

PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA DE CANTEIROS DE OBRAS COM METODOLOGIA *BIM* - VANTAGENS, DESAFIOS E SOLUÇÕES¹

PLANNING AND LOGISTICS OF CONSTRUCTION SITES WITH BIM METHODOLOGY - ADVANTAGES, CHALLENGES AND SOLUTIONS

Victória Moro Colpo² e Ana Paula Meneghetti de Freitas³

RESUMO

A construção civil vem crescendo a cada dia e, com ela, a necessidade de novos meios e tecnologias que aperfeiçoem os seus processos. Um deles é a definição do canteiro de obras e suas mudanças através do avanço da construção, na qual podem ser utilizados recursos que facilitem a sua visualização e planejamento, como a metodologia *BIM* 4D. Por ser muito diferente dos métodos tradicionais, ainda existem desafios para a implantação do *BIM* nas empresas de construção. Dessa maneira, o presente artigo tem como objetivo apresentar os conceitos de logística, planejamento, *BIM*, *BIM* 4D e as vantagens, desafios e soluções para sua aplicação nos canteiros de obras, além de mostrar algumas imagens de canteiros modelados em *BIM*. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica através do método dedutivo. Nos estudos, verificou-se que o *BIM* traz inúmeras vantagens para diferentes áreas da construção, como a relação do que foi planejado com o executado, detecção de interferências, simulação do processo construtivo ao longo do tempo e diminuição de atrasos e custos. Porém, há pouco conhecimento sobre *BIM* e sua utilização nos canteiros de obras, já que a tecnologia *CAD* ainda é a mais utilizada entre os profissionais.

Palavras-chave: Construção Civil, Métodos tradicionais, Modelagem *BIM* 4D, Mudanças nos canteiros de obras.

ABSTRACT

Civil construction is growing every day and, with it, the need for new means and technologies to improve its processes. One of them is the definition of the construction site and its changes through the advancement of construction, in which resources that facilitate their visualization and planning, such as the BIM 4D methodology, can be used. Because it is very different from traditional methods, there are still challenges for the implementation of BIM in construction companies. Thus, this article aims to present the concepts of logistics, planning, BIM, BIM 4D and the advantages, challenges and solutions for its application in construction sites, in addition to showing some images of construction sites modeled in BIM. For this, a bibliographic search was made through the deductive method. In the studies, it was found that BIM brings several advantages for different areas of construction, such as the relationship between what was planned and what was executed, detection of interferences, simulation of the construction process over time and reduction of delays and costs. However, there is little knowledge about BIM and its use in construction sites, as the CAD system is still the most used among professionals.

Keywords: Civil Construction, Traditional methods, 4D BIM Modeling, Changes in construction sites.

1 Artigo de conclusão de especialização.

2 Aluna do curso de Especialização em Gerenciamento na Construção Civil - Universidade Franciscana. E-mail: victoria.colpo@gmail.com

3 Orientadora - Professora convidada do curso de Especialização em Gerenciamento na Construção Civil - Universidade Franciscana. E-mail: anameneghetti@gmail.com

INTRODUÇÃO

A construção civil é conhecida por ser uma das mais antigas áreas de trabalho do mundo. Com o crescimento da demanda de novas habitações, ela vem passando por grandes evoluções, como o desenvolvimento de técnicas, novas tecnologias para auxiliar as diferentes fases das obras, entre outras.

O canteiro de obras é indispensável, já que ele existe durante toda a execução da obra e sofre mudanças de acordo com a sua evolução. A Norma Reguladora NR 18 (2020) o define como “área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”.

A gestão adequada de um canteiro de obras permite melhorar aspectos econômicos e sustentáveis, já que reduz desperdícios de materiais e impactos na natureza. Por isso, o seu planejamento e logística são muito importantes e podem ser feitos através de métodos tradicionais ou de *Building Information Modeling - BIM*. Este permite modelar e adicionar informações a todos os componentes que estarão presentes nas fases do canteiro de obras e acompanhar a sua evolução.

A fim de estruturar o planejamento do canteiro de obras com o auxílio de *BIM*, pode-se utilizar a modelagem 4D. *BIM 4D* é definido como “a ligação entre o planejamento da construção com objetos 3D do projeto, possibilitando a simulação do processo construtivo que mostra como a edificação e o canteiro de obras estariam em qualquer ponto do tempo” (EASTMAN *et al.*, 2011 apud BRITO, 2014, p. 28).

Através dessa modelagem, é possível criar simulações de como ficará o canteiro nas diferentes fases da obra, as quais auxiliam na visualização de possíveis erros e no planejamento da melhor forma de alocar todos os espaços e materiais existentes.

Neste contexto, o artigo tem por objetivo comparar o uso do *BIM 4D* para planejamento e controle do canteiro de obras com métodos tradicionais, analisar os seus desafios e sugerir soluções para implementação em empresas de construção civil. Ainda, apresentar imagens de canteiros modelados em *BIM* e ferramentas que auxiliam em sua logística e planejamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração deste artigo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica através do método dedutivo, por meio da busca de textos e citações relacionados aos assuntos em livros, artigos, trabalhos de conclusão de curso, vídeos e monografias. Após a pesquisa, os materiais foram analisados criticamente e selecionados. Sequencialmente, partiu-se para as etapas de releitura, análise e escrita.

Sendo assim, o artigo apresenta expressiva importância para os profissionais da área de construção civil, pois oferece uma contribuição, por meio das análises dos desafios e das sugestões de implantação da ferramenta *BIM 4D* no planejamento e controle dos canteiros de obras, auxiliando na tomada de decisão e em melhorias futuras.

REVISÃO DE LITERATURA

CANTEIRO DE OBRAS

O canteiro de obras é o local onde se encontram todos os ambientes e materiais que serão utilizados para a construção de uma obra, sejam eles temporários ou permanentes. Também são consideradas as áreas de operação e áreas de convivência utilizadas pela equipe.

A principal finalidade de projetar um canteiro de obras é conseguir aproveitar o espaço disponível da melhor maneira, no qual os trabalhadores e equipamentos fiquem seguros e trabalhem de forma eficaz. A falta de planejamento pode causar interferências e paralisações no serviço, dificuldades na carga e descarga de materiais, gargalos de produção e ociosidade. Assim, é importante fazê-lo para reduzir riscos, tempos e custos (MATTOS, 2015 apud COSTA; FERREIRA, 2019, p. 2).

Costa Filho e Mendes (2016, p. 21) afirmam que o canteiro pode ser comparado a uma fábrica, já que ele resulta em um edifício. Assim, as fases de organização e planejamento são necessárias para se ter uma boa produção, visando a previsão de atividades e resolução de erros e imprevistos que poderão ocorrer futuramente.

Para o gerenciamento do canteiro de obras, é importante utilizar os conceitos de logística e planejamento, os quais devem estar presentes desde o início da obra e passar por todas as suas fases, visto que o canteiro sofre diversas mudanças de acordo com a evolução da construção.

LOGÍSTICA E PLANEJAMENTO DE CANTEIROS DE OBRAS

“O setor da construção civil depende diretamente do gerenciamento de informações e do fluxo de recursos, tais como pessoas, materiais e equipamentos. A gestão eficaz das atividades no canteiro de obras é indispensável ao desempenho global dos projetos de construção.” (PESSOA *et al.*, 2020, p. 4).

Formoso e Saurin (2006, p. 18) explicam que o planejamento do canteiro otimiza a utilização do espaço disponível, de forma que as movimentações de materiais, componentes e mão de obra sejam reduzidas, aumentando a eficiência. Além disso, busca-se segurança durante o trabalho com máquinas.

De acordo com Vieira:

A organização do canteiro de obras é fundamental para o bom desenvolvimento das atividades, para evitar desperdícios de tempo, perdas de materiais e falta de qualidade dos serviços executados. A logística tem uma responsabilidade muito grande nesse contexto, a qual deverá procurar dar sua contribuição na elaboração do planejamento, organização e projeto do *layout* para que todo o processo de desenvolvimento da obra transcorra da melhor forma possível (VIEIRA, 2006, p. 155).

Ainda, Quiesi apresenta o objetivo do planejamento dos canteiros:

O planejamento de um canteiro de obras tem por objetivo alcançar a melhor disposição, dentro do espaço disponível, para os materiais, mão de obra e os equipamentos necessários à execução do empreendimento, abrigando a administração da obra, o processo produtivo e os trabalhadores. O mesmo deve ser projetado e dimensionado antes do início da obra, de forma a proporcionar um ambiente de trabalho sadio e confortável (QUIESI, 2014, introdução).

Portanto, a logística mostra a importância de solucionar os possíveis problemas através de planejamentos estratégicos e táticos. Esse planejamento ajuda a racionalizar os recursos, reduzir o tempo de mão de obra e equipamentos paralisados e de seus deslocamentos. Por conseguinte, os riscos de acidentes de trabalho também são reduzidos (GUIMARÃES; PERUZZI; SOUZA JR., 2013, p. 22).

Como demonstrado acima, o planejamento e a logística de canteiros são essenciais e devem estar presentes em várias fases das obras. Nesses processos, podem ser utilizados métodos tradicionais ou *BIM*, os quais serão explicados a seguir.

MÉTODOS TRADICIONAIS DE PLANEJAMENTO DE CANTEIROS DE OBRAS

Sobre os métodos tradicionais, Formoso e Saurin (2006, p. 23-31) mostram como pode ser feito o planejamento de canteiros de obras. Inicialmente, deve-se realizar um diagnóstico do canteiro através de listas de verificação, elaboração de croquis de *layout* e registros fotográficos.

Na fase de croquis, são feitas análises quanto ao perímetro de áreas abertas e fechadas, localização de pilares, máquinas, depósitos de materiais, instalações provisórias, pontos de içamento, entre outras. Já na fase de registros fotográficos, é preciso levar em consideração os locais do canteiro que são mais importantes e mais suscetíveis a problemas, como, por exemplo, o armazenamento de areia, tijolos, cimento e entulhos, instalações permanentes e temporárias, condições do terreno e proteções contra quedas.

Ainda, para Formoso e Saurin (2006, p. 38-42), o planejamento de um canteiro de obras consiste em um procedimento sistematizado com cinco fases, sendo elas: análise preliminar, arranjo físico geral, arranjo físico detalhado, detalhamento das instalações e cronograma de implantação. Na primeira etapa são analisados aspectos como programa de necessidades, informações do terreno e de seu entorno, definições técnicas, orçamento e cronogramas de mão de obra e físico.

Como apresentado acima, a definição do planejamento e *layout* de um canteiro de obras pelos métodos tradicionais envolve muitas etapas, o que pode tornar o trabalho mais cansativo, demorado e suscetível a erros. Assim, é necessário buscar meios mais modernos que facilitem esse processo, o que pode ser feito através do uso de tecnologias.

O quadro 1 compara método tradicional e *BIM* em relação a erros, tempos e custos. De acordo com os resultados, percebem-se grandes vantagens alcançadas com o *BIM*, já que ele antecipa a descoberta e resolução de erros e reduz tempos e custos.

Quadro 1 - Comparação entre método tradicional e BIM.

Método	Caracterização			
	Quando o erro é descoberto?	Quando o erro é resolvido?	Há desperdício de tempo?	Há aumento de custos?
Tradicional	Na fase de construção da obra	Na fase de construção da obra	Sim, muito	Sim, em material e em mão de obra
Com utilização do BIM	Na fase de concepção da obra	Na fase de concepção da obra	Não, o tempo de correção é irrelevante no total da obra	Não

Fonte: GUESTA *et al* (2017, p. 6)

BIM

Ao longo dos anos, novos conceitos e tecnologias surgiram para auxiliar as diversas etapas e processos da construção civil. Entre eles, o *Building Information Modeling - BIM*, que é traduzido como “Modelagem da Informação da Construção”.

BIM é o conjunto de políticas, processos e tecnologias que, durante todo o ciclo de vida, gerenciam o projeto de uma edificação ou instalação, ensaiam o seu desempenho e coordenam as suas informações através de plataformas digitais com objetos virtuais. O *BIM* se concretiza através de *softwares* que trazem novas aplicabilidades para realizar os processos de maneira mais eficaz (CATELANI, 2016-c, p. 22).

Para Marsico *et al.* (2017, p. 37), o uso de *BIM* permite monitorar todas as fases de projeto e execução, o que estimula o desenvolvimento de aplicações para a gestão de projetos e construção. Além disso, ele não traz benefícios somente para a construção civil, mas também para seus adjacentes através do cumprimento dos objetivos do empreendimento e da organização de maneira mais efetiva.

Uma construção integra diversos envolvidos como engenheiros, arquitetos, planejadores e responsáveis pela compra de materiais. Então, o que se espera de um projeto que adote *BIM*, é que ele agregue todas as partes envolvidas no planejamento da construção e que possua informações detalhadas para que todos esses envolvidos possam acessá-las e utilizá-las. Além disso, o *BIM* permite que eles trabalhem no mesmo projeto ao mesmo tempo, adicionando suas modificações e acompanhando as atualizações uns dos outros em tempo real (THOMÉ, 2016).

Os modelos *BIM* relacionam a geometria paramétrica com datas e funções, as quais são fundamentais para o uso do ciclo de vida do edifício. Além disso, as fases de projeto e construção se encontram em um lugar comum, onde a equipe envolvida pode dialogar e se envolver juntamente. Esses fatores otimizam a construção, evitam atrasos e reduzem os custos nas diferentes fases (ARAÚJO; COUTO; LINO, 2016, p. 4).

Ademais, Klavdianos (2019) afirma que o *BIM* “trata-se de uma das mais importantes e acessíveis inovações correlatas à construção civil ocorridas nos últimos tempos, com potencial para transformar o gerenciamento de processos”.

O *BIM* se divide em dimensões, as quais se diferenciam pelos tipos de dados que são adicionados ao modelo. A sua quarta dimensão é o *BIM* 4D, o qual será apresentado no item a seguir.

BIM 4D

O *BIM* 4D é um modelo tridimensional no qual é acrescida a dimensão de tempo. Ele é utilizado para o estudo, simulação e planejamento das fases das atividades de construção e montagem, assim como para a simulação de renovações, reformas e ampliações de edificações. Além disso, o *BIM* 4D auxilia na comunicação entre equipe de projeto, proprietários e investidores, o que garante elevado nível de entendimento e relação entre as etapas de projeto e construção (CATELANI, 2016-b, p. 33).

“Por meio das simulações realizadas no modelo em conjunto com o planejamento, é possível compreender todo o serviço, as etapas, criar diferentes possibilidades e cenários, além de realizar uma previsão mais assertiva quanto às mudanças e às alterações que precisem ser feitas”. Esse processo ajuda a evitar situações que são recorrentes nas obras de construção civil, como acidentes, atrasos e custos elevados (THÓRUS ENGENHARIA, 2020).

Com o planejamento 4D, a utilização de grandes equipamentos da construção como guias, elevadores provisórios e andaimes pode ser acompanhada durante toda a duração da obra, favorecendo a detecção de interferências que poderão surgir ao longo do tempo (COSTA, 2015, p. 62).

De acordo com Catelani (2016-a, p. 15), o planejamento *BIM* 4D “permite que se identifique, previamente, vários conflitos e problemas específicos da fase de construção, que poderão ser analisados e contornados também previamente, evitando ‘surpresas’ durante a execução, quando a flexibilidade para tomada de decisão é muito reduzida”.

A AUTODOC mostra alguns ganhos conseguidos com o *BIM* 4D, como:

- Agilidade na tomada de decisão - Decisões que provavelmente seriam tomadas num segundo momento são antecipadas para a etapa de projetos. É o caso da logística interna do canteiro e de simulações de conflitos entre serviços. Tudo isso agrega eficiência para as construtoras;
- Visibilidade - Por ser visualmente mais acessível, o modelo 4D facilita a troca de informações e de contribuições de agentes menos familiarizados com a engenharia e o planejamento;
- Gestão facilitada - O modelo 4D facilita o dimensionamento e a coordenação do fluxo de trabalho das equipes de mão de obra no canteiro. Ele também permite avaliar e comparar diferentes cenários de planos de ataque e programações de serviço;
- Flexibilidade - A metodologia pode ser usada para fazer modelos bem simples e simular o plano de ataque da obra de modo geral, ou para elaborar modelos mais detalhados para simular o ataque a uma etapa específica (AUTODOC, 2020).

Como explicado acima, o *BIM* 4D pode ser utilizado em diversas áreas da construção civil, inclusive no planejamento e logística de canteiros de obras. Por isso, sua utilização e vantagens nesta etapa serão apresentadas a seguir.

BIM 4D APLICADO A CANTEIROS DE OBRAS

A modelagem dos componentes dos canteiros de obras é fundamental, já que permite visualizar as movimentações de mão de obra e equipamentos e a alocação de recursos. Assim, é possível encontrar erros e corrigi-los antes de iniciar realmente a obra, diminuindo perda de tempo e retrabalhos.

Para o canteiro de obras, utiliza-se a modelagem 4D, a qual “é a ligação entre o planejamento da construção com objetos 3D do projeto, possibilitando a simulação do processo construtivo que mostra como a edificação e o canteiro de obras estariam em qualquer ponto do tempo” (EASTMAN *et al.*, 2011 apud BRITO, 2014, p. 28).

Nunes (2013, p. 10) afirma que “através da simulação 4D, é possível estudar melhor a localização das centrais de produção, a logística dos principais serviços e materiais, de acordo com a evolução da obra”.

Segundo Catelani (2016-b, p. 37), o modelo *BIM* 4D pode ser utilizado para representar graficamente tanto as instalações provisórias como as permanentes que já haviam sido previstas no empreendimento. Como complemento, Silveira (2005, p. 49) afirma que, no modelo 4D, “pode-se inserir os grandes equipamentos (grua, elevador provisório, andaimes, etc.) usados na construção e associá-los a atividades do planejamento”.

Além de auxiliar na modelagem e alocação do canteiro, o 4D pode trazer outras vantagens para a construção. Uma delas é que ele “mostra-se como uma nova forma de controle de obras que possibilita uma melhor ligação entre o que foi planejado com o que será executado, através de ferramentas gráficas capazes de antecipar inconsistências que ainda não aconteceram” (SILVA JUNIOR, 2017, p. 14). Ademais, “os gerentes de projeto podem detectar áreas onde os acidentes podem ocorrer e executar medidas de prevenção, como colocar sinais de alerta, restringir o acesso ou fornecer redes de segurança” (KOO; FISCHER, 1998 apud SILVA, 2017, p. 42).

Ainda, “além de transmitir visualmente as dependências temporais entre as atividades de um cronograma, a modelagem 4D também mostra restrições espaciais que existem tanto no canteiro quanto na construção, permitindo assim, a detecção de conflitos espaço-tempo” (FISCHER; KOO, 1998 apud SILVA, 2017, p. 35).

Um possível problema nas construções é a descoberta tardia de elementos que deveriam constar no cronograma, como instalações provisórias e atividades no canteiro, o que pode gerar atrasos. Para evitar que essas descobertas ocorram em etapas mais avançadas da obra, pode-se utilizar o modelo *BIM*, já que ele permite visualizar a volumetria dos ambientes e incluir os pacotes de trabalho no cronograma (adaptado de SACKS *et al.*, 2010 apud GARRIDO, 2015, p. 55).

Matos e Miranda apresentam outro problema encontrado durante as obras e explicam como o *BIM 4D* pode solucioná-lo:

O *BIM 4D* antecipa a fase de planejamento e detecção dos problemas referentes a interferências entre os diversos serviços e entre os serviços e os elementos do canteiro. Com isso, é possível um planejamento melhor da obra e seu canteiro, aumentando as chances de ser concluída no prazo previsto. Empregando ferramentas especializadas 4D, pode-se comparar os modelos virtuais da execução real e prevista, de forma a avaliar o cumprimento do cronograma e efetuar replanejamentos para assegurar o prazo da obra (MATOS; MIRANDA, 2015, p. 29).

Como visto acima, o *BIM 4D* pode ser utilizado para diversas finalidades dentro do canteiro de obras, como a modelagem de seus componentes temporários e provisórios e o seu planejamento e logística. Além disso, ele pode aumentar a segurança contra acidentes e detectar erros para serem solucionados de forma antecipada.

A figura 1 mostra a modelagem de um canteiro de obras com *software BIM*. Com os elementos modelados, é possível criar simulações de todas as fases pelas quais o canteiro passará ao longo da evolução da construção.

Figura 1 - Modelagem do canteiro de obras em *software BIM*.



Fonte: BibLus (2018)

Já as figuras a seguir fazem parte de um vídeo com simulação *BIM* que apresenta a modelagem da evolução de um canteiro de obras, do início da preparação do terreno até a conclusão da construção de quatro torres.

A figura 2 mostra o início da obra, com máquinas trabalhando na fase de escavação e algumas áreas do canteiro já prontas.

A figura 3 apresenta a disposição dos ambientes do canteiro, o trabalho da grua e a evolução da construção das quatro torres em uma fase mais avançada da obra. As áreas pintadas em verde representam o que está sendo executado naquele exato momento.

Por fim, na figura 4, o modelo da construção mostra as quatro torres já finalizadas. Assim, com a modelagem 4D, é possível visualizar as diferentes etapas da obra e planejar o que será preciso realizar e utilizar em cada uma delas.

Figura 2 - Modelagem do início da obra.



Fonte: BIMACON ENGENHARIA (2020)

Figura 3 - Modelagem da construção de três torres e do início da quarta.

Fonte: BIMACON ENGENHARIA (2020)

Figura 4 - Modelagem da construção já finalizada.

Fonte: BIMACON ENGENHARIA (2020)

Como mostrado nas figuras acima, o *BIM 4D* permite a criação de vídeos da construção sendo executada e de simulações do que pode ocorrer. Para Eastman *et al.* (2011 apud GIESTA *et al.*, 2017, p. 1), “com a apresentação destes vídeos, é possível identificar erros de sequenciamento das atividades, bem como melhorar a comunicação entre os integrantes da equipe executora e também entre estes e o proprietário da obra”.

Silva (2017, p. 67-70) realizou um estudo de caso para avaliar a aplicação de ferramentas *BIM* no planejamento de obras e comparou essa metodologia com o método tradicional. Os resultados de sua análise apontaram diversas vantagens, as quais estão listadas na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Vantagens da aplicação do *BIM*, segundo o estudo de caso de Silva (2017).

Eliminar o esforço de visualizar e interpretar mentalmente o cronograma.
Identificar possíveis conflitos de espaço e tempo durante a construção, os quais reduzem a produtividade e causam interferências.
Transmitir o impacto de mudanças no cronograma com maior precisão.
Acompanhar avanço físico de maneira clara e visual.
Simular cenários alternativos de execução.
Eliminar a possibilidade de diferentes interpretações entre os profissionais envolvidos no projeto.
Gerar orçamento e quantitativos automáticos em qualquer período da obra.
Detectar áreas de risco com mais facilidade.
Alocar equipamentos e recursos no espaço.
Facilitar a integração e comunicação entre os envolvidos.
Auxiliar a construção enxuta.

Fonte: Construção do Autor.

A tabela 2 apresenta alguns estudos recentes sobre a aplicação do *BIM* em canteiros de obras, extraídos da bibliografia analisada.

Tabela 2 - Conclusão de alguns estudos sobre a aplicação do *BIM* em planejamento.

ESTUDO	CONCLUSÃO
Nunes (2013)	A principal conclusão do trabalho foi que a visualização das etapas da obra com as ferramentas do <i>BIM</i> , permite fazer um planejamento mais eficiente e um cronograma mais assertivo.
Brito (2014)	Os resultados obtidos indicam ser útil o uso da modelagem 4D para planejar e controlar projetos e sugerem a necessidade da criação de mais elementos para melhor visualização dos serviços internos do modelo.
Garrido (2015)	Através da utilização do <i>BIM</i> puxada por etapas do planejamento e controle da produção, é possível trazer discussões relevantes para a equipe, que preveem o futuro da produção e vão trazer tomadas de decisão que protegem a produção, reduzindo incertezas e possíveis perdas.
Araújo <i>et al.</i> (2016)	É possível integrar a gestão de obra a um modelo <i>BIM</i> , introduzindo a informação relevante no software da simulação 4D e na criação de um modelo estático de cores que acrescenta informação do estado da obra (no tempo e do custo) a cada objeto/ elemento 3D.
Costa Filho Mendes (2016)	É necessário que a construção civil atente para o planejamento do canteiro, uma vez que, tal mercado ainda é muito conservador e atrasado. A tecnologia destes processos representa melhorias significativas no âmbito geral da obra e pode ser estudado em várias instâncias.
Silva (2017)	O <i>BIM</i> permite a troca de experiências, o estudo de sequências construtivas, a simulação de alternativas tecnológicas e melhoria da logística de canteiro, facilitando o desenvolvimento de soluções que otimizem a obra e, portanto, reduzam seu prazo.
Crippa <i>et al.</i> (2019)	O <i>BIM</i> 4D para o PCO mostra-se viável, apontando benefícios no provimento de diretrizes de otimização do processo tradicional de PCO, trazendo soluções para grande parte dos problemas inerentes ao método convencional, além de contribuir para a redução de retrabalhos por meio da interoperabilidade, integração de sistemas de comunicação e simulação do processo construtivo.
Costa e Ferreira (2019)	O <i>BIM</i> representa uma excelente ferramenta de apoio para o desenvolvimento de projetos de canteiro, tendo os modelos desenvolvidos neste trabalho um papel fundamental para a definição da proposta apresentada.

Dias (2020)	Concluiu-se que o uso do <i>BIM</i> tem um benefício relevante comparado ao planejamento convencional. Mas, é necessária mudança nos padrões daquilo que se enxerga atualmente como planejamento e gerenciamento de atividades concernentes à área da construção civil. O <i>BIM</i> 4D é um facilitador, mas ao mesmo tempo, fornecedor de muitas informações, sendo necessário saber lidar com todas elas e utilizá-las no momento preciso.
Bezerra e Ribeiro (2021)	No processo <i>BIM</i> , foram verificadas melhorias que mitigaram significativamente dificuldades, especialmente no tocante à inserção repetitiva de informação nas diversas ferramentas. Além disso, foi alcançada uma maior automatização na quantificação, na atualização da estimativa de custos e na elaboração do cronograma, quase que simultaneamente às atualizações do modelo virtual. Em suma, pode-se afirmar que o uso do <i>BIM</i> associado à linguagem de programação apresenta ganhos significativos.

Fonte: Construção do Autor.

DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DO *BIM*

De acordo com as informações apresentadas, o *BIM* traz diversas vantagens para as empresas e para o trabalho em seus canteiros de obras. Mesmo ainda existindo desafios, podem ser adotadas soluções para facilitar a implantação e o uso do *BIM* e *BIM* 4D, seja em logística e planejamento dos canteiros, como também em outras áreas.

No quadro 2, Crippa, Scheer e Silva (2019, p. 9) reuniram algumas dificuldades do uso do *BIM* 4D citadas por outros autores. A partir da análise, concluiu-se que a maior dificuldade é a implantação da tecnologia nas empresas, visto que é necessária a compra de equipamentos e *softwares*, contratação e treinamento de equipe, fatores que demandam tempo e gastos.

Quadro 2 - Dificuldades e restrições do *BIM* 4D.

Recorrência	DIFICULDADES/RESTRICÇÕES	REFERÊNCIAS
30%	Dificuldade em implementação da tecnologia	(TSERNG; HO; JAN, 2014; AHANKOOB <i>et al.</i> , 2012; MENDES <i>et al.</i> , 2014; MATTHEWS <i>et al.</i> , 2015; PITAKE; PATIL, 2013; HU; ZHANG, 2010; WANG; CHIEN, 2014; ROLFSEN; MERSCHBROCK, 2016)
19%	Grande consumo de trabalho intensivo para implementação efetiva da tecnologia e atualização do modelo e associação com o cronograma.	(PITAKE; PATIL, 2013; LI <i>et al.</i> , 2009; WANG; CHIEN, 2014; CHEN <i>et al.</i> , 2013; TSERNG; HO; JAN, 2014);
15%	Comunicação entre os softwares não é 100% automatizada	(MATTHEWS <i>et al.</i> , 2015; CHEN <i>et al.</i> , 2013; KONIG <i>et al.</i> , 2012; LIU; AL-HUSSEIN; LU, 2015)
11%	Desconsidera tarefas como escavações, limpeza de terreno e fatores de risco externo	(WANG <i>et al.</i> , 2014; KIM <i>et al.</i> , 2013; LIU; AL-HUSSEIN; LU, 2015)
7%	Custo alto de implementação e treinamento	(PITAKE; PATIL, 2013; WANG; CHIEN, 2014);
7%	Visualização ineficiente para atividades internas e externas simultâneas	(BRITO; FERREIRA, 2015; BIOTTO; FORMOSO; ISATTO, 2015);
7%	Depende do bom funcionamento de Hardware e da expertise do gestor para a estimativa de tempo de duração de atividades	(TSERNG; HO; JAN, 2014; LIU; AL-HUSSEIN; LU, 2015)
4%	Falta de padronização da dados e documentos entre as equipes de projeto	(MATTHEWS <i>et al.</i> , 2015);

Fonte: CRIPPA; SCHEER; SILVA, p. 9.

Catelani apresenta desafios encontrados na implantação do *BIM*, a partir da opinião de algumas pessoas sobre o seguinte questionamento: “Por que a adoção *BIM* não acontece mais rapidamente?”

- A peculiar inércia e a resistência às mudanças por parte das organizações e pessoas envolvidas;
- A dificuldade de entendimento e compreensão do que é *BIM* e dos seus reais benefícios;
- As questões culturais e particularidades do ambiente e do mercado brasileiro;
- As especificidades e os aspectos intrínsecos da tecnologia *BIM* (CATELANI, 2016-d, p. 24).

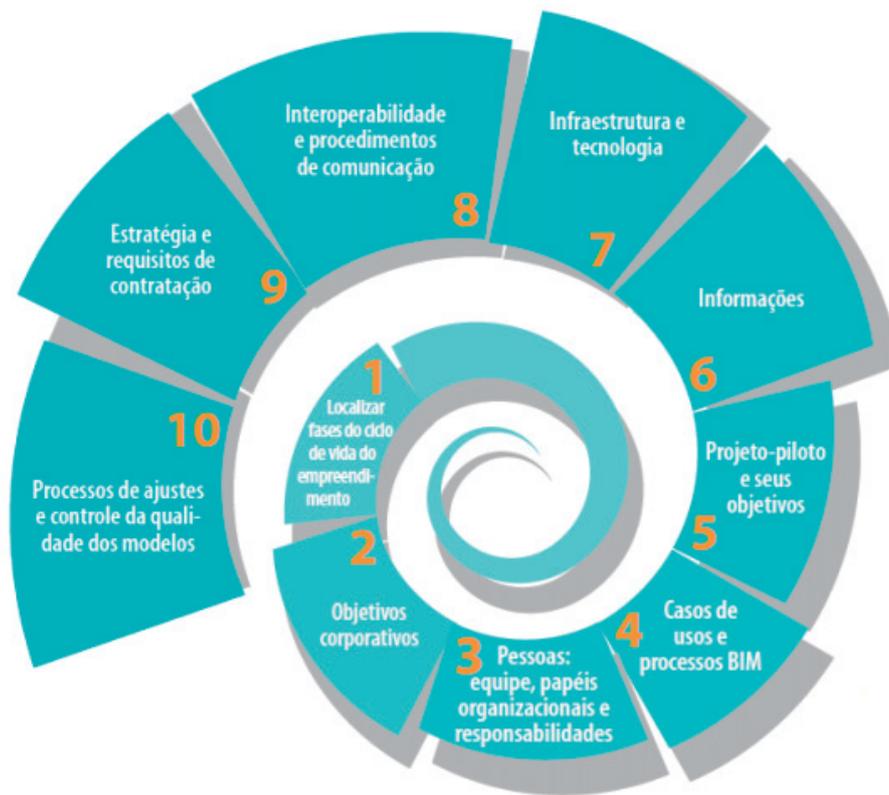
Como solução, podem ser adotadas algumas estratégias para implantar o *BIM* nas empresas de maneira correta. É preciso entender que esta decisão é muito importante, visto que envolve a empresa toda, com compra de materiais, *softwares* adequados e treinamento de pessoal. Além disso, os processos atuais de trabalho devem ser readequados para funcionarem dentro da metodologia *BIM*.

Buildin e *BIM Na Prática* citam alguns passos para a implementação do *BIM* em construtoras e incorporadoras:

- Definição da estratégia com os membros da empresa;
- Aprovação da diretoria;
- Análise de como o *BIM* pode agregar valor à empresa;
- Definição de metas e alinhamento com a visão da organização;
- Programação de treinamentos;
- Planejamento dos projetos;
- Escolha de *softwares* a serem utilizados;
- Medição de resultados por meio de indicadores previamente estabelecidos. (BUILDIN E *BIM NA PRÁTICA*, 2019).

Catelani (2016-d, p. 30-59) considera que, em um projeto de implantação *BIM*, são necessários dez passos, como mostrado na figura 5. Segundo o autor, o passo inicial de “Localizar fases do ciclo de vida do empreendimento” é um dos principais, já que nele são definidos os objetivos a serem atingidos e os processos que serão utilizados, sendo a base que norteia os processos posteriores. Ainda, para o passo de “Infraestrutura e Tecnologia”, é necessário identificar quais serão os trabalhos a serem desenvolvidos pela empresa, para assim escolher os *hardwares* e *softwares* mais adequados.

Figura 5 - Passos para a implantação do BIM.



Fonte: CATELANI (2016-d, p. 30)

Coelho, Lima e Melhado (2015) apresentam algumas vantagens da adoção do *BIM* em empresas de projetos. Visto que a sua implantação necessita da adoção de novas tecnologias, as operações diárias se tornam mais rápidas, diminuindo atrasos e custos e, assim, aumentando a competitividade e sobrevivência dessas empresas dentro do setor.

Portanto, para que as empresas consigam utilizar o *BIM 4D* em suas atividades, inclusive nos canteiros de obras, é necessário que elas tenham ciência de todos os desafios que enfrentarão e das soluções que precisarão adotar ao longo do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

SUGESTÕES DO USO DO *BIM 4D* DURANTE O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

Após a análise dos textos, sugere-se a seguinte utilização do *BIM* no planejamento e controle das obras: durante a realização de reuniões semanais, envolvendo um planejamento de curto e médio prazos, pode-se utilizar a metodologia *BIM* para encontrar interferências na obra e entre os projetos, a partir da análise das diferentes fases do canteiro. Assim, conhecendo-se as interferências, podem ser

propostas soluções antecipadas e repassadas tarefas para cada pessoa da equipe. Ademais, é possível incluir as atividades que constam nos cronogramas de canteiros de obras nessas programações.

A partir do uso do *BIM* no controle das obras, pode-se analisar os resultados alcançados por meio de pesquisas *in loco*, mostrando as vantagens, os erros, as soluções implementadas e as lições aprendidas. Assim, as empresas conseguirão aperfeiçoar as suas próximas obras e também ajudarão outras empresas que pretendam implantar o *BIM* futuramente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações apresentadas ao longo deste artigo, conclui-se que o planejamento do canteiro de obras utilizando a metodologia *BIM* 4D ainda é recente, apresentando desafios e vantagens com relação aos métodos tradicionais.

A modelagem do canteiro através do *BIM* 4D ajuda a relacionar o que foi planejado com o que será executado e a simular o processo construtivo em qualquer ponto do tempo. Ainda, permite antecipar inconsistências que poderão ocorrer no futuro e assim, evitar retrabalhos. Além disso, a utilização do *BIM* 4D permite que todos os envolvidos nos projetos da obra tenham acesso aos modelos e às atualizações feitas pelos seus colegas, contribuindo para uma comunicação mais eficiente e para um aumento da produtividade de toda a equipe.

Por outro lado, concluiu-se que o estudo sobre o tema ainda precisa de uma continuidade, podendo ser feita por meio de pesquisas *in loco* nos canteiros de obras. Esse artigo oferece uma contribuição para as empresas de construção civil que desejarem investir em novas tecnologias, mostrando que o uso do *BIM* no planejamento e logística dos canteiros de obras pode auxiliar em diversas áreas e fases, contribuindo para facilitar o trabalho e proporcionar mais segurança, redução de perdas, redução de retrabalho e melhor controle do cronograma das obras.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Joana; COUTO, João P. ; LINO, José C. **Ferramentas *BIM* de apoio à gestão de obra**. 1º Congresso Português de *Building Information Modelling*. 24 e 25 de nov. 2016, Universidade do Minho, Guimarães. Nov. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3ijwPGO>. Acesso em: 14 set. 2020.

AUTODOC. ***BIM* 4D adiciona precisão e inteligência ao planejamento das obras**. Autodoc. 24 abr. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/36tiyo8>. Acesso em: 8 jun. 2020.

BEZERRA, C. R. da M.; RIBEIRO, S. A. **Proposta de fluxo BIM otimizado para estimativa de custo e planejamento**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3. 2021, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-8. Disponível em: <https://bit.ly/3N0zX8A>. Acesso em: 3 ago. 2021.

BIBLUS. **O BIM na modelagem 3D do canteiro de obras: características, particularidades e benefícios**. BibLus. 6 nov. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3Jpw62O>. Acesso em: 24 jun. 2020.

BIMACON ENGENHARIA. **BIM 4D - Planejamento e Controle de Obra**. Youtube. 5 mar. 2020. 1 vídeo (1min30s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zQ3qzQsEIw0>. Acesso em: 22 jun. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora 18 - NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Disponível em: <https://bit.ly/3iePa0x>. Acesso em: 8 jun. 2020.

BRITO, Douglas M. de. **Modelagem 4D aplicada ao planejamento e controle de obras**. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Colegiado do curso de Engenharia Civil. Monografia. Salvador. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3CQNn2e>. Acesso em: 8 jun. 2020.

Buildin; *BIM* na prática. **Tecnologia BIM: Guia Completo - Como adequar construtoras e incorporadoras a essa nova realidade**. BuildIn Construção e Informação. [S.l.]. [2019?]. Disponível em: <https://bit.ly/3IgVTbT>. Acesso: 21 ago. 2020.

CATELANI, Wilton. S. **10 motivos para evoluir com o BIM**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção - Brasília: CBIC. 2016-a. 26p.

CATELANI, Wilton. S. **Formas de contratação BIM**. Coletânea Implementação do *BIM* para construtoras e incorporadoras v.5/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção - Brasília: CBIC. 2016-b. 104p.

CATELANI, Wilton. S. **Fundamentos BIM**. Coletânea Implementação do *BIM* para construtoras e incorporadoras v.1/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção - Brasília: CBIC. 2016-c. 124p.

CATELANI, Wilton. S. **Implementação BIM**. Coletânea Implementação do *BIM* para construtoras e incorporadoras v.2/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção - Brasília: CBIC. 2016-d. 72p.

COELHO, Karina M.; LIMA, Tassia F.; MELHADO, Silvio. **Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Empresa de Arquitetura: Estudo de Caso**. *VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil*. Recife. Nov. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3ImlFvz>. Acesso em: 21 ago. 2020.

COSTA, Carolina F.; FERREIRA, Emerson de A. M. **Projeto de canteiro de obras com o auxílio de ferramentas BIM**. 2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção (SBTIC 2019). UNICAMP. Ago. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3qgsGIe>. Acesso em: 27 out. 2021.

COSTA, Julianno T. **Modelagem 4D aplicada ao planejamento de curto prazo com práticas enxutas na construção civil**. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Colegiado do curso de Engenharia Civil. Monografia. Salvador. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3CSROtu>. Acesso em: 12 out. 2020.

COSTA FILHO, Carlos P. da; MENDES, Luís A. de C. **Planejamento do canteiro de obras**. Faculdade Estácio de João Pessoa. Artigo. Revista Mangaio Acadêmico, v. 1, n. 2, jul/dez, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3tlytOs>. Acesso em: 17 set. 2020.

CRIPPA, Julianna; SCHEER, Sergio; da SILVA, Paula H. **BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção. Campinas, SP, v. 10, p. e019010, 2019, ISSN 1980-6809. Disponível em: <https://bit.ly/3IgqTL>. Acesso em: 17 set. 2020.

DIAS, D. P. B. **Planejamento em BIM 4D comparado ao planejamento tradicional**. *Engineering Sciences*, v. 8, n. 2, p. 26-44, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2020.002.0004>. Acesso em: 27 out. 2021.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, Inc. 2ed. New Jersey. 2011.

FISCHER, M; KOO, B. **Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction**. Stanford: Center for Integrated Facility Engineering. 1998. Technical Report n. 118.

FORMOSO, Carlos T.; SAURIN, Tarcisio A. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. Programa de Tecnologia de Habitação. Recomendações técnicas HABITARE. Volume 3. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC. Porto Alegre. 2006. Disponível em: <https://bit.ly/3igCkWy>. Acesso em: 9 jun. 2020.

GARRIDO, Marlon C. **Análise da aplicação de modelagem da informação da construção no planejamento e controle da produção em canteiros de obra apoiando os princípios da construção enxuta**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3whZwfr>. Acesso em: 12 out. 2020.

GIESTA, Josyanne P. *et al.* **Modelagem BIM 4D: potencialidades e vantagens sobre o planejamento de obras tradicional**. XIII CONGIC. III SECITEX. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Rio Grande do Norte. Caicó. Nov. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3MV4418>. Acesso em: 12 out. 2020.

GUIMARÃES, Paulo A.; PERUZZI, Antonio de P. ; SOUZA JR, Dogmar A. **Qualidade, segurança e eficiência de canteiros de obras**. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil. Uberlândia. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3N0mr4W>. Acesso em: 12 out. 2020.

KLAVDIANOS, Dionyzio. Entrevista: *BIM* e SST em Canteiros de Obras. **CBIC**. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/362w2aU>. Acesso em: 8 set. 2020.

MARSICO, Matheus L. *et al.* **Aplicação de BIM na compatibilização de projetos de edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, SC, Brasil, v. 7, n. 17, p. 19-41, 2017. 22p. Disponível em: <https://bit.ly/3u5JqD6>. Acesso em: 8 jun. 2020.

MATOS, Cleiton R. de; MIRANDA, Antonio C. de O. **Potencial uso do BIM na fiscalização de obras públicas**. Revista do TCU. [S.l.]. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3N29k3i>. Acesso em: 8 set. 2020.

MATTOS, A. D. **A importância do arranjo do canteiro**. PINI, 2015.

NUNES, André M. M. **Planejamento de obras com modelagem da informação da construção - BIM**. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Colegiado do curso de Engenharia Civil. Projeto de Monografia. Salvador. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3KZ3RZd>. Acesso em: 12 set. 2020.

PESSOA, Ciana C. *et al.* Plano Logístico em um canteiro de obras. Conference: **XVII Congresso Virtual de Administração**. São Paulo. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3IiL9tD>. Acesso em: 12 set. 2020.

QUIESI, Nathalia S. **Organização do canteiro de obras**: Estudo de caso na construção de uma unidade automobilística em Araquari-SC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Monografia de Especialização. Curitiba. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3InpS2b>. Acesso em: 17 set. 2020.

SACKS, Rafael; KOSKELA, Lauri J.; DAVE, Bhargav A.; OWEN, Robert. The interaction of lean and building information modeling in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, p. 1307-1315. nov. 2010.

SILVA, Carolina do P. **A plataforma BIM aplicada no planejamento de obras**. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Monografia de Projeto Final em Tecnologia das Construções. Brasília/DF. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3u1yjLi>. Acesso em: 24 set. 2020.

SILVA JUNIOR, José G. da. **Metodologia BIM 4D aplicada ao planejamento e controle de obra em uma estação de tratamento de água**. Universidade Federal de Alagoas - Campus Sertão. Eixo Tecnológico. Engenharia Civil. Trabalho de Conclusão de Curso. Delmiro Gouveia/AL. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/37AIGHT>. Acesso em: 24 set. 2020.

SILVEIRA, Samuel J. da. **Programa para Interoperabilidade entre Softwares de Planejamento e Editoração Gráfica para o Desenvolvimento do Planejamento 4D**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis. 2005. Disponível em: <https://bit.ly/3CSSrmQ>. Acesso em: 9 jun. 2020.

THOMÉ, Brenda B. **O que é BIM? Entenda agora o conceito e suas aplicações**. Sienge Plataforma. Set. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/36nRO8F>. Acesso em: 24 jun. 2020.

THÓRUS ENGENHARIA. **Como levar BIM para o canteiro de obras?** Joinville. Mar. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3whhVcg>. Acesso em: 14 jun. 2020.

VIEIRA, Helio F. **Logística Aplicada à Construção Civil - Como Melhorar o Fluxo de Produção nas Obras**. Livro. Editora Pini. São Paulo. 2006. 178p. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/v55ns>. Acesso em: 13 set. 2020.