

PLATAFORMA BIM INTEGRADO AO PLANEJAMENTO 4D NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Lyvirgton de Souza Magalhães, Acadêmico de Engenharia Civil no Centro Universitário do Norte - Uninorte, Manaus, e-mail: englyvirgtoncv@gmail.com.

Samuel Souza de Farias, Mestre em Engenharia de Produção pela UFPA-PA, E-mail: smfarias1@gmail.com

RESUMO

A presente pesquisa objetiva-se analisar a funcionalidade e aplicabilidade da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) no processo de planejamento de uma obra e compatibilização dos projetos que envolvem uma construção. As principais definições de BIM são apresentadas, tais como, o conceito BIM, histórico, evolução, Interoperabilidade e modelagem paramétrica. Apresenta-se também conceito de planejamento e por fim definição sobre a integração do planejamento 4D BIM na construção civil, bem como suas principais vantagens e ferramentas, dando enfoque maior a Navisworks da Autodesk.

Palavras-chaves: Interoperabilidade, modelagem paramétrica, Tecnologia BIM, planejamento.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente estamos vivendo em um mercado na engenharia civil mais complexo e concorrido, varias tecnologias surgindo ao mesmo tempo e o acesso a informação cada vez maior. Com o avanço da tecnologia, a cada dia que passa vêm-se projetos cada vez mais complexos e com cada vez mais profissionais de varias especialidades dentro de um micro- empreendimento.

Cada projeto é feito em um tipo de escritório. O de estrutura faz o seu, o de arquitetura por outro lado faz o seu (projeto arquitetônico) e etc. Aumentando a probabilidade de haver incompatibilidade entre os projetos decorrentes de curto prazo para a elaboração dos projetos, da falta muitas vezes de comunicação e troca

de informações entre cada especialidade envolvida no projeto, gerando retrabalho e consequentemente gerando custo.

Nesse contexto, a tecnologia BIM (Building Information Modeling) vem ganhando destaque por apresentar-se como uma alternativa para solucionar de vez esse problema. Todos os profissionais sejam de estruturas, instalações hidrosanitária têm a possibilidade de enviar seus respectivos projetos com base nessa tecnologia que facilita a compatibilização da obra e o planejamento, ou seja, todos os projetos já irão estar integrados entre si.

O BIM é um processo de modelar as informações da construção, propõe-se que tudo passa a ser minuciosamente aferido, desde informações como projeto estrutural do edifício, até informações como o tempo planejado de construção. No mercado são utilizados diferentes softwares que atendem esse processo, sendo o mais utilizado e mais famoso o Revit da Autodesk. Não se pode confundir BIM com Revit, BIM é o processo e Revit é uma ferramenta desse processo.

Dessa forma, pretende-se nesse artigo estudar os conceitos, fundamentos e aplicação do BIM (Building Information Modeling), por meio de levantamento bibliográfico, buscando um conhecimento mais aprofundado sobre planejamento e as ferramentas usadas nessa nova tecnologia que auxilia o engenheiro e/ou gestor da obra a solucionar problemas antecipadamente que podem ocorrer no canteiro e nas fases de execução das mesmas. Aponta a interoperabilidade entre os softwares utilizados por meio do IFC (*industry Foundation Classes*), e conceituar Interoperabilidade, assim como também IFC.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo, a metodologia adotada consistiu no estudo baseado em levantamento bibliográfico tais como, artigos científicos, livros, monografias, sites e vídeos para obter informações sobre a tecnologia BIM (Building Information Modeling), compreensão do tema e contextualização.

3. BIM (Building Information Modeling)

BIM (BUilding Information Modeling) é um processo de modelagem de informação da construção. Em português, pode ser traduzido como “Modelo de Informação da Construção”. Propõe-se que tudo possa ser minuciosamente aferido, desde informação como projeto estrutural do edifício, até informação como tempo planejado da construção. É o desenvolvimento e o uso de um modelo de programa de computador para simular a construção e operação de um empreendimento. BIM usa um conceito inteligente e paramétrico de uma representação digital de uma obra onde podem ser geradas informações que possa ser utilizada para tomada de decisão.

Para Manzoni (2013), o Building Information Modeing é um processo de gestão da informação, no qual os modelos desenvolvidos pelos projetistas tornam-se legíveis no mundo virtual por meio de regras e parâmetros. Os recursos BIM permitem o melhoramento dos métodos de controle das informações de obras e projetos, assim como facilitam a distribuição de informações entre os técnicos envolvidos.

BIM não é um software específico como o Excel ou o AutocAD, e sim um processo que dentro dele é englobado vários programas que podemos chamar de ferramentas BIM. O uso da plataforma BIM cria um novo paradigma, onde a interação entre as partes envolvidas garante mais eficiência ao projeto (AHZAR, 2011). SUCCAR (2009) apresenta uma definição para o BIM como sendo um conjunto integrado de políticas, processos e tecnologias, que gera uma metodologia para gerenciar os projetos e seus dados ao longo do ciclo de vida do edifício. Segundo YALCIKAYA e SINGH essa plataforma tem emergido como uma das correntes-chaves em pesquisa de construção e engenharia civil na última década, sendo, desta forma, uma inquestionável tendência para os setores de, Arquitetura, Engenharia, Construção e operação.

A plataforma BIM vem evoluindo para atender a demanda de melhores formas de se gerenciar um projeto e avaliar os trabalhos de arquitetura e engenharia de construção. As necessidades específicas das fases de controle de uma obra e uso,

bem como, custo, tempo e etc, indicaram a necessidade de uma ferramenta integrada na área.

Para entender a evolução dessa plataforma é preciso saber um pouco da história do BIM. De acordo com Jerry Laiserin (EASTMAN, 2008), o mais antigo exemplo do que conhecemos atualmente como BIM é o protótipo do “*Building Description System*”, que foi publicado no agora extinto, AIA Journal, pelo norte americano Charles M. Chuck Eastman, em 1975. Logo, os conceitos e abordagens que hoje conhecemos como BIM podem ser dotados de cerca de 30 anos atrás. A terminologia Building Information Modeling ou simplesmente BIM, foi documentada pela primeira vez por G.A van Nederveen e F. Tolman em 1992, no artigo científico “Automation Construction” (VAN NEDERVEEN e TOLMAN, 1992).

Bilar Succar define a evolução dessa tecnologia em cinco estágios de implantação.

3.1 Estágio Pré-BIM

Definido pelo autor como “estágio desarticulado, baseia-se em projetos bidimensionais CAD com algumas visualizações em 3D, sem integração entre os diferentes documentos gerados no processo de trabalho. As práticas de trabalho nesse estágio não são colaborativas e o processo de projeto é seqüencial e assíncrono.

3.2 Estágio um – Modelagem

Este estágio inicial da implementação da tecnologia BIM baseia-se na modelagem individual das disciplinas com softwares, como Archcad, e o mais conhecido Revit da Autodesk entre outros. Os usuários geram modelos geralmente para a fase de projetos, construção ou operação. Os produtos gerados por esses modelos são a criação automática de Visualização 3D, compatibilização de projetos, quantitativos de materiais, etc. A troca de informações entre os agentes são unidirecionais e a comunicação é de maneira assíncrona.

3.3 Estágio dois - Colaboração

O estágio dois se dar pela troca de informações dos agentes responsáveis por cada especialidade do projeto, ou seja, iniciam o processo de colaboração com outras disciplinas através da troca de arquivos em formato IFC entre os softwares BIM. Essa colaboração pode ocorrer dentro de uma ou duas fazes no ciclo de vida do edifício, por exemplo: “projeto-projeto” entre os modelos de arquitetura e estrutura, troca “projeto-construção” entre o modelo de estrutura e modelo para fabricação de estruturas metálicas e a troca “projeto-operação” entre o modelo de arquitetura e o de gestão das utilidades. Succar menciona que apenas um dos modelos precisa ter informações da geometria do edifício, para permitir a troca semântica em BIM, e cita como exemplo o modelo de arquitetura e o modelo de tempo da obra (4D).

3.4 Estágio três - Integração

Nesse estágio, o desenvolvimento do BIM está na sua plenitude, com modelos semanticamente ricos sendo criados, compartilhados e mantidos de forma colaborativa através de todo o ciclo de vida do edifício. A integração pode ocorrer com o uso de diversas tecnologias como “servidores de modelos” utilizando formatos proprietários, abertos ou não proprietários, modelos centrais ou modelos federados e computação em nuvem. Esse estágio se caracteriza pela troca interdisciplinar de modelos, permitindo análises mais complexas do desempenho do edifício. Nesse estágio as trocas síncronas que ocorrem através do modelo BIM ocasionam a superposição de fases do projeto, tendendo a um “processo sem fases”.

3.5 Estágio quatro – IPD (*Integrated Project Delivery*)

O último estágio é quando é atingida a fase do IPD. Nesse estágio, as relações contratuais se alteram e se baseiam na colaboração efetiva por todos os agentes envolvidos. Os princípios do IPD, de acordo com a *American Institute of Architects*, são: respeito e confiança mútuos; benefícios mútuos e recompensas; inovações e decisões feitas em conjunto; envolvimento de todos os agentes e definição dos objetivos no princípio do processo; planejamento intenso; comunicação aberta; tecnologia adequada; organização e liderança.

Eastman et al. (2014) ressaltam que o BIM fundamenta-se em duas tecnologias: a interoperabilidade e modelagem paramétrica.

4. INTEROPERABILIDADE

A palavra interoperabilidade significa a capacidade de um sistema sendo ele informatizado ou não, comunicar de forma transparente com outro sistema (igual ou diferente).

A interoperabilidade é necessária para que as tarefas de projeto e produção de uma construção permitam às diferentes especialidades a troca de dados entre aplicações. Eastman (2008) descreve que interoperabilidade identifica as necessidades de passar dados entre aplicações, e para múltiplas aplicações cobrirem juntamente para o trabalho. Interoperabilidade elimina a necessidade de replicar entradas de dados que já foram geradas, e facilita os fluxos de trabalho. O IFC é o principal instrumento de interoperabilidade entre softwares para a AECO, segundo a IAI (International Alliance for Interoperability, 2008). É também um formato aberto, que apóia o intercâmbio dos dados entre softwares de tecnologia BIM. Na contextualização de interoperabilidade entra um conceito muito importante que é o IFC (*Industry Foundation Classes*).

IFC é um formato de dados neutro usado para descrever, trocar e partilhar informações normalmente utilizadas no sector da construção. Jakoski (2003) afirma que o IFC constitui-se de um modelo único central, orientado a objetivo e transferível

entre aplicativos. De tal forma, o mesmo dispõe de recursos de múltiplas representações para que se possa definir atributos, definições de geometria, unidades e outros modelos. É um formato que não pertence a nenhuma empresa, ou seja, um formato aberto ao público, disponível para a utilização no BIM.

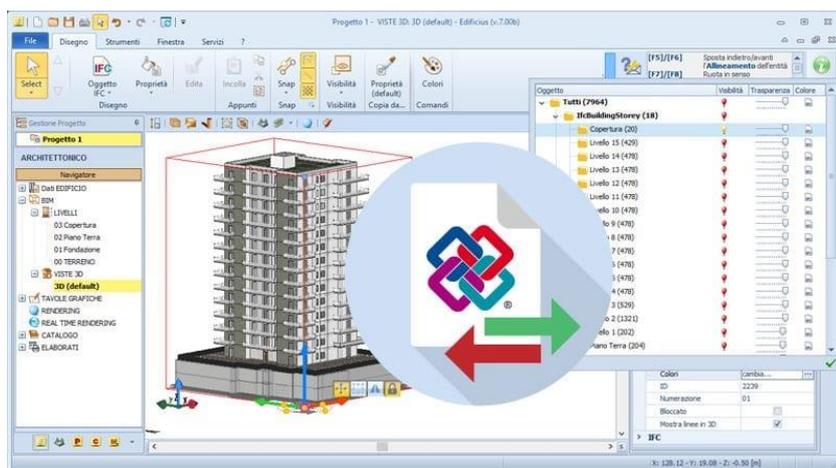


Figura 1 - Segundo buildingSMART, o formato IFC é a ferramenta principal para a implementação do Open BIM.

5. MODELAGEM PARAMÉTRICA

Modelagem paramétrica é definida por Eastman (2014) como sendo a representação de objetos, por meio de parâmetros e regras que determinam sua geometria, sendo algumas propriedades e características não geométricas. Esse conceito é uma das características segundo Eastman (2014) que diferencia os sistemas CAD do BIM.

Segundo Ayres (2009) as informações presentes em objetos parametrizados possibilitam a extração automática de elementos construtivos e determinadas representações, sem precisar redesenhá-los. Como existem parâmetros definidos para representar os objetos em determinadas visualizações (planta, corte, elevação, etc.) basta o usuário escolher a vista desejada e o software ganhará automaticamente a visualização.

A modelagem paramétrica surge para resolver problemas de modelagem geométrica tridimensional na representação de formas mais complexas. Tal situação

era encaminhada com a criação de modelos complexos através da combinação de diferentes tipos de superfícies. Nesta época, definir uma forma 3D era um processo muito difícil, repetitivo e com grande possibilidade de erro, uma vez que o usuário deveria realizar todas as operações de edição e combinação das superfícies. Como exemplo, cortar e aparar as partes das superfícies, de modo a torná-la uma só e repetir esse procedimento em varias outras superfícies para representar com precisão a forma de um objeto complexo (EASTMAN, 1999 p. 42). Para que esses programas se tornem ferramentas práticas de projeto era necessário que possuísem a “[...] capacidade de editar e modificar facilmente formas complexas [...]” (EASTMAN ET a.,2011,p.33).

Segundo Eastman e colaboradores (2011, p. 37), um importante passo nessa direção foi realizado no começo da década de 1970 com a criação da Modelagem por Sólidos (Solid Modeling), nos Estados Unidos, simultaneamente em duas abordagens diferentes. Por um lado, Ian Braid da Universidade de Cambridge propôs as Superfícies Limitantes (Boundary Representation ou B-rep) e pelo outro lado, Ari Requicha e Herb Voelcker da Universidade de Rochester apresentaram a Geometria Sólida Construtiva (Constructive Solid Geometry ou CSG). Isso porque ao incluir operações de combinação de volumes (as operações booleanas⁶⁰) automatizou as pequenas ações de edição antes realizadas pelo usuário e simplificou a criação de objetos mais complexos (EASTMAN, 1999, p. 42-43).

O uso de parâmetros para definir a geometria de elementos construtivos, no que diz respeito à construção civil, tem provado cada vez mais serem mais eficaz no processo de projeto. Edifícios são geralmente compostos de milhares de partes individuais, e de um grande número de conexões. Uma modelagem, desse tipo exige que essas porções sejam agrupadas em componentes sejam constituídos por parâmetros, de modo a facilitar a manipulação de acordo com a necessidade do usuário. Assim, a modelagem paramétrica torna-se uma poderosa ferramenta digital pra explorar diferentes configurações geométricas em projetos AEC (FLORIO, 2009a).

Um grande atrativo dessa ferramenta é a capacidade de gerar várias alternativas de projeto, como variações paramétricas (HOFFMAN; JOAN-ARINYO, 2002), em menor espaço de tempo do que com as ferramentas não paramétricas. Segundo AISH e WOODBURY (2005), isso se dá, pois a modelagem paramétrica

reduz o tempo e esforço necessário para a mudança do projeto e reutilização de seus elementos. Não só aumentando a produtividade da projeção (SHAPIRO, VOSSLER, 1995), mas também um ganho na sua qualidade, logo que permite um processo interativo de ajuste fino e contínuo de projeto (BURRY, 1996).

Com base em afirmação de ANDRADE (2012) E MOREIRA (2008), pode-se afirmar que a modelagem paramétrica é um dos pontos mais importantes para a otimização da produtividade de um projeto. A mesma permite atualizações automáticas dos elementos, principalmente os de baixo nível, que por sua vez são maioria no projeto. Assim, possibilitam mais agilidade e fluidez ao desenvolvimento do projeto.

6. PLANEJAMENTO CONTEXTUALIZAÇÃO

O planejamento pode ser conceituado como uma ferramenta administrativa, que possibilita perceber a realidade, avaliar os caminhos, construir um referencial futuro, o trâmite adequado e reavaliar todo o processo a que o acoplamento se destina. Tratando-se de um processo de deliberação abstrato e explícito que escolhe e organiza ações, antecipando os resultados esperados. Esta deliberação busca alcançar, da melhor forma possível, alguns objetivos pré-definidos.

A partir de um bom planejamento pode-se buscar melhorias no que diz respeito às ações na obra, cumprindo com os prazos estabelecidos de entrega, fazer uma gestão na construção eficaz e trabalhar dentro do orçamento.

Segundo Fernandes (2013) o orçamento é elaborado com base em previsões, e tem por finalidade a possibilidade de tomada de decisão e estabelecer referenciais para as fases de programação e controle. O planejamento deverá ser seguro e realístico de modo a motivar e desenvolver a confiança. Deverá também, procurar atender aos anseios do cliente, sem assumir compromissos que depois não poderão se cumprido.

7. INTEGRAÇÃO DO PLANEJAMENTO 4D BIM

Planejamento 4D é uma técnica que consiste em unir os modelos BIM do empreendimento ao planejamento da obra. Podemos então dizer que 4D BIM é a soma das três dimensões geométricas dos modelos mais a dimensão tempo, ou seja, o 4D BIM é uma nova variável adicionada a modelagem do projeto, modelagem essa que diz respeito ao cronograma da obra.

No planejamento 4D cada objeto ou conjunto de objetos, como, paredes, pilares, vigas dentre outros, é atribuído a uma atividade do cronograma, definindo que aquele elemento do modelo deveria iniciar em uma data “X” e finalizar em uma data “Y” pré-determinada. Isso é feito para todas as atividades do cronograma da obra, na divisão de formato que o planejador da obra definiu. É possível simular qualquer nível de EAP do cronograma vinculando as atividades a um ou mais objetos. Uma vez vinculado todo modelo BIM ao cronograma é gerada uma nova animação da obra sendo construído. O planejador pode ver o andamento e tempo real na tela do seu computador. O software vai avançando os dias e mostrando quais atividades são planejadas para serem executadas naquele período. Essa animação permite realizar diversas análises que são difíceis de fazer usando os métodos tradicionais de planejamento.

MOTTER, CAMPELO (2014) cita que o BIM 4D introduz atributos de tempo ao modelo, permitindo o uso da tecnologia para a modelagem e planejamento, simulando as etapas da construção antes mesmo do início da mesma e estabelecendo melhores estratégias de gestão.

O modelo de dimensão 4D BIM permite ao gestor da obra simular vias de canteiro de obras, áreas destinadas a armazenamento e posicionamento de grandes equipamentos. Esses elementos citados alinhados ao cronograma que está ligado ao modelo, permitem a rápida identificação de problemas e otimização (EASTAN, 2008). NAKAMURA (2014), cita que é necessário definir o grau de detalhamento exigido pelo planejamento, a fim de ter todos os elementos modelados corretamente para a sua modelação do projeto e planejamento da obra.

Em relação aos outros métodos de planejamento, o 4D BIM tem várias vantagens, sendo possível destacar:

7.1 Melhor entendimento do cronograma

A animação pode ser pausada, avançada ou recuada a qualquer momento, permitindo assim ao planejador ter o controle sobre o que está sendo planejado dentro do projeto, a qualquer hora e em qualquer local. Facilitando o entendimento, a comunicação do cronograma até mesmo por pessoas que não tem conhecimento em engenharia ou técnicas de planejamento.

7.2 Estudo de Logística

Com o BIM 4D é possível localizar estudo de logísticas do canteiro de forma muito mais eficiente, permitindo analisar ao longo do cronograma as interferências que terá sobre as atividades realizadas.

7.3 Análise crítica do Planejamento

A visualização no software BIM permite detectar erros no planejamento como, sobreposição de atividades de forma muito mais eficiente. Além de ser possível simular diversos cenários de cronograma facilitando a tomada de decisões por parte da equipe de planejamento.

8. FERRAMENTAS

Assim como as outras dimensões BIM, a dimensão de planejamento 4D se materializa através de softwares. Existem diversos softwares 4D BIM no mercado, sendo os mais conhecidos o SYNCHRO SOFTWARE, VICO OFFICE e o Navisworkis da Autodesk, sendo o ultimo que irá ser mais aprofundado no artigo.

8.1 Navisworks da Autodesk

O Naviswork é um software que possui capacidades semelhantes aos referidos anteriormente, mas focando-se mais principalmente na gestão e simulação da obra. Ele proporciona ao engenheiro ver como está o andamento da obra, e através do mesmo você pode simular a construção mesmo antes do processo de construção do edifício, por exemplo, começar. Os conceitos desse software mais detalhado serão abordados mais a frente.

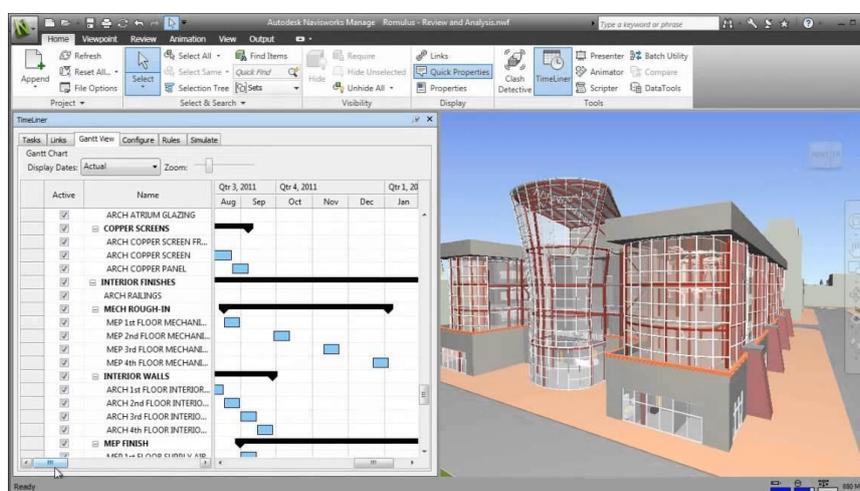


Figura 2 - Interface Navisworks

O Naviswork já é utilizado para unir diferentes especialidades em um único modelo central. A partir disso, pode extrair quantitativos dos elementos do modelo, os quais apresentam materiais definidos. Combinado aos dados de quantidades, a lista de material pode ser exposta em planilhas ou passada por uma conexão API, permitindo que informações do modelo possam ser utilizadas em um sistema próprio (MULLIN, 2013).

O software também permite a criação de grupos de seleção chamados de Selection Sets, para poder selecionar rapidamente certos elementos, ou executar ações do tipo: esconder, mudar cor ou transparência (AUTODESK, 2014a). Um recurso útil na criação de Sets é o Find Items, o qual permite procurar itens que contenham determinadas propriedades definidas pelo usuário. Critérios de procura podem ser salvos para posteriormente executar a busca (AUTODESK, 2015).

Temos duas possibilidades de utilização do NavisWorks, uma é a utilização do NavisWorks Manage e outra a utilização no NavisWorks Freedom. A utilização do NavisWorks Freedom traz algumas restrições já o NavisWorks Manage é uma versão completa do software.

Ao utilizar o NavisWorks Freedom não é possível a leitura do arquivo de extensão nwf, que é a extensão de NavisWorks que faz a leitura em tempo real do projeto. Sendo assim é necessário que seja gerado um arquivo de extensão nwd para possibilitar a visualização da maquete. Os arquivos de extensão nwd são arquivos que representam uma “fotografia” da maquete no momento de geração do mesmo, devemos ficar atentos para possíveis atualizações que não estão representadas neste arquivo.

A utilização do NavisWorks Manage é a mais indicada para acompanhamento do projeto, pois esta versão do software possibilita a criação e leitura dos arquivos de extensão .nwf, os arquivos que possuem esta extensão possibilitam uma leitura em tempo real do projeto, além da possibilidade de gerar e visualizar o “Clash Detective” do projeto.

O acompanhamento do modelo 3D a partir do NavisWorks, garante que todos usuários estejam enxergando as últimas atualizações das disciplinas, independente de exportações ou revisões do projeto, além de ajudar a descarregar informações do ambiente de modelagem 3D, pois uma vez que as informações estarão disponíveis no NavisWorks, estas em muitos casos não serão necessárias no ambiente de modelagem 3D das disciplinas que não geraram o arquivo.

CONCLUSÃO

É preciso se atualizar, com o avanço da tecnologia, o mercado está cada dia mais competitivo e infelizmente quem não acompanhar essa evolução irá ficar para trás, e se sobressai nesse mercado de trabalho tão competitivo quem acompanha a evolução.

É evidente que o progresso no Brasil dos conceitos e utilização da Plataforma BIM, pelos profissionais e Empresas ainda é lento. Por conta da falta de qualificação

dos profissionais da área e também por conta da desconfiança de não ter certeza do sucesso, pois já estão acostumados com os métodos usados atualmente. Mas não se pode negar que a Plataforma BIM veio para revolucionar o cenário da construção civil em todos os aspectos, trazendo facilidades e resolvendo problemas que hoje em dia tem tirado o sono de vários engenheiros, dono de obras etc. A plataforma BIM chega para sanar esses problemas.

Entende-se que softwares de planejamento BIM não substituirão em hipótese alguma a capacidade e experiência profissional do planejador, mas permitirá a tomada de decisão qualificada, aliando ferramentas usuais como o Gráfico de Gantt à realidade do canteiro, resultando em um melhor plano de ataque. Além disso, a visualização 3D amplia a capacidade de detecção de falhas, melhora a comunicação entre os profissionais de projeto, produção, proprietários e canteiro, antecipando os problemas.

REFERÊNCIAS

- AISH, Robert; WOODBURY, Robert. **Multi-Level Interaction in Parametric Design**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SMART GRAPHICS, 5., 2005, Frauenwörth Cloister. Proceedings. Berlin: Springer, 2005.
- ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de. **Projeto Performativo na Prática Arquitetônica Recente: Estrutura Conceitual**. 2012. 472 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- EASTMAN et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 1.ed. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2014. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al.
- FERNANDES, Paulo S.T. **Montagens industriais: planejamento, execução e controle**. 4.e.d. São Paulo: Artliber Editora. 2013
- FLORIO, W. **Modelagem Paramétrica no Processo de Projeto em Arquitetura**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO,
- HOFFMANN, Christoph M.; JOAN-ARINYO, Robert. Parametric Modeling. In: FARIN, Gerald; HOSCHEK, Josef; KIM, Myung-soo. Handbook of Computer Aided Geometric Design. Amsterdã: North Holland, 2002
- <https://www.ufrgs.br/saepro/saepro-2/conheca-o-projeto/breve-historico-do-bim/>
- JACOSKI, Cláudio Alcides. **Integração e Interoperabilidade em Projetos de Edificações: Uma Implementação com IFC/XML**. 2003. 219f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- MANZIONE, Leonardo. Seminário: **Interoperabilidade: quebrando paradigmas**. Seminário BIM de Santa Catarina. Mar. 2014
- MOTTER, A.G.; CAMPELO H.Q. **Implantação da tecnologia BIM em escritórios de projetos na região de Curitiba - estudo de casos. Trabalho de Conclusão de Curso** de Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

- NAKAMURA, Juliana. **Como compatibilizar bem projetos de diferentes especialidades.**
- SUCCAR, Bilal. **Building information modelling framework:** A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation In Construction, v. 18, p. 357-375, mar. 2009.
- YALCINKAYA, Mehmet; SINGH, Vishal. Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic Analysis. Automation in Construction, v. 59, p. 68-80, nov. 2015.