



Recife 4 a 6 de Novembro 2015

VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção

Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM

ufpe.br/tic2015



O USO DE VISUALIZADORES PORTÁTEIS COMO FATOR DE AUMENTO NA PRODUTIVIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

THE PORTABLE VIEWERS USE AS INCREASE FACTOR IN PRODUCTIVITY OF CIVIL CONSTRUCTION

Max Andrade

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
maxandrade@uol.com.br

Jonas Assis

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
jonas.henrique@ufpe.br

Mikael Brochardt

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
kall_muller@outlook.com

Resumo

O Building Information Modeling (BIM) possui grande potencial explorável como impulsionador da produtividade na construção. Diversas ferramentas de visualização e compatibilização dos sistemas prediais atreladas ao BIM têm auxiliado na redução dos erros projetuais. Todavia, modelos gerados na fase projetual não têm sido utilizados plenamente nas fases executivas, já que têm sido simplificados ao formato de plantas impressas. Essas plantas geram gastos excessivos, não podem ser alteradas sem custos adicionais e, muitas vezes, apresentam informações abstratas e incompletas. No trabalho com BIM, a redução do modelo a documentos impressos resulta na “perda” de muitas informações contidas no modelo digital. Assim, conjectura-se que uma forma “barata” e eficiente de melhorar o fluxo da informação no canteiro seja por usar dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) na visualização das informações de projeto. Esses dispositivos permitem visualizar informações atualizadas e precisas, explorando melhor a riqueza de dados do modelo BIM, além de possibilitar o fluxo bidirecional da informação. Neste sentido, este artigo visa avaliar os aplicativos de visualização existentes no mercado que possam ser utilizados no canteiro, destacando aqueles baseados nos modelos BIM. Contribui para a discussão científica ao apresentar análises funcionais de diversos aplicativos e de desempenho dos principais softwares de visualização.

Palavras-chave: BIM. visualização. informação. aplicações. produtividade.

Abstract

The Building Information Modeling (BIM) has great potential to be explored as a booster of productivity in construction. The various visualization tools and compatibility of building systems linked to BIM significantly reduce design errors, but the generated model in the design phase has not been fully utilized in the building phase, once this has been simplified to the format printed plants. These plants generate overspending and can not be altered without additional costs and often feature abstract and incomplete information. When working with BIM, reducing the model to printed documents makes a lot of information “be lost”. Thus, it was noted that one way “cheap” and effective to improve the flow of information in the construction site is the use of mobile devices

¹ ANDRADE, M; ASSIS, J; BROCHARDT, M. O uso de visualizadores portáteis como fator de aumento na produtividade da Construção Civil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2015.



(*smartphones* and *tablets*) to visualize project information. These devices allow you to view updated and accurate information, better exploiting the wealth of the BIM model data, and enable two-way flow of information. Thus, this article assesses the BIM visualization applications currently available. It contributes to the scientific discussion by presenting functional analysis of various applications and of performance of the leading visualization software.

Keywords: BIM. visualization. information. applications. productivity.

1 INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* (BIM) ao potencializar o fluxo das informações do edifício, pode auxiliar no incremento da produtividade na construção civil (SCHEER *et al.* 2007). As ferramentas aprimoradas de visualização e compatibilização de sistemas prediais atreladas ao BIM podem contribuir com soluções que levem a redução de erros de projeto, que resultam em erros construtivos e retrabalhos. Apesar desse potencial, o BIM tem sido implementado no Brasil de forma lenta e, algumas vezes, resultando em ganhos reduzidos de produtividade (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

Uma breve análise comparativa da realidade brasileira, por exemplo, revela fatores que têm travado a implementação do BIM, como a falta de capacitação dos projetistas e a dificuldade em mudar os processos tradicionais de projeto, o que inclui a forma como a informação chega ao canteiro de obras (DELATORRE; SANTOS, 2014). Tradicionalmente a informação chega ao canteiro de obras por meio de plantas impressas. Essas além de conterem informações abstratas, muitas vezes, difíceis de entender, ainda são incompletas, factíveis de erros e difíceis de serem alteradas. Mesmo ao se trabalhar com modelos BIM complexos e ricos de informação, ao transformar a documentação em plantas, cortes e fachadas, muitas das informações “penduradas” no modelo BIM se “perdem”.

No modelo BIM é possível armazenar as informações acerca dos componentes da construção (GOES; SANTOS, 2011). O processo de modelagem em softwares de autoria BIM, por ser mais complexo e preciso, acaba por demandar mais tempo, porém, o modelo gerado contém uma riqueza de informações que outrora eram distribuídos em vários desenhos bidimensionais de projetos de hidráulica, estrutura, elétrica, etc. A unificação dos projetos em um modelo único permite a identificação e solução de conflitos durante o próprio processo de modelagem, além de melhorar a qualidade da informação do edifício.

Apesar de apresentar maior coerência e qualidade da informação em relação aos CADs (*Computer Aided Design*) tradicionais, os desenhos gerados a partir do modelo BIM para uso na obra ainda são abstrações simbólicas bidimensionais, que desperdiçam parte da riqueza de informações do modelo BIM.

Uma forma “barata” de melhorar o fluxo da informação no canteiro de obras é através do uso de dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) para a visualização das informações dos diferentes projetos. Por meio desses dispositivos é possível visualizar em tempo real informações atualizadas e precisas sobre a obra, com toda a riqueza semântica que pode estar contida no modelo BIM, além de ser possível enviar informações para os escritórios de projeto sobre eventuais alterações necessárias ao projeto e receber, em tempo real, as alterações sofridas no modelo BIM. Dessa forma, melhora-se o fluxo da informação no canteiro de obra, em comparação ao uso de plantas impressas, ao fornecer um modelo completo e menos ‘abstrato’ do edifício.

Com o uso de novas ferramentas de visualização digital do edifício facilita-se a compreensão do projeto no canteiro de obra. As ferramentas de visualização que utilizam modelos BIM, além de permitirem a extração de informações geradas e a gestão de projeto, permitem também, que outros envolvidos possam acompanhar o seu desenvolvimento de várias formas.



Assim, é possível aumentar o número de envolvidos com a visualização, principalmente em dispositivos móveis, dada a facilidade de acesso, manuseio intuitivo e o desempenho dos softwares para essa plataforma.

Os aplicativos de visualização, que incorporam o Modelo BIM agregam em um modelo único informações relacionadas aos vários sistemas do edifício, de modo a permitir a visualização isolada de cada sistema, bem como, a sua contextualização e compatibilizada com os demais sistemas. Dessa forma, é possível filtrar a informação de acordo com as áreas de interesse de cada envolvido no projeto. Essa característica permite, por exemplo, que o responsável técnico de hidráulica analise o projeto de tubulações isoladamente com a opção de ver sua relação e conflitos existentes com o projeto de alvenaria. Esse mesmo modelo permite gerar outros filtros, bem como, a geração imediata de novos cortes e visualizações tridimensionais.

Já os aplicativos de realidade aumentada oferecem um novo modo de visualizar o edifício, por meio de simulações menos abstratas que aquelas presentes na planta impressa. É possível criar a ilusão da construção real, contextualizada com o espaço físico do canteiro de obra, por meio de um modelo tridimensional a ser projetado no dispositivo móvel.

No presente trabalho foram avaliados alguns dos principais aplicativos de visualização e de realidade aumentada para *smartphones* e *tablets* existentes no mercado. Esses foram testados e classificados de acordo com as características da tecnologia utilizada, as plataformas suportadas, os tipos de licença, a qualidade da informação apresentada, o fluxo da informação, a capacidade de atualização do modelo, a possibilidade de sincronização da informação, a facilidade de uso da informação no canteiro de obra, o custo de implementação, entre outros fatores.

Esses testes iniciais permitiram que fossem identificados os aplicativos que possuem características que os tornam atualmente adequados ao uso no canteiro de obras. Dessa forma, os aplicativos que se adequam ao uso na obra serão testados também quanto ao seu desempenho.

O produto final do artigo é uma análise comparativa e sugestiva dos principais aplicativos para *smartphones* e *tablets* para visualização de informação de projeto nos canteiros de obra, servindo, portanto, de base para decisões relacionadas à implementação BIM e revisão da forma de disposição da informação de projeto no canteiro de obras.

É dentro desse contexto que esse artigo se insere. O objetivo, portanto, é mostrar um estudo comparativo, que vem sendo feito numa pesquisa de Iniciação Científica, sobre os principais softwares de visualização do modelo do edifício para *smartphones* e *tablets* factíveis de serem usados nos canteiros de obras.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O ponto de partida foi a identificação dos principais aplicativos de visualização do modelo do edifício para *smartphones* e *tablets* disponíveis no mercado para plataforma iOS e Android. Para isso, foi feita uma classificação das ferramentas existentes em: aplicativos de visualização 2D/3D, aplicativos BIM, aplicativos de gerenciamento de projeto e aplicativos de realidade aumentada. Assim, foram identificados os seguintes aplicativos: AR-Player, AutoCAD 360, Graphisoft BIMx, ProjectWise Explorer Mobile, Shimmer, Sketchup Mobile Viewer, Tekla Field 3D e Trimble ProjectSight.

Dentro da categoria de aplicativos de visualização buscou-se identificar quais deles incorporavam simplesmente a geometria do modelo e quais deles representavam o Protótipo Virtual do edifício, por meio do Modelo BIM. Para esses últimos procurou-se identificar se as informações geradas no modelo BIM podem ser efetivamente extraídas no



canteiro de obras, por meio de *smartphones* e/ou *tablets*. Além do mais, buscou-se identificar se as informações oriundas desses dispositivos são efetivamente úteis para serem utilizadas no canteiro de obra, como é especulado neste trabalho, ou se a simples utilização de um modelo geométrico pode fornecer as informações necessárias e suficientes de projeto. Também buscou-se identificar como se dá o fluxo da informação nos aplicativos em estudo, se unidirecional ou bidirecional e se as atualizações do modelo são automática ou não. Por fim, buscou-se especular se esses aplicativos (sejam de visualização e/ou de realidade aumentada) podem substituir (parcial ou completamente) o papel impresso nos canteiros de obras da construção civil brasileira.

Após terem sido definidos os softwares a serem usados na pesquisa, foram identificados aqueles que possuem maior potencial de uso no canteiro. Estes aplicativos escolhidos foram submetidos a testes de usabilidade e desempenho, empregando os seguintes projetos, equipamentos e procedimentos:

- Equipamentos utilizados – Descrição das configurações dos equipamentos
 - Tablet Samsung Galaxy Tab 3 Lite (Android, 1GB de RAM, Processador Dual-Core de 1.2 GHz)
 - Tablet CCE Motion Tab (Android, 1 GB de RAM, Processador One-Core de 1.2 GHz)
- Modelos utilizados no teste – para que o projeto tivesse uma maior abrangência foram criados 3 modelos de edifício
 - Edifício de pequeno porte – cerca de 50 m²
 - Edifício de médio porte – cerca de 500 m²
 - Edifício de grande porte – cerca de 9.000 m²
- Procedimentos utilizados no teste:
 - Modelagem/desenho do edifício nos respectivos softwares
 - Abertura do modelo/planta do edifício
 - Movimentação e extração das informações que podem ser extraídas do modelo
 - Verificação da facilidade de manuseio do modelo a partir do desempenho do mesmo
 - Análise comparativa dos softwares analisados

Embora seja fundamental o estudo prático do uso desses aplicativos nos canteiros de obras, o trabalho a ser apresentado neste artigo se limitará a uma análise comparativa da viabilidade do uso desses aplicativos no canteiro de obras, a partir do conhecimento das características de funcionamento dos mesmos. Não serão, portanto, apresentados os resultados dos estudos da implantação desses aplicativos no canteiro de obras, haja vista, essa pesquisa ainda estar em estágio inicial. Os testes de implementação estão planejados para as fases seguintes da pesquisa.

3 FLUXO DA INFORMAÇÃO ATRAVÉS DAS PRANCHAS E POR MEIO DIGITAL

3.1 O fluxo de informação e as pranchas no canteiro de obras

A inserção de novas tecnologias no processo de projeto/construção pode tornar-se um importante fator de aumento de produtividade da construção civil, especificamente ao contribuir com a melhoria do fluxo da informação. Para Nascimento e Santos (2003) a informação é uma das matérias-primas mais importantes na cadeia produtiva, sendo tão importante quanto os insumos utilizados na produção. Os mesmos autores afirmam que a falta de clareza, bem como, a insuficiência de informação gera no canteiro de obra erros e imprecisões executivas que levam a atrasos e retrabalhos, afetando a produtividade e a



qualidade do produto final.

O modelo atual de distribuição da informação no canteiro de obra, por meio de plantas impressas tem se mostrado ineficaz quando comparado a modelos usados em outras indústrias. O desenvolvimento de projetos em CAD traz poucas melhorias, em termos de fluxo da informação, comparados aos projetos outrora desenvolvidos à mão, nas antigas pranchetas dos escritórios de arquitetura e engenharia civil. Entre as desvantagens das plantas impressas, pode-se destacar:

- Ocorrência de erros de representação e incoerências entre os desenhos, devido à confecção das partes do edifício de maneira independente em CAD;
- Alto custo de impressão a cada revisão;
- Feedback lento e ineficaz pois o uso de plantas impressas dificulta o retorno de anotações solicitando esclarecimentos e revisões;
- Dificuldades na organização do grande número de plantas;
- Grandes plantas impressas não são adequadas para a movimentação dentro do canteiro.

3.2 O uso da informação em meio digital no canteiro de obra

Vários setores da economia têm obtido bons resultados na utilização de dispositivos móveis na organização do fluxo de informações. *Tablets* já são usados com bons resultados nas áreas de comércio, educação, empresarial, entre outros (FONTES; SOARES, 2012). O uso desses dispositivos tem trazido ganhos significativos de produtividade com baixo custo. Tais dispositivos possuem diversos recursos que podem ser usados no aumento da produtividade, como, por exemplo, acesso à Internet, permitindo sincronização de dados, evitando retrabalhos no registro de informações, etc. (FONTES; SOARES, 2012). Segundo Neto (2013), citando pesquisa realizada em 2012, quatro em cada cinco empresas de TI (Tecnologia da Informação) norte-americanas já trabalham com dispositivos móveis. O mesmo autor ainda demonstra que esses dispositivos já têm sido usados com sucesso nas áreas de saúde, transportes, educação e administração (NETO; RUSCHEL; PICCHI, 2013). Fica claro que o uso de dispositivos móveis permite um aumento significativo da quantidade e qualidade da informação, propiciando ganhos de produtividade em diversos setores econômicos.

4 SOFTWARES DE VISUALIZAÇÃO USADOS EM CANTEIRO DE OBRAS

4.1 A escolha dos softwares

Em um primeiro momento da pesquisa, foram identificados todos os softwares que ofereciam algum tipo de visualização dos arquivos utilizados hoje nos projetos de construção civil. A investigação foi realizada nas lojas de aplicativos das 3 principais plataformas em uso no Brasil: Android, iOS e Windows Phone. Foram usadas palavras-chaves como “BIM”, “Realidade Aumentada” e “CAD”, além de navegar pelos softwares relacionados em cada um dos aplicativos encontrados. Também foram realizadas buscas em ferramentas de pesquisa online, como o Google, além de visitas aos *sites* das principais empresas de software para construção civil, como a Autodesk, Graphisoft, Tekla, Trimble e Bentley, buscando descobrir se essas também produziam aplicativos móveis. Dentro desse conjunto maior foi realizada uma investigação preliminar de quais desses softwares tinham potencial para serem usados no canteiro de obras, por apresentarem informações adequadas de modo adequado para a fase executiva do projeto. Foram dispensados softwares com bons recursos que se aplicam prioritariamente às fases de concepção e



discussão do projeto, como, por exemplo, os softwares de desenho CAD e Realidade Virtual. Dessa forma, foram selecionados softwares de visualização 2D, 3D, de Realidade Aumentada (R.A.) e de BIM.

Apesar de ser notável que os softwares de visualização BIM possuem maior potencial de aumento da produtividade, devido às já discutidas vantagens, também foram selecionados para a análise softwares de representação 2D, devido ao seu uso ainda bem difundido. No caso dos visualizadores de representação 2D, 3D e em R.A. possuem recursos com grande potencial de uso no canteiro. Dessa forma, uma análise comparativa pode revelar recursos capazes de agregar qualidade aos visualizadores BIM.

4.1.1 Descrição dos softwares

Dentro do grupo de aplicativos de visualização 2D/3D foram identificados os seguintes softwares: AutoCAD 360 e Sketchup Mobile Viewer. No conjunto de aplicativos de Realidade Aumentada, há de se destacar os seguintes: AR-Player e Shimmer. Os principais aplicativos de gerenciamento de projeto foram: Trimble ProjectSight e ProjectWise Explorer Mobile. E os principais softwares BIM identificados foram: Graphisoft BIMx e Tekla Field 3D.

- AutoCAD 360 (Autodesk)

Trata-se de um software desenvolvido pela Autodesk para visualização de arquivos CAD em dispositivos móveis. Faz uso de desenhos 2D e 3D de representação, mas não incorpora informações ao modelo (BIM). Mesmo com a possibilidade de exibição de arquivos CAD 3D, seu foco de atuação são os desenhos 2D desenvolvidos no AutoCAD (Arquivos DWG). Permite utilizar o sistema GPS do dispositivo para localizar o usuário nos ambientes do projeto. Está disponível nas plataformas Android e iOS, permitindo a utilização em *Tablets* e *Smartphones*. Pode ser utilizado gratuitamente, mas possui versão paga (R\$ 127,33 por ano) com recursos adicionais, como abertura de arquivos maiores que 10mb e criação de novos desenhos. As informações apresentadas dependem dos desenhos disponíveis no Projeto Executivo, podendo incluir plantas, cortes, fachadas, elevações, detalhes, etc. A visualização é facilitada pelas opções de medição e gerenciamento de *layers*. Permite o fluxo bidirecional de informações por meio do envio de notas de revisão e atualização sincronizada do projeto.

- Sketchup Mobile Viewer (Trimble)

Software criado pela Trimble visando possibilitar a visualização de modelos SKP (Trimble Sketchup) em dispositivos móveis. Permite também a exibição 3D dos modelos disponíveis no banco de dados da empresa, o 3D Warehouse. Tem suporte às plataformas Android e iOS, usadas em *Tablets* e *Smartphones*. O software é pago, custando R\$ 29,79. Apresenta um modelo 3D geométrico, que não agrega informações, como ocorre no Sistema BIM. O fluxo de informações é unidirecional, pois não oferece a possibilidade de atualização e adição de notificações para revisão.

- AR-Player (Inglobe)

Software proprietário da Inglobe Technologies destinado à visualização em Realidade Aumentada de modelos geométricos 3D. Funciona em *Tablets* e *Smartphones* com sistemas Android e iOS. Seu uso é totalmente gratuito (Freeware). Abre arquivos próprios do software (.armedia) que podem ser gerados a partir de *plugins* do 3DS Max, Sketchup, Scia Engineer, Vectorworks, Maya e Cinema 4D. O aplicativo não permite a obtenção de informações adicionais do modelo, como ocorre no BIM, nem uma interação completa com o modelo, pois não permite cortes nem gerenciamento de *layers*. Porém, oferece uma experiência diferenciada dos demais softwares, por usar um recurso diferenciado, a Realidade Aumentada. Não permite fluxo de informações através da rede, atualizando arquivos do



projeto, e a forma de apresentação de modelo não favorece seu uso na obra, pois não há possibilidade de gerar desenhos bidimensionais como cortes e plantas.

- Shimmer (ionReality)

Aplicativo de Realidade Aumentada para *Tablets* e *Smartphones* com iOS comercializado ao custo de R\$ 3,00. Trabalha com os formatos DAE (Collada), OBJ (Wavefront), 3DS (3D Studio) e X (DirectX). Não permite o acesso a informações do modelo virtual do edifício. Permite o fluxo unidirecional de informações por meio da sincronização com serviço de armazenamento em nuvem (Dropbox). Permite utilizar cédulas como marcadores para a projeção da Realidade Aumentada, facilitando seu uso no dia-a-dia.

- BIMx (Graphisoft)

O BIMx é o aplicativo de visualização de modelos BIM em dispositivos móveis desenvolvido pela Graphisoft. Oferece a visualização tridimensional do modelo BIM, permitindo a extração de informações sobre a materialidade dos componentes do edifício. Funciona em sistemas Android e iOS sob licença Shareware, sendo que a versão completa (R\$ 117,48) adiciona recursos como a possibilidade de visualizar os documentos 2D do modelo. Utiliza arquivos específicos (.bimx) exportados do Graphisoft Archicad. Permite a geração imediata de cortes no modelo 3D e a extração de informações como altura, espessura e material da parede, descrição dos objetos (janelas, portas) e informações úteis, como altura do peitoril, dimensões do vão, etc. Oferece possibilidades de fluxo bidirecional da informação, além de opções avançadas de visualização, como 3D Anaglifo e navegação em primeira pessoa pelos ambientes do modelo.

- Field 3D (Tekla, Trimble)

Aplicativo da Tekla destinado à visualização tridimensional de projetos BIM, sendo disponibilizado para *Smartphones* e *Tablets* que utilizem sistema Android ou iOS sob licença Shareware. A versão completa custa R\$ 124,8 por trimestre e ativa o fluxo de informações bidirecional do software, que passa a permitir a sincronização em nuvem e a adição de notas no projeto, além de oferecer suporte a mais formatos de arquivos, como o DWG, não suportado pela versão gratuita, focada em arquivos IFC. Permite a visualização tridimensional isolada dos sistemas prediais (instalações hidráulicas, elétricas, estrutura). Permite também a ocultação de *layers* ou objetos específicos, além da obtenção de informações diversas como altura e altimetria da parede e material constituinte.

- ProjectWise Explorer Mobile (Bentley)

Software móvel criado pela Bentley para trabalhar em conjunto com o ProjectWise, sua plataforma de gerenciamento de projeto que inclui diversos programas de publicação, revisão e acompanhamento de projeto. Disponível apenas para iOS, é distribuído gratuitamente e permite a pré-visualização dos diversos arquivos utilizados na fase executiva do projeto, desde imagens, plantas em PDF e arquivos BIM. Seu objetivo consiste em ser um módulo de campo do ProjectWise, sendo assim, trabalha com fluxo de informações bidirecional.

- ProjectSight (Trimble)

Aplicativo online de gerenciamento de projeto da Trimble. Funciona apenas em iOS e tem por objetivo encurtar a distância entre o canteiro e o escritório. Trabalha sob licença paga no valor de R\$ 62,4. Cria um ambiente colaborativo de compartilhamento de informações, permitindo inclusive o retorno de informações textuais ou fotográficas para o escritório, em um fluxo bidirecional da informação.



4.1.2 Classificação dos Softwares

Quadro 1 – Classificação dos softwares

Softwares	Foco	Plataforma	Licença
AutoCAD 360	2D/3D	iOS/Android	Shareware
Sketchup Mobile	3D	iOS/Android	Paga
AR-Player	R.A.	iOS/Android	Freeware
Shimmer	R.A.	iOS	Paga
Trimble ProjectSight	Gerenciamento	iOS	Paga
ProjectWise Explorer Mobile	Gerenciamento	iOS	Freeware
Graphisoft BIMx	2D/3D/BIM	iOS/Android	Shareware
Tekla Field 3D	3D/BIM	iOS/Android	Shareware

Fonte: Autoria Própria (2015)

4.1.3 Análise de desempenho dos softwares

Dos softwares usados na etapa de catalogação da pesquisa, escolheram-se apenas aqueles que poderiam ser mais adequados ao uso no canteiro de obra. Ou seja, aqueles que podem ter um uso na construção civil. Já que esses aplicativos já podem ser usados na obra em seu estado atual de desenvolvimento, os testes de desempenho e funcionalidade seguintes focaram-se neles.

Nessa fase de testes mais profundos, foram usados os seguintes procedimentos:

- Equipamentos utilizados – Descrição das configurações dos equipamentos
 - Tablet Samsung Galaxy Tab 3 Lite (Android, 1GB de RAM, Processador Dual-Core de 1.2 GHz)
 - Tablet CCE Motion Tab (Android, 1 GB de RAM, Processador One-Core de 1.2 GHz)
- Modelos utilizados no teste – para que o projeto tivesse uma maior abrangência foram criados 3 modelos de edifício
 - Edifício de pequeno porte – cerca de 50 m²;
 - Edifício de médio porte – cerca de 500 m²
 - Edifício de grande porte – cerca de 9.000 m²
- Procedimentos utilizados no teste:
 - Modelagem do edifício
 - Abertura do modelo/planta do edifício
 - Movimentação e extração das informações que podem ser extraídas do modelo
 - Verificação da facilidade de manuseio do modelo a partir do desempenho do mesmo
 - Análise comparativa dos softwares analisados

4.1.4 Escolha dos principais softwares de visualização

Dentre os softwares analisados, identificou-se que apenas 3 deles poderiam ter um uso mais difundido no canteiro de obras, são eles: AutoCAD 360, BIMx e Field 3D. Esses aplicativos possuem características e recursos que permitem e facilitam sua inserção na obra em substituição das plantas impressas. Foi notado que o Sketchup Mobile Viewer é um software mais genérico, sem tratamento específico para o canteiro de obras. Mas seu



potencial para uso no canteiro de obras consiste na sua compatibilidade com as maquetes digitais amplamente usadas hoje na fase de anteprojeto, tornando possível aproveitar esse modelo já existente no canteiro. Já o AR-Player também mostra-se uma solução de visualização genérica, mas sua tecnologia possui grande potencial de uso no canteiro de obras e já pode ser usada em casos específicos.

Os aplicativos apresentaram os seguintes resultados:

- AutoCAD 360

O software demonstrou desempenho satisfatório em todos os dispositivos com plantas de diversos tamanhos. Por oferecer visualização bidimensional, exige menos do dispositivo. O aprendizado do software é rápido e suas funcionalidades são categorizadas e organizadas de modo lógico, oferecendo acesso rápido às principais funções, como a extração de medidas. Além disso, a primeira utilização é acompanhada por mensagens que guiam a exploração das principais opções do aplicativo. Porém, a utilização do servidor do software não é vinculada ao aplicativo, sendo necessário o acesso por meio de um computador ou por meio de um software complementar. Apesar das vantagens de obter projetos do servidor online, a importação do armazenamento do dispositivo não é possível, fazendo com que a velocidade de importação dependa da qualidade da conexão com a internet. Em sua versão gratuita não é possível a abertura de arquivos maiores que 10mb, e na versão paga esse limite é estendido aos 30mb. Apesar da limitação, a maioria das plantas usadas na construção não ultrapassam esses valores.

- BIMx

O BIMx foi capaz de importar imediatamente os modelos a partir do armazenamento do dispositivo. O software mostrou-se bastante fluido na exploração do modelo 3D dos modelos de 50 e 500 m². A navegação 3D no modelo de 900 m² apresentou travamentos constantes. Mesmo nos modelos que demonstraram fluidez no início da navegação, a experiência não foi plena, pois a geração de cortes 3D apresentou travamentos. Esses travamentos foram esporádicos no modelo de 50 m² e constantes no modelo de 500 m², em ambos os dispositivos. A navegação na documentação 2D só é possível na versão paga. O aprendizado do programa é rápido, por apresentar uma interface comum e intuitiva.

- Field 3D

O software da Tekla apresentou diversos problemas nos testes de desempenho. No dispositivo Samsung, apesar de possuir maior poder de processamento que o CCE, o aplicativo não funcionou, nem sequer inicializando completamente. No Tablet CCE, o modelo de 50 m² levou 4 minutos para ser importado e apresentou fluidez satisfatória. As opções de visualização tridimensional são diversas, como a ocultação de elementos individuais, *layers* e sistemas prediais, além da obtenção de informações diversas sobre esses elementos. Os modelos de 500 e 9.000 m² não foram carregados, causando fechamento do aplicativo após algum tempo de carregamento. Dessa forma, foi usado um Tablet adicional (Apple iPad) a fim de verificar a fonte do problema. Apesar da capacidade de processamento maior no iPad, os modelos médio e grande não foram carregados, revelando que o aplicativo possui limitação no tamanho dos arquivos, apesar de esse limite não ser informado pelo fabricante.

4.2 Comparativo de desempenho e funcionalidade dos softwares adequados para o canteiro de obras

A análise revelou que há no mercado essencialmente dois aplicativos realmente preparados para o uso no canteiro de obras: AutoCAD 360 e BIMx. É evidente que outros aplicativos podem ser explorados em conjunto oferecendo soluções compostas. Porém, esses dois softwares podem ser destacados por serem satisfatórios em diversos aspectos, permitindo o



uso de um único software completo. O Field 3D possui diversas características adequadas ao uso em obra, mas as questões de desempenho dificultam seu uso. As opções de visualização em realidade aumentada de softwares como o AR-Player possuem potencial de inserção no canteiro para visualização dinâmica de detalhes construtivos diversos, podendo servir como software adicional. Porém seu potencial seria mais explorado como opção adicional de visualização.

Quanto à decisão entre AutoCAD 360 e BIMx é importante destacar que o AutoCAD 360, apesar das qualidades como software, proporciona melhorias na produtividade apenas por meio da mudança do modo como a informação chega ao canteiro. Já o BIMx, carrega consigo um novo sistema de projeto, que agrega informação a um modelo tridimensional, alterando além do modo de inserção da informação, o tipo e a qualidade dessa informação, apesar de necessitar um processo mais complexo de implementação.

4.3 Substituição do papel pelo modelo digital como fator de aumento da produtividade do canteiro de obras

Fica claro que o uso de equipamentos portáteis na construção civil pode trazer ganhos significativos, o que representa um grande potencial ainda pouco inexplorado. Esse modelo de fluxo de informações apresenta as seguintes vantagens em relação às plantas impressas:

- Possibilidade de aumento da quantidade de informação sem aumento significativo de custo em comparação às plantas impressas;
- Maior clareza (qualidade) da informação apresentada devido às possibilidades de aproximação, medição do desenho, etc.;
- Seletividade da informação (possibilidade de isolar elementos e sistemas do desenho);
- Maior flexibilidade de uso dentro do canteiro de obra;
- Durabilidade e disponibilidade da informação armazenada em meio digital e em nuvem;
- Maior exploração da riqueza de informações do modelo BIM, por meio da visualização tridimensional e geração rápida de novas vistas;
- Facilitação da integração das várias fontes de informação pelo uso da rede como meio de comunicação e sincronização;
- Revisões não geram custos adicionais.

As vantagens da adoção desse sistema sobrepõem desvantagens relacionadas a questões financeiras e de treinamento, pois os resultados compensam os investimentos, já em curto prazo. Pode-se citar como exemplo a construtora Frechal (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2014), que contratou uma empresa de TI especializada nesse tipo de processo. Tinha como objetivo gerir informações de produção com o máximo de eficácia, e no final de 2013, implementou um novo sistema de gestão de informações, dirigido pela empresa especialista em gestão de processos de TI e negócios. A aplicação contou com acesso à internet baseado nas necessidades da obra, tendo como uma das principais ferramentas os *tablets*. De imediato, foi possível notar algumas melhorias, principalmente evitando retrabalhos devido a precisão das informações. Por meio da solução, foi possível analisar o uso de materiais para evitar desperdícios, como no uso do gesso, do piso e da cerâmica nos apartamentos. Foi também estabelecido um cronograma mais eficaz, e passou-se a evitar que erros fossem percebidos somente no momento de entrega das chaves para o cliente. (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2014)

De acordo com Nascimento e Santos (2003), os empecilhos principais a implementação de mudanças tecnológicas no canteiro de obra se deve à dificuldade de transformação do modelo de gestão atual e a problemas relacionados à introdução dessas tecnologias no



canteiro de obra. O argumento dos autores supracitados é coerente, pois mesmo diante da popularização dos dispositivos móveis, atrelada à redução do custo de aquisição desses equipamentos, essa transformação ainda é pouco visível. Mesmo sabendo-se que outros setores da economia nacional obtiveram êxito no uso de dispositivos móveis visando a melhoria do fluxo da informação nos seus setores, reconhece-se que a introdução de dispositivos móveis no canteiro de obra brasileiro para substituição das pranchas de desenho implica em mudanças nos processos de projeto e no perfil do fluxo da informação no canteiro de obra, o que significa mudanças de gestão. Além do mais, a utilização de modelos BIM para dispositivos móveis só tem sentido se pensado dentro de um plano estratégico de implementação BIM, o que significa mudanças maiores ainda de gestão, de processos e de tecnologias.

Buscando estudar caminhos para essa implementação no Brasil, foi realizada uma análise dos aplicativos compatíveis com o uso no canteiro de obras brasileiro, uma vez que há poucos estudos detalhados que deem às construtoras a segurança de investimento. Esse estudo comparativo será usado nas fases seguintes da pesquisa e servirão como base para a realização de testes com projetos completos e em canteiros de obras.

5 CONCLUSÕES

Acredita-se que a permanência da informação no meio digital, mesmo durante a fase executiva da obra propicia um melhor aproveitamento das informações do modelo BIM, permitindo a extração completa e precisa da informação do edifício, sem a necessidade de uso de desenhos abstratos, imprecisos e com “pouca inteligência” (as alterações no projeto não são atualizadas no papel impresso), além de evitar os gastos corriqueiros de impressão de desenhos dos projetos.

O emprego de dispositivos móveis tem como grande vantagem em relação às plantas impressas a mobilidade de locomoção no canteiro e o baixo custo de investimento (em longo prazo). Além do mais, a mobilidade de dados possibilitada por esses aparelhos, que são capazes de sincronizar e atualizar informações projetuais através da internet (AMARAL; DUARTE, 2012) pode, efetivamente melhorando o fluxo de informações entre o escritório de projeto e melhorar a qualidade da informação no canteiro de obras. Mas, para isso, a identificação dos principais aplicativos existentes no mercado, o conhecimento dos seus potenciais e suas características deve ser o primeiro passo para um processo de substituição e/ou complementação dos desenhos impressos no canteiro de obras por informações digitais oriundos de aplicativos para *smartphones* e *tablets*.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Mariane C.; DUARTE, Glaucius D. DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO WEB PARA GERENCIAMENTO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA USO EM TABLETS. **CIC 2012-Congresso de Iniciação Científica. UFPel.** 2012

ANDRADE, Max Lira; RUSCHEL, Regina Coeli. BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: **SBQP 2009-Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído.** 2009.

DELATORRE, Joyce Paula Martin; SANTOS, Eduardo Toledo. INTRODUÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS: O CASO DO BIM EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XV.** 2014.

DO NASCIMENTO, Luiz Antonio; SANTOS, Eduardo Toledo. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 1, p. 69-81, 2003.



EASTMAN, Chuck et al. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.

FONTES, Gustavo Pacheco; SOARES, Paula Meyer. O USO DOS TABLETS NAS ORGANIZAÇÕES: ANÁLISE DO IMPACTO NO AMBIENTE DE TRABALHO/USE OF TABLETS IN ORGANIZATIONS: THEIMPACTANALYSISIN THE WORKPLACE. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 3-19, 2015.

GOES, RHDTEBD; SANTOS, E. T. Compatibilização de Projetos: Comparação entre o BIM e CAD 2D. **ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO**, V, 2011.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Construtora Frechal utiliza Mobuss Construção e reduz retrabalho em até 70%**. Disponível em: <<http://www.mobussconstrucao.com.br/2014/11/14/case-de-sucesso-construtora-frechal>> Acessado em: 6 ago. 2015.

NETO, Romeu Neiva; RUSCHEL, Regina C.; PICCHI, Flávio A. Avaliação de ferramentas de tecnologia da informação na construção com funcionalidades móveis compatíveis aos itens da NBR ISO 9001: 2008 (DOI: 10.5216/reec. v6i1. 21590). **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 6, n. 1, 2013.

SCHEER, Sérgio et al. Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura. In: **VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios**. Curitiba: UFPR. 2007.