

Potencial uso do BIM na fiscalização de obras públicas



Antonio Carlos de Oliveira Miranda

é professor da Universidade de Brasília, no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental



Cleiton Rocha de Matos

é servidor do Tribunal de Contas da União, na Secretaria de Fiscalização de Infraestrutura de Aviação Civil e Comunicações

RESUMO

Anualmente, o Governo Federal gasta bilhões de reais em obras de infraestrutura. Parte dessas obras é auditada pelo órgão de controle externo, sendo comum a ocorrência de irregularidades as quais incluem problemas quanto a projeto básico e à fiscalização deficiente. Dessa forma, tecnologias e processos que ampliem a eficácia dessas áreas são necessários. A melhoria da qualidade dos projetos com o auxílio do uso da tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) tem sido relatada em diversas pesquisas, tal fato motiva a adoção dessa tecnologia em vários países do mundo. No Brasil, existe uma lacuna sobre o uso do BIM nas fiscalizações de obras públicas, assim, com base nessa problemática, o estudo desenvolvido neste artigo tem o objetivo de verificar o potencial do BIM nessa prática, mediante uma análise comparativa entre as atividades de fiscalização orientadas pela Administração Pública Federal e os usos e benefícios relatados pela área acadêmica sobre BIM. A tecnologia BIM tem potencial para auxiliar nas principais atividades de fiscalização por meio de informações mais qualificadas para controlar e exigir o cumprimento de contratos, aumentando a probabilidade de executar obras com melhor qualidade e aderentes a preço e prazo contratados.

Palavras-chave: Modelagem da informação da construção; Obras públicas; Fiscalização; Modelagem 4D e 5D.



1. INTRODUÇÃO

No ano de 2014, somente no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal foram empenhados R\$ 54 bilhões (BRASIL, 2014b, p. 40). Nesse mesmo ano, o Tribunal de Contas da União (TCU) realizou 102 auditorias de obras públicas com dotações orçamentárias de R\$ 12,38 bilhões, das quais 56,9% foram encontradas irregularidades graves, 38,2% outras impropriedades e apenas 4,9% não tiveram ressalvas. As áreas de maior ocorrência dessas irregularidades foram: execução de obra (41,2%), projeto básico ou executivo (34,3%) e fiscalização de obra (20,6%) (BRASIL, 2014e, p. 5, 16 e 24).

Ante a tal cenário, tecnologias e processos que possam ajudar na área de execução, projetos e fiscalização de obras são necessários para assegurar uma melhoria na aplicação dos recursos públicos. Nesse aspecto, a tecnologia BIM surgiu como uma forma inovadora de gerenciar projetos, antecipando e aumentando a colaboração entre equipes de projeto, reduzindo custos, melhorando a gestão do tempo e aprimorando o relacionamento com o cliente (AZHAR et al., 2008, p. 445). Isso é evidenciado pelo surgimento acelerado de diversos guias e manuais dedicados a definir os requisitos e os produtos finais do BIM, elaborados por diversos órgãos públicos ao redor do mundo (SUCCAR, 2009, p. 358). Um exemplo desse fenômeno é a adoção do BIM no Reino Unido, onde, a partir de 2016, será obrigatório o emprego dessa tecnologia em todos os contratos do

setor público, como solução para o problema de informações imprecisas, incompletas e ambíguas que resultam em custos desnecessários, os quais incrementam em cerca de 20 a 25% o valor dos bens (THE BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2013, p. V).

Como exposto, os ganhos do uso da tecnologia BIM na área de projeto e execução de obras podem ser muito evidentes. Entretanto, em relação à área de fiscalização de obras públicas, existe uma lacuna quanto a estudos que demonstrem os benefícios do BIM. Essa área é foco das principais ocorrências de irregularidades, segundo auditorias do TCU em 2014. É necessário que a Administração Pública realize a fiscalização do contrato, para verificar o seu cumprimento em todos os seus aspectos (BRASIL, 2014d, p. 43). Neste contexto, o presente artigo tem o objetivo de demonstrar o potencial do BIM na fiscalização de obras públicas. Considerando a ausência de referências teóricas de tal aplicação aliada ao incipiente emprego da tecnologia BIM na fiscalização de obras públicas brasileiras, este trabalho está fundamentado na revisão bibliográfica e estabelece uma relação entre as atribuições da fiscalização e as aplicações e resultados do BIM. Dessa forma, pode-se considerá-lo inédito no Brasil.

2. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Segundo Eastman et al. (2014, p. 1), o BIM é a construção de um modelo virtual preciso de uma

edificação, contendo dados relevantes e necessários para dar suporte à construção e incorporando funções necessárias para o ciclo de vida de uma edificação. “Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita o processo de projeto e construção mais integrado que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos” (EASTMAN et al., 2014, p. 1). Um modelo BIM pode ser usado para diversos propósitos, tais como: visualização e renderização 3D; desenhos para fabricação; análise dos requisitos legais do projeto; estimativa de custos; sequenciamento da construção; detecção de interferência; análises de simulações e conflito; e gestão e operação das edificações (AZHAR, 2011, p. 242-243). O uso do BIM traz benefícios desde a fase de concepção do empreendimento até a operação, por possibilitar uma visualização mais precisa do projeto, correções automáticas das mudanças feitas nele, geração automática dos desenhos 2D, compatibilização das diversas disciplinas do projeto, extração automática dos quantitativos, sincronização com o planejamento e melhor gerenciamento e operação das edificações (EASTMAN et al., 2014, p. 16-21). Esses benefícios foram confirmados na pesquisa feita por Bryde, Broquetas e Volm (2013, p. 974-976) a partir da compilação de 35 estudos de casos durante o período de 2008-2010, em diversos países, nos quais foram mencionados efeitos positivos e negativos do uso do BIM. Os resultados foram agrupados com base nas áreas de conhecimento de gestão de projetos do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), e o sumário do estudo está apresentado na Tabela 1.

O BIM pode ser classificado em 3D, 4D e 5D. BIM 3D refere-se à construção virtual da obra em ferramentas computacionais de modelagem 3D, em que é possível a geração de pranchas 2D automáticas e a conexão de diversas informações em um modelo centralizado, facilitando manter o conjunto de documentos atualizados, além de poder ser usado na análise de interferências e conflitos entre as diversas disciplinas da obra, minimizando os problemas durante a execução e a presença dos projetistas no canteiro. A visualização do modelo 3D, passeios virtuais e inúmeras possibilidades de cortes e vistas aumentam o grau de entendimento do projeto, possibilitando a detecção de erros na fase de execução da obra. BIM 4D associa os componentes 3D às tarefas do cronograma, isto é, inclui o tempo. Já o BIM 5D refere-se à ligação inteligente do BIM 4D e a informação relativa aos custos.

Os dados obtidos dos estudos de caso sugerem que o BIM é uma ferramenta eficaz em melhorar aspectos-chave da entrega dos projetos de construção. Dos critérios de sucesso criados para a análise dos estudos de caso, o custo foi o mais positivamente influenciado pela implementação do BIM, seguido pelo tempo, comunicação, melhoria da coordenação e qualidade. Os impactos negativos ou desafios da implementação do BIM são relativamente poucos, e a maioria deles está relacionada a questões de *software* ou *hardware*. Esses desafios referem-se à gestão de mudança da adoção do BIM e podem ser superados com a melhor formação dos funcionários envolvidos e atividades de engajamento dos *stakeholders* (BRYDE, BROQUETAS e VOLM, 2013, p. 978).

Tabela 1:
Ranking de critérios de sucesso do uso do BIM

Critério de sucesso	Benefício positivo			Benefício negativo		
	totais de ocorrências	Número total de projetos	% do total de projetos	Totais de ocorrências	Número total de projetos	% do total de projetos
Redução de custos ou controle	29	21	60,0	2	2	5,7
Redução de tempo ou controle	17	12	34,3	3	3	8,6
Melhoria da comunicação	15	3	37,1	0	0	0,0
Melhoria de coordenação	14	12	34,3	3	3	8,6
Aumento de qualidade ou controle	13	12	34,3	0	0	0,0
redução dos riscos negativos	8	6	17,1	1	1	2,9
Esclarecimento do escopo	3	3	8,6	0	0	0,0
Melhoresias da Organização	2	2	5,7	2	2	5,7
Problemas de software	0	0	0,0	7	7	20,0

Fonte: Adaptado de Bryde, Broquetas e Volm (2013)

3. O USO DO BIM NAS OBRAS PÚBLICAS BRASILEIRAS

O governo federal, por meio do plano Brasil Maior, estabeleceu dentro da agenda estratégica da construção civil o seguinte objetivo: intensificar o uso de tecnologia da informação aplicada à construção e a implantação do sistema de classificação da informação da construção – normas BIM (BRASIL, 2013, p. 64). Para alcançar esse objetivo, as seguintes medidas estão sendo executadas: introduzir a biblioteca de componentes da construção civil, disponibilizando-a em portal da internet com acesso público e gratuito; introduzir a tecnologia BIM no sistema de obras do Exército; e difundir e complementar a normatização brasileira para o BIM (BRASIL, 2014a, p. 78).

Em termos de utilização na Administração Pública Federal, tem-se o Exército Brasileiro e a Petrobras que têm empregado o uso do BIM em alguns de seus projetos. Além desses exemplos, o Banco do Brasil realizou, ao longo de 2013 e 2014, diversas licitações de projetos em BIM dentro do Programa Regional de Aviação.

Já em relação a normas e guias para a tecnologia BIM, apenas o Governo do Estado de Santa Catarina publicou suas diretrizes no *Caderno de Apresentação de Projeto BIM*, “nele estão definidas a padronização e a formatação que devem orientar o desenvolvimento dos projetos em BIM nas contratações com o Governo do Estado” (SANTA CATARINA, 2014).

4. FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

As contratações das obras públicas no Brasil são regidas por duas leis: a Lei de Licitações e o Regime Diferenciado de Contratações públicas (RDC). A Lei de Licitações tem caráter mais abrangente e estabelece normas gerais sobre licitações e contratos no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (BRASIL, 1993, art. 1º). O RDC possui um caráter mais restritivo, sendo empregado para determinadas obras previstas na lei (BRASIL, 2011, art. 1º).

O art. 67 da Lei de Licitações obriga que a execução do contrato deverá ser fiscalizada por um representante da Administração, permitida a contratação de terceiros para assisti-lo e subsidiá-lo de informações pertinentes a essa atribuição (BRASIL, 1993, art. 67). O RDC não traz disposto semelhante, entretanto

estabelece em seu art. 39 que os contratos administrativos reger-se-ão pelas normas da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, com exceção das regras específicas definidas na própria Lei (BRASIL, 2011, art. 39). Logo, para o RDC também é obrigatória que seja feita a fiscalização da execução contratual.

Como orientação para atuação da fiscalização de obras, o Governo Federal disponibiliza, no portal eletrônico de Compras Governamentais, a publicação “Manual de Obras Públicas – Edificações – Práticas da SEAP – Construção”, elaborada pela Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio (SEAP) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), que estabelece as diretrizes gerais, não exaustivas, para a fiscalização de obras (BRASIL, 1997, 10-2 a 11-2). Essa mesma publicação é indicada como referência para as atividades que são atribuições da fiscalização na publicação “Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas” elaborada pelo TCU (BRASIL, 2014d, p. 44).

5. DISCUSSÃO

Observando as atividades descritas no manual da SEAP, verifica-se que elas estão muito interligadas ao gerenciamento de projetos, fato que sugere os benefícios do uso do BIM demonstrados na Tabela 1. Nas próximas seções, serão analisados, mediante auxílio da literatura e pesquisas disponíveis, como o BIM pode auxiliar nas atividades de fiscalização descritas no Manual da SEAP (BRASIL, 1997, p. 10-2 a 11-2). Os títulos das seções subsequentes referem-se à descrição resumida das atividades contidas no Manual da SEAP e seguem a mesma ordem estabelecida naquela publicação.

5.1 MANTER UM ARQUIVO COMPLETO E ATUALIZADO DE TODA A DOCUMENTAÇÃO PERTINENTE AOS TRABALHOS

Uma das características do BIM é o modelo desenvolvido em 3D, empregando regras paramétricas, sendo a geração das pranchas em 2D extraídas automaticamente a partir de vistas e cortes do modelo construído. Isso reduz significativamente a quantidade de tempo e o número de erros associados com a geração de desenhos (EASTMAN et al., 2014, p. 17). Outra característica do BIM é a disponibilidade e conexão de todas as informações em um modelo cen-

tralizado e acessado por meio de *links* (KYMMELL, 2008, p. 49). As especificações, por exemplo, podem ser associadas com bibliotecas de objetos, de forma que uma especificação é automaticamente aplicada quando o objeto da biblioteca é incorporado no projeto. Também estão disponíveis aplicações de TI para a seleção e edição de especificações que são relevantes para um dado empreendimento e realizar referência cruzada entre elas com componentes relevantes do modelo (EASTMAN et al., 2014, p. 185). Essas características facilitam manter atualizado o conjunto de documentos que compõe o projeto básico/executivo, mitigando a ocorrência de inconsistência entre seus diversos elementos e, por conseguinte, facilita o trabalho do fiscal de obras em relação à organização da documentação da obra.

5.2 ANALISAR E APROVAR O PROJETO DAS INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS E CANTEIRO DE SERVIÇO

Biotto, Formoso e Isatto (2015, p. 87-88) verificaram as limitações das técnicas usuais de planejamento no que se refere à identificação de conflitos espaciais envolvendo instalações provisórias, estoques e equipamentos. Essas atividades estão relacionadas à modelagem BIM 4D. Em um dos estudos de caso realizado pelos autores, o BIM 4D permitiu identificar



diversas interferências entre a execução dos serviços e as áreas de estoques, acessos e outros elementos do canteiro de obras, bem como auxiliar no planejamento do leiaute da obra e antecipar futuros problemas espaciais envolvendo o abastecimento das torres por intermédio do caminhão-guindaste, inclusive identificando obstruções do campo de visão do operador do equipamento que impediriam a operação segura dele. Para que tais benefícios sejam possíveis, é necessária a ampliação do escopo da modelagem no BIM, incluindo os equipamentos de movimentação de materiais e pessoas, equipamentos de proteção coletiva, instalações provisórias, entre outros (BIOTTO, FORMOSO e ISATTO, 2015, p. 93). Desta forma, com o uso do BIM 4D incorporando as instalações provisórias e canteiro, é possível que o fiscal da obra realize uma análise mais qualificada e acertada sobre esses elementos.

5.3 ANALISAR E APROVAR O PLANO DE EXECUÇÃO E O CRONOGRAMA DETALHADO DOS SERVIÇOS E OBRAS

Um modelo BIM 4D permite testar diferentes alternativas de sequenciamento da obra, antecipando os problemas de construtibilidade para a fase de planejamento (STAUB; FISCHER, 2006, p. 2-3), aumentando a probabilidade da obra ser concluída como planejada e projetada (FISCHER, HAYMAKER; LISTON, 2005, p. 30). Para alcançar esses benefícios, o desenvolvimento do modelo BIM 4D deve considerar o nível de detalhe adequado para os itens do projeto que precisam ser comunicados, a capacidade para reorganização ou criação de agrupamentos das entidades geométricas, a representação das estruturas temporárias, a decomposição de objetos mostrados com entidades únicas e incorporação de outras propriedades do cronograma, além das datas de início e término (EASTMAN et al., 2014, 231-232). As ferramentas BIM mais populares não possuem funcionalidades para atender todas as diretrizes citadas, porém, existem ferramentas 4D especializadas para a produção de modelos 4D a partir de modelos 3D e cronogramas que contemplam tais características (EASTMAN et. al, 2014, p. 211 e 226-229). Dessa forma, o uso de modelos BIM 4D proporcionará uma melhor comunicação visual do cronograma, sendo esses mais exequíveis e confiáveis, aumentando assim as chances da conclusão da obra no prazo contratado e, com isso, facilitando o trabalho da fiscalização em relação ao planejamento.

5.4 OBTER DA CONTRATADA O MANUAL DE QUALIDADE E VERIFICAR A SUA EFETIVA UTILIZAÇÃO

Considerando que a exigência de qualificação no Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) para fins de qualificação técnica foi considerada ilegal reiterada vezes pelo TCU (BRASIL, 2014c, item 9.10.3), as licitações de obras públicas federais deixaram de exigir tal certificação, tornando-se inaplicável a verificação da utilização do Manual da Qualidade.

5.5 PROMOVER REUNIÕES SOBRE O ANDAMENTO DA OBRA E PROVIDÊNCIAS NECESSÁRIAS AO CUMPRIMENTO DO CONTRATO

Neste caso, o uso do BIM não é para a promoção da reunião e sim na sua pauta. Um dos benefícios do modelo 4D é a comparação de cronogramas e acompanhamentos do progresso da construção, permitindo identificar se o projeto está em dia ou atrasado (EASTMAN et al., 2014, p. 224). Para permitir esses benefícios, o modelo deveria fornecer relatório do estágio de projeto e construção de cada componente, objetivando acompanhar e validar o progresso dos componentes relativos ao projeto, entretanto, nenhuma ferramenta BIM satisfaz tal exigência (EASTMAN et al., 2014, p. 210-211). Tais limitações são mitigadas com o uso de ferramentas 4D especializadas, que incorporam as informações do modelo 3D às funcionalidades mais sofisticadas de cronograma presentes no próprio aplicativo, a exemplo dos softwares Sychro 4D e Vico Software, que permitem comparar o desempenho real com o previsto (EASTMAN et al., 2014, p. 222-229). Dessa forma, com informações mais qualificadas, as reuniões de ponto de controle de andamento do projeto podem atingir seu objetivo de monitorar e direcionar a obra para o cumprimento das suas finalidades.

5.6 ESCLARECER OU SOLUCIONAR INCOERÊNCIAS, FALHAS E OMISSÕES NOS ELEMENTOS DO PROJETO, BEM COMO FORNECER INFORMAÇÕES E INSTRUÇÕES NECESSÁRIAS AO DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS.

A modelagem BIM “possibilita melhor visualização do projeto e seu próprio processo de desenvolvimento permite a detecção de interferências relativas à falta e à incoerência de informações, quando houver”. Essas interferências e inconsistências geométricas

encontradas a partir da modelagem em BIM não são encontradas pelo processo convencional, dado às limitações da representação bidimensional (GOES, 2011, p. 132). Desta forma, os sistemas de todas as disciplinas podem ser colocados juntos e comparados, interfaces com múltiplos sistemas são facilmente verificados e os conflitos são identificados antes que sejam detectados na obra (EASTMAN et al., 2014, p. 19). Logo, o emprego do BIM minimiza as chances de erros e conflitos do projeto, o que irá desonerar o fiscal da obra nesta atividade.

5.7 SOLUCIONAR AS DÚVIDAS QUANTO À SEQUÊNCIA DOS SERVIÇOS E INTERFERÊNCIAS ENTRE EQUIPES DE TRABALHO

Nas seções anteriores foi comentado acerca dos benefícios em relação à comunicação do planejamento, sequenciamento dos serviços, avaliação da construtibilidade e logística do canteiro proporcionados pelo modelo 4D. Esse modelo ajuda a equipe de construção a coordenar o fluxo de trabalho e o uso do espaço do canteiro, proporcionando às empreiteiras e aos subcontratantes operações no canteiro mais produtivas e seguras, contribuindo para obras mais econômicas e com duração menores (FISCHER, HAYMAKER; LISTON, 2005, p. 30). Logo, o uso do modelo BIM 4D permite antecipar para a fase de planejamento os problemas que ocorreriam na obra em relação ao sequenciamento e interferências entre os serviços, e consequentemente diminuir o trabalho do fiscal com relação a esses pontos.

5.8 PROMOVER A PRESENÇA DOS PROJETISTAS NO CANTEIRO PARA VERIFICAÇÃO DA EXATA CORRESPONDÊNCIA ENTRE AS CONDIÇÕES REAIS DE EXECUÇÃO E OS PARÂMETROS, DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE PROJETO

A presença dos autores do projeto no canteiro é para suprir as lacunas geradas pelas deficiências no projeto. Segundo Azhar (2011, p. 243), o processo de geração do modelo BIM, inevitavelmente, descobre erros e inconsistências durante sua elaboração, uma vez que se trata de uma construção virtual. O mesmo autor afirma que as características da tecnologia BIM permitem uma melhoria no projeto, uma vez que as propostas podem ser rigorosamente analisadas, realizadas simulações, aferição do desempenho, e a documentação é flexível e automatizada. Com os benefícios citados, os projetos elaborados em BIM tendem a ser

qualitativamente melhores que os produzidos em 2D e antecipar os problemas que por ventura existiriam durante a execução das obras. Por conseguinte, diminui a necessidade da presença dos projetistas no canteiro para dirimir dúvidas ou ajustar o projeto às condições reais de execução.

5.9 PARALISAR E/OU SOLICITAR O REFAZIMENTO DE SERVIÇO “NÃO CONFORME”

Eastman et. al. (2014, p. 235-236) afirma que o modelo do edifício pode ser usado para verificar se as circunstâncias reais da construção refletem aquelas mostradas no modelo. Ele cita o exemplo do *Letterman Digital Arts Center*, na Califórnia, Estados Unidos, onde foram combinados os processos de verificação tradicional por meio de rondas diárias no canteiro com revisões no modelo para detectar potenciais erros no campo. Entretanto, a verificação qualitativa dos serviços pelo fiscal da obra ainda é imprescindível, e o uso do BIM irá facilitar sua compreensão do projeto por meio de passeios virtuais, modelos 3D e inúmeras possibilidades de cortes e vistas geradas automaticamente.

5.10 SOLICITAR A SUBSTITUIÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DEFEITUOSOS OU INADEQUADOS

Esta atividade é semelhante à de refazimento dos serviços não conformes, sendo aplicáveis as mesmas considerações realizadas anteriormente.

5.11 SOLICITAR A REALIZAÇÃO DE TESTES, EXAMES, ENSAIOS PARA CONTROLE DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS E OBRAS

Como comentado acerca da organização das documentações que compõe o projeto básico/executivo da obra, o modelo BIM pode incorporar as especificações dos elementos construtivos e os ensaios necessários para o controle de qualidade. Entretanto, é imprescindível o senso crítico e atuação do fiscal da obra para assegurar o efetivo controle de qualidade.

5.12 EXERCER RIGOROSO CONTROLE SOBRE O CRONOGRAMA, APROVANDO OS EVENTUAIS AJUSTES

Nas seções anteriores, foram expostas as seguintes vantagens do modelo 4D: simulação gráfica

do cronograma; identificação de interferências entre a execução dos serviços e as áreas de estoques, acessos e outros elementos do canteiro de obras; auxílio no planejamento do leilão da obra; possibilidade para testar diferentes alternativas de sequenciamento da obra, antecipando os problemas de construtibilidade para a fase de planejamento; aumento da probabilidade da obra ser concluída como planejada e projetada. Logo, o uso do BIM 4D ajuda no controle do prazo e nos ajustes do cronograma, auxiliando o fiscal da obra nessas atividades.

5.13 APROVAR OS SERVIÇOS EXECUTADOS, ATESTAR AS MEDIÇÕES E ENCAMINHAR AS FATURAS PARA PAGAMENTO

Com a tecnologia BIM, é possível extrair uma lista dos quantitativos dos elementos do modelo (EASTMAN et al., 2014, p. 18). A estimativa do custo de construção será o produto das quantidades obtidas no modelo com o custo de um banco de dados, essa ligação entre o modelo e o banco de dados irá variar dependendo do software, permitindo que o valor da obra seja previsto e controlado (KYMMELL, 2008, p. 58). Uma vez que tenha sido estabelecida a ligação com o custo e controlado o progresso da obra no modelo BIM, este pode ser usado para controlar o fluxo de caixa. Além disso, é possível efetuar o controle do faturamento, rastreando e representando o trabalho concluído em BIM para que as quantidades das medições sejam retiradas do modelo e faturadas em conformidade, sendo possível visualizar graficamente o trabalho concluído para cada medição com ajuda do modelo (KYMMELL, 2008, p. 113). Cabe destacar que nenhuma ferramenta BIM tem todas as funcionalidades de uma planilha eletrônica ou software de orçamento (EASTMAN et al., 2014, p. 218) e que alguns itens do orçamento das obras públicas não fazem parte da modelagem BIM – a exemplo da administração local da obra, ensaios, desenvolvimento de projeto executivo etc. – e portanto não podem ser extraídos do modelo, devendo sua medição ser realizada pelo processo convencional. Apesar disso, o uso do BIM para extração das quantidades dos serviços medidos constitui um ganho considerável no auxílio desta atividade de fiscalização, pois a maioria dos quantitativos pode ser extraída automaticamente e, existindo a associação com o progresso da obra no modelo, torna-se possível visualizar os serviços concluídos e faturados, o que aumenta ainda mais os benefícios para o controle das medições.

5.14 VERIFICAR E APROVAR A SUBSTITUIÇÃO DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS

Como comentado acerca da organização das documentações que compõe o projeto básico/executivo da obra, o modelo BIM pode incorporar as especificações dos elementos construtivos e as alternativas de substituição, entretanto, a atividade depende diretamente da atuação do fiscal da obra para assegurar que seja mantida a equivalência entre os componentes.

5.15 VERIFICAR E APROVAR OS RELATÓRIOS PERIÓDICOS DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS E OBRAS

As vantagens do uso dos modelos BIM 4D e 5D para o controle e acompanhamento da obra quanto aos prazos e custos já foram comentadas nas seções anteriores. O uso desses modelos permite uma visualização dos serviços concluídos e uma análise acerca dos custos incorridos e do estágio da obra em relação ao planejado. Logo, a verificação dos relatórios de execução da obra torna-se facilitada com o uso do BIM.



5.16 SOLICITAR A SUBSTITUIÇÃO DE QUALQUER FUNCIONÁRIO DA CONTRATADA

Trata-se de atividade administrativa na área de gestão de pessoas e sem ligação com a tecnologia BIM.

5.17 VERIFICAR E APROVAR OS DESENHOS “COMO CONSTRUÍDO”

Um modelo BIM devidamente atualizado será de fato o projeto “como construído” quando a construção for finalizada, para tanto, o modelo da fase de projeto precisa ser adaptado e continuamente atualizado durante a fase de construção, para que ele seja um reflexo atual e preciso do estado da obra e, ao final, o projeto “como construído” (KYMMELL, 2008, p. 75). Logo, empregando o BIM desde o início dos projetos e mantendo o modelo atualizado, o projeto “como construído” é gerado automaticamente, facilitando a verificação dos desenhos pelo fiscal da obra.

6. CONCLUSÃO

As atividades de fiscalização descritas no “Manual de Obras Públicas – Edificações – Práticas da SEAP – Construção” (BRASIL, 1997, 10-2 a 11-2) – referência para atribuições da fiscalização para a administração pública federal e pelo TCU – foram analisadas à luz do estado da arte no uso da tecnologia BIM para avaliar o uso potencial nesta atividade. Em cada atividade, foram identificadas as principais contribuições que o BIM traz para a fiscalização de obras públicas. Os seguintes pontos são destacados:

- a. o BIM 4D antecipa a fase de planejamento a 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.
- b. o emprego do modelo BIM 5D fornece as quantidades exatas dos componentes da obra e são ligados ao custo, permitindo o controle do fluxo de caixa e faturamento da obra, sendo possível

visualizar graficamente o trabalho concluído, o que facilita o acompanhamento da obra.

- c. em algumas das atividades de fiscalização – detecção de serviço e material defeituoso, solicitação de testes e ensaios, substituição de funcionários – não foi verificada uma ajuda efetiva da tecnologia BIM, pois são atividades ligadas a verificações no local do canteiro e dependem da atuação do fiscal na gestão do contrato.

Como uma nova abordagem no ambiente de construção, o BIM ainda tem limitações, mas pode-se assegurar que o uso da tecnologia BIM, desde a fase de projeto e durante a execução da obra, irá facilitar o trabalho de fiscalização, munindo os fiscais de informações mais qualificadas para controlar e exigir o cumprimento do contrato por parte da empreiteira. Com isso, aumentam a probabilidade de executar obras com melhor qualidade e aderentes às condições contratuais de preço e prazo.

A partir deste trabalho, sugerem-se estudos aprofundados nas seguintes áreas: diretrizes para elaboração de modelos BIM em obras públicas; análises de ferramentas BIM mais adequadas para acompanhamentos de obras públicas; e estudo de caso de obra pública com projeto e acompanhamento na tecnologia BIM.

REFERÊNCIAS

AZHAR, S. et al. Building Information Modeling – BIM: A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects. In: FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION IN DEVELOPING COUNTRIES (ICCIDC-I). ADVANCING AND INTEGRATING CONSTRUCTION EDUCATION, RESEARCH & PRACTICE, 2008, Karachi, Paquistão. *Proceedings...* Paquistão: NED University of Engineering & Technology, 2008, p. 435-446.

AZHAR, S. *Building Information Modeling – BIM: Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*, ASCE Journal of Leadership and Management in Engineering, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. *Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 87-88, 93, abr./jun., 2015.

BRASIL. Lei nº 8.666, art. 1º, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 6 jul. 1994. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm>. Acesso em: 28 maio 2015.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio. *Manual de Obras Públicas – Edificações – Práticas da SEAP: Construção*. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/arquivos/manuais/manual_construcao.pdf>. Acesso em: 7 maio 2015.

_____. Lei no 12.462, art. 1º, de 4 de agosto de 2011. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC; altera a Lei no 10.683, de 28 de maio de 2003, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, a legislação da Agência Nacional de Aviação Civil – Anac e a legislação da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero; cria a Secretaria de Aviação Civil, cargos de Ministro de Estado, cargos em comissão e cargos de Controlador de Tráfego Aéreo; autoriza a contratação de controladores de tráfego aéreo temporários; altera as Leis nos 11.182, de 27 de setembro de 2005, 5.862, de 12 de dezembro de 1972, 8.399, de 7 de janeiro de 1992, 11.526, de 4 de outubro de 2007, 11.458, de 19 de março de 2007, e 12.350, de 20 de dezembro de 2010, e a Medida Provisória no 2.185-35, de 24 de agosto de 2001; e revoga dispositivos da Lei no 9.649, de 27 de maio de 1998. Diário Oficial da União, Brasília, 10 ago. 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/Lei/L12462.htm>. Acesso em: 28 maio 2015.

_____. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Brasil Maior: Agendas estratégicas setoriais*. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1377289231.pdf>. Acesso em 14 maio 2015.

_____. *Relatório de acompanhamento das agendas estratégicas setoriais*. Brasília, DF, 2014a. Disponível em: <<http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/images/data/201411/63060f4dae4e63a2a399ae33e9ba1426.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2015.

_____. Governo Federal. *PAC 2 – 11º Balanço – Balanço 4 anos – 2011 a 2014*. Brasília, DF, 2014b. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/f9d3db229b483b35923b338906b022ce.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2015.

_____. Tribunal de Contas da União. *Acórdão*, de 24 de nov. de 2014c acerca do TC 006.576/2011-7. Item 9.10.3. Disponível em: <http://www.tcu.gov.br/Consultas/Juris/Docs/judoc/Acord/20141202/AC_3291_47_14_P.doc>. Acesso em: 12 jul. 2015.

_____. *Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas*. Brasília, DF, 2014d. Disponível em: <<http://portal3.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2684759.PDF>>. Acesso em: 28 maio 2015.

_____. *Relatório e voto*, de 5 de nov. de 2014e acerca do TC 011.169/2013-3, FISCOBRAS 2014. Consolidação das fiscalizações de obras realizadas no exercício de 2014 para atendimento à lei de diretrizes orçamentárias. Encaminhamento de informações ao congresso nacional. Disponível em: <http://portal3.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/noticias_arquivos/011.169%20%28Fiscobras.2014%29.pdf>. Acesso em: 28 maio 2015.

BRYDE, D; BROQUETAS, M; VOLM, J. A. *The project benefits of Building Information Modelling – BIM*, International Journal of Project Management 31, p. 971-980, 2013.

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

FISCHER, M.; HAYMAKER, J.; LISTON, K. *Benefits of 3D and 4D Models for Facility Managers and AEC Service Providers*. In: ISSA, R. R.; FLOOD, I.; O'BRIEN, W. J. *4D CAD and Visualization in Construction: developments and applications*. Lisse, The Netherlands. A. A. Balkema Publishers, cap. 1, 2005.

GOES, R. H. T. B. *Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM*. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado em Habitação). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2011.

KYMMELL, W. *Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations*. The McGraw-Hill Companies. Nova Iorque, 2008.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Planejamento. Comitê de Obras Públicas. *Caderno de Apresentação de projetos em BIM*. Florianópolis, SC, 2014. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/389-caderno-de-apresentacao-de-projetos-bim/file>>. Acesso em: 15 maio 2015.

STAUB, S.; FISCHER, M.; *Constructability reasoning based on a 4D facility model*. Structural Engineering World Wide, T191-1 (CD ROM Proceedings), Elsevier Science Ltd, 1998. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.197.5291&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 8 maio 2015.

SUCCAR, B. *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

THE BRITISH STANDARDS INSTITUTION. PAS 1192-2:2013. *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*. London, 2013. Disponível em: <<http://shop.bsigroup.com/upload/Shop/Download/PAS/PAS1192-2-A13.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2015.