



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

INTEGRAÇÃO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) COM O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

MENDES JUNIOR, Ricardo (1); SCHEER, Sérgio (2); GARRIDO, Marlon Camara (3), CAMPESTRINI, Tiago Francisco (4)

(1) UFPR, 3361-3218, e-mail: mendesjr@ufpr.br; (2) UFPR, e-mail: scheer@ufpr.br; (3) UFPR, e-mail: marlon.c.garrido@gmail.com; (4) UFPR, e-mail: tiago@campestrinitecnologia.com.br

RESUMO

No intuito de aproveitar os benefícios da aplicação tanto da modelagem BIM quanto da Construção Enxuta, estudos foram publicados relacionando a aplicação de ambos em sinergia. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um caso de aplicação de ferramentas BIM no Planejamento e Controle da Produção (PCP) em uma obra de construção residencial vertical, apoiando a adoção de princípios da Construção Enxuta, na cidade de Araucária, Paraná. Através do processo de gestão da obra, o modelo BIM foi utilizado para proporcionar produção puxada de atividades produtivas. Os pesquisadores atuaram na elaboração do modelo BIM, da estratégia de intervenção e do auxílio às atividades realizadas em canteiro com o modelo BIM. Os resultados demonstram ganhos tanto no PCP quanto para a equipe de produção da construção ao trabalhar com os princípios enxutos e BIM. O trabalho conclui com uma proposta de interação sistemática da equipe com o modelo BIM e o Sistema Last Planner na forma de um arcabouço teórico. Outros estudos de casos estão sendo realizados nesta pesquisa de modo a validar o arcabouço teórico proposto.

Palavras-chave: Construção enxuta, Planejamento e Controle da Produção, BIM, Sistema *Last Planner*.

ABSTRACT

In order to have the benefits of application of both BIM modeling as Lean Construction, studies have been published relating the application of both in synergy. In this context, the aim of this paper is to present a case of application of BIM tools in Production Planning and Control (PCP) in a project of vertical residential construction, supporting the adoption of principles of Lean Construction in the city of Araucaria, Parana. Through the management of the construction process, BIM model was used to provide pull production of productive activities. The researchers worked on drafting the BIM model, the intervention strategy and assistance with the BIM model in construction activities. The results show improvement in both the PCP and for the production team when working with BIM and lean principles. The paper conclude with a proposal for systematic interaction of staff with the BIM model and the Last Planner System in the form of a theoretical framework. Other case studies are being conducted in this research in order to validate the theoretical framework proposed.

Keywords: Lean Construction, Production Planning and Control, BIM, Last Planner System.

1. INTRODUÇÃO

Embora independentes, a construção enxuta e a modelagem BIM já são reconhecidos por pesquisadores que ambos podem se auxiliar mutuamente e aumentar seu potencial de aplicação na gestão da construção (KOSKELA *et al*, 2010).

A construção enxuta influencia no processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Por meio de mapeamento e definição de fluxos de trabalho, informações, suprimentos e empreendimento, o PCP é elaborado com visão de fluxos da construção enxuta.

Uma ferramenta de construção enxuta utilizada largamente em PCP é o Sistema *Last Planner* (Ballard, 2000; Formoso *et al*, 2001) que divide o processo de PCP em três níveis hierárquicos: plano mestre (longo prazo), *Lookahead* (médio prazo) e Last Planner (curto prazo).

Nas etapas do PCP, bem como nos três níveis do Sistema *Last Planner*, a modelagem a modelagem BIM é possível de ser utilizada apoiando princípios da construção enxuta. O objetivo deste trabalho é discutir como a modelagem BIM pode ser utilizada em PCP e as suas interações com os princípios da construção enxuta. O presente artigo apresenta um estudo de caso realizado na cidade de Araucária, Paraná, que serve de base para as discussões e para a proposta de um arcabouço de integração entre a modelagem BIM e o Sistema Last Planner.

2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O modelo de planejamento e controle da produção (PCP) utilizado é segmentado em quatro etapas adaptado de Formoso *et al*. (2001). O processo de PCP é dividido em três níveis hierárquicos: planejamento de longo prazo, médio prazo e curto prazo. Esta divisão apresenta-se tal como é aplicado o Sistema *Last Planner* (Ballard, 2000), com longo prazo sendo o Plano Mestre, o médio prazo sendo o *Lookahead* e o curto prazo sendo o *weekly work plan*. O indicador proposto pelo autor que demonstra eficácia do planejamento semanal é chamado Percentual da Programação Concluída (PPC).

As etapas do PCP são: 1) Preparação do processo de PCP, com as decisões preliminares, definição dos padrões de planejamento, identificação das restrições e definição do plano de ataque; 2) Elaboração do plano de longo de prazo, com coleta de informações, fluxo de caixa, cronograma, plano mestre, programação dos recursos classe 1 e difusão do plano; 3) Elaboração do plano de médio prazo, com coleta de informações, plano de médio prazo, difusão do plano, programação dos recursos classe 2, difusão da programação de recursos; 4) Elaboração do plano de curto prazo, com coleta de informações, plano de curto prazo, difusão do plano, programação dos recursos classe 3, difusão da programação de recursos.

3. INTERAÇÕES ENTRE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E CONSTRUÇÃO ENXUTA

Koskela *et al* (2010), propõe 56 interações entre BIM e construção enxuta. A seguir no quadro 1 são listadas interações aplicadas diretamente ao PCP. Alguns trabalhos já publicados que discutem aplicações da modelagem BIM e sua interação com o PCP e a construção enxuta são discutidos em seguida.

Quadro 1 – Interações entre BIM e construção enxuta aplicadas ao PCP

Nº	Funcionalidade BIM	Princípio <i>lean</i>	Descrição
1	Fonte única de informação	Redução de variabilidade.	O modelo passa a ser um banco de dados único contendo documentos necessários à fase de projeto, construção e operação da edificação.
2	Checagem de	Redução do	Detalhamento de desenhos melhor especificados,

	incompatibilidades físicas automatizada	tempo de ciclo.	sem necessidade de decisões no canteiro de obras. Aumento em produtividade.
3	Geração automatizada de tarefas de construção	Redução da variabilidade e tempo de ciclo.	Retira erros humanos em elaboração de cronogramas resultando em pacotes de trabalho sequenciados e passíveis de execução.
4	Simulação do processo de construção	Redução da variabilidade e tempo de ciclo e controle.	Otimização de cronogramas através de simulações estocásticas e checagem em modelos BIM 4D.
5	Visualização em modelos BIM 4D	Redução da variabilidade e tempo de ciclo e gestão visual.	Refino de cronograma de pacotes de trabalho e sistema de produção para suporte da produção.
6	Visualização de status do processo	Redução do tempo de ciclo, controle apropriado, gestão visual e validação.	Controle e gestão através de visualização da produção, sem necessidade de coletar dados em obra. O controle fornece informações e status de cada pacote de trabalho naquele momento.
7	Comunicação online do produto e processo	Gestão visual, redução do tempo de ciclo e controle apropriado.	Informações referentes a pacotes de trabalho em plano, execução e já produzidos atualizadas online para todos os envolvidos com a produção, desde encarregados até responsáveis por aquisição de recursos.

Fonte: Adaptado de KOSKELA *et al.* (2010)

Sacks, *et al.* (2013) implementam o sistema KanBIM em uma obra: O modelo BIM, ligado ao Sistema *Last Planner*, organizado por estrutura analítica de projeto (EAP) como pacotes de trabalho. Este demonstra às equipes de produção o nível de maturidade de cada pacote. A maturidade é aumentada com a remoção das restrições que impedem o início do trabalho. O processo de construção é visualizado e comunicado online.

Bhatla & Leite (2012) propõem através de estudo de caso o uso do modelo BIM para coordenação de modelos de instalações elétricas, hidráulicas e mecânicas. Essa coordenação ocorre durante o planejamento *Lookahead* (médio prazo), como forma de remoção de restrições, e trouxe: Redução do tempo de ciclo de atividades, devido à checagem e correção de incompatibilidades físicas entre disciplinas de projeto, no modelo; A utilização do modelo em reuniões de *Last Planner* auxiliou na comunicação e entendimento da produção por parte dos profissionais;

Um gestor do empreendimento afirmou que necessidades de informação no momento da execução foram diminuídas, pois muitos requisitos de produção foram obtidos antes do início da atividade.

Biotto (2012) propõe um método para utilização de BIM no PCP com apresentação de quatro estudos. No primeiro estudo, um modelo 4D é utilizado para definir o plano de ataque da obra. Posteriormente o cronograma é refinado e gerado uma linha de balanço como resultado. Em seu segundo estudo, o modelo BIM é utilizado nos planos de longo prazo (mestre) e médio prazo (*Lookahead*). No primeiro, a visualização auxilia na sincronização de fluxos de produção de pacotes de trabalho. Para o *Lookahead*, comparações entre previsto e realizado são feitas visualmente. Novos planos de médio prazo são propostos para atingir metas produtivas. No terceiro estudo, a estratégia de

ataque do empreendimento é revista como perspectiva de reduzir o trabalho em progresso e também a distância percorrida pela mão de obra. O modelo é utilizado para este fim, que dita todo o andamento das atividades de planejamentos de longo, médio e curto prazo. Em seu quarto e último estudo, a autora utiliza o modelo para decisões de plano de ataque e de projeto de sistema de produção. Trazendo como resultados informações que serão utilizadas por todo o empreendimento.

4. ESTUDO DE CASO

Neste trabalho é apresentado um primeiro caso estudado em 2013 para utilizar o modelo BIM em atividades do PCP. O estudo foi realizado na cidade de Araucária, Paraná, em uma obra residencial do programa Minha Casa Minha Vida. O empreendimento contém quatro torres de quatro pavimentos cada com 64 unidades residenciais e terreno de 8700 m². As torres foram executadas pelo sistema construtivo alvenaria estrutural com blocos de concreto e lajes pré-moldadas com posterior capeamento de concreto.

4.1. Elaboração do modelo BIM do empreendimento.

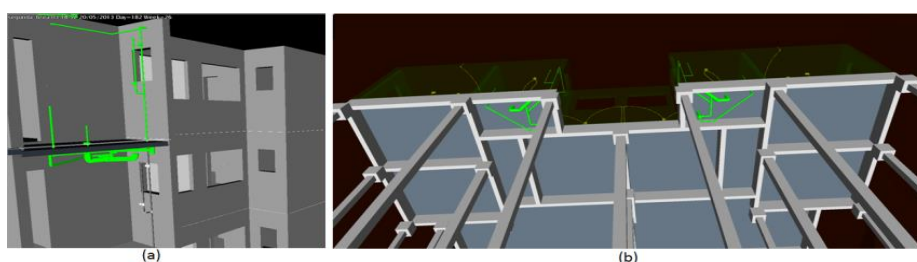
O modelo BIM do empreendimento foi elaborado no seu início, enquanto atividades de terraplenagem eram executadas. Os projetos e o planejamento do empreendimento já estavam finalizados. O modelo BIM proporcionou detecção de interferências físicas, organização de informações e verificação do planejamento de longo prazo da obra.

Para organizar os elementos do modelo BIM e informações referentes foi utilizada a Estrutura Analítica de Projeto do empreendimento. A EAP foi revisada e passou por diversas alterações, visto que o modelo trouxe pacotes de trabalho que não tinham sido considerados anteriormente.

4.2. Utilização do modelo BIM em atividades do PCP

Inicialmente a estratégia de ataque foi revista com o auxílio da visualização pelo modelo BIM 4D. Algumas atividades tiveram suas datas de início alteradas devido à presença, no local de construção, de instalações do sistema de produção.

Figura 2 – Refino do planejamento de longo prazo com BIM



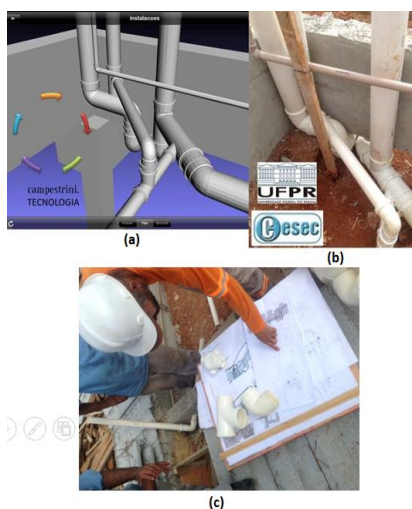
Fonte: Os autores (2014)

Um exemplo dessas alterações foi nas atividades de instalações de água esgoto (figura 2). Em (a) as atividades de instalações de água fria/quente e esgoto estavam planejadas para serem executadas em pisos diferentes (superior e inferior do mesmo pavimento). Isso gera excessivo transporte da mão de obra. Foi decidido que a equipe faria simultaneamente as instalações de água daquele pavimento e de esgoto acima, diminuindo a necessidade de transporte. Em (b) o planejamento não contemplava instalações de esgoto e suas saídas da torre antes da laje piso. Foi alterado também o planejamento.

O modelo BIM 4D era revisto durante a elaboração do plano de médio prazo para interpretar o comportamento de uma atividade entre outras que seriam ou já estavam em produção e incompatibilidades entre atividades eram identificadas no modelo e

solucionadas. A figura 3 demonstra uma solução para incompatibilidade repassada à obra.

Figura 3 – (a) incompatibilidade resolvida; (b) produção em canteiro; (c) mão de obra em contato com o modelo.



Fonte: Os autores (2014)

Os planos de médio prazo eram difundidos com o Sistema *Last Planner* e as restrições eram removidas pela equipe de administração. O objetivo era eliminar as necessidades de informação. A figura 4 demonstra um kit de materiais como restrição de atividade que foi difundida através do médio prazo.

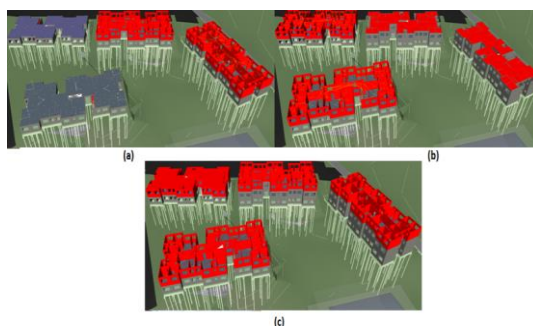
Figura 4 – Kit de materiais de instalações hidráulicas separados no médio prazo



Fonte: Os autores (2014)

Semanalmente, os planos de curto prazo eram confirmados e difundidos à equipe de produção através do modelo. A figura 5 demonstra atividades em atraso durante três semanas. Detalhe para as atividades que estão em vermelho (em atraso).

Figura 5 – Visualização do modelo no curto prazo em três semanas diferentes



Fonte: Os autores (2014)

5. BIM COM SISTEMA LAST PLANNER ATRAVÉS DO PCP: ARCABOUÇO TEÓRICO

Os quadros a seguir relacionam como o modelo BIM foi utilizado nas etapas do PCP, sua interação com a construção enxuta (do Quadro 1) e as referências identificadas.

a) Etapa Preparação do Processo de PCP

Quadro 2 – Uso do modelo BIM na preparação do processo de PCP

Uso do modelo BIM	Interação BIM e construção enxuta	Referência
<p>Conhecendo o PCP e as potencialidades do BIM, definir o plano de utilização.</p> <p>Definir quais informações devem ser adicionadas e quais devem ser retiradas do modelo BIM.</p> <p>Definir a EAP do empreendimento com base na visualização dos pacotes.</p> <p>Associar critérios de projeto, informações de custo, prazo e qualidade a cada pacote da EAP, representados no modelo.</p>	Nº1	(Eastman <i>et al.</i> (2014); Smith <i>et al.</i> (2011); Koskela <i>et al.</i> (2010);
<p>Estudar o plano de ataque da obra com o modelo BIM 4D.</p> <p>Projetar o sistema de produção com base na visualização dos espaços no canteiro e das etapas construtivas identificadas no plano de ataque.</p>	Nº4 e Nº5	Biotto (2012)

Fonte: Os autores (2014)

b) Planejamento de longo prazo: deve fazer (*should*)

Quadro 3 – Uso do modelo BIM no Plano de Longo Prazo

Especificações e informações de cada pacote de trabalho podem ser obtidas pelo modelo BIM, após as informações serem inseridas na etapa anterior.	Nº1 e Nº7	
<p>Realizar plano mestre da obra com apoio do modelo BIM 4D.</p> <p>Simulação para otimizar o planejamento.</p> <p>Definir alterações no sistema de produção e seus prazos.</p>	Nº3, Nº4 e Nº5	Bhatla & Leite (2012); Biotto (2012); Garrido <i>et al.</i> (2013); Wang <i>et al.</i> (2014)
Utilizar o modelo BIM 4D para difundir e explicar o plano mestre aos responsáveis através da visualização da produção.	Nº3, Nº5 e Nº7	Staub-French & Khanzode, 2007; Davies & Harty, 2013)
<p>Listas de compras extraídas de cada pacote de trabalho, através do modelo, com especificações técnicas, quantidades, custos e prazos para cada pacote de trabalho definidos no modelo.</p> <p>Disponibilizar necessidades de recursos atualizados no modelo BIM, devido à integração de documentos de produção, projeto e compras.</p>	Nº1 e Nº7	Mendes Junior <i>et al.</i> (2013)

Fonte: Os autores (2014)

c) Planejamento de médio prazo: pode fazer (*can*)

Quadro 4 – Uso do modelo BIM no Plano de Médio Prazo

Com a visualização do modelo BIM 4D puxar atividades a serem realizadas no médio prazo. Preparar restrições para serem removidas. Informações detalhadas da edificação com vistas gráficas e especificações produtivas do pacote. Quantitativos de pacotes de trabalho.	Nº1, Nº6 e Nº7	
Do Last Planner, o <i>Lookahead</i> é elaborado para atingir e recuperar metas com auxílio do modelo BIM 4D. Realizar o sequenciamento de atividades, resolver incompatibilidades físicas de projeto e replanejar metas em médio prazo. Instalações temporárias do sistema de produção e interferências futuras neste.	Nº3, Nº4, Nº5 e Nº6	(Bhatla & Leite, 2012; Biotto, 2012; Garrido <i>et al</i> , 2013; Wang <i>et al</i> , 2014)
Utilizar o modelo BIM 4D para difundir e explicar o <i>lookahead</i> aos responsáveis através da visualização da produção.	Nº6 e Nº7	(Eastman, <i>et al</i> , 2014; Sacks <i>et al</i> , 2013)
Do <i>Lookahead</i> , obtenção de recursos são restrições a serem removidas. Todas as informações necessárias para aquisição estão disponíveis em cada pacote de trabalho no modelo BIM.	Nº7	(Mendes Junior <i>et al</i> , 2013)
Disponibilizar necessidades de recursos atualizados no modelo BIM, devido à integração de documentos de produção, projeto e compras.	Nº1 e Nº7	(Sacks <i>et al</i> , 2013)

Fonte: Os autores (2014)

d) Planejamento de curto prazo: vai fazer (*will*)

Quadro 4 – Uso do modelo BIM no Plano de Curto Prazo

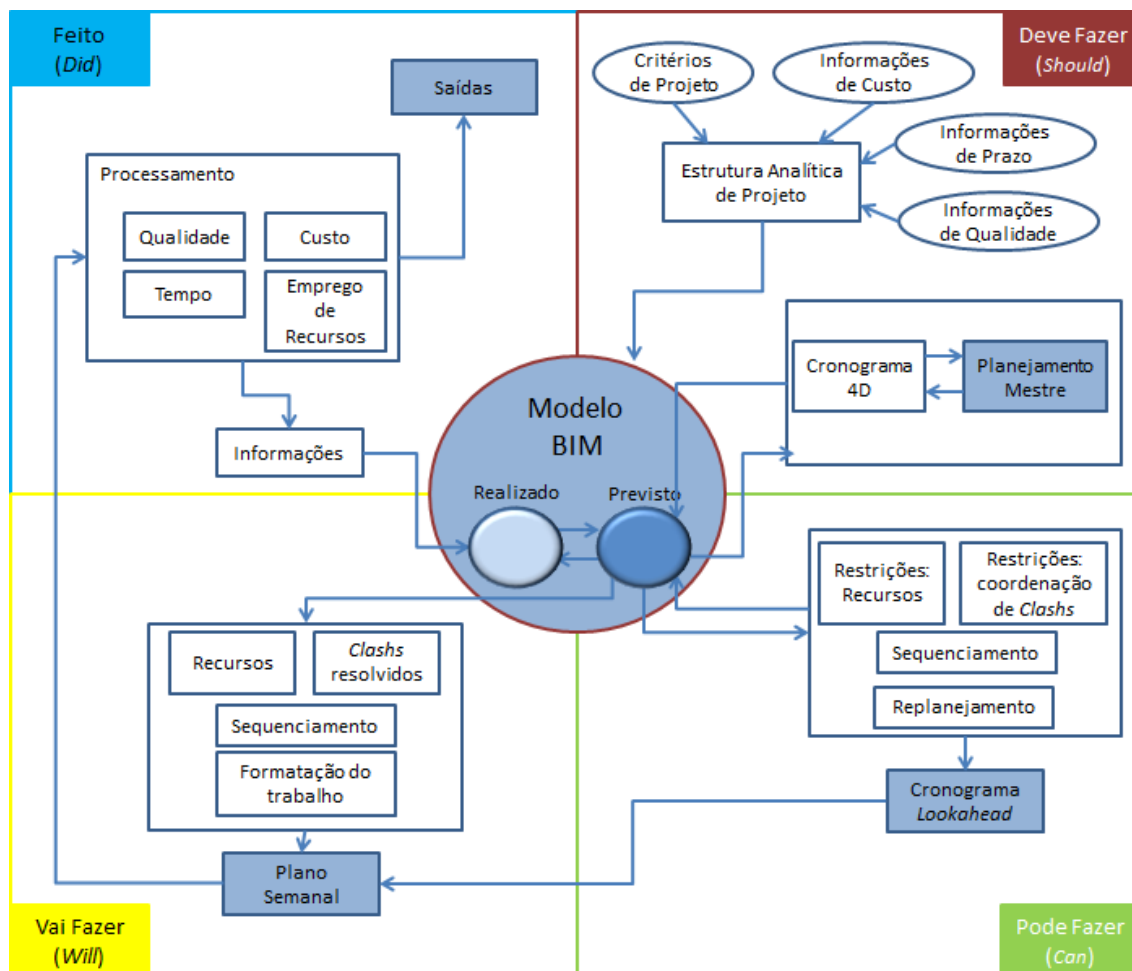
Buscar do modelo BIM 4D pacotes a serem produzidos no curto prazo, visualmente. Visualizar o status do processo de produção no modelo (<i>work in progress</i> , PPC e qualidade de pacotes terminados).	Nº1, Nº6 e Nº7	
O <i>Lookahead</i> disponibiliza de forma visual e integrada, pacotes de trabalho sem restrições, passíveis de serem produzidos.	Nº3, Nº4, Nº5 e Nº6	Bhatla e Leite, (2012); Garrido <i>et al</i> , (2014)
Definir o plano visualmente e por meio de documentos gerados. Transmitir visualmente o status do processo de produção.	Nº6 e Nº7	Eastman <i>et al</i> , (2014); Sacks <i>et al</i> , (2013)
Todas as informações necessárias para aquisição estão disponíveis em cada pacote de trabalho no modelo BIM.	Nº7	Mendes Junior <i>et al</i> , (2013)
Disponibilizar necessidades de recursos atualizados no modelo BIM, devido à integração de documentos de produção, projeto e compras.	Nº1 e Nº7	Sacks <i>et al</i> , (2013)

Fonte: Os autores (2014)

Baseado no arcabouço teórico proposto por Bhatla & Leite (2012) e no estudo de caso aqui relatado, um arcabouço teórico de integração da modelagem BIM com *Last Planner* é proposto, conforme a figura 6.

A estrutura analítica de projeto (EAP) é definida orientando o escopo e os pacotes de trabalho de empreendimento. Cada pacote de trabalho possui demanda por informações de custo, prazo, qualidade e critérios de projeto. Todas essas informações, devidamente alocadas na EAP correta, são inseridas no modelo. Esta será a chave para localização no banco de dados do empreendimento.

Figura 6 – Arcabouço teórico de integração de BIM com Sistema *Last Planner*



Fonte: Os autores (2014)

O planejamento é elaborado e revisto junto ao modelo BIM 4D. A visualização e análise deste possibilitam revisão do refino do planejamento mestre que é integrado ao modelo e alocado em um local específico no banco de dados. Está definido então o que a produção deve (*Should*) fazer.

No *Lookahead*, o modelo BIM como banco de dados, traz sistematicamente as demandas por informação para a atividade que irá iniciar. Essas demandas por informação são transformadas em restrições e distribuídas à equipe de gestão. Informações coletadas diretamente no canteiro de obras são recursos para replanejamento e sequenciamento da produção, neste mesmo *Lookahead*. O exemplo da Figura 6 demonstrar que estas são as atividades que a equipe de produção pode fazer (*Can*). Em formato de restrição está também a resolução de interferências entre sistemas (resolução de *clashes*). Neste arcabouço conceitual, essa atividade é puxada pelo *Lookahead*. E todas as informações são novamente inseridas no modelo.

Atividades de restrição zero são divididas em tarefas menores e sequenciadas, como orientação à produção. Assim, semanalmente é realizado o plano semanal. As informações necessárias para a produção constam no modelo: recursos utilizados, especificações técnicas, procedimentos de execução e incompatibilidades resolvidas. Nesta parte do arcabouço são as atividades que a produção vai fazer (*will*).

Passado o período de processamento produtivo, recursos e informação são empregados e transformados em saídas. O resultado da prática do planejado é coletado em forma de dados e adicionado ao modelo como forma de controle. Controle este para trazer tomada de decisão durante a atividade produtiva e conhecimento da situação. Essa etapa é coleta do que foi feito (*Did*). Esses dados se transformarão em informação quando em contato da equipe de gestão e produção, para avaliar qual é a situação da obra e verifica o que pode ser feito, a cada *Lookahead*.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo apresenta em estudo prático da utilização da interação da modelagem BIM com o Sistema *Last Planner*. Demonstrou que é possível obter mais informações para produção do que utilizar documentos sem integração (projetos, cronogramas, orçamentos, etc.). A visualização e a possibilidade de simular cenários futuros de produção, opção por outros sistemas construtivos e resolução de incompatibilidades traz mais opções para as decisões de produção, bem como confiabilidade nos resultados. A integração das informações em um só banco de dados reduz a variabilidade e melhora a comunicação entre os envolvidos. Isso traz redução de tempos de ciclo, redução em retrabalho pelo acerto em uma primeira tentativa entre outros. Assim, a utilização de modelagem da informação da construção apoia os princípios da construção enxuta. Para que tenha sucesso, essa utilização deve ser feita de maneira sistemática, inserida no dia a dia da equipe do empreendimento. E deve ser comprovado que suas informações têm confiabilidade. Além de um rigoroso critério de inserção de informações no modelo, o feedback coletado no dia a dia de produção também aumenta essa confiabilidade. Porém, a experiência realizada no estudo de caso relatado acima, mostrou que a equipe não estava pronta para utilizar o modelo. Muitos não compreendiam a importância do modelo, outros simplesmente não sabiam como interagir. À menor falta de informação integrada, a equipe deixava o modelo de lado e voltava ao seu trabalho tradicional com documentos sem integração.

O artigo conclui com uma proposta de interação sistemática da equipe com o modelo BIM e o Sistema *Last Planner* na forma de um arcabouço teórico elaborado a partir do estudo realizado e da proposta apresentada por Bhatla e Leite (2012). Outros estudos de caso estão sendo realizados de modo a validar o arcabouço teórico proposto.

AGRADECIMENTOS

Às empresas parceiras deste trabalho especialmente à Campestrini Tecnologia, à Rede de Pesquisa TIC-HIS (Finep/CNPq) e à CAPES pela bolsa de pesquisa Bolsa DS.

REFERÊNCIAS

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Civil Engineering, Faculty of Engineering. University of Birmingham, Birmingham.

BHATLA, A.; LEITE, F. Integration Framework of BIM with the Last Planner System. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 12, 2012, Proceedings.... San Diego, United States: IGLC, 2012

BIOTTO, C. N. **Método de Gestão da Produção na Construção Civil com Uso da Modelagem BIM 4D**. Dissertação de mestrado. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

DAVIES, R.; HARTY, C. **Implementing ‘Site BIM’: A case study of ICT innovation on a large hospital project**. *Automation in Construction*, v. 30, n. 5, p. 15-24, 2013. Elsevier B.V.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K.; **BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2nd e. John Wiley & Sons, Inc., 2011

FORMOSO, C. T. (Org.). **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, 2001.

GARRIDO, M. C.; GUARDA, A. C.; MENDES JUNIOR, R.; CAMPESTRINI, T. F. **Uso da modelagem BIM 4D no planejamento e execução de um empreendimento habitacional**. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO,6., 2013, Campinas. Anais... Porto Alegre: ANTEC, 2013.

KOSKELA, L.; SACKS, R.; DAVE, B. A.; OWEN, R. The interaction of lean and building information modeling in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, p. 1307-1315. nov. 2010

MENDES JUNIOR, R.; SCHEER, S.; SANTOS, A.B.; DE PAULA, F. A.; GOUVÊA, L. B. **Comunicação do modelo integrado com o planejamento de prazo e custo**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO,6., 2013, Campinas. Anais... Porto Alegre: ANTEC, 2013.

SACKS, R.; BARAK, R.; BELACIANO, B.; GUREVICH, U.; PIKAS, E. KanBIM workflow management system: prototype implementation and field testing. *Lean Construction Journal*, p. 19-35. may. 2013

SMITH, D. K.; TARDIF, M. **Building Information Modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructor and real estate asset managers**. 1nd e. John Wiley & Sons, Inc., 2009

STAUB-FRENCH, S.; KHANZODE, A. **3D and 4D modeling for design and construction coordination: issues and lessons learned**. *ITcon* v. 12, p. 381 – 407, 2007

WANG, W.; WENG, S. WANG, S. CHEN, C. **Integrating building information models with construction process simulations for project scheduling support**. *Automation in Construction*, v. 37, n. 5, p. 68-80, 2014. Elsevier B.V.