

CONTROLE DE CRONOGRAMA DE OBRA UTILIZANDO UM MODELO BIM 4D

Rafael Santos Freitas¹

Marcelo Rodrigo de Matos Pedreiro²

RESUMO: Em uma era primordialmente digital, o setor da construção civil não poderia sobreviver sem almejar novas ferramentas, e dentre essa evolução, era preciso encontrar uma nova forma de realizar projetos e planejamentos de execução de obras, surgindo assim o *Building Information Modelling* (BIM) associada ao Planejamento e Controle de Obra (PCO). Por meio, dessas tecnologias é possível analisar e controlar os tempos de construção, pois há uma integração dos multiprofissionais envolvidos, que utilizam cronogramas para coordenar e planejar todas as atividades estabelecidas no projeto e no processo de construção da obra, até a sua finalização. Neste íterim os projetistas podem solucionar de forma rápida e satisfatória qualquer problema referente a construção, obtendo vantagens importantes, entre elas a redução do tempo, detecção de imprevistos ou erros de execução que possam comprometer a construção. No mercado é possível encontrar inúmeros *softwares* que permitem realizar este monitoramento, independente de qual será utilizado, é necessário que os profissionais imprimam na obra boas práticas de gerenciamento de pessoas e projetos. Com foco nessa importância, o trabalho terá como objetivo discorrer sobre os principais elementos da quarta dimensão do BIM 4D, apresentando o seu conceito, a sua aplicabilidade no planejamento por meio da dimensão 4D, bem como, os usos e os benefícios apresentados por essa ferramenta.

362

Palavras-chave: Building Information Modelling. Dimensão 4D. Execução de obras. Softwares.

ABSTRACT: In a primarily digital era, the civil construction sector could not survive without aiming for new tools, and among this evolution, it was necessary to find a new way of carrying out projects and planning the execution of works, thus arising the *Building Information Modelling* (BIM) associated to Work Planning and Control (PCO). Through these technologies, it is possible to analyze and control construction times, as there is an integration of the multidisciplinary professionals involved, who use schedules to coordinate and plan all activities established in the project and in the construction process of the work, until its completion. In the meantime, designers can quickly and satisfactorily solve any problem related to construction, obtaining important advantages, including time reduction, detection of unforeseen events or execution errors that could compromise construction. In the market it is possible to find numerous software that allow this monitoring to be carried out, regardless of which one will be used. Focusing on this importance, the work will aim to discuss the main elements of the fourth dimension of BIM 4D, presenting its concept, its applicability in planning through the 4D dimension, as well as the uses and benefits presented by this tool.

Keywords: Building Information Modelling. 4D Dimension. Execution of works. Softwares.

¹Cursando Engenharia Civil 10º Período, Universidade Brasil.

² Orientador do Curso de Graduação Em Engenharia Civil — Universidade Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o setor da construção civil vem evoluindo constantemente, forjando os profissionais da área a se manterem em constante evolução, atentos as novas ferramentas, exemplo disso, a utilização da metodologia *Building Information Modelling* (BIM), a qual permite clareza nos projetos e em seus componentes, bem como, de todos os agentes envolvidos no projeto, auxiliando assim na tomada de decisões, reduzindo riscos e potenciais erros (ÁLVARES et al., 2019).

A coleta e disseminação precisa dos dados melhoram a produtividade e a qualidade do processo de construção. Graças à implementação do BIM na infraestrutura, é possível maximizar os benefícios (BIOTTO et al., 2015).

O BIM permite avaliar criteriosamente todos os processos de produção e gestão da informação em todo o ciclo de vida da obra. As aplicações utilizam o BIM como um repositório dinâmico para integração da informação da construção (FIOCRUZ, 2020).

A tecnologia BIM, permite uma visão detalhada do projeto, simplificando-o, vez que todos os profissionais envolvidos inserem informações relacionadas ao seu trabalho em um projeto conjunto, reduzindo erros e possíveis conflitos no decorrer da construção. O BIM pode ajudar os usuários a acessar e usar apenas informações relevantes para realizar suas tarefas e operações (CONTE, 2014).

O BIM melhora a produtividade para todos os profissionais envolvidos, os quais consideram a tecnologia BIM como uma das melhores inovações nos quesitos produtividade, proporcionando maior retorno sobre o investimento, pois favorece a economia do tempo e dos custos finais da obra. A visão abrangente do projeto, com informações atualizadas, gera relatórios personalizados em todos os momentos, esclarecendo quaisquer dúvidas que possam acontecer (EASTMAN, 2014).

Além disso, ao gerenciar todas as informações e recursos necessários do projeto de construção, obtém-se uma base confiável na tomada de decisões importantes durante a oferta, execução ou manutenção do edifício. Este método colaborativo permite uma abordagem correta de questões importantes, como ligações urbanas, custos de construção, manutenção e eficiência energética (KLEIN, 2018).

No trabalho de Gonçalves Júnior (2023), o autor salienta sobre a importância em não confundir a definição e a utilização do BIM, visto que este não se trata apenas de um sistema ou ferramenta de modelação tridimensional, não é apenas um software, mesmo que este apresente os aspectos tridimensionais, deve ser entendido pela sua capacidade em gerar

objetos paramétricos, ou seja, sua utilização permite uma percepção prévia de possíveis interferências ou situações de manutenção, esses benefícios acontecem por meio do cronograma e dos orçamentos previstos sendo devidamente respeitados (GONÇALVES JUNIOR, 2023).

A aplicação das durações estimadas produz um cronograma das diferentes atividades. Tendo o cronograma, é possível analisar, se os prazos totais e parciais são cumpridos, alocação de recursos para cada tarefa, atividades críticas etc., mostrando-se extremamente eficaz para os profissionais da construção civil (KLEIN, 2018).

2.OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é discorrer sobre os principais elementos que envolvem o controle de cronograma de obra, por meio de um modelo Bim 4D.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Os primeiros recursos de produção de projetos usados eram simplesmente papel e lápis. Conforme o desenvolvimento tecnológico, iniciou-se, na década de 1980, o uso de computadores que agilizaram o processo de desenho e permitiram a documentação eletrônica de projetos, que transformou o trabalho intenso de desenho a mão em uma maneira muito mais eficiente de produzir projetos em 2D com ajuda de *softwares*, como o AutoCAD (SAEPRO-UFRGS, 2023).

Em meados da década de 70, observou-se a necessidade de agregar informações as linhas criadas por *softwares*, ou seja, no Desenho Assistido por Computador (*Computer Aided Design - CAD*), que haviam sido desenvolvidos vinte anos antes, inicialmente criado como auxiliar no desenvolvimento de projetos relacionados à rede elétrica (GONÇALVES JUNIOR, 2023).

Mais especificamente no ano de 1974, Charles M. Eastman, popularmente conhecido como Chuck Eastman, acadêmico do Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos, auxiliado por uma equipe de estudiosos do assunto, desenvolveram o conceito do (*Building Description System* ou Sistema de Descrição da Construção), cujo escopo era comprovar que as descrições de uma obra, baseadas em *softwares* computacionais, poderiam replicar ou melhorar os pontos fortes desses desenhos, auxiliando eficazmente a elaboração, construção e operação, eliminando a maioria das fraquezas do projeto (EASTMAN et al., 2014).

O CAD, serviu de base para a criação de diversas ferramentas tecnológicas utilizadas na área da construção civil (GONÇALVES JUNIOR, 2023).

A origem do BIM é vinculada ao RUCAPS (*Riyadh University Computer Aided Production System*) um sistema de projeto assistido por computador (CAD), que por sua vez, foi desenvolvido para uso de arquitetos e profissionais da construção civil, no ano de 1986, sendo este considerado um precursor do BIM, um sistema que rodava em minicomputadores da *Prime Computer and Digital Equipment Corporation* (DEC). Seu conceito seria baseado no *Three-dimensional Input and Visualization*, ou seja, estabelecendo características e argumentos que compõem o BIM, através da modelagem tridimensional, banco de dados relacionais, componentes inteligentes e paramétricos na fase temporal dos processos de construção (NUNES, 2013).

A Graphisoft desenvolveu o software ArchiCAD visando criar modelos virtuais de edifícios (*virtual building models*), baseado na ideia de BIM. No entanto, foi somente no ano de 2008, em um evento chamado BIMStorm, realizado em Los Angeles (EUA), batizado de “Woodstock da Engenharia”, iniciou-se em todo o mundo a difusão da tecnologia BIM (FIOCRUZ, 2023).

Atualmente, o *Building Information Modelling* é o processo de produção que envolve o modelo 3D, o qual possui inteligência, geometria e informação. O BIM permite todos os integrantes envolvidos a trabalhar de maneira colaborativa acessando e atualizando os projetos, fazendo que as informações sejam consistentes e coordenadas (SAEPRO-UFRGS, 2023).

3.1 Conceito do BIM

De acordo com Brito (2014), há variados conceitos de *Building Information Modelling*, entretanto é preciso frisar que estes são similares ou complementares, por isso, antes de gerar um conceito de BIM, deve-se recorrer ao significado de cada letra, sendo assim: *Building* (Construção); *Information* (Informação); *Modeling* (Modelagem). Não se trata apenas de um software ou um projeto, na verdade é uma mentalidade que contribui com processo de construção virtual (Figura 1), uma simulação do que se pretende construir, uma ferramenta capaz de oferecer recursos e suportes nas diferentes etapas do projeto, permitindo um controle de todo o projeto, com a colaboração de todos os profissionais envolvidos.

Um detalhe interessante apresentado pelos modelos 3D, é que todas as informações contidas nele encontram-se integradas, permitindo que ao realizar uma alteração (correção),

acarrete modificações no modelo geral, como por exemplo, o diâmetro de uma tubulação, automaticamente tudo será atualizado (PACI, 2023).

Outro conceito sobre o BIM, dado pela *Building Smart*, Organização Mundial de desenvolvedores de tecnologia para o setor de construção, define a metodologia como, uma representação digital das características físicas e funcionais da edificação, permitindo uma integração de forma sistêmica e transversal das diversas fases do ciclo de vida de uma obra, permitindo um gerenciamento eficaz de todas as informações que encontram-se disponíveis no projeto, criando uma base confiável para todas as decisões a serem realizadas no ciclo de vida da obra, o que inclui dizer desde a primeira concepção até demolição. Mediante tais conceitos é possível identificar que todos eles possuam similaridades decorrentes da representação do modelo virtual, permitindo a interação com o intuito de assegurar a execução da obra com extrema eficiência (GONÇALVES JUNIOR, 2023).

Figura 1. Processo de construção virtual



Fonte: PACI Projeto, 2023.

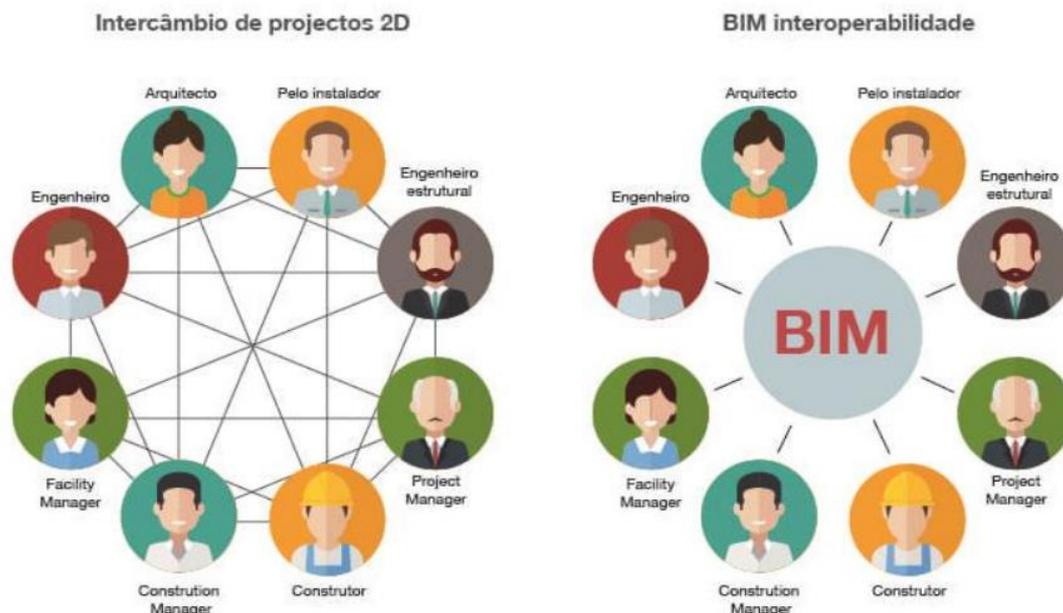
A interoperabilidade é a capacidade de compartilhar dados no sistema, onde todos os usuários poderão ter acesso e usufruir dos mesmos. Ou seja, uma forma aberta e comum para os usuários de diferentes programas poderem compartilhar suas partes do projeto deixando todos cientes do que está sendo feito.

Como pode-se observar na Figura 2, a presença e utilização da interoperabilidade em um software é de extrema importância, uma vez que irá auxiliar os projetistas e usuários de todos os setores a identificar dados de outras áreas mais facilmente e com maior eficácia. Dessa forma, podem ser evitados erros que passariam despercebidos caso a informação fosse transmitida via papel ou em um diálogo.

Um dos principais *softwares* que utilizam a tecnologia BIM, é o Synchro Pro, o qual possui a funcionalidade 4D, permitindo que seus usuários, se comuniquem, planejem e

gerenciem as atividades, por meio dele é possível encontrar e reduzir riscos no decorrer da execução do projeto (GUIMARÃES, 2019).

Figura 2. Interoperabilidade BIM.



Fonte: BibLus, 2017.

Trata-se de uma plataforma reconhecida pela ótima interoperabilidade, ou seja, ela propicia uma ótima relação entre os profissionais envolvidos no projeto, propiciando uma multidisciplinaridade, entre os pontos positivos, está a ode-se citar ainda a redução de perdas significativas no processo de transferência de dados para o software. Oferecendo uma análise completa dos possíveis cenários, bem como na elaboração de relatórios identificando as atividades, as áreas de trabalho, os equipamentos, customização e animação 4D (GUIMARÃES, 2019).

O conceito BIM é composto por diversas camadas de informações, que no decorrer da execução do projeto são apresentadas de forma sistemática, podendo ser manipuladas no tempo certo e de forma correta e eficaz, desde a criação até o retrofit (demolição cuidadosa de edificações) ou demolição. As características físicas da obra são apresentadas por sua geometria, enquanto as demais informações são funcionais e agregadas a ela. Como salientado, a disponibilização dessas informações tem como escopo integrar todos os profissionais e mantê-los interligados por todas as fases (GONÇALVES JUNIOR, 2023).

No Brasil o BIM se tornou uma realidade a partir de 2007, inicialmente mesmo havendo inúmeros motivos para a sua utilização, não houve tanto interesse sobre o assunto no mercado da construção civil, pois era visto como uma ferramenta de custo elevado,

associada a ausência de bibliotecas nacionais (falta de parâmetros e dados utilizados nas simulações, cálculos e decisões de projeto) (CREA-AL, 2017).

Entretanto, essa realidade vem sendo constantemente mudada, visto que a cada dia mais profissionais da construção civil brasileira, adotam essa ferramenta, muito se deve ao incentivo do Governo Federal, que em 2020 sancionou o “Decreto BIM” (Decreto n.º 10.306/2020), estabelecendo a obrigatoriedade dessa metodologia para diversos tipos de obras no país. “O decreto determina o uso obrigatório do BIM para a execução de obras e serviços de engenharia realizados, direta ou indiretamente, pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal” (INBEC, 2023).

A implementação do decreto estabelece que empresas privadas, ao participarem de licitações de obras ou qualquer serviço de engenharia financiado por órgãos governamentais, devem utilizar o BIM, atendendo todas as especificações previstas no decreto. O Decreto, foi dividido em três etapas, em janeiro de 2021, apenas a primeira parte do BIM para obras públicas passou a vigorar (PINHEIRO, 2022).

A segunda fase está prevista para janeiro de 2024, irá trazer a aplicação do BIM tanto na execução direta ou indireta dos projetos de arquitetura e de engenharia, bem como obras, para construções novas, quanto reformas, ampliações ou reabilitações, sendo estas consideradas de enorme relevância na disseminação da metodologia do BIM. É uma fase que irá abranger além dos elementos previstos na fase anterior, irá incluir o orçamento, planejamento de execução, atualização do modelo e das informações determinadas *built* “como construído” (INBEC, 2023).

Por fim, a terceira fase tem previsão para janeiro de 2028, por meio da inclusão da aplicação do BIM em projetos arquitetônicos e de engenharia. Seu objetivo é incluir os elementos utilizados nas duas outras fases, adicionando os serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento na sua pós-construção (AMESTRO-SI, 2023).

Salienta-se que participarão de todas as fases o Ministério da defesa, através do Exército Brasileiro e da Marinha do Brasil, o Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, por intermédio das atividades coordenadas e executadas pela Secretaria Nacional de Aviação Civil e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Programas Piloto). Os citados órgãos e entidades irão definir, pela via administrativa, quais as características e elementos dos empreendimentos serão abrangidos pela estratégia BIM-BR, determinando também quais serão considerados de média e de grande relevância para a disseminação dessa metodologia (INBEC, 2023).

O governo federal, representado pelo Ministério da indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), e outras seis pastas, lançarão a Estratégia Nacional para Disseminação do BIM. A modelagem BIM, deve ser vista como um conjunto de práticas, processos e tecnologias que terão como escopo aprimorar as práticas do setor, beneficiando consequentemente os contratantes e toda a cadeia de produção. No processo de elaboração participaram também os ministérios do Planejamento, da Ciência e Tecnologia, das Cidades, da Defesa, Casa Civil e Secretaria Geral da Presidência da República (AMESTRO-SI, 2023).

Consoante a AMESTRO-SI, associação dos servidores do INMETRO, o BIM, deve ser visto como um novo paradigma direcionado a construção civil, podendo revolucionar os índices de produtividade, ao reduzir custos, há o aumento da participação do setor da construção civil no Produto Interno Bruto (PIB). No Brasil a adoção do BIM, pode ser considerado um novo paradigma, o qual oferece maior transparência às licitações e a execução de obras públicas, visto que essa ferramenta, possibilita o levantamento de quantidades, estimativas de custos e a realização de diversas análises, entre elas: energética, acústica, estrutural etc., antes de realizar a efetiva execução da obra, portanto é possível antecipar e prevenir problemas, refazendo o planejamento e suas especificações técnicas (AMESTRO-SI, 2023).

Reforçando essa premissa, Pinheiro (2022), afirma que a modelagem BIM, permite otimizar os orçamentos, harmonizando as diferentes fases da mesma obra, via cumprimento de prazos, acarretando assim maior credibilidade aos projetos.

3.2 A utilização do BIM e seus benefícios

De acordo com Matsui (2017), os principais *softwares* de BIM 4D são: Autodesk (Navisworks); Synchro software (Synchro PRO); Innovaya (Visual Simulation); Trimble Inc. (Vico Software); Bentley (ConstructSim Planner). Estes permitem que a ferramenta BIM possa ser usada para as seguintes finalidades: Visualização renderizada em 3D; Fabricação e desenho de peças; Identificação de interferências entre projetos; Planejamento e sequenciação da obra (BIM 4D); Produção de orçamento (BIM 5D); Análise de energia (BIM 6D); Gestão de Instalações - Facility management (BIM 7D).

Baia (2015) e Matsui (2017), elencam em seus trabalhos os diversos benefícios associados a utilização do BIM, entre eles: redução de erros; melhor colaboração entre as partes envolvidas; melhoria na imagem da empresa; redução de retrabalho; redução de custos

da construção; melhor controle de custo/ previsibilidade; redução do tempo de duração total da obra; melhoria na segurança na obra; redução do tempo dos fluxos de trabalho; melhor entendimento do projeto pelo cliente; melhor qualidade de dados/informações; melhor visualização do projeto.

Estudos comprovam que obras que utilizam diagramas de Gantt para o planejamento de obras, não são capazes de considerar aspectos espaciais e particularidades das etapas de construção, dificultando a tomada de decisões, que eventualmente são baseadas em documentos inconsistentes, sem o nível de detalhe necessário (BIOTTO et al., 2013; EASTMAN et al., 2014).

Um cenário que destaca um dos maiores problemas do setor da construção civil, visto que o acesso a informações corretas, identificadas no lugar correto e no momento necessário, são capazes de condicionar o processo de execução da obra, representando um fator fundamental para obter qualidade, confiabilidade e eficácia (SILVA et al., 2019).

Os processos de Planejamento e Controle de Obras (PCO), são considerados processos complementares responsáveis por subsidiar o cumprimento do custo, bem como, o prazo e a qualidade esperada na obra. Portanto, possui uma influência direta na produtividade a ser obtida no canteiro de obras, visto que as informações que são provenientes destes documentos devem ser interpretadas como elementos primordiais de causa e efeito, sendo associados a produtividade, a desperdícios de materiais e mão-de-obra, promovendo uma baixa qualidade no produto (BRITO e FERREIRA, 2015).

Os autores Silva et al., (2019) salientam que o método convencional reproduzir cronogramas é baseado no Método do Caminho Crítico (*Critical Path Method - CPM*) e Cadeia Crítica (*Critical Chain - CC*), os quais são fundamentados pela associação encadeamento das tarefas de construção, com o tempo necessário para realizá-los, alocando os recursos necessários.

É importante dizer que por mais que existam ferramentas que auxiliem no método tradicional de produzir cronogramas de obra, estes ainda são muito dependentes de processos manuais, necessitando assim de mais tempo para que ocorra a retroalimentação das novas informações, as quais são necessárias para realizar as revisões do projeto, por isso, são consideradas informações de baixa qualidade, tornando os planejamentos inconsistentes, como consequência há elevação de custos e prazos (CONTE, 2014).

O setor da indústria da construção civil enfrenta outra dificuldade decorrente da visualização e interpretação de cronogramas resultantes dos métodos tradicionais. Ou seja,

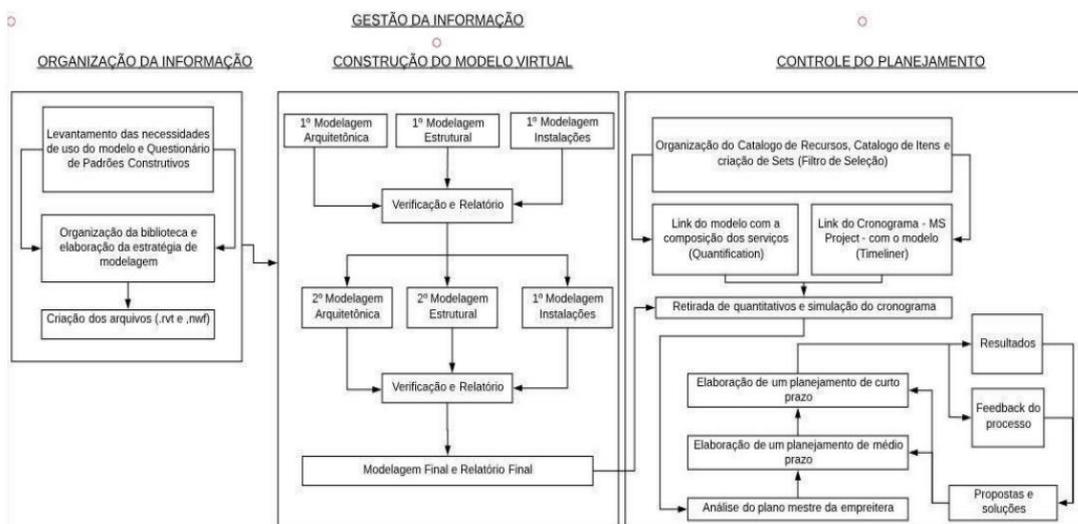
o cronograma proveniente do método tradicional, por ser um documento unidimensional, gera uma visualização e interpretação abstrata para os trabalhadores envolvidos no processo da construção. Pois há, uma fragmentação dos processos e fluxos de informação, que se torna um problema presente no setor, visto que a documentação dos projetos se torna incompatíveis, favorecendo tomadas de decisões equivocadas devido a uma falta de integração na comunicação entre os profissionais (BRITO e FERREIRA, 2015).

No Brasil existe uma carência de investimentos em tecnologia principalmente no setor construtivo, o que impede a última otimização na qualidade das informações que alimentam projetos e processos de PCO. Porém no momento utilização do BIM, que tem sido proposto como uma possível solução tecnológica a todos os problemas salientados. Quando o BIM é associado ao PCO, deve-se utilizar o termo BIM 4D ou modelagem 4D (CBIC, 2016; SILVA et al., 2019).

Para entender o objetivo do PCO é fundamental adentrar as discussões relacionadas a quarta dimensão do BIM. Essa modelagem deve ser definida juntamente com a integração aos modelos 3D (dimensão temporal), resultando assim em cronogramas com maior efetividade e controle de prazos (FIOCRUZ, 2023).

Os benefícios evidenciados pela utilização do BIM 4D são possíveis devidos à uma conexão entre as dimensões espaciais e temporais, que são promovidas por meio da visualização em modelos 3D como a simulação sequencial das atividades da obra, induzindo assim a confiabilidade em seus cronogramas (figura 3), assim como melhor a gestão de comunicação (SILVA et al., 2019).

Figura 3. Fluxograma do controle de cronograma.



Fonte: Klein, 2018.

É preciso que se estabeleça um fluxo de trabalhos que evite retrabalhos, para isso é necessário a etapa da pré-modelagem, para haver assim, uma estruturação da informação a ser utilizada. A utilização da metodologia BIM, vem ganhando cada vez mais destaque devido à utilização de informações transparentes para todos os Stakeholders³, por meio de um formato visual, facilmente compreendido. Há dois elementos no núcleo do BIM, o primeiro reside na eficiência do armazenamento, ou seja, o objetivo é possibilitar a centralização da informação, mediante atualizações rápidas e eficientes, que são acessíveis a todos os profissionais envolvidos, reduzindo assim, desperdícios, pois há redução de tarefas e documentações. O segundo elemento, é a visualização, todos os softwares BIM podem representar uma construção do modelo tridimensional (KLEIN, 2018).

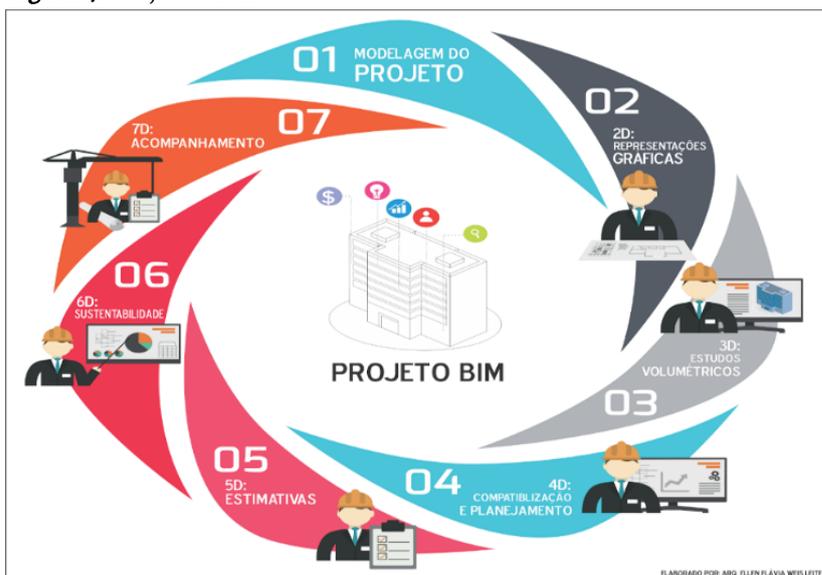
As diversas definições do BIM não podem ser vistas apenas como um simples modelo tridimensional da obra, na realidade representa o potencial dos modelos paramétricos, a interoperabilidade dos processos por meio de sistemas de comunicação modernos. Em um documento apresentado pela (NBIMS), instituição Internacional que coordena os esforços para a facilitação da implementação de um padrão open BIM, descrevendo Building Information Modelling deve ser considerada como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma obra, sendo utilizada como um recurso compartilhado dotado de conhecimento sobre o empreendimento, e considerando-se como uma fonte confiável de tomada de decisões em todos os ciclos da construção (NBS, 2018).

3.3 Planejamento por meio da dimensão 4D

Como demonstrado até aqui o planejamento e o controle são considerados como os principais aspectos gerenciais de uma obra, visto que são responsáveis pelos orçamentos, compras e a comunicação entre os profissionais envolvidos, promovendo a gestão de pessoas e a qualidade da construção. Ao realizar o planejamento, deve ser estabelecidos objetivos, definindo bem, quais serão os procedimentos para alcançá-los, e para que estes sejam eficientes e necessário o controle total do projeto, que será feito por meio da priorização de determinadas atividades como acompanhamento da realização de todos os serviços, permitindo uma comparação entre o desenvolvimento *in loco* e a linha de base estabelecida pelo planejador (GUIMARÃES, 2019). Na figura quanto é possível visualizar um modelo de projeto com a metodologia BIM.

³ Stakeholders são todas as pessoas, empresas ou instituições que têm algum tipo de interesse na gestão e nos resultados de um projeto ou organização, influenciando ou sendo influenciadas – direta ou indiretamente – por ela.

Figura 4. Projeto Bim.



Fonte: Cadbimoz, 2023.

Com o cronograma é possível prever riscos e identificar pontos críticos, situações recorrentes em obras, as quais geram atrasos nos prazos de entrega e estouro do orçamento, prejudicando o sucesso do empreendimento. Estudiosos afirmam, que o projeto deve ser baseado em três vertentes (tempo, qualidade e custo), juntas compõe o “triângulo de gestão de projeto”, sendo assim, não é possível haver alteração em uma vertente, sem que as demais sejam influenciadas (COELHO, 2017; ÁLVARES et al., 2019).

373

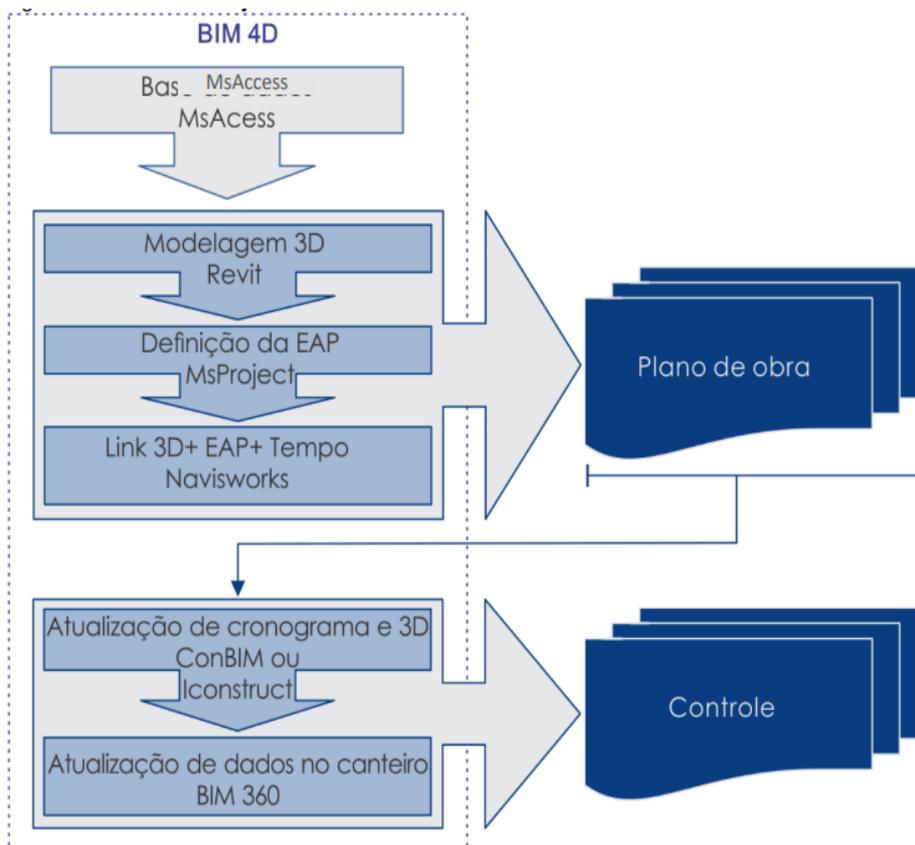
Seguindo a lógica, a quarta dimensão encontra-se relacionada com o planejamento no canteiro de obras através da adição de um novo elemento: o tempo. A possibilidade de programar os dados ajuda na identificação de quanto tempo deve ser disponibilizado para a conclusão do projeto e em como este irá evoluir. As informações são capazes de fornecer detalhes mediante o tempo necessário para instalação ou construção, determinando o período necessário para tornar o projeto operacional (RESENDE, 2020).

A capacidade de administrar o tempo representa um ponto fundamental no planejamento da obra. Em seu trabalho, Álvares et al., (2019), afirmaram que a utilização de métodos tradicionais, como gráficos de Gantt e Diagrama Pert, ao serem utilizados nesse setor, apresentando limitações e questões críticas, entre elas: perda de dados entre as equipes, falta de comunicação entre os gestores e fornecedores, necessidade de colocação precisa de materiais no canteiro na execução do trabalho.

Estes aspectos seriam apenas uma parte dos diversos motivos que geram atrasos e ineficiências, os quais como consequência exigem revisão de tudo o que foi planejado até o momento. Sendo assim, as informações relacionadas ao tempo de um elemento específico

devem incluir informações sobre o período a ser gasto para a sua instalação ou construção, analisando consecutivamente as dependências entre outras áreas do projeto (OLIVEIRA e FABRÍCIO, 2020). Na figura 5 visualiza-se um modelo de planejamento e controle de obras por meio da metodologia BIM 4D.

Figura 5. Processo de Planejamento e Controle de obra com BIM.



Fonte: SILVA et al., (2019).

A possibilidade de aprimorar o planejamento e a programação deste, bem como uma coordenação otimizada entre os profissionais envolvidos, auxilia na detecção precoce de erros e conflitos do início ao fim da obra, contribuindo assim como a eficiência e a confiabilidade no projeto proposto, estão intimamente associados ao BIM, especificamente no emprego da dimensão 4D (GARIBALDI, 2023).

CONCLUSÃO

A quarta dimensão, no caso da metodologia BIM, refere-se à análise e controle dos tempos de construção. Nesse processo, o modelo 3D é vinculado às informações relacionadas ao tempo e à programação das atividades, para obter uma representação completa da execução do trabalho. O que se busca é a pré-construção ou construção virtual, ou seja, construir o projeto duas vezes, uma vez de forma simulada para avaliar e refinar o

cronograma proposto, identificando falhas ou deficiências, para depois passar para a construção física, tendo resolvido o maior número de problemas ao longo do caminho.

Na sua fase inicial de maturidade, a aplicação do *Building Information Modelling* limitou-se à obtenção de um modelo tridimensional único do edifício ou ativo, no qual todas as disciplinas envolvidas no projeto pudessem ser integradas, incorporando não só elementos geométricos (como no CAD tradicional), mas também dados reais associados às propriedades de cada um dos objetos que fazem parte da obra. Isto foi possível e continua a ser, trabalhando num único modelo ou múltiplos modelos, implicando a vantagem de poder avaliar, via software, a interação entre os diferentes subsistemas, identificando conflitos ou interferências, gerindo-os antes mesmo do início dos trabalhos de construção.

Veza que esses aspectos foram dominados, era apenas uma questão de tempo até que surgissem novas ferramentas que nos permitissem aproveitar todos os dados contidos no modelo do trabalho para dar-lhe novos usos e resolver muitos dos problemas enfrentados ao longo do ciclo de execução do projeto.

Atualmente o BIM é usado para uma multiplicidade de propósitos, digitalizando e automatizando tarefas que até pouco tempo atrás só podiam ser trabalhadas isoladamente, por equipes de especialistas que geravam informações desconectadas e não necessariamente utilizáveis por todas as partes interessadas. Assim, nos últimos anos passamos de um esquema tridimensional, para falar de sete até dez dimensões que podem ser cobertas pela aplicação dessa metodologia de trabalho colaborativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, J. S.; COSTA, D. B.; BARBOSA, A. S. Proposta de método para monitoramento visual sistemático do progresso de obras baseado em mapeamentos 3D por VANT e BIM 4D. *Revista Técnico Científica do CREA-PR*, v. 16, p. 01-13, 2019.

ASSOCIAÇÃO DOS SERVIDORES DO INMETRO. AMESTRO-SI. **Governo federal lança estratégia para promover inovação na indústria da construção.** 2023. Disponível em: <https://asmetro.org.br/portalsn/2018/05/17/governo-federal-lanca-estrategia-para-promover-inovacao-na-industria-da-construcao/>. Acesso em março de 2023.

BAIA, D. V. S. **Uso de Ferramentas BIM para o Planejamento de Obras da Construção Civil.** 2015. 117f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BIOTTO, C.N.; FORMOSO, C.T.; ISATTO, E.L. Uso de modelagem 4D e *Building Information Modelling* na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96, 2015.

BIBLUS. IFC e BIM: IFC, o que é e para que serve? Qual é a ligação com o BIM? 2017. Disponível em: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/ifc-o-que-e-e-para-queserve-qual-e-a-ligacao-com-o-bim/>. Acesso em março de 2023.

BRITO, D.M. Modelagem 4D aplicada ao planejamento e controle de obras. 84f. Monografia. Engenharia Civil. Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2014.

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. DOI:

CADBIMOS. BIM e suas dimensões. Disponível em: <http://cadbimos.com/bim-e-suas-dimensoes/>. Acesso em março de 2023.

CREA-AL. BIM no Brasil: Conheça mais sobre a nova tecnologia. 2017. Disponível em: <http://www.crea-al.org.br/2017/04/o-bim-no-brasil/>. Acesso em março de 2023.

COELHO, K.M. A Implementação e o Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura. 289 f. Dissertação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CONTE, Eduardo J. Tecnologia BIM: Aplicação no controle da execução de obras na construção civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

EASTMAN, C. et al. Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

376

FUNDANÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). A tecnologia BIM e seus benefícios para a construção civil. Disponível em: <https://www.cogic.fiocruz.br/2020/05/a-tecnologia-bim-e-seus-beneficios-para-a-construcao-civil/>. Acesso em março de 2023.

GOES, R. H. D. T. E. B. D.; SANTOS, E. T. Compatibilização de Projetos: Comparação entre o BIM e CAD 2D. In: Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, V, 2011, Salvador, Bahia. **Anais...** Salvador, 2011.

GARIBALDI, B.C.B. Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>. Acesso em março de 2023.

GUIMARAES, C.M. Utilização do BIM 4D na construção civil. 2019. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso. Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2019.

INBEC. O que já foi implantado e o que ainda falta entrar em vigor no Decreto BIM para obras? Disponível em: <https://inbec.com.br/blog/o-que-ja-foi-implantado-que-ainda-falta-entrar-vigor-decreto-bim-para-obras>. Acesso em março de 2023.

KLEIN, P.H. **Controle de cronograma de obra utilizando um modelo BIM 4D. Trabalho de conclusão de curso.** 123f. Dissertação. Curso de Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Catarina. Engenharia Civil. Florianópolis, 2018.

MATSUI, A.G. **Aplicação do BIM 4D para a otimização do cronograma físico de uma obra.** 71f. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás. Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Goiânia, 2017.

NATIONAL BIM STANDARD (NBS). **Estrutura do Projeto – Tetralogia do BIM.** 2018. Disponível em: <http://www.nationalbimstandard.org/tetralogyofbim>. Acesso em março de 2023.

NUNES, A.M.M. **Planejamento de obras com modelagem da informação da construção (BIM).** Salvador, 2013.

OLIVEIRA, R. J. G. F.; FABRICIO, M. M. Modelagem paramétrica de edifícios do campus da USP São Carlos: documentação e manutenção. **Anais.** São Paulo: USP/Pró-Reitoria de Pesquisa, 2018.

PACI PROJETOS. **O que é BIM?** Disponível em: <http://paci.com.br/bim/o-que-e-bim/>. Acesso em: 2023.

PINHEIRO, I. **Decreto BIM: Serei Obrigado a Utilizar a Metodologia?** Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/decreto-bim-serei-obrigado-a-utilizar-a-metodologia/>. Acesso em março de 2023.

REIS, C.J.L.; SEIXAS, R.M.; SILVA, G.B.; MAUÉS, L.M.F.; DUARTE, A.A. Identificação das causas de atrasos de obras: um estudo de caso na região metropolitana de Belém – **XVI Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído** – São Paulo – 2016.

RESENDE, João Vítor Siqueira. **Implementação do processo BIM aplicado ao acompanhamento de obras [Distrito Federal]** 2020. 60f. Monografia de Projeto Final. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

SAEPRO- UFRGS. **Breve histórico do BIM.** Disponível em: <https://www.ufrgs.br/saepr/saepr-2/conheca-o-projeto/breve-historico-do-bim/>. Acesso em março de 2023.

SILVA, P.H.; CRIPPA, J.; SCHEER, S. BIM 4D no planejamento de obras: Detalhamento, benefícios e dificuldades. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 10, p. e019010, 2019, ISSN 1980-6809.

SOUSA, J.P.B. **Aplicação da modelagem Bim 4D na construção civil.** 2019. 18f. Trabalho de conclusão de curso. Tese de Graduação. Instituto Federal de Educação. Ciência e Tecnologia de Goiás. Aparecida de Goiânia, 2019.