https://doi.org/10.11606/gtp.v17i2.161940

ARTIGO

RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS EM BIM EM ASSOCIAÇÃO COM A METODOLOGIA SCRUM

RECOMMENDATION FOR THE DEVELOPMENT OF BIM-BASED PROJECTS ASSOCIATED WITH SCRUM METHODOLOGY

Rachel Perez Palha[1], Pablo Arcelino de Lima [2]

[1]Universidade Federal de Pernambuco

[2] Xmak Projetos BIM

RESUMO:

As práticas ágeis se estabeleceram no ramo da tecnologia da informação e vêm sendo incorporadas na gestão de projetos em diversas áreas, inclusive na construção civil. Neste trabalho, buscou-se desenvolver uma metodologia que viabilizasse o uso de tais práticas no gerenciamento de projetos para empreendimentos de arquitetura e engenharia civil concebidos em BIM (Building Information Modeling). O objetivo deste artigo é apresentar uma abordagem que indique como deve ser a associação entre os métodos Scrum e a implementação do BIM em incorporadoras de pequeno porte para a fase de pre-construção. Também são indicados os KPIs que podem ser utilizados para medir o sucesso da implementação. É esperado que aplicando a abordagem proposta a equipe possa desenvolver um melhor entendimento do projeto, haja melhor gestão dos recursos e entrega de valor constante ao cliente, o que traz rápidas respostas às mudanças. Além disso, é esperado que exista redução no tempo total de desenvolvimento de projeto na fase pre-construção. Desta forma, a abordagem indica que a aplicação dessas práticas associadas ao BIM traz resultados promissores, especialmente para as fases iniciais de tais projetos, quando há forte tendência de incertezas e mudanças durante sua elaboração.

PALAVRAS-CHAVE: BIM; Gerenciamento de projetos; Metodologias ágeis; Scum.

ABSTRACT:

Agile practices have been established in the field of information technology and have been incorporated into project management in several areas, including civil construction. In this work, we sought to develop a methodology that would enable the use of such practices in project management for architectural and civil engineering projects conceived in BIM (Building Information Modeling). The objective of this article is to present an approach that indicates how the association between Scrum methods and the implementation of BIM in small developers should be for the pre-construction phase. KPIs that can be used to measure the success of the implementation are also indicated. It is expected that by applying the proposed approach, the team can develop a better understanding of the project, there is better management of resources and delivery of constant value to the customer, which brings rapid responses to changes. In addition, it is expected that there will be a reduction in the total project development time in the pre-construction phase. In this way, the approach indicates that the application of these practices associated with BIM brings promising results, especially for the initial phases of such projects, when there is a strong tendency for uncertainties and changes during their preparation.

KEYWORDS: BIM; Project Management; Agile Methodologies; Scum.

Fonte de Financiamento:
Não houve fonte de financeiamento.

Conflito de Interesse:
Os autores declaram que não existem conflitos de interesses no que tange ao desenvolvimento desta pesquisa.

Ética em Pesquisa:
Não houve necessidade de Aprovação no Comitê de Ética.

Submetido em: 04/09/2019
Aceito em: 16/05/2022

.

How to cite this article:

PALHA, R.P.; de LIMA, P.A. Recomendações para o desenvolvimento de projetos em BIM em associação com a metodologia Scrum. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos v17 n2 2022. https://doi.org/10.11606/gtp.v17i2.161940

INTRODUÇÃO

As metodologias ágeis vêm sendo amplamente implantadas no ramo de desenvolvimento e manutenção de *software* apresentando êxito em diversos casos (GOMEZ *et al.*, 2018). Estas metodologias de gerenciamento de projetos são especialmente importantes nos casos em que o planejamento das atividades a serem desenvolvidas podem mudar ao longo do tempo, precisando de maior flexibilidade para seu planejamento (REYES; SOTO; JIMENEZ, 2015). Assim, a gestão ágil é uma tendência para este tipo de indústria, mas sua implantação ainda é desafiadora e o grau de êxito alcançado pode variar (LETELIER; PENADES, 2017).

Essas metodologias têm migrado para outras indústrias de forma gradual para as fases de criação, comunicação e rastreamento (GABLAS; RUZICKY; ONDROUCHOVA, 2018). Os frameworks ágeis prometem reduzir o tempo de execução de projetos com entregas rápidas e regulares, dando transparência e visibilidade quanto ao andamento do projeto, permitindo flexibilidade para mudanças nos requisitos e prioridades, o que reduz riscos e consumo de recursos (SUTHERLAND, 2014). A adaptação dessas metodologias ágeis a outros contextos pode trazer grandes benefícios (PRIES-HEJE; BASKERVILLE, 2017), assim, alguns pesquisadores já propuseram adaptações das metodologias ágeis à construção civil para produção fora do canteiro associado ao conceito de construção enxuta (MOSTAFA; CHILESHE; ABDELHAMID, 2016), também na fase pós-obra (MCARTHUR; BORTOLUZZI, 2018) e associada ao Modelagem da Informação para Construção (*BIM – Building Information Modeling*) (GLESS; HALIN; HANSER, 2019; SAKIKHALES; STRAVORAVDIS, 2017).

O processo BIM ainda está em fase inicial de adoção na maioria das empresas brasileiras (BARISON; SANTOS, 2016), assim os esforços no tema ainda são recentes (KASSEM; AMORIM, 2015). Entretanto, diante da possibilidade de vantagens provenientes da adoção da metodologia, muitas empresas do setor já iniciaram o processo de implementação (KASSEM; AMORIM, 2015) que envolve o uso intensivo de *softwares* e maior grau de interação entre os participantes do projeto.

Gless, Halin e Hanser (2019) testaram o uso de algumas ferramentas utilizadas nas metodologias ágeis com um grupo de estudantes de pós-graduação de arquitetura na França, mas não testaram com um grupo de profissionais. A implementação desta metodologia no desenvolvimento de projetos de obras tem um grande potencial para melhorias durante a fase de desenvolvimento do projeto, pois é nesta fase em que surgem as oportunidades e riscos (SAKIKHALES; STRAVORAVDIS, 2017). Apesar da importância do processo de projetos na construção civil, ele não é o foco da maior parte das pesquisas da área (LEITE *et al.*, 2015). Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar uma abordagem que indica os principais passos para a associação de uma metodologia ágil, mais especificamente o *Scrum* ao desenvolvimento de projetos BIM de modo a ser aplicável em pequenas organizações, como incorporadoras de pequeno porte, na fase pre-construção. Assim, para entender a efetividade e os ganhos advindos do uso de metodologias ágeis para o desenvolvimento de um projeto de construção civil utilizando o BIM foram analisados diversos trabalhos que abordam a intercessão entre estes temas. Para tanto, os objetivos específicos desta pesquisa foram estudar e identificar as práticas ágeis mais adequadas para projetos em BIM e compará-las com as práticas de projeto tradicionais para identificar as principais diferenças. E por fim, desenvolver uma abordagem que permita a associação do *Scrum* com o BIM.

Assim, as contribuições deste artigo consistem em verificar o uso do *Scrum* para reduzir as dificuldades apontadas na literatura e relacionadas a fase de implementação do processo BIM antes da organização atingir um maior nível de maturidade no que tange à sua curva de aprendizagem, tais como nas trocas de documentos e desenvolvimento de projetos de forma interativa. Outra contribuição desta pesquisa foi analisar como deve ser conduzida a aplicação

de tais práticas em um projeto real. E, por fim, analisar as implicações gerenciais e práticas, dando subsídios para avanços no estado da arte.

Este artigo está dividido em cinco seções, iniciando com a Introdução. A Segunda Seção apresenta um breve referencial teórico. A Terceira Seção apresenta a metodologia utilizada, a Seção Quatro apresenta a abordagem proposta. As Seções Cinco e Seis apresentam a Discussões do modelo e as Conclusões, respectivamente.

REFERENCIAL TEÓRICO

O BIM pode ser definido como uma tecnologia de modelagem com um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção (SACKS *et al.*, 2018). A abordagem de gestão de projetos tradicionalmente utilizada na construção civil é uma abordagem tipicamente linear ou em cascata, onde cada um dos participantes, sejam eles especialistas, arquitetos, engenheiros ou construtores, desenvolvem suas atividades isoladamente, sem iterações ao longo do processo de criação com os demais participantes seja na definição dos critérios a serem atendidos, no desenvolvimento dos desenhos, na definição dos materiais ou da determinação do processo construtivo (TORRES, 2014). Nesta metodologia tradicional, o projeto de arquitetura já deve estar bem definido para que as outras equipes de projetistas possam entrar em ação, de modo que os profissionais não são envolvidos no processo de implantação do empreendimento simultaneamente (TEKLA, 2018). Assim, ao se adotar o processo BIM, uma das vantagens é permitir a antecipação dos processos de tomadas de decisões devido ao aumento de informações disponíveis para os envolvidos (SACKS *et al.*, 2018).

Entretanto, essa mudança no processo de tomada de decisão representa uma mudança sociológica na forma das partes interessadas colaborarem e interagirem (HARDIN; MCCOOL, 2015). Essa mudança dificulta a implementação do processo BIM nas empresas, uma vez que estas podem gerar resistência dos profissionais, contribuindo para dificuldade de implementação do BIM em uma organização (SILVA; COELHO; MELHADO, 2015).

Naqueles projetos cujos requisitos estão em constante evolução, o escopo geralmente evolui durante o projeto (PMI, 2017). Isso acontece na construção civil, pois o processo de projeto ainda se restringe aos projetistas e muitas decisões relativas ao projeto são desenvolvidas durante a fase de construção (FABRICIO; MELHADO, 2001). Uma forma de auxiliar esse problema é utilizar uma metodologia iterativa e interativa para o desenvolvimento dos projetos. Os métodos ágeis, por exemplo, auxiliam na definição de escopo de um projeto, além de permitirem a avaliação de mudanças solicitadas pelo cliente ao longo do desenvolvimento do mesmo (MELO; FERREIRA, 2010). Quando se utiliza esta metodologia, a equipe passa mais tempo estabelecendo o processo para sua descoberta e refinamentos contínuos. Portanto, ao utilizar os métodos ágeis a equipe cria e revê protótipos e versões de lançamento propositadamente para refinar os requisitos. Como resultado, o escopo é definido e redefinido ao longo do projeto. Esse método é muito utilizado para desenvolvimento de *software* (MELO; FERREIRA, 2010; TORRES, 2014), mas pode se adequar a outros tipos de projetos, como os da construção civil.

Com práticas ágeis, os produtos são desenvolvidos em várias iterações, nestas iterações o escopo detalhado é definido e aprovado. Além disso, os clientes devem estar continuamente envolvidos com o projeto para fornecer *feedback* sobre os entregáveis à medida que os mesmos são criados e para garantir que o *backlog* do produto atenda a todas as suas necessidades atuais (PMI, 2017). Ao final de cada iteração, são feitos lançamentos intermediários até que o produto atinja o resultado esperado pelo cliente. Além disso, para cada iteração, as tarefas são

priorizadas e a elas são atribuídos pesos, que podem ser em horas ou quantidade de esforço requerido para o cumprimento da tarefa.

Os times ágeis são auto organizáveis e com ausência de controle centralizado. Esses times devem ser compostos por profissionais generalistas em vez de especialistas em um único assunto. Encontros constantes com as partes interessadas são necessários para mitigar riscos, construir confiança, auxiliar nos ajustes primários, reduzindo custos e aumentando a probabilidade de sucesso do projeto (PMI, 2017). As técnicas de gerenciamento ágil de projetos aliadas ao BIM provêm de uma estrutura de coordenação multidisciplinar e reduz retrabalho e esforços desnecessários por falta de comunicação e sequenciamento de tarefas deficiente (KUMAR; MCARTHUR, 2015). Os métodos ágeis por si só já viabilizam uma melhora na coordenação dos projetos, independentemente do uso do BIM. Entretanto, o BIM, por ser uma representação digital rica em dados, orientada a objeto, inteligente e paramétrica de um edifício tem o potencial de integrar a análise de desempenho do edifício durante o processo de projeto iterativo, permitindo às partes interessadas explorar alternativas de projeto mais otimizadas (SAKIKHALES; STRAVORAVDIS, 2017).

Na forma tradicional de gerenciamento de projetos, o foco é no planejamento do início ao fim. Normalmente, esse modelo envolve muita documentação, resistência a mudanças, burocratização do processo e o produto só é disponibilizado no encerramento do projeto. Essa forma de trabalhar é compatível com projetos em que não há uma grande tendência a mudanças. A principal diferença entre projetos tradicionais e projetos que seguem práticas ágeis está na entrega constante de valor que a agilidade proporciona (FARIAS, 2018).

As Práticas Ágeis e o BIM têm muitos princípios em comum, tais como a promessa para redução de custo e prazo, aumento de produtividade e melhoria na qualidade do produto entregue (SAKIKHALES; STRAVORAVDIS, 2017). Assim, é possível considerar que a aplicação de práticas ágeis para o desenvolvimento de projetos de arquitetura e construção em BIM pode ser benéfica. Tomek e Kalinichuk (2015) verificaram que existem pontos convergentes entre essas duas abordagens, que são: (i) podem melhorar o entendimento e implementação dos requisitos de projeto, (ii) podem melhorar a comunicação e cooperação entre as partes interessadas, (iii) podem melhorar a efetividade da equipe e do projeto, (iv) redução de omissões e retrabalhos e (v) ajudam na redução do tempo e custo do projeto. Parece de fato haver um considerável potencial para ganhos com a adoção de gerenciamento ágil de projetos nas fases de pré-projeto e de projetos de construção (OWEN *et al.*, 2006), especialmente para organizações que lidam com mudanças constantes.

Foi identificado que já houveram proposições do uso das metodologias ágeis associadas ao BIM no contexto acadêmico, sem implementação em um empreendimento real (GLESS; HALIN; HANSER, 2019; SAKIKHALES; STRAVORAVDIS, 2017) e que essa associação também havia sido proposta no contexto de gerenciamento de instalações, ou seja, para a fase pós-obra (AZIZ; NAWAWI; ARIFF, 2016; MCARTHUR; BORTOLUZZI, 2018). Entretanto, s abordagem apresentada neste artigo tem foco na associação do Scrum com o BIM para pequenas incorporadoras que estão na fase de pre-projeto, onde ainda está sendo concebido o empreendimento a ser construído, a fim de e entender sua real aplicabilidade numa pequena incorporadora na fase pre-construção.

MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO SCRUM

A visão de projeto é o primeiro documento criado quando se utiliza o *Scrum*. Ele é um documento que visa apresentar o escopo preliminar, objetivos, metas e a justificativa da existência do projeto e deve ser desenvolvido com a participação de todos os integrantes da equipe. A equipe *Scrum* deve ser pequena, normalmente é composta por de três a nove pessoas,

e os membros devem ter conhecimentos técnicos relacionados às atividades que serão desenvolvidas no âmbito do projeto (VMEDU INC, 2016). O mestre *Scrum* não atua como um gerente ou gestor, a função dele é facilitar os processos e atividades *Scrum*. Ele deve buscar disseminar a metodologia e direcionar para que a equipe trabalhe alinhada às necessidades do projeto sem perder o foco nos processos metodológicos. Assim, ele organiza e planeja as reuniões de projeto e, junto a equipe, define o *backlog* sem necessidade de tomada de decisão (TORRES, 2014).

O *Scrum* é dividido em três fases: planejamento, desenvolvimento dos *sprints* e fechamento (ÇETIN; ONAY DURDU, 2019). No planejamento, o dono do produto ou cliente, que participa de todo o processo de criação, apresenta uma lista de atividades a serem desenvolvidas que é chamada de *backlog*. Ele deve ordenar as atividades de acordo com suas prioridades, levando em consideração o valor, o custo, o conhecimento e os riscos associados às respectivas tarefas. O *backlog* está em constante evolução, pois os itens podem ser adicionados, excluídos ou revistos pelo dono do produto (VMEDU INC, 2016). A segunda fase envolve o desenvolvimento, correção e inspeção das atividades que acontecem em iterações chamadas *sprints*. A última fase envolve o fechamento do produto com sua entrega ao dono do produto (ÇETIN; ONAY DURDU, 2019).

O planejamento do *sprint* acontece na primeira das reuniões do *Scrum*, normalmente dura em torno de duas horas e cada *sprint* é programado pra durar de 1 semana a 1 mês (SUTHERLAND, 2014). Em cada reunião é apresentada a versão mais atual do produto, essas reuniões também envolvem discussões sobre o desenvolvimento do projeto, devem ser gerados os documentos pertinentes e são definidas as prioridades do próximo *sprint*. Quando a equipe já está trabalhando há alguns *sprints*, deve-se calcular a velocidade da equipe através do número de pontos que são processados a cada sprint (SUTHERLAND, 2014). O ideal é sempre tentar aumentar a velocidade da equipe, ou seja, a cada *sprint*, deve-se tentar aumentar o número de pontos a serem executados.

Além dos *sprints*, no *Scrum* existe uma reunião de rotina diária que dura em torno de 15 minutos, ocorrendo sempre no mesmo local e horários (TORRES, 2014). Durante essas reuniões, os membros da equipe devem responder às seguintes perguntas:

- O que eu fiz para ajudar a equipe a atingir os objetivos?
- O que eu vou fazer para ajudar a equipe a atingir os objetivos?
- Quais foram os impedimentos ou obstáculos enfrentados?

Essas perguntas ajudam a equipe a compreender melhor o status do trabalho e devem ser respondidas, preferencialmente, de forma quantitativa. Após o término da reunião de acompanhamento, os membros da equipe podem organizar reuniões adicionais para abordar outros itens que necessitem ser discutidos com mais detalhes (VMEDU INC, 2016). Nessas reuniões também são construídos os Gráficos de *Burndown* do *Sprint*. Esse gráfico deve ser atualizado diariamente para que a equipe possa visualizar a quantidade de trabalho restante para desenvolvimento do *Sprint* (VMEDU INC, 2016).

METODOLOGIA

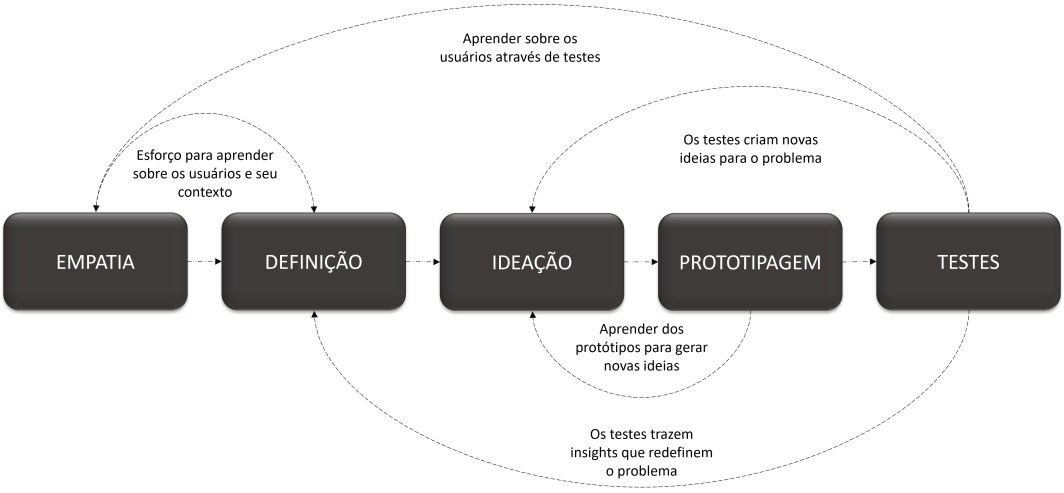
Este trabalho utilizou a metodologia de *Design Thinking* (DIDERICH, 2020) que é uma metodologia utilizada para resolver problemas complexos que não possuem uma solução única,, sendo assim uma metodologia amplamente aceita na área de Gestão de Projetos. As ciências como engenharia, medicina e psicoterapia moderna podem ser descritas como sendo *Design Sciences*, uma vez que este campo de estudo busca desenvolver conhecimento para

resolver problemas de ordem prática, como é o caso dos problemas encontrados na construção civil (AKEN, 2004).

Apesar de existirem diferentes modelos de *Design Thinking*, as premissas básicas desta abordagem são: (i) ela é igualmente aplicável aa projetos de produtos, espaços ou serviços; (ii) é uma inovação disruptiva para ganhar vantagem competitiva no mercado global; (iii) é uma metodologia centrada nas pessoas, a qual é a mais relevante proposição no que tange a esta abordagem (ERIKSSON, 2021). As metodologias de *Design Thinking* possuem alguns passos em comuns como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1. Fudamentos do Processo de Interação do Design Thinking.

Fonte: Adaptado de Erickson (2021)



Um dos autores do presente artigo atuou como especialista por trabalhar em uma pequena imobiliária que estava começando a desenvolver seus projetos usando BIM e buscava a introdução de outras metodologias disruptivas que a levasse a encontrar vantagem competitiva. Assim, a organização tinha a intensão de aumentar a produtividade de sua equipe de projetos, garantindo a qualidade dos mesmos e melhorando o processo de comunicação interno e externo.

Com vistas a melhor entender o problema tratado, a pesquisa foi dividida nas seguintes fases:

(1) Identificação do problema relevante que também é um problema de pesquisa, em que foram verificadas formas de tratar o problema e identificados os recursos;

(2) Compreensão do problema e desenvolvimento de conhecimento geral sobre o tópico através de análise de ferramentas e metodologias disponíveis;

(3) Desenvolvimento do protótipo que é a metodologia proposta;

(4) Identificação dos KPIs que poderiam ser levantados e dos pontos que poderiam gerar falhas ao longo do processo.

(5) Delineamento do Projeto Piloto a ser utilizado para testes.

Assim, durante a fase de Identificação do problema, foi verificado a partir da experiência prática do especialista que em empresas que estão passando pela fase de mudança para o BIM ou que buscam uma melhor posição do mercado, podem existir falhas no processo de comunicação e falta de conhecimento sobre os problemas a serem enfrentados.

Durante a fase de compreensão do problema, a fim de buscar uma solução que pudesse auxiliar as equipes a melhorarem em termos de integração e comunicação, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre métodos de gestão de projetos que auxiliassem grupos que trabalham com a construção de modelos, projetos e *softwares* de modo a acelerar esta fase de criação e trazer mais confiança ao cliente final sobre o produto final a ser desenvolvido. Foi percebido que a metodologia ágil tem sido implementada constantemente no desenvolvimento de *softwares* devido a sua característica de responder rapidamente a mudanças nos requerimentos (ÇETIN; ONAY DURDU, 2019), assim como em trabalhos acadêmicos relacionados a construção civil (GLESS; HALIN; HANSER, 2019; SAKIKHALES; STRAVORAVDIS, 2017). Além disso, quando acontecem mudanças de processos e/ou ferramentas, vários autores advogam sobre a importância de se criar um grupo de controle para desenvolvimento de um projeto piloto, a fim de verificar a real aplicabilidade dessas metodologias no contexto em questão (MORRIS; PINTO, 2004; SACKS *et al.*, 2018; TORRES, 2014). Foi definido que no contexto desta abordagem seria sugerido o uso do método *Scrum*, pois, entre os métodos ágeis, este é o que apresentava mais similaridades com as fases de desenvolvimento de projetos que se encontram nos empreendimentos da construção civil, além de permitir à equipe liberdade no desenvolvimento da solução, uma maior interação com o cliente e acompanhamento constante das atividades a serem desenvolvidas.

ABORDAGEM PARA ASSOCIAÇÃO ENTRE O USO DA METODOLOGIA SCRUM E O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS EM BIM

A abordagem proposta deverá ser desenvolvida em etapas. Assim, o primeiro passo é delinear a organização ou equipe que irá ser analisada no processo. Para esta abordagem foi considerado que o estudo seria arquitetado para ser aplicado em uma incorporadora de pequeno porte onde o especialista trabalha. Apesar desta questão a abordagem pode ser adaptada para outros contextos, aumentando a quantidade de células a serem analisadas para manter a quantidade de participantes por célula dentro daquilo que é preconizado nas metodologias ágeis.

O segundo passo da análise é realizar um diagnóstico para verificar como estão funcionando os processos de projeto internos, externos e o processo de integração e comunicação entre as equipes. Este passo é importante pois quando a comunicação ao longo do processo é falha, dados podem ser perdidos ao longo do desenvolvimento dos projetos, o que prejudica os projetistas internos e externos. Além disso, é importante entender quais são os usos BIM que a equipe já iniciou e qual seu planejamento de longo prazo, pois esta questão também tem relação com o nível de integração que a equipe conseguirá trabalhar e permanecer responsiva.

Uma vez que foram identificados os problemas da organização, então é preciso planejar a implantação da solução.

ETAPA DE PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DA SOLUÇÃO NA ORGANIZAÇÃO

O planejamento da implementação foi dividido em cinco atividades:

(1) Definição do Projeto a ser desenvolvido através do Projeto Piloto;

(2) Identificação dos participantes da equipe;

(3) A partir da equipe definida e projeto a ser desenvolvido, identificação das ferramentas a serem utilizadas pelo grupo, tanto em relação ao BIM, quanto às ferramentas associadas ao *Scrum* que seriam usadas no desenvolvimento do projeto piloto;

(4) Treinamento da equipe e de outros membros suplentes nas ferramentas a serem utilizadas durante a etapa de desenvolvimento do produto;

(5) Delineamento da metodologia utilizada associando o método *Scrum* e o BIM, além de ajustar esta metodologia à realidade do grupo.

As práticas escolhidas para serem implementadas foram adaptadas do *Scrum*. Um dos objetivos de implementar a metodologia é poder avaliar se o trabalho colaborativo associado ao uso do *Scrum* apresentará uma melhora para a organização, uma vez que a colaboração é a principal característica do uso e implementação do BIM. Assim, os projetos integrados devem ser desenvolvidos utilizando ferramentas autorais BIM, mas o gerenciamento deve acontecer por meio de práticas ágeis, a fim de criar uma rotina de reuniões curtas entre os envolvidos onde seja possível acompanhar o desenvolvimento de cada membro da equipe e resolver conflitos que venham a ocorrer ao longo do processo.

Antes de iniciar o projeto piloto, a equipe envolvida precisa passar por um treinamento no qual eles recebam formação básica sobre o BIM, o método *Scrum* e as principais ferramentas a serem utilizadas durante o desenvolvimento do projeto nas fases a serem implantadas. Num primeiro momento, os autores sugerem que sejam as fases de viabilidade, pré-projeto e projeto básico.

O grupo de trabalho deve ter de 3 a 9 participantes, como preconizando no *Scrum*, mas para o treinamento, mais pessoas devem ser envolvidas caso alguém não possa dar continuidade durante o período do projeto piloto, a fim de não perder todo o investimento do estudo. Assim, como sugestão, se o grupo for composto por 5 membros, então cerca de dez pessoas devem participar dos treinamentos.

É importante identificar entre os membros quem fará o papel de Dono do Produto e Mestre *Scrum*. É importante perceber que o mestre *Scrum* funciona como o Coordenador BIM, cuja função é coordenar o desenvolvimento e uso do modelo (BARISON; SANTOS, 2016). Assim, a Tabela I apresenta um exemplo de como pode acontecer esta distribuição da equipe em termos do projeto piloto.

É possível que os participantes mantenham suas outras atividades dentro da organização em paralelo, de modo que não trabalhem em período integral para desenvolvimento deste projeto piloto. Assim, devem ser medidos os KPIs para fazer uma análise em termos de hora trabalhada e não de tempo corrido para o desenvolvimento do projeto. O treinamento realizado permite que todos os integrantes conheçam as ferramentas e possam fazer estimativas precisas em relação ao esforço exigido por cada tarefa.

Assim como acontece em projetos que usem o *Scrum*, a visão do projeto precisa ser criada com a participação/revisão de todos os envolvidos no projeto. Assim, é preciso definir a localização do empreendimento, utilizar as normas municipais para elaboração e aprovação do projeto e definir o programa de necessidades. A partir disso, é possível determinar quais entregas serão desenvolvidas, como por exemplo, pode ser definido que serão elaborados a viabilidade do empreendimento, o anteprojeto de arquitetura, o projeto de água fria, o projeto de esgoto, o projeto elétrico, a concepção e pre-modelagem estrutural, o planejamento da obra, a simulação 4D do modelo e seria realizada a detecção de conflitos entre os projetos.

O Plano de Execução BIM (BEP – BIM *Execution Plan*) deve conter as metas do proprietário ou da equipe dentro daquele empreendimento onde o BIM será utilizado e nele devem estar definidos como a equipe e os softwares irão se comunicar, quais as expectativas da equipe e com a informação será organizada (HARDIN; MCCOOL, 2015). É possível perceber, que essas informações que devem ser preenchidas no BEP são similares àquelas que devem ser definidas na primeira reunião de planejamento dos *sprints* do *Scrum*. Assim, a equipe deve ser encorajada

a desenvolver o BEP nesta primeira reunião ao passo que é desenvolvido o planejamento de todos os *sprints*.

Tabela 1. Exemplo de distribuição dos membros e papeis no contexto de um projeto piloto

Fonte: Os autores (2022)

Nome	Papel										
	Mestre Scrum	Dono do produto	Viab. Arquite-tônica	Ante-projeto	Proj. estrut.	Proj. hidr.	Projeto sanitário	Proj. elétr.	Plan. de obra	Detecção de conflitos	Simu-lação 4D
Membro 1	X	X	X	X	X				X		
Membro 2						X	X	X			
Membro 3					X				X	X	X
Membro 4			X	X		X	X				
Membro 5				X	X			X			
Membro 6						X	X	X			

Os projetos sob análise no Projeto Piloto podem ser divididos em subtarefas para a criação do *backlog* do produto, em que cada integrante é responsável por desenvolver um conjunto dessas subtarefas durante o *sprint*. A fim de estimar a quantidade de horas necessárias para o desenvolvimento do projeto pode ser utilizado o *Planning Poker*, que é um método que se baseia em pontos relativos ao esforço exigido para a conclusão de cada tarefa do backlog (DEVMEDIA, 2014). Essa estimativa realizada de forma interativa com os membros da equipe promove maior assertividade, pois estes poderão possuir visões diferentes deste objeto (DEVMEDIA, 2014). Essa estimativa acontece através de um jogo de cartas. Neste caso, os integrantes têm acesso a um baralho com 13 cartas sequenciadas de uma forma muito próxima à sequência de Fibonacci. Os tamanhos são: 0, ½, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 20, 40 e 100 (DEVMEDIA, 2014).

A identificação das tarefas deve ser realizada usando a ferramenta *Agile Tools* do Trello. Uma vez que foram identificadas todas as tarefas e associada a pontuação às mesmas, é possível determinar a quantidade de pontos do *backlog* e associá-lo aos *sprints*. No contexto da construção civil nem sempre será possível liberar lançamentos de projetos em todos os *sprints*, é possível que alguns não liberem um lançamento de projeto. É importante que o *Scrum Master* lembre a equipe que o cronograma de lançamentos é dinâmico para que a equipe tenha a compreensão que ele pode mudar ao longo do tempo.

O contexto em que o *Scrum* deve ser aplicado na construção civil é muito diferente daquele encontrado em sua aplicação para desenvolvimento de *softwares*. Kumar e McArthur (2015) relataram que, devido às constantes iterações e desenvolvimentos que caracterizam projetos de arquitetura, engenharia e construção, os *sprints* devem ser mais acelerados, ou seja, no lugar do tradicional período de 1 a 4 semanas, realizar *sprints* a cada 2 a 5 dias. Desta forma, nesta abordagem, a sugestão é que os *sprints* aconteçam a cada cinco dias ou 1 semana útil, mas o grupo pode, em conjunto, durante o planejamento dos *sprints*, definir uma quantidade de dias diferente para seu contexto. Essas reuniões envolvem discussões sobre o desenvolvimento do projeto, gerar documentações pertinentes e definição das prioridades do próximo *sprint*. Em

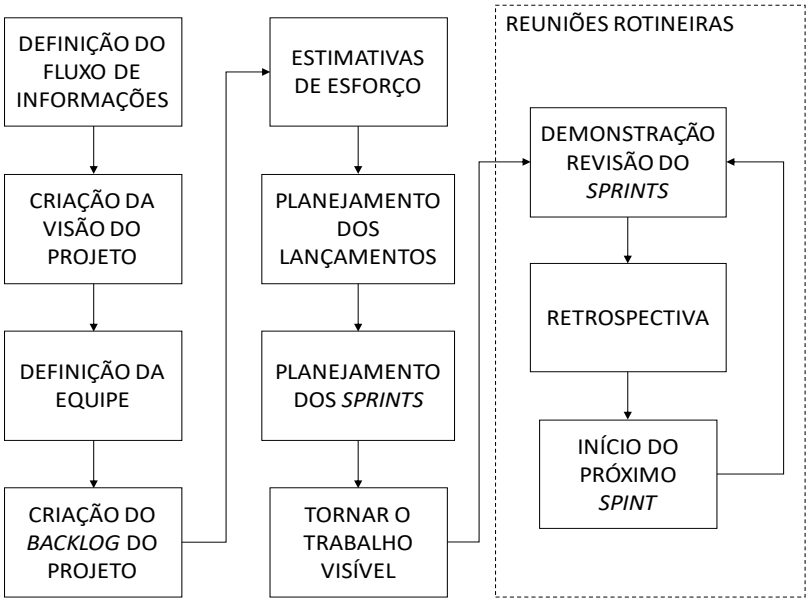
cada reunião do *sprint* os projetos mais atuais precisam ser apresentados ao cliente, a fim de receber *feedback*.

Contudo, diferentemente do que acontece para desenvolvimento de *software*, nos projetos de construção é muito difícil manter reuniões diárias, tendo em vista que as diferentes disciplinas envolvidas podem estar desenvolvendo suas atividades em locais diferentes e não necessariamente compartilhando o mesmo espaço (DEMIR; THEIS, 2016). Assim, as reuniões diárias podem acontecer usando o *software* Slack a fim de manter um histórico do que é conversado a cada reunião. Além disso, para não prejudicar a comunicação e permitir o fluxo de informações devem ser utilizadas ferramentas virtuais e de compartilhamento de documentos, como o Trello para o quadro *Scrum*, todos os documentos escritos ou planilhas podem ser criados em ferramentas Google e deve ser utilizado um repositório de arquivos para que todos tenham acesso aos projetos em andamento.

Tendo em vista os aspectos analisados sobre o *Scrum* e levando em consideração as peculiaridades apresentadas por projetos de arquitetura e engenharia em BIM, foi possível chegar a um formato adaptado para esse tipo de produto. A Figura 2 apresenta as etapas adotadas.

Figura 2. Layout de página - Margens

Fonte: Editor



ETAPA DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

A fim de avaliar se o *Scrum* pode auxiliar de fato o fluxo de informação dentro da organização, é importante adotadar medidas para que o trabalho se torne visível do ponto de vista gerencial e ao final da experiência sejam analisados os ganhos no que tange a metodologia utilizada.

Para tornar o trabalho gerencialmente visível, o quadro *Scrum* e o gráfico de *burndown* se apresentam como ferramentas úteis para visualização do processo. O quadro *Scrum* sugerido apresenta cinco colunas: "*Backlog* do produto", "*Backlog* do *Sprint*", "Em progresso", "Revisando" e "Finalizado". À medida que as tarefas vão atravessando etapas, elas são movidas de coluna em coluna até chegar ao status de "Finalizado".

O Gráfico de *Burndown* deve ser atualizado diariamente e ao fim de cada *sprint*, o número de pontos das tarefas finalizadas deve ser somado e marcado no gráfico. Essa é uma ferramenta

importante para que o grupo e o Mestre *Scrum* percebam que existem problemas de forma rápida, evitando que os atrasos no prazo de execução aumentem de forma descontrolada (ÇETIN; ONAY DURDU, 2019). Desta forma, o grupo pode perceber sempre que algum membro apresenta dificuldade no desenvolvimento das suas atividades e gerar planos de ação para resolver os problemas em questão. Além disso, auxilia o grupo a reprogramar os *sprints*. Para a pontuação total do projeto, é preciso calcular a velocidade que a equipe terá que trabalhar, a qual é baseada na meta de execução por *sprint*.

O *backlog* deve ser acompanhado através do quadro *Scrum* para auxiliar no processo de visualização por parte de todos os integrantes. Normalmente, estes quadros são físicos e nele se descrevem todas as atividades, o esforço necessário a sua execução, em qual *sprint* ela deve acontecer ou aconteceu e quem é o responsável por desenvolvê-la (PRIES-HEJE; BASKERVILLE, 2017). Como este quadro precisa ser preenchido diariamente e, com frequência nos projetos de construção civil a equipe trabalha parcialmente remota, então a sugestão é usar um quadro *Scrum* virtual como sugerido por Pries-Heje e Baskerville (2017), que pode ser desenvolvido no Trello, como sugerido anteriormente. Cada tipo de projeto deve ser identificado por uma etiqueta com base em cores e cada tarefa deve ter um número referente à quantidade de esforço necessário para a finalização do projeto, conforme pode ser visualizado na Fig. 3. A cor identifica a disciplina ao qual o modelo pertence e os membros da equipe que são responsáveis por seu desenvolvimento, permitindo uma rápida identificação visual.

Figura 3. Exemplo de Quadro Scrum para Projeto Piloto

Fonte: Os autores (2022)

Quando a equipe finaliza o Projeto Piloto, é preciso analisar se houve ganho de produtividades da equipe envolvida comparando os dados do experimento e com aquelas encontradas no banco de dados da organização. Esta análise deve levar em consideração o tempo médio para desenvolvimento das tarefas, o nível de interação com os demais membros da equipe e uma comparação entre as ferramentas utilizadas no processo regular da organização com as ferramentas utilizadas no Projeto Piloto no que diz respeito à coordenação de projetos.

DISCUSSÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO

Apesar do objetivo desta pesquisa não consistir em testar amplamente a metodologia, houve um teste inicial na organização onde o especialista atua e foi possível, a partir dos relatórios gerenciais, perceber alguns resultados inerentes à metodologia e sua implantação. A equipe deve manter as reuniões diárias usando o Slack ao longo do processo, mas a organização deve fornecer uma sala de projetos para viabilizar as reuniões do *sprint*, mesmo que uma parte da equipe participe de forma remota usando vídeo conferência. À medida que o Projeto vai sendo desenvolvido, o *backlog* precisa ser atualizado de forma que o gráfico de *burndown* final tenha

uma configuração similar ao exemplo apresentada na Fig. 4. É possível que ao final da análise restem pontos em aberto pela não finalização de atividades, mas esses pontos tendem a ser referentes a tarefas avaliadas pelo dono do produto com tendo menor prioridade e ao final do prazo, o dono do produto tem liberdade para definir se o projeto entregue é suficiente para atender seus requisitos mesmo sem a conclusão dessas tarefas finais. Essa é uma prática comum no *Scrum*, pois o dono do produto pode parar o projeto quando achar que o resultado lhe satisfaz.

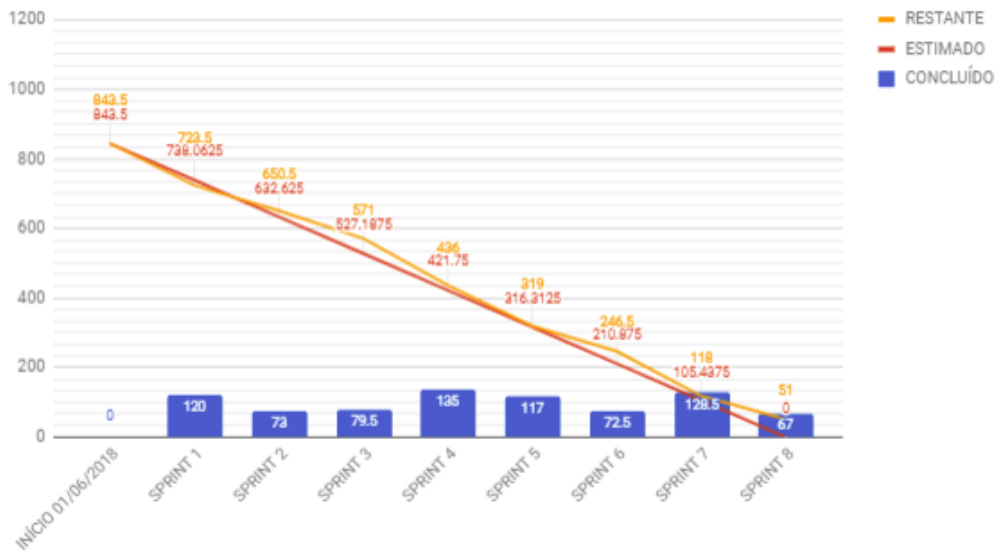


Figura 4. Exemplo de Gráfico de Burndown final do projeto

Fonte: Os autores (2022)

A meta de velocidade de execução precisa ser acompanhada semanalmente para identificar se a equipe precisa reprogramar os *sprints* e se será possível finalizar o projeto dentro do prazo inicialmente acordado. É possível perceber no Gráfico de *burndown* se em alguns *sprints* o grupo atendeu mais pontos e em outros menos. Este gráfico tem uma função crucial no processo de gerenciamento quando se utiliza o *Scrum*, pois permite ao grupo perceber de imediato os atrasos que aconteceram ao longo do dia e entender quais os problemas que precisam ser atacados e resolvidos para continuidade do projeto. Em um projeto gerenciado tradicionalmente, o grupo possivelmente teria dificuldades para atacar as falhas do processo, pois acabam só percebendo os atrasos após muitos dias, possivelmente semanas, não tendo oportunidade de redirecionar o trabalho a ser realizado e evitar maiores atrasos no processo de criação. Também é importante perceber que este gráfico não é uma ferramenta estática e pode ser ajustado ao longo do processo.

Nos dados registrados das reuniões dos *sprints* é natural que algumas atividades se repitam. Essas repetições se dão por vários motivos, tais como: (1) A tarefa não pôde ser concluída; (2) Problemas com licenças de *software*; (3) Mudanças nas prioridades do *backlog*; (4) Dependências de outras tarefas.

O uso do *Scrum* pode auxiliar o grupo no processo de entendimento de como deve ser realizado o planejamento das atividades a serem desenvolvidas por cada um dos membros da equipe e o impacto de seu trabalho no desenvolvimento do projeto como um todo. No início de cada *sprint*, as perguntas do *Scrum* precisam ser respondidas e as principais lições aprendidas compiladas a fim de ajudar os membros a vencerem as principais dificuldades e evoluírem no modelo ao longo do tempo.

A associação entre o *Scrum* e o BIM pode ajudar o grupo a desenvolver um melhor entendimento do projeto, uma vez que a comunicação se torna diária. Além disso, o Mestre *Scrum* pode gerenciar os recursos de forma mais satisfatória, no sentido de que é possível atacar as dificuldades que os membros enfrentam no desenvolvimento de suas atividades de forma ágil, dado que o trabalho desenvolvido se torna visível para todo o grupo todo o tempo. Além disso, nas reuniões diárias e nas reuniões de *sprint* todos tem a oportunidade de apresentar suas dificuldades e resolver conflitos que surgem entre os membros ao longo do processo.

O que pode ser resgatado a partir dos relatórios gerenciais da organização é que a associação das metodologias ajuda a equipe a perceber o processo de entrega de valor constante ao cliente, auxiliando o grupo a responder rapidamente às mudanças, que na fase de pre-projeto são constantes. Além disso, foi possível perceber que houve uma redução de aproximadamente 50% na quantidade de horas trabalhadas para o desenvolvimento do projeto, considerando o desenvolvimento de projetos similares desenvolvidos pela mesma organização. Sacks et al. (2018) sugerem como unidades de medida para verificar o aumento da eficiência em um projeto o seu tempo de desenvolvimento, comparações entre as quantidades de requisições de informação e o tempo total para construção do projeto. Uma vez que esta análise aconteceu apenas na fase pré-construção, não pudemos relatar o impacto nos outros 2 critérios sugeridos pelos autores. Considerando que, ao usar as ferramentas autorais BIM, o grupo pode criar objetos, aumentar sua biblioteca e criar *templates* (SACKS *et al.*, 2018), então é possível supor que em projetos futuros esse tempo seja ainda menor.

Por fim, esta abordagem ajuda a equipe a repensar a forma de se comunicar e trocar documentos, considerando as ferramentas do *Scrum* para reduzir estas dificuldades e desenvolver os projetos de forma interativa.

IMPLICAÇÕES GERENCIAIS E PRÁTICAS

O treinamento de todas as metodologias e ferramentas antes do início do projeto piloto deve auxiliar o grupo na definição da quantidade de trabalho a ser desenvolvida em cada atividade, garantindo que não haja atrasos devido à falta de alinhamento da equipe. O uso do *Planning Poker* tende a contribuir na atribuição dos pontos a cada uma das tarefas para construção do quadro *Scrum*, motivando a equipe na fase inicial e atribuindo responsabilidades para que os membros possam se sentir impelidos a cumprir com suas atribuições, o que gera uma expectativa de engajamento da equipe no processo de desenvolvimento deste projeto piloto.

Além disso, o gráfico de *Burndown* contribui para que a equipe possa medir a velocidade de elaboração dos projetos e sua produtividade, facilitando o controle da equipe e auxiliando o planejamento de pessoal para evitar atrasos nos entregáveis. O desenvolvimento do BEP associado ao planejamento dos *sprints* deve ajudar a direcionar a equipe em relação às trocas de documentos, responsabilidades assumidas por cada membro e nível de desenvolvimento requerido para cada projeto. Uma vez que essas informações também constam parcialmente no quadro *Scrum*, é esperado que esse procedimento ajude a equipe a mensurar e planejar o desenvolvimento das atividades de forma integrada desde o início até a conclusão de todas as tarefas.

Usando o *Scrum* associado ao BIM, é possível ainda aumentar o nível de transparência no projeto, pois todos os membros da equipe se tornam constantemente cientes e informados sobre o andamento dos projetos, assim como a troca de informação acontece em tempo real no que tange às dificuldades e impedimentos para a conclusão das atividades de cada um dos membros da equipe, possibilitando aos mesmos atuar na solução de problemas de forma mais colaborativa e rápida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho consistiu na proposta e adaptação do método *Scrum* de gerenciamento de projetos para o desenvolvimento de um projeto que faz uso do BIM a ser aplicado em pequenas equipes. Após as análises, foi possível chegar a algumas conclusões a respeito da união dessas abordagens a partir das observações documentadas e do feedback dos membros.

As práticas utilizadas devem facilitar e tornar intuitivas a identificação de problemas e comunicação entre os membros. Um dos problemas na implementação do processo BIM é a criação do plano de implementação com entendimento do que precisa ser feito, ultrapassando a barreira de aquisição de *softwares* e *hardwares* e treinamento em ferramentas. Essa etapa é contornada através das metodologias ágeis, devido a etapa inicial de planejamento das atividades e da necessidade de conhecimento generalista sobre todo o processo. Assim, ao usar o *Scrum*, os envolvidos devem ser submetidos a um treinamento que inclua todas as ferramentas BIM a serem utilizadas para capacitá-los, além dos conhecimentos básicos a respeito do BIM e do método de gerenciamento *Scrum* e suas ferramentas, permitindo que essa fase de planejamento da implantação possa acontecer de forma satisfatória. O grupo precisa desenvolver o BEP logo no início na reunião de planejamento, naturalmente, o desenvolvimento do BEP faz parte de qualquer projeto/organização que utilize o BIM, mas neste caso, eles devem utilizar as atividades do *backlog* para ajudá-los na confecção deste documento. O *feedback* dos participantes do projeto piloto é de grande valor para a organização, porque é através desta experiência que muitos dos problemas são solucionados antes da implantação completa no projeto.

Questões levantadas como problemas no processo de implantação do BIM na literatura (SACKS *et al.*, 2018) devem ser evitadas quando utilizado o *Scrum* no processo de gerenciamento do projeto. A dificuldade de comunicação entre os projetistas deve ser atenuada com a rotina de reuniões do *Scrum* realizadas em um ambiente compartilhado. O engajamento é um problema também encontrado em projetos nos quais a equipe não é dedicada exclusivamente ao projeto, no entanto, ao adotar o *Scrum* são realizados registros das reuniões e o mapeamento da produtividade da equipe, propiciando um processo de gamificação nas interações da equipe, com metas e reconhecimento do trabalho realizado.

Desta forma, é possível concluir que nas fases de concepção do empreendimento e desenvolvimento de anteprojeto e projeto básico, que são fases que lidam com muitas incertezas, a adoção das práticas ágeis pode trazer benefícios ao processo de desenvolvimento do modelo BIM, devido à forte integração entre a equipe e desta com o cliente. Isso permite que a equipe tenha uma rápida resposta às mudanças na concepção do projeto, bem como, às alterações inerentes ao processo de criação em si. Tendo em vista todos os aspectos observados, o uso de práticas ágeis para gerenciamento de projetos em BIM se apresenta como promissor para as fases iniciais de projetos de arquitetura e engenharia civil. Entretanto, é preciso aplicar esta abordagem a uma gama ampla de organizações a fim de verificar quais seriam as principais dificuldades encontradas nesse processo de implantação considerando suas diferentes características. Assim, é possível que em futuros trabalhos sejam avaliados como essas ferramentas juntas podem auxiliar a interação entre os projetistas, o dono do produto, a construtora e os subempreiteiros e avaliar seus potenciais benefícios durante o processo de comissionamento a fim de ajudar no processo iterativo de entrega de obra.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos revisores pelo cuidadoso trabalho que levou a melhoria deste trabalho para sua publicação final.

Referências Bibliográficas

AKEN, J. E. Van. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, 10 fev. 2004. v. 41, n. 2, p. 219–246.

AZIZ, N. D.; NAWAWI, A. H.; ARIFF, N. R. M. ICT Evolution in Facilities Management (FM): Building Information Modelling (BIM) as the Latest Technology. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, out. 2016. v. 234, p. 363–371.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. O Papel Do Arquiteto Em Empreendimentos Desenvolvidos Com a Tecnologia Bim E As Habilidades Que Devem Ser Ensinadas Na Universidade. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, 4 abr. 2016. v. 11, n. 1, p. 103. Disponível em: <doi: 10.11606/gtp.v11i1.102708>.

ÇETIN, E.; ONAY DURDU, P. Blended Scrum model for software development organizations. **Journal of Software: Evolution and Process**, fev. 2019. v. 31, n. 2, p. e2147.

DEMIR, S. T.; THEIS, P. Agile Design Management – the application of scrum in the design phase of construction projects. [S.l.]: [s.n.], 2016. p. 13–22.

DEVMEDIA. Scrum e Planning Poker: Análise de estimativa de software. 2014. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/scrum-e-planning-poker-analise-de-estimativa-de-software/31019>. Acesso em: 26 jul. 2018.

DIDERICH, C. **Design Thinking for Strategy: innovating towards competetive advantage**. [S.l.]: [s.n.], 2020.

ERIKSSON, Y. **Different Perspectives in Design Thinking**. Boca Raton: CRC Press, 2021.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios. [S.l.]: [s.n.], 2001.

FARIAS, G. Gestão Ágil com Scrum. **Udemy**, 2018. Disponível em: <https://www.udemy.com/gestao-projetos-agile-scrum-completo>. Acesso em: 31 jul. 2018.

GABLAS, B.; RUZICKY, E.; ONDROUCHOVA, M. The Change in Management Style during then Course of a Project from the Classical to the Agile Approach. **Journal of Competitiveness**, 31 dez. 2018. v. 10, n. 4, p. 38–53.

GLESS, H.; HALIN, G.; HANSER, D. Towards a BIM-Agile Method in Architectural Design Assessment of a Pedagogical Experiment. *In*: MUTIS, I.; HARTMANN, T. (Org.). **Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering**. Cham: Springer International Publishing, 2019, p. 397–404.

GOMEZ, O. S. *et al.* Influence on the use of an IDE tool support in the pair programming: A controlled experiment. **IEEE Latin America Transactions**, mar. 2018. v. 16, n. 3, p. 948–956. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8358678/>.

HARDIN, B.; MCCOOL, D. **BIM and Construction Management - Proven tools, methods, and workflows**. 2º Edition ed. Indianapolis, Indiana: John Wiley and Sons, Inc., 2015.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. De. **Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil**. [S.l.]: [s.n.], 2015.

KUMAR, S. S.; MCARTHUR, J. J. Streamlining Building Information Model creation using Agile project management. [S.l.]: [s.n.], 2015. V. 149, p. 229–240.

LEITE, K. P. *et al.* Processo De Projeto Em Empreendimentos Imobiliários: Avaliação De Projetistas E Construtores. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, 6 nov. 2015. v. 10, n. 2, p. 21. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/102050>.

LETELIER, P.; PENADES, M. C. AgileRoadmap: An Approach to Implement Agile Practices in Teams. **IEEE Latin America Transactions**, 2017. v. 15, n. 7, p. 1295–1300.

MCARTHUR, J. J.; BORTOLUZZI, B. Lean-Agile FM-BIM: a demonstrated approach. **Facilities**, out. 2018. v. 36, n. 13/14, p. 676–695. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/F-04-2017-0045>.

MELO, C. D. O.; FERREIRA, G. R. M. Adoção de métodos ágeis em uma Instituição Pública de grande porte - um estudo de caso. Porto Alegre: AgilCoop-Cooperativa de Desenvolvimento Ágil de Software, 2010. p. 112–125.

MORRIS, P. W. G.; PINTO, J. K. **The Wiley Guide to Managing Projects**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2004.

MOSTAFA, S.; CHILESHE, N.; ABDELHAMID, T. Lean and agile integration within offsite construction using discrete event simulation. **Construction Innovation**, 3 out. 2016. v. 16, n. 4, p. 483–525.

OWEN, R. *et al.* Is agile project management applicable to construction? **Proceedings for the 14th Annual Conference of the International Group for Lean Constructionfor**, 2006. n. May 2014, p. 51–66.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)**. Sixth Edit ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017.

PRIES-HEJE, J.; BASKERVILLE, R. The translation and adaptation of agile methods: a discourse of fragmentation and articulation. **Information Technology & People**, 5 jun. 2017. v. 30, n. 2, p. 396–423.

REYES, A. X.; SOTO, D. E.; JIMENEZ, J. A. MADCE - TVD - Model Agile Development Educational Content for Digital Television. **IEEE Latin America Transactions**, out. 2015. v. 13, n. 10, p. 3432–3438.

SACKS, R. *et al.* **BIM Handbook**. Third Edit ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2018.

SAKIKHALES, M. H.; STRAVORAVDIS, S. Using Agile Project Management and BIM for Improved Building Performance. *In*: DASTBAZ, M.; GORSE, C.; MONCASTER, A. (Org.). **Building Information Modelling, Building Performance, Design and Smart Construction**. Cham: Springer International Publishing, 2017, p. 65–78.

SILVA, T. F.; COELHO, K. M.; MELHADO, S. B. Projetos Industriais – Barreiras para a Implementação da Modelagem da Informação da Construção. Porto Alegre: ANTAC, 2015. p. 1–7.

SUTHERLAND, J. **SCRUM Arte de Fazer o dobro pela metade do tempo**. 1ª Edição ed. São Paulo: LeYa, 2014.

TEKLA. A Tekla Oferece uma Abordagem Aberta ao Vantagens do BIM Aberto. 2018. Disponível em: <https://www.tekla.com/br/sobre/Open-BIM>. Acesso em: 9 dez. 2018.

TOMEK, R.; KALINICHUK, S. Agile PM and BIM: A Hybrid Scheduling Approach for a Technological Construction Project. **Procedia Engineering**, 2015. v. 123, p. 557–564.

TORRES, L. F. **Fundamentos do Gerenciamento de Projetos**. 1ª Edição ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

VMEDU INC. **SCRUM Body of Knowledge (SBOK Guide)**. [S.l.]: [s.n.], 2016.

Rachel Perez Palha
rachel.palha@ufpe.br

Pablo Arcelino de Lima
pablo.arcelino.lima@gmail.com