

AUDITORIA DE MODELOS BIM 4D EM CANTEIROS DE OBRAS DE CONSTRUTORAS DA CIDADE DE FORTALEZA-CE¹

ROCHA, P. H. G., Universidade Federal do Ceará, e-mail: phenrique_rocha@hotmail.com; SILVA FILHO, W. B., Universidade Federal do Ceará, e-mail: wbastos.filho@gmail.com; SILVA, R. G., Universidade Federal do Ceará, e-mail: robson.obras@gmail.com; BARROS NETO, J. P., Universidade Federal do Ceará, e-mail: jpbarrros@ufc.br

ABSTRACT

In the construction of daily life, the project term is usually used to refer to a set of drawings and technical details in the various disciplines of engineering and serving north to the materialization of the building. However it is more than that, representing period defined in time and whose uniqueness and particularities differentiate it from any other, making it unique. In order to reduce interference and improve the activities at construction sites, BIM tools in 4D models are integrated into the sites, but it is necessary to observe whether this use is actually bringing productive advantages or is only a marketing tool. In this work, the process of planning and implementation of 4D models in construction sites of three companies in the field of construction and development of Fortaleza / CE has been audited and proposals have been made for improvement. An interview guide was prepared and submitted for production managers of their respective companies. After analyzing the responses, it was found the gaps between recommended in the literature and practiced in the company. Finally, improvements have been proposed in order to fill such gaps, which were mainly in training of manpower.

Keywords: Layout. BIM. Physical arrangement.

1 INTRODUÇÃO

No que se refere às questões referentes ao planejamento e controle logísticos de obras surgem muitos problemas e conceitos que devem ser levados em conta. O alcance eficaz de um fluxo de trabalho, com o mínimo de desperdício, requer não apenas o correto planejamento, mas também a efetiva gestão da produção (SACKS *et al.*, 2010). Tem-se então que o bom layout é capaz de reduzir distâncias de transporte e locomoção (atividades que não agregam valor), melhorando o desempenho em termos de segurança e a produtividade (ANDAYESH; SADEGHPOUR, 2013).

Na literatura que aborda o tema Projeto 4D, os estudos privilegiam o planejamento da segurança do canteiro (SULANKIVI *et al.*, 2010) e orientações para utilização do BIM em diversos aspectos ligados ao gerenciamento das construções sem aplicações ao estudo dos planos de ataque e dos canteiros de obras propriamente ditos (HARDIN, 2009).

Este trabalho analisa modelos 4D de projetos de canteiro de obras em 3 empresas da cidade de Fortaleza-CE, com ênfase em nos aspectos práticos de implantação.

¹ ROCHA, P. H. G. *et al.*, Auditoria de modelos BIM 4D em canteiros de obras de construtoras da cidade Fortaleza-CE. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

“Não há sentido em se falar em qualidade na obra ou produtividade no processo produtivo quando não se tem planejado o local onde os serviços de construção acontecem”. (SOUZA, 2000).

O uso de modelos 4D permite melhores visualizações das restrições, ajuda a realização do planejamento de médio prazo, e protege a produção através de re-sequenciamento das atividades ou da relocação do espaço de trabalho, promovendo continuidade nos processos de execução da obra. Outra grande vantagem dos modelos 4D é que eles permitem analisar a programação, visualizando conflitos que não são aparentes no gráfico de Gantt ou nos diagrama sem rede (HAYMAKER;FISCHER, 2001).

Apesar das vantagens já citadas dos modelos 4D, algumas pesquisas apontam também limitações desta ferramenta. Wang *et al.*(2014) defendem que modelos 4D não abordam detalhes do canteiro de obras, como simulações de operações e análise de quantidade de materiais. Além disso, Tommelein (2003) diz que variáveis temporais como indecisão humana e tolerâncias físicas não são representadas na realidade da obra.

Biotto (2012) utilizando a modelagem 4D desenvolveu um modelo de gestão da produção composto por três fases: (a) preparação da empresa para o uso de modelos BIM 4D e melhoria do sistema de gestão da produção; (b) gestão da produção com o uso da modelagem BIM 4D; e (c) análise de dados e tomada de decisão.

Diferentes projetos requerem diferentes níveis de informações. É necessária a percepção de qual nível de informação o modelo específico utilizado exige. Leite *et al.* (2011) afirmam que de acordo com o objetivo do modelo BIM utilizado (por exemplo, estimativa de custos, quantitativos de materiais, plantas esquemáticas), o nível de detalhe do modelo deve mudar. Quando o modelo BIM se torna uma ferramenta de comunicação e colaboração a riqueza de detalhes é essencial.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho consiste em um estudo de campo baseado em análise documental e entrevistas com gerentes de produção e profissionais de planejamento de 3 empresas construtoras da cidade de Fortaleza - CE que fazem uso de ferramentas BIM em seus canteiros de obras. As entrevistas foram realizadas nos canteiros de obras a fim de se verificar *in loco* como o uso do BIM ocorre no planejamento/gerenciamento de obras e verificando sua influência na execução da obra.

Os documentos avaliados foram caderno de detalhamento de projetos, instruções de trabalho e material de treinamento interno das empresas.

A entrevista abordou os seguintes aspectos:

- há quanto tempo a empresa utiliza a ferramenta 4D;
- em que fases da obra se utiliza os modelos 4D;

- a empresa utiliza mão de obra própria ou terceiriza o uso da ferramenta;
- resultados positivos da implantação;
- dificuldades de implantação.

Em seguida, essas informações foram usadas para entender o nível de aplicação das ferramentas 4D nos canteiros de obras das empresas. Uma vez esquematizado o processo da empresa, este foi comparado com a literatura a fim de verificar se existem lacunas entre a teoria e a prática que deixam o processo da empresa abaixo do potencial máximo. Tendo constatado a existência de lacunas, foram propostas melhorias no processo da empresa a fim de garantir seu melhor funcionamento, tornando-a ainda mais competitiva.

4 RESULTADOS

4.1 Tempo de implantação e utilização

As 3 empresas visitadas são de médio porte e utilizam modelos 4D há cerca de 2 a 7 anos. Todas defendem o uso de modelos 4D, embora admitam que não utilizam todas as ferramentas que o modelo oferece.

As empresas auditadas se julgam inexperientes no processo de utilização de ferramentas BIM, porém já alegam usufruir de vantagens construtivas devido o uso de modelos 4D.

4.2 Fases com utilização de modelos 4D

As empresas A e C utilizam as ferramentas BIM 4D somente na fase de projeto, durante a etapa de compatibilização de projetos. Defendem que conseguem resolver cerca de 80% das interferências antes de ir para a obra. A empresa B, que aplica modelos 4D há 5 anos, utiliza estes modelos para acompanhamento do projeto *as built* durante a fase de execução, porém em via de regra esta utilização não sofre atualizações frequentes.

O projeto de canteiro de obras por sua vez é realizado inicialmente com ferramenta 4D, mas não é realizado planejamento de mudanças de layout de canteiro, devido a mudança de fases de etapas construtivas, ou seja, o projeto de canteiro continua o mesmo durante toda a obra.

4.3 Mão de obra responsável pelo gerenciamento da ferramenta

Todas as 3 empresas utilizam terceirização durante o processo de modelagem. A empresa B, por ter maior vivência nesta tecnologia utiliza somente uma consultoria na fase de projeto e um acompanhamento mensal. Já as empresas A e C, tem todo o processo feito por terceiros e cuidam somente de gerenciar os dados que o modelo fornece. Elas justificam que agem desta forma, pois o treinamento da ferramenta aconteceu primeiramente somente com os funcionários do escritório central e somente depois expandido para as obras, fazendo com que os canteiros de obra não possuam mão de obra especializada em quantidade suficiente para trabalhar na ferramenta de maneira mais independente.

4.4 Vantagens obtidas

De forma unânime, a maior vantagem apontada pelas 3 empresas foi a compatibilização de projetos que o modelo 4D fornece. As empresas defendem também o uso no acompanhamento mensal do cronograma, porém como dependem de empresas terceirizadas para a utilização desses dados, essa etapa às vezes não é realizada no tempo correto, fazendo com que decisões tenham que ser tomadas com bases em outros métodos, ou até mesmo de maneira improvisada. Todas as 3 empresas concordam que atualmente o BIM está sendo subutilizado em suas obras e que por isso no recrutamento de seus colaboradores, da área gerencial de obras, conhecimento em ferramentas BIM é pré-requisito de contratação.

4.5 Dificuldades enfrentadas

Por fim, quando auditadas sobre as dificuldades de utilização da ferramenta, o fator preço foi o mais citado, seguido da falta de mão de obra especializada. Segundo a direção técnica da empresa C, “a contratação terceirizada somente da modelagem de projetos já produzidos, às vezes é tão dispendiosa quanto à contratação dos próprios projetos”. Além do alto preço, o ato de primeiro produzir todos os projetos para somente depois contratar um escritório para realizar a modelagem inclui uma nova etapa na fase de projetos. Logo é necessário que o cronograma de desenvolvimento de produto seja planejado para contemplar esse aumento de prazo.

4.6 Análise documental

De forma a corroborar os resultados das investigações das entrevistas a análise documental mostrou a necessidade de amadurecer o processo de produção de projetos 4D. A situação de dependência com empresas terceiras para modelagem dos projetos traz efeitos negativos no prazo e custo do projeto final, reduzindo as vantagens obtidas no uso da ferramenta 4D. Ao observamos a estrutura dos processos de produção de projetos, verifica-se que a etapa que a fase de projetos se tornou mais longa embora permita um maior nível de riqueza de detalhes. Isto decorre do fato de se contratar um projeto e depois do projeto pronto haver a necessidade de contratar uma modelagem do projeto para outra empresa, quando o mais correto seria projetar dentro das ferramentas BIM.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As empresas auditadas neste trabalho ainda se encontram em fase de amadurecimento da implantação do BIM. Isto fica evidenciado não só pelo tempo de implantação, mas também pelo nível de treinamento do setor de planejamento e visitas técnicas realizadas nos respectivos canteiros de obras.

A auditoria revela que infelizmente o uso de ferramentas computacionais ainda esbarra no problema de falta de mão de obra especializada e altos custos de implantação. A utilização de consultorias para gerenciamento de modelos é bastante útil, porém é necessário cuidado para não acabar simplesmente camuflando a falta da filosofia BIM dentro da mão de obra

própria da construtora. Aconselha-se às empresas auditadas que invistam fortemente em treinamento de sua mão de obra, capacitando não somente o setor de planejamento, mas também em funcionários líderes do setor operacional. É imprescindível que a ferramenta seja utilizada em sua totalidade para alcance maximizado dos resultados.

Embora o alto custo de implantação das ferramentas BIM observadas, defende-se que aliado a uma mão de obra especializada, a economia que os modelos 4D provocam nas obras começam a partir do terceiro empreendimento a superar os gastos de implantação.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou o uso de modelos 4D nos projetos de canteiros de obras de empresas cearenses que já utilizam o uso do BIM como marketing empresarial. Infelizmente se percebeu que nos casos estudados, o uso ainda é bastante rudimentar e não abrange a ferramenta em todos os níveis. De maneira geral, nota-se que uso de ferramentas 4D ainda esbarra na falta de profissionais capacitados, fator que é agravado pela própria posição da diretoria das empresas estudadas que não investem na valorização de mão de obra própria, contribuindo para a alta rotatividade nas empresas do setor.

Ressalta-se também que como quase em sua totalidade os projetos 4D consistem em modelagens por empresas terceiras, as empresas ainda não possuem bibliotecas de modelagem próprias bem definidas e específicas para os critérios construtivos da empresa. Isso se comprova quando percebemos que as empresas estudadas possuem caderno de detalhamentos de projetos e instruções de trabalho bem definidas, mas que não se comunicam bem com a modelagem dos projetos.

As melhorias propostas foram, em sua maioria, no intuito de capacitar a mão de obra para maximizar o uso da filosofia BIM e suas ferramentas, aumentando o controle da empresa sobre a produção. É importante a percepção que o treinamento de mão de obra não se refere somente ao treinamento nas ferramentas de desenho e modulação 4D, bem como seus softwares específicos, mas abrange incluir na filosofia de trabalho da empresa, os princípios da filosofia BIM.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pelo apoio financeiro ao projeto desenvolvido.

REFERÊNCIAS

ANDAYESH, Mohsen; SADEGHPOUR, Farnaz. Dynamic site layout planning through minimization of total potential energy. **Automation in Construction**, v. 31, p. 92-102, 2013.

BIOTTO, C. N. **Método de Gestão da Produção na Construção Civil com Uso da Modelagem BIM 4D**. 2012. 180f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

HARDIN, Brad. **Bim and construction management: proven tools, methods, and workflows.** Indianapolis: Wiley, 2009.

HAYMAKER, John; FISCHER, Martin. **Challenges and Benefits of 4D Modeling on the Walt Disney Concert Hall Project.** CIFE – Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, 2001.

LEITE, Fernanda et al. Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models. **Automation in Construction**, v. 20, n. 5, p. 601-609, 2011.

SACKS, Rafael et al. Interaction of lean and building information modeling in construction. **Journal of construction engineering and management**, v. 136, n. 9, p. 968-980, 2010.

Sulankivi, K., Kähkönen, K., Mäkelä, T., & Kiviniemi, M. (2010). 4D -BIM for construction safety planning. In: CIB WORLD BUILDING CONGRESS, 18., 2010, Salford. **Proceedings...** Salford: CIB W099, 2010. p. 117-128. Disponível em: <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC24339.pdf>, Acesso em: 17.07.2018.

TOMMELEIN, Iris D. **Acknowledging variability and uncertainty in product and process development.** Netherlands: Swets & Zeitlinger, Lisse, 2003.

WANG, Wei-Chih et al. Integrating building information models with construction process simulations for project scheduling support. **Automation in Construction**, v. 37, p. 68-80, 2014.