

GERENCIAMENTO ÁGIL NA CONSTRUÇÃO CIVIL COM O USO DE BIM 4D E 5D

JAQUELINE NATÁLIA GUERRA¹, ÂNGELA RURIKO SAKAMOTO²

¹Acadêmica de Eng. civil, CEULP/ULBRA, Pesq. PIBIC-CNPq, Palmas - TO, jaquelinenatalia97@gmail.com;

²Dr.^a em Administração de empresas, Prof.^a CEULP/ULBRA, Palmas - TO, angelars@ceulp.edu.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: Este estudo teve como objetivo comparar os aspectos relevantes das abordagens *Agile* SBOK e PRINCE2, em paralelo com o uso de BIM 4D e 5D, a fim de analisar o gerenciamento de prazos e custos para pequenos projetos residenciais. Caracteriza-se como uma pesquisa-ação, visto que o foco foi a execução de uma residência de alto padrão em Palmas – TO. De modo que foram identificados os principais fatores impactantes em tempo, custo e qualidade. Como resultado, destaca-se a adaptação da gestão de riscos e aquisições ao canteiro de obras, em paralelo, ao uso do BIM com foco na redução do retrabalho e o desvio do planejamento 4D e 5D. Dessa forma, a definição de caminho crítico é um recurso fundamental para todo o ciclo de vida do projeto e facilita o controle rigoroso permitido pelo uso de BIM e Scrum. O presente trabalho foi desenvolvido pelo Núcleo de Empreendedorismo e Inovação da instituição (NEI) e contou com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão ágil. Gerenciamento de tempo e custo, BIM.

AGILE MANAGEMENT IN CIVIL CONSTRUCTION USING 4D AND 5D BIM

ABSTRACT: This study aimed to compare the relevant aspects of SBOK and PRINCE2 Agile approaches, in parallel with the use of BIM 4D and 5D in order to elaborate a management roadmap, with focus in deadlines and costs for small residential projects. The study was developed based on action research approach with focus in the execution control and management stage of a high standard residential project in the Palmas – TO. As a result, it is pointed out the risk and acquisition management is adapted to the construction site, in parallel, the BIM use reduces the rework and deviation of 4D and 5D planning. In this way, the critical path definition is a key resource for the entire project life cycle and facilitates the prioritization of executive tasks with rigorous control allowed by the use of BIM and Scrum. The present study is developed by the institution's Entrepreneurship and Innovation Center (NEI) and was supported by CNPq, Brazilian Council of Scientific and Technological Development.

KEYWORDS: Agile management. Time and cost management. BIM.

INTRODUÇÃO

O uso de novas abordagens que otimizem o gerenciamento para pequenos e grandes empreendimentos na construção civil, se evidencia dada a diminuição do impacto financeiro na alocação de recursos e dos erros de execução. Por isso, as boas práticas de projeto em paralelo com o uso de ferramentas computacionais para controle informacional da obra possibilitam maior controle das inúmeras variáveis que atuam sobre a etapa executiva

Tendo em vista uma metodologia ágil que possibilite maior controle e especificação na entrega dos produtos e serviços, cita-se o *Projects IN Controlled Environments* (Projetos em ambiente controlado - PRINCE2) na vertente ágil, e o *framework* adaptável Scrum. Essas ferramentas visam conciliar a direção e o gerenciamento de projetos com as atividades prioritárias de cada intervalo de

tempo definido pela equipe, a partir de reuniões semanais e maior flexibilidade para as fases de execução (PRINCE2 *Agile*, 2018).

Na construção civil, é notória a importância de um modelo informativo computacional que relacione as informações arquitetônicas, estruturais e das instalações do projeto de uma edificação com o cronograma executivo, alinhado com as questões financeiras, sustentabilidade e manutenção. Sendo assim, constatada a utilização do *Building Information Modeling* (BIM) como uma ferramenta que possibilita o planejamento e gerenciamento durante todas as etapas do projeto (ANTWI-AFARIA *et al.*, 2018).

De acordo com Wang *et al.* (2016), prazo e custo estão associados ao conhecimento das propriedades físicas e quantitativos de materiais, alinhados com o tempo previsto para cada etapa construtiva a ser concluída. Logo, tem-se o objetivo de analisar esses fatores juntos, sua correlação e integração com os dados gerados pela modelagem 3D de modo que a aquisição e armazenamento dos dados seja adotada de modo efetivo no gerenciamento da construção. Visando assim, identificar as facilidades propostas pelo BIM que corroboram a adoção da gestão ágil.

O presente estudo é resultado do desmembramento das pesquisas realizadas no Núcleo de Empreendedorismo e Inovação (NEI) do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA) voltado para gerência ágil de projetos. Com foco na inovação nas dimensões 4D e 5D das sete dimensões contempladas pelo BIM, tempo e custo respectivamente, com uso de *softwares* da Autodesk na versão educacional.

MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa classifica-se quanto à concepção da coleta dos dados, de acordo com Santos (2004) e Thiollent (1994), como uma pesquisa-ação onde, além de contato com um ambiente delimitado de estudo, foi possível realizar interações participando ativamente da resolução das problemáticas gerenciais e, posteriormente, identificou-se possibilidades de melhorias com foco em BIM 4D e 5D. O objeto de estudo foi a execução de uma obra unifamiliar de 273,98m² em alvenaria de vedação e estrutura de concreto armado no município de Palmas - TO, com a observação dos acontecimentos vivenciados e documentados entre janeiro e dezembro de 2018 compactuando-se com as melhorias que foram analisadas e propostas durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2019.

Foram investigados os eventos que ocorreram em cada etapa do projeto, o qual foi gerenciado por uma equipe de quatro estagiários e um engenheiro gerente de projetos, evidenciando-se assim o caráter qualitativo do estudo. Identificou-se as contribuições do BIM 4D e 5D no contexto ágil para maior controle do tempo e custo. Por consequência, foram propostas formas para utilizar tais metodologias mutuamente, considerando as lacunas de sua aplicação individual e visando a inovação com o gerenciamento ágil em obras de pequeno porte.

O projeto definido como objeto de estudo foi denominado de Obra HH onde havia sido utilizada até a terceira dimensão do BIM (parametrização, composições e representações gráficas) no Revit desenvolvido pela empresa Autodesk, o que possibilitou o conhecimento das características dimensionais do mesmo e a detecção do impacto das suas alterações no cronograma-físico financeiro da obra. Entretanto, todo o planejamento não havia sido realizado na plataforma, por isso, o foco do estudo foi o apontamento das interferências executivas para a indicação dos parâmetros visando facilitar e fomentar a adoção das dimensões tempo e custo, cobertas pelo BIM por *softwares* como cita-se o Navisworks criado pela Autodesk, na gestão do projeto de uma edificação;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto arquitetônico na construção civil é requisito básico de definição para todo o planejamento. Dessa forma, o atendimento às expectativas principais do cliente na Obra HH deveria ter sido completamente sanado. Nessa fase do projeto, ocorreram falhas de comunicação entre cliente, engenheiro e arquiteto, de modo que os clientes não identificaram no estudo de concepção as características principais que requisitaram, apenas durante a execução foram realizadas as alterações e melhorias. Nesse contexto, a necessidade de uma visualização 3D realística de como ficaria a edificação também se demonstrou primordial, tanto a demonstração externa quanto interna. As alterações ao longo do desenvolvimento da obra, a elevada incidência de chuvas e o não desenvolvimento total do planejamento inicial impactaram definição total do escopo, aumento no orçamento e atrasos de cronograma.

Atualmente, existem muitas ferramentas computacionais que permitem a interoperabilidade dos arquivos. Nesse estudo, a utilização se restringiu à *softwares* de uso aberto como o GanttProject e aos de licença estudantil desenvolvidos pela Autodesk. Baseando-se nos arquivos da Obra HH revisados e disponibilizados por Costa Júnior (2019) foi realizada a inserção de todos os projetos no Navisworks Manage, versão que maximiza os recursos para simulação e controle avançado das interferências e mecanismos de planejamento. Inicialmente, teve-se atenção para a compatibilização de versões de mesmo ano, ainda que seja possível o uso de IFC (*Industry Foundation Classes*) para diferentes *softwares* ou versões, notou-se que a riqueza de informações pode ser minimizada ao se considerar o projeto arquitetônico que possui materiais de naturezas distintas com características de menor relevância para o orçamento.

Foi definido o cronograma dentro do próprio Navisworks ao passo que cada etapa já era conectada com os itens correspondentes, assim, foi possível obter uma animação ao longo do tempo com cada atividade e previsão de desembolso. Essa possibilidade fomenta maior controle de planejamento e elucida para o cliente, como será o desenvolvimento de cada etapa com suas respectivas demandas de recursos. Realizou-se a análise com outra disponibilidade da ferramenta definida como Detecção de *clash*, ou Detecção de interferências. Ressalta-se a importância da experiência do profissional para esse aspecto, visto que de acordo com o grau de detecção requisitado para a ferramenta, muitas indicações não serão interferências negativas.

Cita-se a passagem de tubulações pela alvenaria (projeto arquitetônico com o hidrossanitário) ou a interposição entre uma viga com a parede (projeto arquitetônico com o estrutural), por exemplo. Por isso, a ferramenta disponibiliza a assinatura de aprovação e a barra de verificação de status, assim, o profissional pode validar como resolvido o *clash* de acordo com a relevância e solucionar os de maior interferência. De modo que a documentação fica definida de acordo com a data e assinatura do responsável pelas alterações.

Nesse contexto, indica-se uma atenção principal para a fase de iniciação do projeto onde a gestão ágil demanda grande especificação e foco para definição do caminho crítico, contemplado pela tradicional. A utilização do gerenciamento ágil deve ser estudada de acordo com o Agilômetro, que classifica o potencial de aplicação dado o contexto do nível de maturidade gerencial do projeto. Na Obra HH, as condições eram propícias ao passo que a nota média de acordo com a Tabela 1, foi de classificação 5, com amplo cumprimento dos seis requisitos de identificação e implementação ágil.

Tabela 1 – Aplicação do Agilômetro na Obra HH.

Situação	Nota de classificação
Flexibilidade nas entregas	5
Nível de colaboração	5
Facilidade de comunicação	4
Trabalho interativo e entregas incrementadas	5
Condições ambientais vantajosas	5
Aceitação do ágil	4
Média final	5

A partir disso é possível a definição da documentação dos termos firmados com os clientes e os critérios de qualidade seguidos durante toda a execução, por isso, entre cada etapa tem-se a revisão do que foi feito e o registro em um banco de dados de todo o projeto. O memorial descritivo deve contemplar todas as definições para o projeto, posto que é a base de orçamentação e descrição executiva, o que possibilita a proximidade do planejado com BIM e a execução de fato. As informações devem condizer com o contexto de execução do projeto tanto sobre a disponibilidade de materiais no comércio local quanto a alocação de MAO e equipamentos especializados.

Nesse contexto, ressalta-se a importância da definição exata do *Level of Development* (Nível de Desenvolvimento do Modelo – LOD) sobre o grau de utilização de BIM em todo o projeto visto que quanto maior a demanda das especificações, maior será a necessidade de profissionais e ferramentas capazes de realizar a gestão do empreendimento. Por isso, o grau de maturidade do contexto de aplicação deve ser avaliado para se propor um plano de uso de BIM.

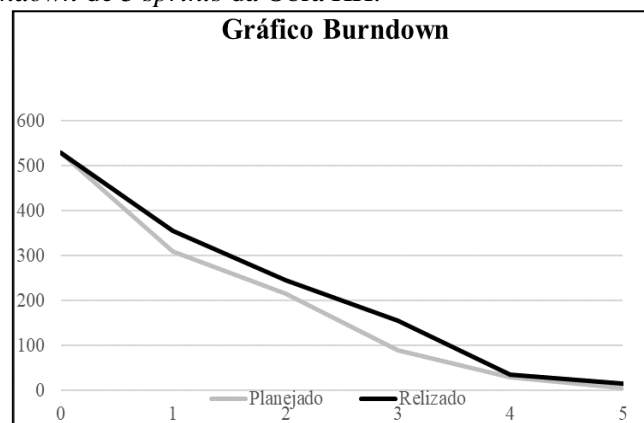
O Planejamento consiste na caracterização de todos os componentes essenciais do projeto. A definição dos serviços integrados com a demanda de recursos e a gestão de riscos são fatores chave

para o planejamento eficiente. A função de gerenciar todo o projeto deve ser descentralizada do gerente (engenheiro) e fragmentada para auxiliares com funções específicas. Indica-se a formação de uma equipe com: líder, representante do cliente, assistente de qualidade e risco, responsável pela gestão ágil e equipe de execução. Com base nisso, analisa-se a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) de todo o empreendimento o que permite o desenvolvimento do cronograma, nesse ponto, demonstra-se viável a gestão de tempo e riscos com a metodologia ágil no contexto geral da tradicional. Onde serão compostos os pacotes de trabalho, a partir das EAP, e a sua ramificação resulta nos *sprints* que são pequenos ciclos de iteração com total controle sem perder a característica fundamental de adaptabilidade na execução.

A definição do Caminho crítico facilita o processo de tomada de decisão sobre todas as possíveis alterações no planejamento inicial, visto que os impactos no tempo e custo estão correlacionados ao escopo do projeto. Nesse contexto, verifica-se grande aplicabilidade do gerenciamento de projetos que cumpre todas as etapas e pode ser realizado de modo facilitado a partir de diferentes metodologias. O acompanhamento executivo revela fatores que não podem ser controlados e demandam certa flexibilização, assim, o gerenciamento ágil em paralelo ao uso de BIM possibilita a resolução desses fatores com foco no escopo do projeto.

Tendo em vista o princípio da melhoria contínua, destaca-se um ciclo, semelhante ao PDCA (Planejar, Desenvolver, Controlar e Agir) com foco no escopo total do projeto, para evitar desvios do estabelecido. Ao passo que a adaptabilidade do Scrum, fomenta a resolução de conflitos assim que identificados. Por isso, indica-se o uso de Scrumban, uma ferramenta que baseia nas características do Scrum em um contexto onde ele já está implementado, com o uso em paralelo do Kanban. Na Figura 1, está representado o Gráfico *Burndown* correspondente a cinco sprints semanais da Obra HH do período de 2 de julho a 10 de agosto de 2018 durante a execução dos serviços de: instalações, vigas de cobertura, pilares respaldo, vigas respaldo, alvenaria respaldo e reboco. Assim, foi estipulada a porcentagem planejada para cada serviço e se correlacionou com a fração executada no decorrer de cada semana. Dessa forma, até o Sprint 4, os serviços estavam atrasados visto que o seguimento Realizado se encontra acima do Planejado, apenas no último sprint a execução ficou próxima do que foi estipulado.

Figura 1 – Gráfico *Burndown* de 5 sprints da Obra HH.



Dessa forma, a documentação ao longo de todo o monitoramento e controle executivo permite que a fase de encerramento do projeto compreenda todas as boas práticas empregadas e os aspectos de melhoria para projetos futuros. Esse ciclo, desenvolve a interação entre o ágil e o BIM o que favorece a definição mais precisa, tanto do processo de orçamentação quanto de definição do cronograma possibilitando a análise de riscos durante todo o projeto.

CONCLUSÃO

A gestão ágil facilita a especificação dos serviços por meio da definição dos *sprints* o que diminui os atrasos executivos por conta da falta de materiais no canteiro, contratação de equipes terceirizadas com o planejamento necessário e mitigação dos impactos do meio como elevada incidência de chuvas, por exemplo.

Nesse contexto, o BIM define-se como um agente facilitador na definição do caminho crítico e na análise de riscos desde a iniciação até o encerramento do projeto. Onde, as dimensões de tempo e custo, podem ser realizadas com maior semelhança ao que de fato será executado. Esses aspectos minoram a ocorrência de retrabalho e desperdício de materiais.

Entretanto, indica-se um bom desenvolvimento gerencial e técnico da equipe para utilização de ambas as abordagens, pois, sua potencialidade pode ser invalidada de acordo com o baixo nível de maturidade de gestão e a não especificação dos aspectos críticos de projeto.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa à primeira autora.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, David J. Kanban: successful evolutionary change for your technology business. Blue Hole Press, 2010.
- ANTWI-AFARI, M.f. et al. Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review. *Automation In Construction*, [s.l.], v. 91, p.100-110, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.010>.
- AXELOS. *Managing Successful Projects with PRINCE2*. Stationery Office Limited, 2017.
- _____. *PRINCE2 Agile*. The Stationery Office Ltd. Edição do Kindle, 2018.
- BARBOSA, Ana Cláudia Monteiro. *A Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático Construção de uma ETAR na Argélia*. 2014. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2014. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/47140291.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- BRÖCHNER, Jan; BADENFELT, Ulrika. Changes and change management in construction and IT projects. *Automation In Construction*, [s.l.], v. 20, n. 7, p.767-775, nov. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2011.01.001>.
- CHEN, Weiwei et al. BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. *Automation In Construction*, [s.l.], v. 91, p.15-30, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.007>.
- COSTA JUNIOR, Adriano Batista Ribeiro. *BIM 3D: Uma obra residencial*. 2019. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO. 2019.
- EASTMAN, Chuck et al. *Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores*. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.
- MATTOS, Aldo Dórea. *Planejamento e controle de obras*. São Paulo: Pini, 2010.
- PMBOK, Guia. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. Project Management Institute. 6. ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2017. 726 p.
- SANTOS, Antonio Raimundo dos. *Metodologia Científica: a construção do conhecimento*. 6. ed. Rio de Janeiro: Dp&a, 2004. 166 p.
- SCRUMstudy™, VMEdu, Inc. *Um Guia para o Conhecimento em Scrum (Guia SBOK™)*. Edição de 2016. Phoenix: SCRUMstudy™, 2016. 325 p.
- STREULE, Thomas et al. Implementation of Scrum in the Construction Industry. *Procedia Engineering*, [s.l.], v. 164, p.269-276, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.619>.
- TISAKA, Maçahico. *Orçamento na construção civil: Consultoria, projeto e execução*. São Paulo: Editora Pini, 2006. 367 p.
- THIOLLENT, Michel. *Metodologia da pesquisa-ação*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 103 p.
- WANG, Kun-chi et al. Applying building information modeling to integrate schedule and cost for establishing construction progress curves. *Automation In Construction*, [s.l.], v. 72, p.397-410, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2016.10.005>.