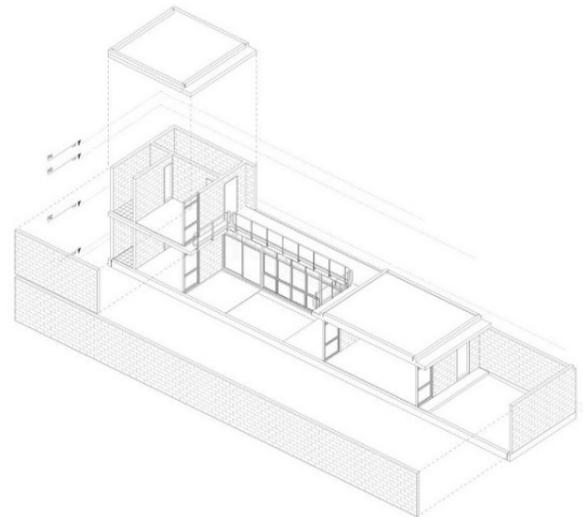
	A	B	C	D	E
1					
2	Atividade	Custo do material	Custo M.O.	Custo equipamentos	Custo total
3	Montagem canteiro	R\$ 500,00	R\$ 1.500,00	R\$ 1.000,00	R\$ 3.000,00
4	Armação e concretagem baldrame	R\$ 3.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 2.000,00	R\$ 10.000,00
5	Armação e concretagem pilares	R\$ 5.000,00	R\$ 6.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 12.000,00
6	Alvenaria/vedação	R\$ 5.000,00	R\$ 6.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 14.000,00
7	Instalação de esquadrias	R\$ 2.500,00	R\$ 4.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 75.000,00
8					R\$ 114.000,00

Fonte: Autoria própria.

3.3 Experimento 02 – Método BIM

Para o segundo experimento, foi elaborada uma modelagem paramétrica do estudo de caso utilizando o Autodesk Revit. O resultado do modelo é ilustrado nas Figuras 05 e 06.

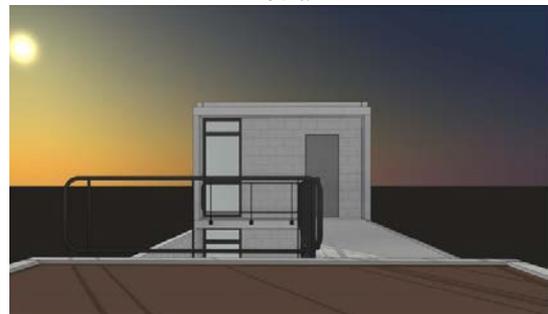
Figura 05 – Perspectiva isométrica explodida do estudo



de caso elaborada no Revit.

Fonte: Autoria própria.

Figura 06 – Imagem do estudo de caso elaborada no Revit.



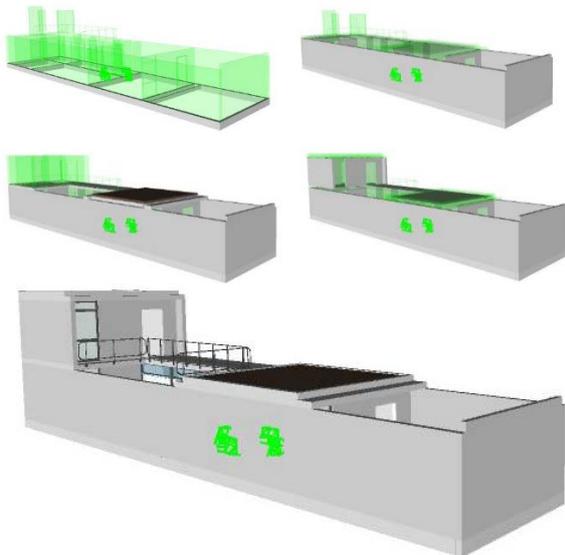
Fonte: Autoria própria.

Seguindo para a elaboração do modelo BIM 4D da residência, fez-se uma revisão do cronograma elaborado anteriormente no método tradicional utilizando o software

Microsoft Project. O exemplo convencional foi importado para o Autodesk Navisworks, juntamente com o modelo levantado no Autodesk Revit.

Com todas as bases no Navisworks, foram feitas as associações entre atividades do cronograma e elementos do modelo. É nesta etapa que espaço e tempo são integrados. Ou seja, à atividade descrita no cronograma como: “Alvenaria e vedação”, foram associados todos os elementos de alvenarias do modelo em 3D trazido do Autodesk Revit. À atividade descrita como: “Instalação de esquadrias e guarda-corpo”, foram associadas todas as esquadrias e o guarda-corpo do modelo em 3D e assim por diante, conforme ilustra o ANEXO B. Feita essa relação, tem-se o modelo em 4D (Figura 07), onde pode ser visualizado o faseamento da obra.

Figura 07 – Faseamento do estudo de caso; exemplo de cronograma 4D.



Fonte: Autoria própria.

Realizado o cronograma, segue-se para o levantamento de quantitativos, que é a base para o orçamento. A fim de exemplificar o levantamento de quantitativos em BIM, extraiu-se uma tabela do modelo elaborado no Autodesk Revit. Essa tabela contabiliza a área de paredes em bloco de cerâmica (Figura 08).

Figura 08 – Tabela de alvenarias elaborada no Revit.

TABELA DE ALVENARIAS		
Cód.	Descrição	Área
PD01	Parede de Alvenaria de blocos de concreto estrutural Família 17	250,40 m ²
PD02	Parede de Alvenaria de blocos de concreto estrutural Família 14	3,65 m ²
		254,05 m ²

Fonte: Autoria própria.

Com os quantitativos elaborados, passa-se ao enfoque da modelagem 5D, relacionada aos custos. Eles foram inseridos no software Navisworks e organizados em quatro colunas por atividade: custo do material, custo da mão-de-obra, custo dos equipamentos e custo total. Dessa forma, as atividades, que já haviam sido relacionadas ao fator tempo, foram relacionadas aos seus custos conforme ANEXO C. É importante ressaltar que os custos inseridos nesse estudo não são reais e foram utilizados apenas para fins de análises. Com isso, finaliza-se a exemplificação do processo utilizando a metodologia BIM.

4. Discussão

Com os dois experimentos finalizados, torna-se possível a comparação entre os métodos. Em relação ao planejamento, um dos desafios enfrentados pelo setor da construção civil, é visualizar a obra no espaço, produzindo cronogramas de difícil interpretação, com grandes números de atividades e precedências [1]. O cronograma produzido no experimento 01, que tem como resultado o gráfico de Gantt, não soluciona esse obstáculo e se enquadra nos tipos de registros que não fornecem informações suficientes e se tornam abstratos.

Já no experimento 02, ao utilizarmos a metodologia BIM, o cronograma deixa de ser abstrato e passa a ser visualizado e compreendido facilmente, oferecendo um repertório maior de informações ao planejador. A partir da integração entre modelagem e tempo, foi possível pré-visualizar a conformação espacial da construção no decorrer da obra, o que não era

possível tradicionalmente. Com a visualização em 3D trazida pelo experimento BIM, tornou-se possível identificar alguns conflitos, fazendo com que a ordem de algumas atividades fosse modificada ao longo do estudo de caso. O experimento 02 se mostrou, portanto, capaz de prever algumas lacunas e preenchê-las em tempo hábil.

Além disso, através do modelo gerado em 4D, diversas análises se tornam disponíveis, como por exemplo, acompanhar o avanço físico da obra, confrontando cronogramas que mostram a situação planejada x cronogramas que ilustram a situação real do empreendimento. Essa análise pode resultar na constatação de inconformidades entre os dois, permitindo correções antecipadas.

Ainda, pode-se planejar o canteiro de obras, etapa que muitas vezes é negligenciada nos cronogramas tradicionais. No modelo 4D, o canteiro é inserido como algo temporário, o que permite visualizar sua permanência na obra e, conseqüentemente, se ocasionará conflitos com outras atividades. Essa capacidade se deve ao fato de ser possível visualizar a situação do canteiro atuando nas diferentes etapas da obra.

Em relação ao levantamento de quantitativos e custos, o método BIM se mostrou mais preciso e mais rápido. No quantitativo de paredes, por exemplo, os vãos de janelas foram descontados automaticamente, trazendo exatidão. Isso é garantido pela modelagem paramétrica, na qual toda alteração é atualizada simultaneamente em todos os aspectos do modelo.

Um exemplo da eficácia trazida pelas alterações automáticas é apresentado em “Análise de quantitativos provenientes de um modelo BIM para adequação ao processo orçamentário das empresas de construção civil” [20], artigo no qual a autora realizou um estudo empírico para comparar o processo realizado em BIM ao método tradicional. Devido às mudanças nos pés-direitos e na área comum do projeto durante o estudo, houve a necessidade de ajustes no orçamento

elaborado para a análise. No processo tradicional de orçamentação, a revisão durou cerca de uma semana. Já no processo elaborado com o modelo BIM, os ajustes duraram três dias, comprovando a agilidade da tecnologia [20].

Além disso, outro fato notável é a diferença entre os produtos obtidos ao final dos experimentos. No experimento 01, ou seja, no método tradicional, temos arquivos separados para cronogramas, tabelas de quantitativos e orçamentos. Enquanto no experimento 02, gera-se um único arquivo relacionando o modelo paramétrico a todos os outros itens analisados. Fica comprovado, assim, a capacidade da tecnologia BIM de integrar informações de diferentes disciplinas.

É importante ressaltar que o estudo de caso realizado se refere a uma residência unifamiliar e foi utilizado apenas o projeto arquitetônico para análise. Portanto, além de trazer apenas algumas etapas da construção como exemplo, não foram considerados projetos complementares para um planejamento e controle completo. Dessa forma, entende-se que em projetos de maior complexidade, as diferenças entre os métodos aplicados podem ser ainda mais relevantes. Fica evidente, portanto, que um projeto com a premissa de extrair 4D e 5D precisa incorporar o maior número de características técnicas construtivas possível a fim de representar e simular a realidade de forma fidedigna.

5. Considerações finais

Nota-se, com a pesquisa bibliográfica realizada, a relevância do processo de planejamento e controle para o resultado da obra, sobretudo no que se refere a como reunir as informações multidisciplinares de maneira adequada. O trabalho expõe o funcionamento das dimensões BIM 4D e BIM 5D como métodos potencializadores e fortalecedores desses processos.

É indubitável que as empresas se deparam com uma grande dificuldade para a implementação da metodologia, visto que sua

utilização exige uma mudança completa de paradigma, principalmente no que diz respeito a integrar equipes multidisciplinares e, ainda, incorporar de forma mais fiel as informações construtivas. Entretanto, é notável sua capacidade de aumentar consideravelmente a produtividade e efetividade da construção.

O artigo confirmou essa realidade por meio da revisão de literatura e da análise comparativa realizada com base no estudo de caso. O BIM se mostrou mais ágil e prático em relação ao método tradicional, gerando um modelo integrado ao final do experimento. Dessa forma, em um cenário ainda conservador, a metodologia analisada se mostra como uma ferramenta estratégica para garantir competitividade e melhorias nos projetos.

O assunto não se esgota e gera uma reflexão sobre o tema, especialmente em relação as vantagens que a tecnologia pode trazer quando utilizada em todas as etapas de uma construção, integrando e conectando as informações fornecidas por todos os profissionais envolvidos na realização de um empreendimento.

Cabe ao setor, compreender de forma mais ampla como utilizar o BIM nas etapas de obras, visando a racionalização do processo construtivo. Espera-se, assim, que o presente estudo possa contribuir com a difusão das dimensões 4D e 5D, a fim de que o uso da metodologia seja efetivamente completo, ou seja, em todas as etapas da vida do edifício.

6. Referências

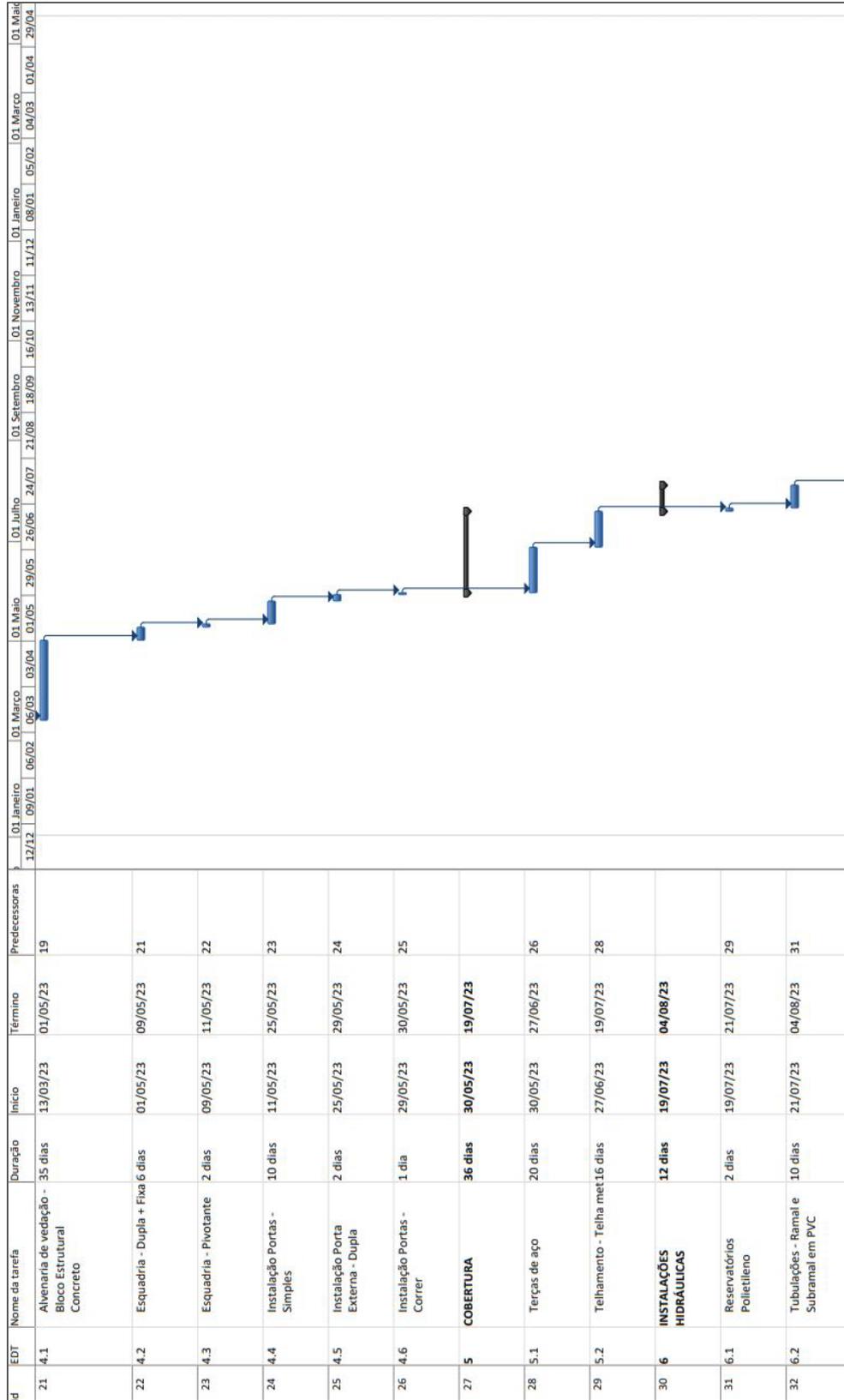
- [1] NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. *A indústria da construção na era da informação*. Ambiente Construído, Porto Alegre: ANTAC, v. 3, n. 1, p. 69-81, 2003.
- [2] SANTOS, E. T. *BIM-Building Information Modeling: um salto para a modernidade na aplicação da Tecnologia da Informação à Construção Civil*. In: Edison Ferreira Pratini; Eleudo Esteves de Araujo Silva Junior. (Org.). *criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto*. 1ed. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2012, p. 25-62.
- [3] GARIBALDI, B. C. B. *Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM*. Plataforma Sienge, 8 de janeiro 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>. Acesso em: 15 out. 2022
- [4] KOUTAMANIS, A. *Dimensionality in BIM: Why BIM cannot have more than four dimensions?* Automation in Construction, Volume 114, 2020.
- [5] ALVES, K. M.; ANTONIO, D. F.; CONDE, K. M.; JESUS L. A. N. *Estudo de caso de implementação e compatibilização em BIM*. VI SBQP, Uberlândia, 2019.
- [6] MATTOS, A. D. *Planejamento e controle de obras*. São Paulo: Pini, 2010.
- [7] COSTA, C. F; FERREIRA, E. de A. M. *Projeto de canteiro de obras com o auxílio de ferramentas BIM*. In: 2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, UNICAMP, 2., 2019, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.getec.eng.ufba.br/wp-content/uploads/2019/09/120-1569-1-PB.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022
- [8] ELSHEIKH, A. *Construction workspace management using 4D BIM*. AIP Conference Proceedings 2559, 040010, 2022.
- [9] CAMELO, M. de O.; BARBOZA F. L.; SILVA, V. A. de A.; MENEZES, G. L. B. B. de *BIM 4D: Previsão de fases da obra*. X Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2015.
- [10] PEREIRA, D. M.; FIGUEIREDO, K. *O impacto da metodologia BIM na elaboração de orçamentos em projetos*

- de obras civis*. Revista Boletim do Gerenciamento, 2020.
- [11] FRENCH, S. S.; KHANZODE, A. *3D and 4D modeling for design and construction coordination: Issues and lessons learned*. Journal of Information Technology in Construction, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238238688_3D_and_4D_modeling_for_design_and_construction_coordination_Issues_and_lessons_learned. Acesso em: 11 out. 2022
- [12] MATIPA, W. M. *Total cost management at the design stage using a building product model*. Faculty of Engineering, Department of Civil and Environmental Engineering of National University of Ireland, Cork, 2008.
- [13] EASTMAN, C.; SACKS R.; LEE G.; TEICHOLZ P. *Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores*. Bookman, Porto Alegre, 2014.
- [14] AZEVEDO, O. J. M. de *Metodologia BIM – Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras*. Universidade do Minho, 2009.
- [15] CANDIDO, M. R. N. *A tecnologia BIM como ferramenta para levantamento de quantitativos*. Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Colegiado do Curso de Engenharia Civil, Salvador, 2013.
- [16] BRITO, D. M. de; FERREIRA E. de A. M. *Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out. / dez. 2015.
- [17] KOO, B.; FISCHER, M. *Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction* Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 126, Issue 4, July 2000
- [18] PEREIRA, E.; DAMAS, T. de S. *Levantamento de quantitativos de materiais: comparativo entre BIM e método tradicional por CAD*. Rev. Maiêutica, vol. 3-n. 01, no. 47, p. 43-53, 2017.
- [19] EASTMAN, C. et al. *BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. 2 nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
- [20] LATREILLE D.; SHEER S. *Análise de quantitativos provenientes de um modelo BIM para adequação ao processo orçamentário das empresas de construção civil*. 2021

7. Anexos e Apêndices

ANEXO A

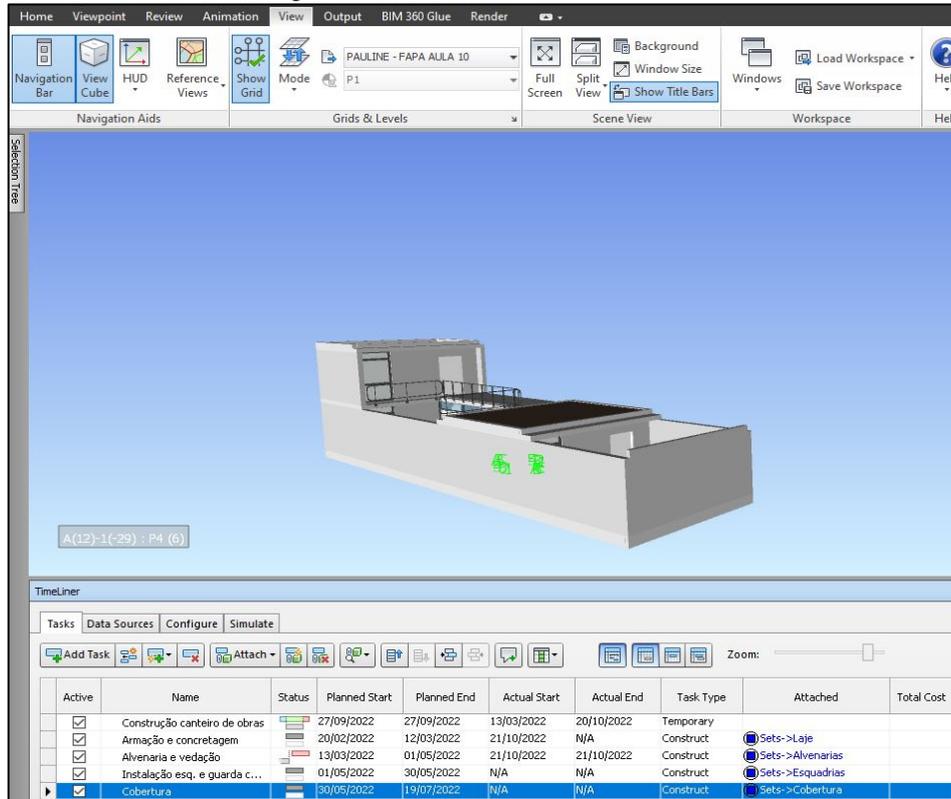
Cronograma elaborado no software Microsoft Project.



Fonte: Autoria própria

ANEXO B

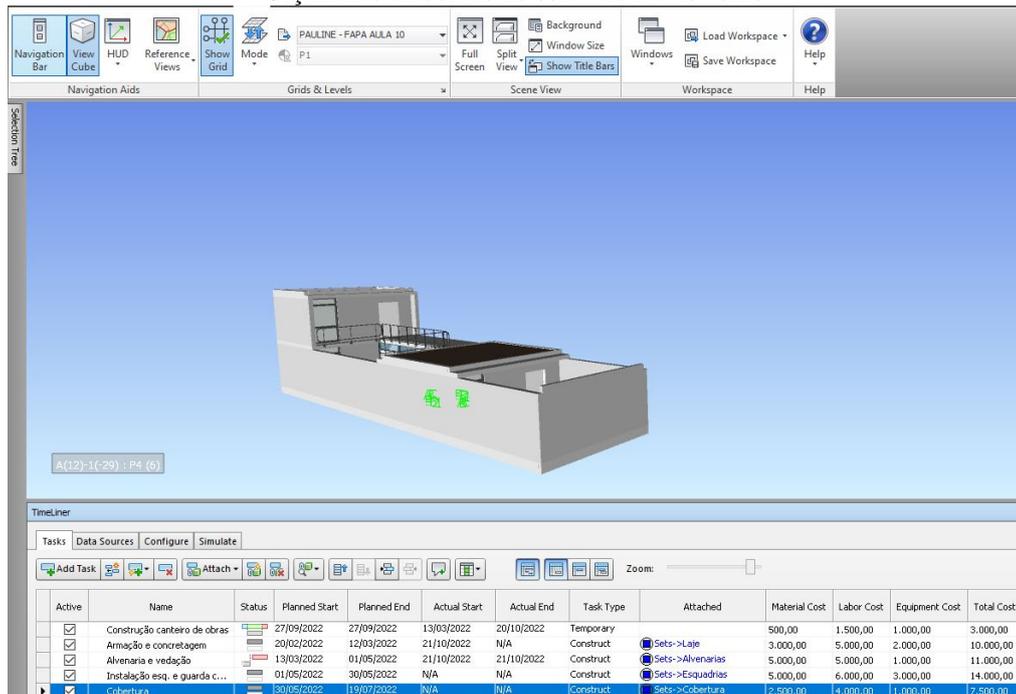
Cronograma elaborado no software Navisworks.



Fonte: Autoria própria.

ANEXO C

Orçamento elaborado no software Navisworks.



Fonte: Autoria própria.