PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM PARA ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA[1]

SANTOS, F. C. dos, Universidade de Brasília/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, email: franciellecoelho2@hotmail.com; ROMAGNOLI, L. D. S. C., TocTec, email: larsson.coelho@toctec.eng.br; SOUSA, L. C., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, email: lorraynecorreia@live.com

ABSTRACT

The productivity knowledge is essential for the estimation of the activities progress control crucial toolfor the successful management of construction projects. The article aims to show how Building Information Modeling (BIM) assists for the analysis of Unitary Ratio Production (RUP). Based on the company productivity database, besides BIM implementation process, an action-research project was started to evaluate the labor productivity follow-up with the help of a work-progress controlling software linked to BIM. With the aid of Information Technology (IT) it was possible to obtain the physical progress information straight from the model, to compare with the worked hours data registered by the organization and to visualize in the model which elements were executed in the moments that significant variation of the labor productivity occurs.. In this way it is possible to elaborate a precise planning according to reality as well as feedback the company database/information system. BIM has shown to be also useful for the construction planning and control of work.

***Keywords**: Productivity. Progress Control. BIM.*

INTRODUÇÃO

A melhoria da produtividade na construção, especialmente a produtividade da mão de obra, é um dos benefícios amplamente relatados em diversas pesquisas (LEE et al., 2017; POIRIER; STAUB-FRENCH; FORGUES, 2015; ZHAO; DUNGAN, 2014). O conhecimento da produtividade é essencial para a estimativa de custos e controle de progresso (CP) das atividades como também é crucial para o gerenciamento bem sucedido de projetos de construção (LEE et al., 2017).

A qualidade da construção e o (CP) são atividades exigentes, porém críticas (BUENO et al., 2018; LEE et al., 2017), devido às características únicas de cada projeto de construção, a projeção e o planejamento de custos são preferidos às medições baseadas na produtividade (LEE et al., 2017).

Para os autores Park, Thomas e Tucker (2005) definir uma medida de produtividade padrão se torna difícil devido as empresas não terem padronizados os seus sistemas de medição. Neste sentido, eles escolhem definir a razão unitária de produção (RUP) pela seguinte equação:

[1] SANTOS, F. C. dos; ROMAGNOLI, L. D. S. C; SOUSA, L. C. Processo de implantação do BIM para análise da produtividade da mão de obra. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

$$RUP = \frac{\text{entradas (horas trabalhadas)}}{\text{saídas (quantidade de serviço)}} \quad (1)$$

O desempenho das equipes de produção também pode ser apresentado como medida de produtividade (YI; CHAN, 2014), onde o fator de desempenho (FD) pode ser definido como uma proporção da produtividade real e prevista. O FD é uma medida sem unidade que define uma base para comparar dados de produtividade para diferentes tipos de trabalhos, eliminando as diferenças entre os níveis de taxa de produção, expressa matematicamente como:

$$FD = \frac{\text{RUP real}}{\text{RUP prevista}} \quad (2)$$

Automatizar esse registro permanece um desafio no contexto do ambiente construído, porque o *as-built* pode ser incompleto e/ou conter dados de objetos não modelados, e edifícios de construção e outras estruturas apresentam simetrias e auto-similaridades que são muito desafiadoras cadastro (BUENO et al., 2018). Além disso, é desafiador identificar a produtividade medida para uma atividade designada em uma quantidade específica, a fim de produzir o custo unitário da tarefa (LEE et al., 2017).

Poirier, Staub-French e Forgues (2015) consideram que a implementação do *Building Information Modeling* (BIM) representa um risco financeiro considerável, especialmente para pequenas e médias empresas (PME). Segundo os autores é necessário que surjam benefícios claros e quantificáveis para que estas PME avancem com a sua implementação.

Tradicionalmente os sistemas de informação desempenham um papel essencial na gestão de um negócio, empresa ou projeto, dando apoio para a tomada de decisões (GOLZARPOOR; HAAS; RAYSIDE, 2016). Estas tecnologias e inovações na indústria da construção visam melhorar a produtividade do projeto e construção, a funcionalidade das instalações e reduzir desperdícios (ABDIRAD, 2017). |

Para as organizações que buscam a transição para o BIM, ser capaz de captar esses benefícios e quantificar seu impacto é extremamente importante para garantir a viabilidade do processo de implementação do BIM (POIRIER; STAUB-FRENCH; FORGUES, 2015). Dessa forma, as organizações que procuram esta transição devem ser capazes de compreender os benefícios e quantificar seu impacto para assegurar a viabilidade do processo de implementação ao longo das etapas do empreendimento, pois envolve vários riscos, que impedem os usuários de garantir os benefícios potenciais (POIRIER; STAUB-FRENCH; FORGUES, 2015; ZHAO et al., 2017). No entanto, os fatores humanos, como treinamentos, habilidades e atitudes diferentes, devem ser considerados e avaliados na adoção do BIM (ABDIRAD, 2017), ou seja, a iniciativa depende de um nível de maturidade relativamente maior de adoção de BIM porque um modelo só faz sentido quando os usuários estão dispostos a usá-lo (LU et al., 2013; WANG; CHONG, 2015).

Este artigo apresenta os resultados de um projeto de pesquisa-ação realizada

com uma empresa construtora que implementa o BIM desde 2014. A empresa estudada foi fundada em 1995 atuando em diversos estados. Neste sentido, o objetivo deste artigo é propor uma ferramenta para auxiliar no dimensionamento da mão de obra com base nos resultados de produtividade, bem como operacionalizar a estratégia de medição com a utilização do BIM.

METODOLOGIA

Com base nos dados de produtividade da organização e no processo de implantação do BIM iniciou-se um projeto de pesquisa-ação para avaliar o acompanhamento da produtividade da mão obra com o auxilio de um *software*, desenvolvido por um dos autores deste artigo, para controle do progresso da obra interligado ao BIM.

Uma abordagem de pesquisa-ação, segundo Azhar, Ahmad e Sein (2010), visa construir e testar a teoria dentro do contexto de resolver um problema prático imediato em um cenário real. Essa abordagem intervencionista foi considerada necessária, pois a organização possuía uma *software* integrado ao Autodesk Revit™ (Revit) para registrar o CP da construção utilizando o BIM, onde eram controladas as datas de início e término de cada elemento do modelo, mas não possuía uma cultura de análise de dados de desempenho do trabalho, já que a única informação registrada era a de apontar a quantidade de trabalhadores envolvidos na obra.

No entanto, uma lacuna foi identificada no processo de planejamento da empresa pois, toda a informação gerada pelo controle físico em BIM não retroalimentava o departamento de orçamento e planejamento da empresa. A seguinte questão de pesquisa foi levantada: De que forma o BIM pode auxiliar na medição da produtividade do trabalho para as empresas? Desta forma, houve a necessidade de ajudar a organização a criar suas práticas de avaliação do desempenho da mão de obra, a fim de permitir a avaliação efetiva do auxilo do BIM na produtividade de trabalho.

O estudo apresentado utilizou dados de um empreendimento residencial em construção, na cidade de Goiânia, composto por duas torres, sendo três subsolos e 30 pavimentos (Figura 1). O serviço analisado para este artigo foi o de reboco externo, o qual foi executado por um subempreiteiro contratado pela construtora.

Figura 1 – Perspectiva renderizada da obra



Fonte: Autores

Foram utilizados dados do *software* controle de progresso (SCP) durante um período de 11 meses, entre fevereiro de 2017 e dezembro de 2017. Os quantitativos foram extraídos por meio da integração entre o SCP e o modelo de arquitetura. Para determinação da produtividade de trabalho utilizou-se a planilhas eletrônica de controle de horas dos funcionários os foram inseridos no SCP. Também foram analisados os registros de planejamento da obra, para estabelecer o FD de linha de base para o projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo executa-se da seguinte forma (Figura 2):

a) Elaboração do modelo de arquitetura;

b) Extração das quantidades do reboco externo usando do modelo de arquitetura para o SCP;

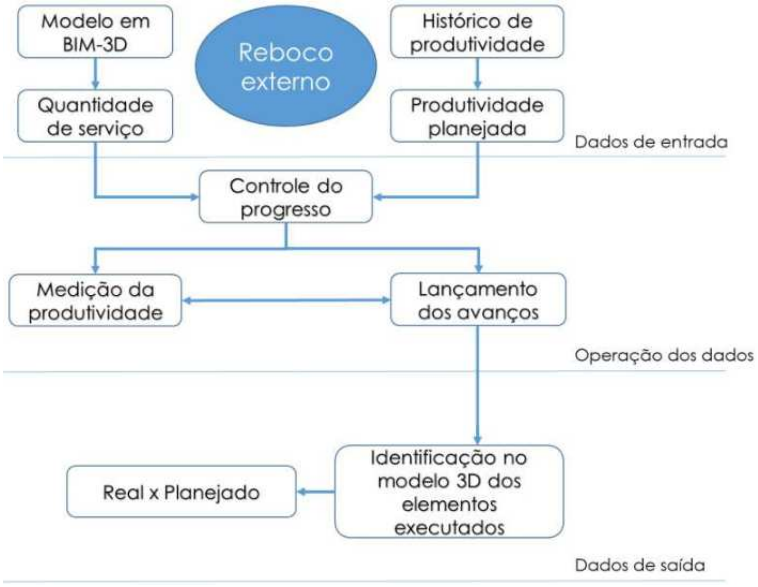
c) Lançamento do planejamento da obra no SCP com base na produtividade meta, estabelecida de acordo com o banco de dados da empresa;

d) Medição e lançamento do avanço das atividades;

e) Comparação da produtividade real e planejada;

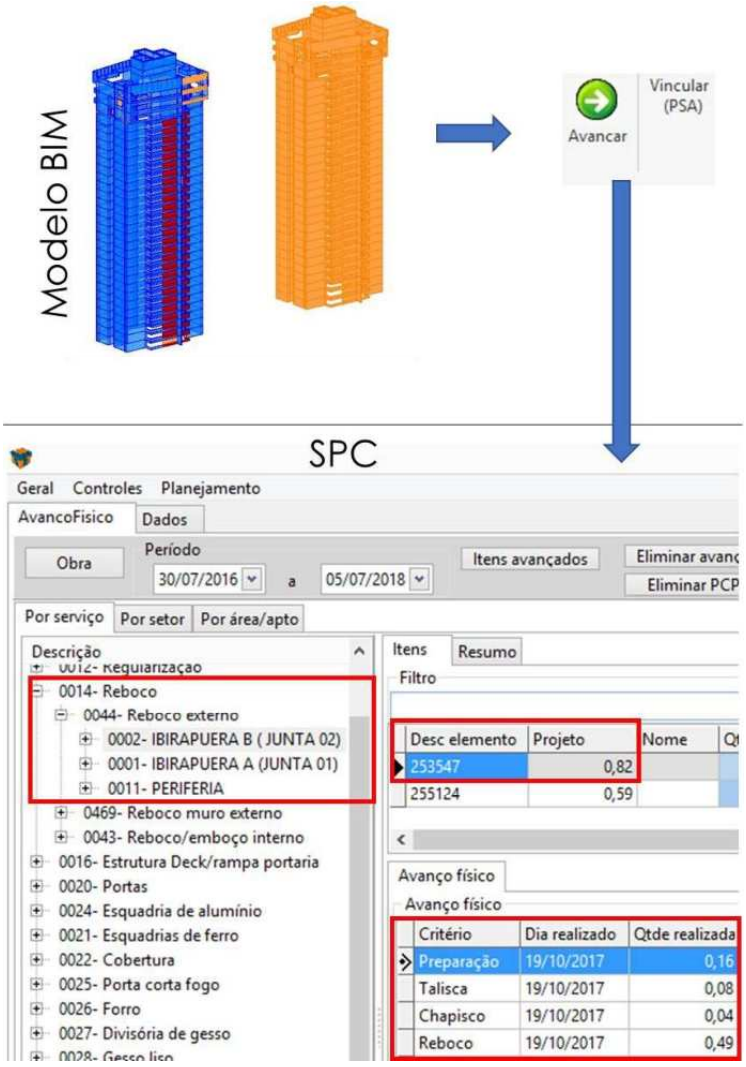
Em termos do uso do BIM, veio por meio da integração entre *software* de modelagem e o SCP. O lançamento do progresso do serviço de reboco externo no *software* de acompanhamento permitia o acompanhamento da execução no modelo de arquitetura. Na medida que as informações eram lançadas, o modelo ficava dividido em 2 zonas principais, sendo a unidade azul parte do reboco que foi executado e a unidade laranja corresponde a parte do reboco não executado. Por meio da integração também era possível selecionar um período de análise para verificação da produtividade, como pode ser visto destacado na cor vinho da Figura 3.

Figura 2 - Processo de acompanhamento de produtividade e progresso do serviço.



Fonte: Autores

Figura 3 - Zoneamento de espaço colorido para o reboco externo.

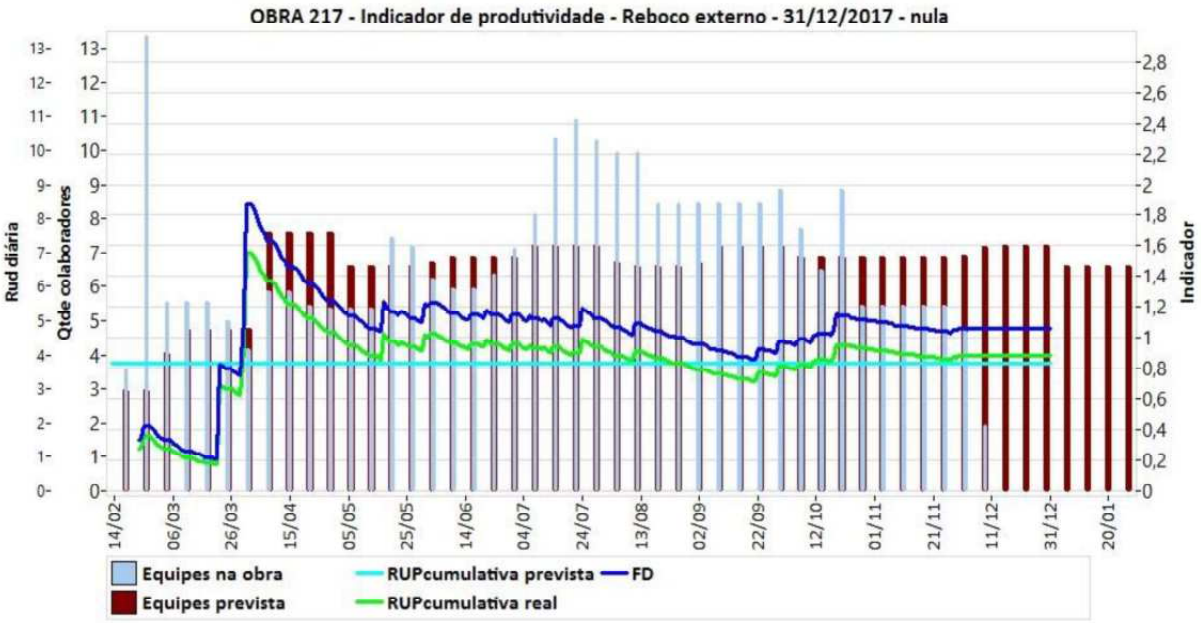


Fonte: Autores

As dimensões, incluindo largura, comprimento e altura são reconhecidos automaticamente. Tal *software* adiciona mais funções ao menu do Revit, entre eles: "Avancar" o qual registra as datas de execução do elemento e o "Vincular" o qual importa os quantitativos, todos os dados são registrados no SCP.

À medida que os dados de entrada são inseridos, a porcentagem concluída, a produtividade da mão de obra, o fator de desempenho são gerados automaticamente. A partir da seleção na barra de menus, o sistema projetado pode ser flexível de acordo com as necessidades dos gestores da obra. Como exemplo, pode-se extrair do sistema uma comparação entre o que foi planejado e o andamento real da obra em termos de número de equipes e produtividade (Figura 4).

Figura 4 – Acompanhamento da produtividade da mão de obra para o serviço de reboco externo.



Fonte: Autores

O acompanhamento da produtividade da mão de obra por meio dos modelo de arquitetura pode ser visualizado pelos gráficos gerados pelo *software* possibilitando estabelecer uma correlação entre o previsto e o realizado. Como exemplo, ao analisar a quantidade de trabalhadores na obra (barra azul) observa-se que foi muito maior do que foi planejado (barra vinho), foi possível identificar que para obter a quantidade de serviço desejada foi necessário aumentar o número de equipes. Permitindo uma melhor compreensão do progresso da obra gerando novos indicadoes para retroalimentar os indicadores da organização.

A RUP prevista para o reboco externo foi 0,83. A RUP real indica a produção levantada da obra. O FD gerado pela RUP real sobre a RUP prevista auxilia o planejador a trabalhar com a porcentagem relativa, onde 100% do serviço executado é igual a 1, permitindo ao gestor da obra identificar a necessidade

de aumentar ou reduzir equipes no canteiro.

CONCLUSÕES

Este artigo faz parte de uma parceria entre empresa de consultoria em implantação do BIM e Instituições de Ensino.

Foi proposta uma ferramenta para auxiliar no dimensionamento da mão de obra com base nos resultados de produtividade da organização. O *software* aliado com os modelos de arquitetura, facilitaram o acompanhamento e o dimensionamento de equipes na fase de planejamento, conforme andamento da obra, além de atualizar o planejamento continuamente.

As práticas de avaliação e acompanhamento da produtividade da mão de obra foram visualmente mais claras por meio do *software* de controle de progresso da empresa, possibilitando a operacionalização da medição com a utilização do BIM.

Outro benefício do BIM no cálculo da produtividade foi a visualização da variação da produtividade na qual permitia a identificação de algum fator que afetou produtividade ou até mesmo um erro de lançamento. Acompanhar essas medidas ao longo do tempo proporcionará a organização a consistência necessária para que possam começar a quantificar os custos devido a melhoria da visualização do andamento da produção e retroalimentar a fase de orçamentação.

REFERÊNCIAS

ABDIRAD, H. Metric-based BIM implementation assessment: a review of research and practice. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 13, n. 1, p. 52–78, 2017.

AZHAR, S.; AHMAD, I.; SEIN, M. K. Action Research as a Proactive Research Method for Construction Engineering and Management. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 1, p. 87–98, 2010.

BUENO, M. et al. 4-Plane congruent sets for automatic registration of as-is 3D point clouds with 3D BIM models. **Automation in Construction**, v. 89, n. December 2017, p. 120–134, 2018.

GOLZARPOOR, B.; HAAS, C. T.; RAYSIDE, D. Improving process conformance with Industry Foundation Processes (IFP). **Advanced Engineering Informatics**, v. 30, n. 2, p. 143–156, 2016.

LEE, J. et al. BIM-assisted labor productivity measurement method for structural formwork. **Automation in Construction**, v. 84, n. December 2015, p. 121–132, 2017.

LU, W. et al. A Generic Model for Measuring Benefits of BIM as a Learning Tool in Construction Tasks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. February, p. 195–203, 2013.

PARK, H.-S.; THOMAS, S. R.; TUCKER, R. L. Benchmarking of Construction Productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 131, n. 7, p. 772–778, 2005.

POIRIER, E. A.; STAUB-FRENCH, S.; FORGUES, D. Measuring the impact of BIM on labor productivity in a small specialty contracting enterprise through action-research.

Automation in Construction, v. 58, p. 74–84, 2015.

WANG, X.; CHONG, H. Y. Setting new trends of integrated Building Information Modelling (BIM) for construction industry. **Construction Innovation**, v. 15, n. 1, p. 2–6, 2015.

YI, W.; CHAN, A. P. C. Critical review of labor productivity research in construction journals. **Journal of management in engineering**, v. 30, n. 2, p. 214–225, 2014.

ZHAO, T.; DUNGAN, J. M. Improved Baseline Method to Calculate Lost Construction Productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 2, p. 06013006, 2014.

ZHAO, X. et al. Modelling paths of risks associated with BIM implementation in architectural, engineering and construction projects. **Architectural Science Review**, v. 60, n. 6, p. 472–482, 2017.