

Aplicação da metodologia BIM e dos princípios da construção enxuta em obra comercial**Application of the BIM methodology and the principles of left construction in commercial work**

DOI:10.34117/bjdv6n8-437

Recebimento dos originais:08/07/2020

Aceitação para publicação:21/08/2020

Bacus de Oliveira Nahime

Doutorado em Ciencia dos Materiais pela UNESP

Instituição: Universidade de Rio Verde

Endereço: Fazenda Fontes do Saber, Setor Universitário, Rio Verde/GO, CEP: 75901-970

E-mail: bacusbn@gmail.com

Alberto Barella Netto

Mestre em Administração pela UniFACEF/SP

Doutorando em Administração pela UNISINOS/RS

Instituição: Universidade de Rio Verde

Endereço: Fazenda Fontes do Saber, Setor Universitário, Rio Verde/GO, CEP: 75901-970

E-mail: Barella@unirv.edu.br

Jorge Luis Akasaki

Doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela USP

Casado, professor universitário, RG 9.104.186 SSP/SP, CPF 062.359.978-33

Endereço: Rua Uruguaiana, 182 - Morumbi - 15385-000 - Ilha Solteira – SP

Igor Soares dos Santos

Mestrando em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade pelo Instituto Federal Goiano.

Instituição: Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde

Endereço: Rodovia Sul Goiano, Km 01, Zona Rural, Rio Verde/GO, CEP: 75901-970

E-mail: Igorsoaresd.santos@gmail.com

Danilo Guimarães Almeida

Mestre em Gestão da Construção pela New York University

Instituição: Universidade de Rio Verde

Endereço: Fazenda Fontes do Saber, Setor Universitário, Rio Verde/GO, CEP: 75901-970

E-mail: dalmeida@unirv.edu.br

Kennedy Moraes Guimarães

Graduado em Eng civil pela UNIRV

Pós-graduado em Master BIM pela IPOG

Instituição: Universidade de Rio Verde

Endereço: Fazenda Fontes do Saber, Setor Universitário, Rio Verde/GO, CEP: 75901-970

E-mail: kennedy.eng@outlook.com

Lorena Araújo Silva

Mestre em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade

Universidade de Rio Verde - GO
Fazenda Fontes do Saber, Setor Universitário, Rio Verde/GO, CEP: 75901-970
E-mail: araujolorena.s@univr.edu.br

Caroline de Abreu Silva

Graduanda em Engenharia Civil pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde
Endereço: Rodovia Sul Goiano, Km 01, Zona Rural, Rio Verde/GO, CEP: 75901-970
E-mail: cdeabreusilva@gmail.com

RESUMO

Mediante às diversas mudanças na construção civil, com o contínuo crescimento da concorrência e como consequência clientes mais exigentes, o planejamento e o gerenciamento de obras são de fundamental importância. Assim, a busca de novas metodologias para os processos bem como, planejar, executar, monitorar e controlar as atividades realizadas na indústria da construção civil, ficam cada vez mais evidentes. Desta forma, a busca da eficiência pelo setor, motivou esse trabalho, que propõe a implementação da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) em conjunto com as aplicações da Construção Enxuta sugerindo propostas da aplicabilidade do sistema em uma obra comercial, visando ganhos de qualidade, redução de custos e prazos, aumento na agilidade, entre outros. Com as análises realizadas, foi possível verificar as necessidades de intervenção respeitando os princípios da Construção Enxuta. Foi acompanhada a execução da obra, utilizando fichas de verificação de serviço, registros fotográficos, entrevista com operários, comparação com o cronograma físico-financeiro proposto em relação ao realizado, com enfoque na produtividade. Com as modelagens em BIM, foi possível verificar compatibilização dos projetos, desenvolvimento do cronograma físico-financeiro, e quantitativo de materiais. Verificou-se com o desenvolvimento do trabalho que o planejamento e a utilização de ferramentas de gestão melhoraram substancialmente o resultado nas atividades do canteiro de obras, evidenciando melhor produtividade dos serviços desenvolvidos. A partir das ferramentas mencionadas, tais conceitos de gestão promoveram ganhos expressivos na execução das etapas controladas, contribuindo com o desempenho da obra.

Palavras-chave: Bulding Information Modeling, Ferramentas de Gestão, Gerenciamento de Obras, Lean Construction.

ABSTRACT

Due to the several changes in civil construction, with the continuous growth of competition and as a consequence more demanding customers, the planning and management of works are of fundamental importance. Thus, the search for new methodologies for the processes, as well as planning, executing, monitoring and controlling the activities carried out in the construction industry, are increasingly evident. Thus, the search for efficiency by the sector, motivated this work, which proposes the implementation of the BIM (*Building Information Modeling*) methodology in conjunction with the Lean Construction applications suggesting proposals for the applicability of the system in a commercial work, aiming at quality gains, reduction of costs and deadlines, increase in agility, among others. With the analyzes carried out, it was possible to verify the intervention needs respecting the principles of Lean Construction. The execution of the work was monitored, using service verification sheets, photographic records, interviews with workers, comparison with the proposed physical-financial schedule in relation to the work done, with a focus on productivity. With the BIM modeling, it was possible to verify compatibility of the projects, development of the physical-financial schedule, and quantitative of materials. It was verified with the development of

the work that the planning and the use of management tools substantially improved the result in the activities of the construction site, showing better productivity of the services developed. Based on the tools mentioned, such management concepts promoted significant gains in the execution of the controlled steps, contributing to the performance of the work.

Keywords: Bulding Information Modeling, Management Tools, Construction Management, Lean Construction.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil enfrenta diversas mudanças, sendo por questões de segurança, tecnologias construtivas ou materiais, mas principalmente do uso de tecnologias na concepção de projetos e no planejamento das obras (Gehrmann, 2017). Segundo Silva (2011), o planejamento e gerenciamento de obras se identificam por um conjunto de ferramentas e técnicas que ao serem utilizadas adequadamente influenciam de forma positiva a eficiência do processo construtivo.

Para Santos (2008) e Mattos (2010), o controle dos processos favorece a tomada de decisões, racionalização dos custos, aumento da produtividade e melhoria da qualidade, com base no conhecimento amplo das tarefas, recursos e prazos. Gerenciar um projeto, como um todo, envolve uma série de processos que ao final resume-se em dados para tomada de decisões e comunicação.

Como forma de compreender e atender o novo mercado, as empresas construtoras têm necessidade de repensar as formas de produção, revendo suas estruturas gerenciais e se conscientizando da necessidade de modificar conceitos. Assim, torna-se necessário o setor evoluir como um todo, desde o canteiro de obras até os setores administrativo, gerencial e a diretor das empresas construtoras (SARCENELLI, 2008); (COSTA, 2016).

Uma alternativa para solucionar os problemas decorrentes da falta de planejamento e gestão de obras é a utilização dos conceitos e princípios da Construção Enxuta (Sarcinelli, 2008) que tem como objetivos principais redução de desperdícios e aumento de produtividade e eficácia. Koskela (1992) adaptou o modelo da produção enxuta baseado no Sistema Toyota de Produção para o setor da construção civil em diversos países, tendo em vista a necessidade de um empreendimento bem planejado e controlado.

A aplicação da produção enxuta se faz através de algumas ferramentas de gestão de processos que são necessárias para facilitar a atuação dos seus princípios (SANTOS, 2018). Uma ferramenta de suma importância é o BIM (*Building Information Modeling*), que de acordo com Campestrini et al. (2015) surge como uma ferramenta para analisar e facilitar o acesso às inovações e mudar a perspectiva de 2D para 3D, diminuindo de forma eficaz as incompatibilidades das diversas

disciplinas de projetos. Por ser um sistema totalmente integrado, é possível melhorar e agilizar todo processamento de informações entre os profissionais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O objeto de estudo utilizado foi uma obra comercial vertical em Santa Helena de Goiás, tendo área igual à 1.179,32m² e o método construtivo utilizado foi de estruturas pré-moldadas e fundações de concreto armado.

Foram aplicados os princípios da Construção Enxuta juntamente com a metodologia BIM para verificar a eficácia desses processos sendo utilizados conjuntamente. Os dados foram levantados em tempo real da realização da obra, identificando as possíveis falhas e implementando as ideias da sinergia da Construção Enxuta e do BIM para saná-las, fazendo propostas para aplicação e identificação de oportunidades. Sendo assim, foram elaboradas propostas para a implantação da Construção Enxuta visando seguir cronograma e metas para a realização da obra de acordo com os princípios, e dessa forma, utilizar a plataforma BIM para as melhorias nos processos de planejamento e gerenciamento da obra.

Na Construção Enxuta foram analisados cada um dos onze princípios, sendo aplicados tanto no gerenciamento das atividades no canteiro de obras, quanto no planejamento realizado através do BIM. Os princípios foram analisados através de controle de materiais e do tempo de execução de tarefas; realização do agrupamento de trabalhos que apresentaram correlação; verificação de execução das tarefas de acordo com o prazo estabelecido; acompanhamento da execução de tarefas afim de verificar a produtividade e possíveis falhas; utilização de cronograma físico-financeiro para as próximas etapas a serem executadas; utilização de ficha de verificação de serviço (data de início e término de cada atividade), entrevista com os operários; registro fotográfico; projeto de canteiro de obras, entre outros.

A partir do levantamento de dados foi feita uma proposta de aplicação a fim de verificar como a situação real da obra poderia ter sido aprimorada com o emprego dos princípios da Construção Enxuta e com a metodologia BIM. O BIM foi utilizado a fim de realizar um planejamento da obra, extraindo quantitativos, realizando orçamento e cronograma físico-financeiro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento da obra e dos serviços realizados permitiu a identificação de melhorias nos processos de acordo com os princípios da Construção Enxuta, permitindo a continuidade das

atividades e aprimoramento dos serviços desenvolvidos. Todos os processos foram acompanhados e alguns identificados de acordo com a Tabela 1 exposta a seguir.

Tabela 1: Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta.

	Princípio	Aplicação
1	Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor	Utilização de vibradores portáteis na etapa da concretagem dos tubulões, possibilitando maior produtividade
2	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	Possibilidade do cliente em mudar o layout do empreendimento
3	Reduzir a variabilidade	Utilização de concreto usinado
4	Reduzir o tempo de ciclo	Gestão da logística de concretagem
5	Simplificar o processo através da redução do número de passos ou partes	Transporte interno do caminhão
6	Aumentar a flexibilidade de saída	Possibilidade de uma mesma equipe desempenhar mais de uma função no canteiro
7	Aumentar a transparência do processo	Utilização de diálogo diário de planejamento
8	Focar o controle no processo global	Reunião com os fornecedores para respeitar o prazo de entrega
9	Introduzir melhoria contínua	Identificação dos problemas e propostas para sanar; reunião semanal
10	Manter um equilíbrio entre as melhorias nos fluxos e nas conversões	Proposta de mapeamento de fluxo
11	Referências ou Benchmarking	Conhecimento dos processos internos e aprender com os erros

Fonte: Própria autora.

Os princípios da Construção Enxuta foram aplicados durante o gerenciamento da obra e foi possível identificar melhoria na execução das atividades. Por exemplo, foi observada maior produtividade na etapa de concretagem de tubulões; inicialmente eram concretados 2 tubulões por dia e com a aplicação dos princípios posteriormente foi possível concretar 4 tubulões por dia.

A fim de reduzir a parcela das atividades que não agregam valor (1º princípio) optou-se pela utilização de vibradores portáteis no adensamento do concreto utilizado na fundação para diminuir

o esforço dos operários, bem como aumentar o volume de concretagem diária, melhorando a produtividade.

A possibilidade do cliente em mudar o layout do empreendimento fez com que fosse possível dar maior autonomia para que houvesse mudanças de acordo com a necessidade do cliente, conforme proposto pelo 2º princípio.

A fim de reduzir a variabilidade optou-se pela utilização do concreto usinado dosado em massa, o qual apresenta um desvio padrão baixo, $SD = 4\text{MPa}$, uma vez que este permite maior controle da qualidade do concreto, redução de desperdício de materiais e ganho de produtividade no canteiro de obras.

Para simplificar o processo foi realizada a simplificação do transporte interno no canteiro de obras, onde o caminhão fazia manobras corretas para que o serviço pudesse ser realizado em menor tempo; sendo ajustada a posição de parada do caminhão de concreto.

Para reduzir o tempo de ciclo optou-se pela gestão de logística englobando todo planejamento, implementação e fluxo da concretagem, para que não houvesse falta do material na obra e fosse necessário parar o serviço. Para aumentar a flexibilidade de saída foi proposto mais de uma frente de serviço, de forma que a equipe pudesse desenvolver mais de uma atividade no canteiro, tornando as atividades mais organizadas e ágeis.

Foi utilizado o diálogo diário de planejamento (DDP) para aumentar a transparência dos processos, sendo sempre focado na execução das atividades na obra e conscientizando os funcionários acerca da importância de seguir o planejamento adequado e segurança do trabalho.

Foram realizadas reuniões semanais com fornecedores para que todos respeitassem os prazos de entrega dos pré-moldados e, assim, não ocorrer atraso durante as atividades desenvolvidas no canteiro. Dessa forma, foi possível ter boa sincronia entre fornecedores, trabalhadores e o cliente.

Para introdução da melhoria contínua eram realizadas medições de produtividades e, quando identificado problemas, eram realizadas reuniões a fim de criar estratégias para saná-los e não prejudicar a quantidade produzida pela equipe. A proposta de mapeamento de fluxo foi importante para representação do tráfego dos operários na obra e também das atividades, podendo ilustrar e melhorar os passos necessários para a entrega do produto.

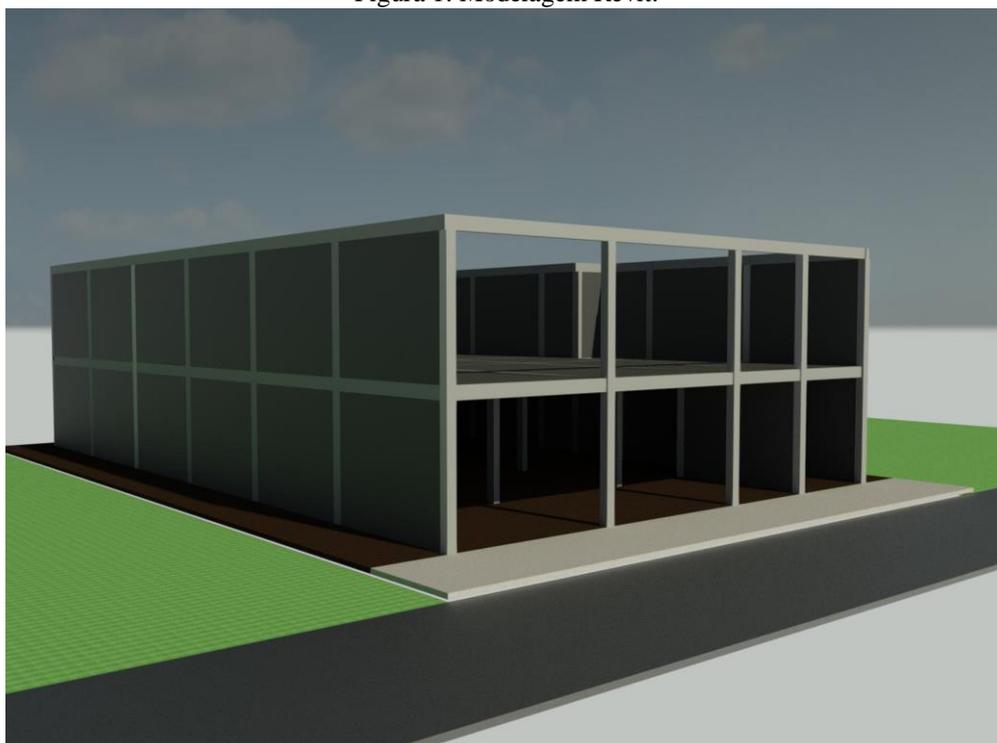
O conhecimento dos processos internos era de suma importância para que fosse possível reconhecimento dos erros cometidos e assim, poder aprender com estes e evitar problemas futuros na execução dos serviços.

Com a modelagem realizada em BIM foi possível realizar a extração do quantitativo dos materiais, a fim de ter maior controle das peças pré-moldadas que eram produzidas e com isso, obter

o orçamento comparativo da obra, podendo fazer a análise do que realmente foi proposto pela empresa contratada e do que foi desenvolvido através do *software* Revit, buscando evidenciar a importância e eficácia da utilização da metodologia BIM. Foram realizadas as compatibilizações entre os projetos através do *software* Naviswork para que não houvesse problemas futuros com a montagem das peças.

A modelagem realizada no Revit está exposta nas imagens a seguir, esta foi utilizada para o planejamento da obra, sendo possível melhor visualização dos processos a serem executados.

Figura 1: Modelagem Revit.



Fonte: Própria autora.

Figura 2: Modelagem Revit.



Fonte: Própria autora.

4 CONCLUSÃO

Através da aplicação da modelagem e dos princípios da Construção Enxuta foi possível reduzir parcelas de trabalho e ajudar na implantação de novas metodologias e conhecimentos no canteiro de obra, verificando que com planejamento e a utilização de ferramentas de gestão, foi possível auxiliar no desenvolvimento das atividades, evitando a variabilidade e atrasos de atividades no canteiro, além de melhorar a previsão do orçamento, evidenciando a necessidade de constantemente utilizar o planejamento adequado, assim o acompanhamento das atividades diárias e utilização de metodologias que possam auxiliar no desenvolvimento e visualização das etapas construtivas, é de fundamental importância para o bom andamento da obra, melhorando também consideravelmente a qualidade dos serviços e ainda potencializando a produtividade e consequentemente o resultado financeiro.

REFERÊNCIAS

- CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M. C.; MENDES JUNIOR, R.; SCHEER, S.; FREITAS, M. C. D. Entendendo BIM. 1ª. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. 51 p.
- COSTA, Joyce Dias. Aplicação na Construção Civil de Técnicas e Ferramentas de Planejamento e Controle, Baseados no Conceito da Construção Enxuta. Rio de Janeiro: UFRJ, 2016, 68 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- GEHRMANN, Andressa Leal. BIM E LEAN: PLANO DE IMPLANTAÇÃO PARA PROCESSOS DE PROJETOS EM UMA CONSTRUTORA DE MÉDIO PORTE. 2017. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2017
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Technical Report No. 72, CIFE. Stanford University, Stanford, 1992.
- MATTOS, A. D. Planejamento e Controle de Obras. 1ª ed. São Paulo: PINI, 2010.
- SANTOS, M. R. Construção Enxuta: Estudo de Caso de Uma Obra Residencial no Município de Rio Verde – GO. 2018. 68 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2018.
- SARCINELLI, W. T. Construção Enxuta Através da Padronização de Tarefas e Projetos. 2008. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.
- SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. Planejamento e controle de Obras. 2011. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.