



Impacto da Indústria 4.0 e Inserção de Métodos Ágeis na Construção Civil

PEREIRA, Ana Paula Prado¹; SOUZA, Rafael Oliveira Moreno de²
 ana31ppp@gmail.com¹; rafaelomz@hotmail.com²

¹ Pós-graduanda em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ

² Mestre em Administração Internacional, Université d'Angers, França

Informações do Artigo

Histórico:
 Recebimento:
 Revisão:
 Aprovação:

Palavras-chave:
 Indústria 4.0
 Métodos Ágeis
 Construção Civil

Resumo:

O presente artigo visa abordar a evolução da Indústria ao longo do tempo como fator determinante no desenvolvimento da humanidade, gerando impactos significativos nos mercados, inclusive da Construção Civil, e causando mudanças relevantes nos cenários econômico, político e social em escala global. As constantes inovações apresentadas pela Indústria contribuíram para a inserção de novas técnicas e modelos na elaboração de diversos tipos de produto, e até mesmo na concepção de projetos de Arquitetura e Engenharia dentro do mercado da Construção Civil. Essa revolução gera ainda mudanças na concepção, não só das empresas, mas também dos clientes, acerca do valor agregado ao produto entregue, fazendo com que as exigências inclusive em relação ao tempo de elaboração do produto - mantendo a qualidade - sejam cada vez mais recorrentes. Com isso, o presente trabalho busca mostrar como o mindset e a mentalidade de empresas contratadas e clientes, respectivamente, são alterados, buscando por metodologias que visam otimizar também o campo do Gerenciamento de Projetos, e não apenas o desenvolvimento e execução das etapas; essa busca contribui para a inclusão de novas práticas denominadas "Métodos Ágeis" no campo da Construção.

1. Evolução Industrial e Indústria 4.0

Com a sua origem, a Indústria se tornou um marco no desenvolvimento da humanidade e um fator relevante na aceleração do desenvolvimento econômico, gerando impactos significativos nos cenários social, econômico e político.

Através da inserção de inovações que possibilitaram novos meios de produção, a sua evolução ao longo do tempo gerou ainda novas percepções acerca do tempo de desenvolvimento, execução, qualidade e valor do produto final. Com essa nova concepção

por parte dos produtores e consumidores, surge a necessidade e preocupação em otimizar não apenas a produção em si, mas também o seu planejamento, trazendo para o mercado metodologias que vão além do campo tecnológico e abrangem a organização e o gerenciamento de processos e etapas.

A Primeira Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra, no final do século XVIII e início do século XIX, e provocou um progresso no setor de produção e de transporte ao inovar com fontes primitivas de energia, com equipamentos mecânicos

movidos a água ou vapor [1]. A indústria têxtil foi a primeira a usar esta nova tecnologia, que posteriormente se difundiu para outros setores que adquiriram a automação dos processos com a inserção de máquinas em suas produções. Além disso, a Indústria 1.0, como também ficou conhecida, foi um grande impulso para o capitalismo [2].

O contexto inovador gerado pela Revolução industrial contribuiu para o processo de crescimento e modernização das indústrias e atraiu o interesse de seus donos, que buscavam cada vez mais lucro através do uso das novas tecnologias disponíveis. Nesse cenário, com a indústria impulsionada pela inovação e diante de novas demandas tecnológicas, ocorre então na segunda metade do século XIX a Indústria 2.0, ou Segunda Revolução Industrial, voltada para a produção em massa, através da divisão de tarefas e conduzida pela descoberta da energia elétrica [1]. Esse sistema visava racionalizar a produção, estimulando de um lado a produção em massa, e do outro o consumo na mesma proporção.

A inovação apresentada na Indústria 2.0 contribuiu ainda mais para o aumento dos lucros e otimização dos processos de produção desde a obtenção da matéria prima até chegar ao consumidor final. Esse cenário fortalecia o sistema capitalista, tornando-o protagonista na economia mundial, onde países desenvolvidos como Estados Unidos e Japão, por exemplo, se tornaram líderes globais de tecnologia [2].

Com os avanços tecnológicos dos séculos XX e XXI, ocorre então a Terceira Revolução Industrial, Indústria 3.0, ou ainda Revolução Técnico-Científica e Informacional, caracterizada pela automação da produção, que através da aplicação da eletrônica e da informática revolucionou diversos setores e processos pelo seu dinamismo [1]. Essa revolução causada pelos avanços tecnológicos gerou consequências como substituição da mão-de-obra por máquinas em alguns casos, surgimento de potências industriais, massificação de produtos tecnológicos e, por fim, globalização [2]. A indústria 3.0 não

pode ser caracterizada apenas como uma revolução tecnológica, mas como um impulsionador para mudanças sociais, culturais e econômicas em todo o mundo.

Em um cenário de constantes mudanças, destaca-se a inovação oriunda do setor industrial e difundida aos mais diversos setores, denominada Indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial. Esta última caracteriza-se pela interconectividade, com o uso de sistemas físicos cibernéticos, fábricas conectadas e projetos inteligentes [1]. Com a conexão que vai desde o maquinário até os mais complexos sistemas de computação, as empresas conseguem controlar a sua produção de forma autônoma em todas as suas etapas através de redes inteligentes, tornando-a assim mais customizada e personalizada. Como principais conceitos desse último modelo, Roger [1] destaca:

- *Cyber-Physical Systems (CPS)*: Integração entre a computação e os processos físicos.
- *Internet of Things (IoT)*, ou “Internet das Coisas”: Uso de redes de internet para permitir a conexão e transmissão de dados entre softwares e máquinas.
- *Big Data*: Ferramentas e práticas da Tecnologia da Informação (TI) usadas para gerenciamento e análise de um grande volume de dados, originados de diversas fontes, conferindo maior agilidade e confiabilidade nas tomadas de decisão, por exemplo.
- *Cloud Computing*: Computação em nuvem; Armazenamento e processamento com permissão de acesso remoto em qualquer dispositivo.
- *Machine Learning* ou aprendizado automático: Estudo da inteligência artificial (AI), conferindo aos computadores a capacidade de reconhecer padrões conforme o uso, além de servirem comandos e respostas ao usuário sem programação prévia necessária.

A evolução da indústria e as suas constantes inovações em escala global

contribuem para a disseminação da cultura da agilidade e do dinamismo – conforme descrito nos conceitos acima - para além do campo industrial. Cada vez mais, as empresas buscam aprimorar os seus processos de forma a atender as necessidades dos seus clientes de maneira ágil e assertiva, enquanto os clientes também se mostram exigentes e interessados em soluções rápidas, práticas, personalizadas e flexíveis por parte das suas contratadas. Com isso, as revoluções industriais geram uma progressiva mudança de paradigma em diversos aspectos e alteram a concepção de valor agregado ao produto final, impactando diretamente nos mais diversos setores, inclusive na construção civil.

2. Construção Civil x Indústria 4.0

A construção civil é um mercado ativo, que contribui para a produção de diversos investimentos e gera inúmeros empregos. De maneira geral, é um mercado conservador, mas que vem tentando se adequar e adotar novas tecnologias em seus processos. A inserção de jovens profissionais e o relacionamento entre diferentes gerações, somada às novas demandas resultantes das mudanças de paradigma causadas pelas revoluções industriais, também contribuem para uma gradativa abertura desse mercado para a inovação e introdução de novas práticas, modelos e soluções cada vez mais tecnológicos. No entanto, essa introdução das tecnologias apresentadas pela Indústria 4.0 no mercado da construção exige não só investimento, mas também a capacitação de todos os profissionais para o seu uso; se trata de uma contínua adaptação às novas técnicas e ferramentas oferecidas.

Alguns exemplos de soluções possibilitadas pelas inovações apresentadas pela Indústria dentro da construção civil são [1]:

Pré-fabricação: Execução de peças que fazem parte do projeto fora do canteiro para posterior montagem na obra. A pré-fabricação já é uma prática presente no setor da construção civil e vem sendo aderida cada vez

mais por este mercado pela sua praticidade, além da possibilidade de maior produção em um curto espaço de tempo e garantia da qualidade do produto pelos fabricantes.

BIM: *Building Information Modeling*; permite a integração das diversas disciplinas e o registro de todas as informações do projeto em tempo real em um arquivo único que orienta tanto a equipe de projetos, como a equipe de obra, em todas as etapas da concepção e da construção. Além disso, o modelo permite ainda o controle de outras informações importantes para o desenvolvimento do produto, como, por exemplo, o controle de custos, análises acerca dos projetos, possibilidade de simulações, estudo de soluções, etc.

Realidade virtual: Visualização da modelagem virtual sobre o ambiente real através de elementos interativos como óculos de realidade aumentada, por exemplo. Esse recurso além de permitir uma maior compreensão acerca do projeto contribui para o desenvolvimento do mesmo, permitindo simulações. Além disso, essa tecnologia contribui para a concepção de valor do projeto pelo cliente, que por sua vez possui a experiência de ter a visão do mesmo antes da sua execução.

Elementos automatizados: Elementos automatizados como drones, por exemplo, já fazem parte do dia-a-dia de diversos canteiros de obras pela facilidade que concedem ao monitoramento e acompanhamento das etapas da obra, contribuindo, conseqüentemente, para a produtividade no canteiro. Além disso, estes registros também possuem grande relevância para o arquivamento do histórico da obra.

O BIM, assim como a pré-fabricação, representa hoje na indústria da construção uma quebra de paradigma a partir das inúmeras possibilidades de aprimoramento da produção que oferece aos profissionais do meio, tanto na elaboração, como na execução, contribuindo na redução de custos, evitando o desperdício de tempo e recursos e simplificando os processos.

A oportunidade que o BIM, por exemplo, oferece aos profissionais de compatibilizar o projeto como um todo em uma única plataforma, incluindo, inclusive, informações que envolvem escopo, tempo e custo, facilita e contribui de forma significativa na visualização do produto e ajuda a reduzir os erros e possíveis desvios de projeto. Ainda assim, grande parte dos profissionais não usa todas as facilidades que essa ferramenta oferece, usufruindo apenas da sua capacidade de compatibilização de projetos na maioria dos casos. No Brasil, o Governo Federal instituiu através do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 [3] a estratégia nacional de disseminação do BIM; porém o mesmo foi revogado pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, que apresenta uma revisão da estratégia nacional de disseminação do BIM e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling* [4].

Ao mesmo tempo, a pré-fabricação apresenta uma nova realidade construtiva para o mercado que se destaca pela sua praticidade, simplicidade e, inclusive, pela flexibilidade que oferece aos projetos de empreendimentos, tornando inúmeras as possibilidades criativas. Alguns historiadores mencionam o início do uso dessa alternativa se deu a partir de 1891, na construção do Cassino de Biarritz, na França, com a fabricação de vigas de concreto que viriam a ser utilizadas na execução da obra. No Brasil, o seu uso como alternativa construtiva teve início a partir da década de 60, com grande contribuição do arquiteto João Filgueiras Lima, conhecido internacionalmente como Lelé [5]. Além da redução de prazo e custos que essa tecnologia oferece, a pré-fabricação contribui para a sustentabilidade, uma preocupação cada vez mais recorrente no cenário atual, uma vez que contribui para a redução de resíduos de obra.

Ambos os exemplos anteriores contribuem não somente para a inovação da construção, mas também e conseqüentemente, para a ruptura de uma mentalidade conservadora característica do setor. Hoje, é notável a tendência das empresas em aderir

essas tecnologias nas suas produções, tendo grande parte das mesmas já se adaptado a essa nova realidade, principalmente pela adoção do BIM como principal ferramenta de trabalho. Essa mudança de *mindset* é algo inevitável, uma vez que a competição existente no mercado praticamente impõe uma postura adaptativa por parte das mesmas.

A introdução dos elementos automatizados e da produção em massa na construção civil, possibilitados pelas inovações apresentadas pela indústria, faz com que o mercado permaneça em constante busca por inovação e praticidade para atender os seus clientes da maneira mais satisfatória possível. Com isso, a procura por metodologias que envolvem não só o aperfeiçoamento das etapas de projeto e construção, mas também a preocupação em otimizar o campo do gerenciamento de projetos e processos contribui para a inserção progressiva de novos modelos e práticas oriundos da Tecnologia da Informação no campo da construção também, estes denominados “métodos ágeis”. Esse movimento evidencia, inclusive, a tendência crescente de capacitação e formação dos diversos profissionais envolvidos no mercado da construção na área de Gestão e Gerenciamento de Projetos.

3. Metodologia Ágil

Projeto, por definição do PMI através do Guia PMBoK [6], “*é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único*”. O PMBoK é um guia de conhecimento em Gerenciamento de Projetos definido pelo PMI que agrupa os seus processos conforme a função que executam: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento. O Guia apresenta ainda dez áreas de conhecimento, sendo elas: escopo, cronograma, custo, qualidade, recursos, comunicação, risco, *stakeholders*, aquisições e integração.

A metodologia “tradicional” apresentada pelo PMBoK foi, por muito tempo, utilizada

pelos gestores de projetos para auxiliar no planejamento ao longo das etapas que envolvem o ciclo de vida de um projeto, envolvendo os seguintes processos:

- Apontamento de necessidades, análise de viabilidade, primeiras estimativas e formalização na etapa de Concepção;
- Detalhamento de objetivos e escopo, estimativa de atividades e recursos, diretrizes de controle e plano do projeto na etapa de Planejamento;
- Execução das atividades, uso dos recursos, comunicação e elaboração do produto na etapa de Execução;
- Aceite, desmobilização e documentação na etapa de Conclusão.

Ao longo de todo o desenvolvimento de projeto, existem ainda o desempenho, desvios e mudanças contemplados no Controle.

O ciclo de vida de um projeto pode ser caracterizado como preditivo, iterativo ou incremental, ou adaptativo. O primeiro, possui uma definição prévia do escopo, com entregas definidas desde o início do projeto, estimativas de prazo e custo, mudanças e desvios gerenciados com cautela, e soluções que se mantêm ao longo do projeto, sendo o valor do produto determinado na sua entrega. Em um ciclo iterativo/incremental, as fases de projeto são repetidas ou sobrepostas, o escopo é detalhado após cada iteração, com as necessidades sendo gradativamente definidas, e o produto é definido a partir da adição incremental de funcionalidades. Por fim, em um ciclo adaptativo, o escopo, apesar de estabelecido, é detalhado a partir dos requisitos apresentados em cada iteração, assim como a definição de prazos e custos; além disso, as mudanças e desvios já estão previstos dentro do processo e o valor do produto é definido a partir de uma análise constante a cada iteração.

A revolução causada pela Indústria 4.0 com a inserção de processos robotizados na produção e a consequente agilidade que essa renovação apresenta aos novos negócios gera uma necessidade crescente de modernização

das empresas em busca de prazos de entrega cada vez menores, porém mantendo a qualidade do produto final, conferindo valor agregado ao mesmo. Essa dinâmica de renovação das empresas abre espaço para projetos com ciclos de vida adaptativos e, conseqüentemente, também para a aplicação da Metodologia Ágil, buscando atender as expectativas dos seus clientes a partir do aprimoramento e reestruturação dos seus processos, assim como a participação mais ativa dos mesmos ao longo do processo de desenvolvimento do produto.

Segundo Roger [7],

“Os métodos ágeis são uma ideia trazida pela Tecnologia da Informação. Basicamente, esse conceito envolve todas as práticas e processos pensados para aprimorar o desenvolvimento de softwares. Uma vez que esses métodos se mostraram muito úteis na gestão de qualquer tipo de projeto, esses sistemas se popularizaram entre as empresas dos mais variados setores.”

A inserção dessas práticas no mercado faz com que empresas mais conservadoras busquem flexibilizar os seus processos, reduzindo a burocracia envolvida e, conseqüentemente, aumentando o seu valor de mercado diante da competitividade que este novo cenário impõe às organizações.

Os métodos ágeis consistem na fragmentação do projeto em ciclos menores, que vão de uma semana a um mês, com prazos e entregas definidos previamente. Esse modelo contribui ainda para uma participação mais ativa dos diversos *stakeholders* no desenvolvimento do mesmo, uma vez que a frequência e os intervalos de entregas são encurtados. Além disso, a agilidade característica desse modelo contribui para o aperfeiçoamento contínuo dos processos, uma vez que os erros podem ser facilmente identificados entre uma etapa ou entrega e outra, contribuindo para melhorias constantes. Além disso, a participação ativa e constante do cliente no ciclo de desenvolvimento do produto através das diversas entregas fracionadas contribui para a agilidade e

customização deste último conforme a sua necessidade e desejo, aumentando a sua percepção de valor acerca do mesmo e também da empresa contratada.

Conforme listado pelo IPOG [8], alguns dos principais métodos ágeis atualmente são:

- *Feature Driven Development* (FDD): ou Desenvolvimento Dirigido a Função; foco em funcionalidade.
- *eXtreme Programming* (XP): possui foco em agilidade, economia e qualidade no desenvolvimento de softwares.
- *Microsoft Solutions Framework* (MSF): foco em equipes reduzidas para o desenvolvimento de soluções inovadoras e tecnológicas.
- *Dynamic System Development Model* (DSDM): ou Modelo de Desenvolvimento de Sistemas Dinâmicos; possui foco no desenvolvimento incremental e iterativo, contando com a colaboração e integração de todos os *stakeholders*, e visando a redução de prazos e projetos com orçamento fixo.
- *Scrum*: por definição do seu próprio guia, o “*Scrum é um framework leve que ajuda pessoas, times e organizações a gerar valor por meio de soluções adaptativas para problemas complexos*” [9]. Atualmente o método ágil mais usado, possui foco na gestão de projetos a partir de uma abordagem incremental e iterativa, visando previsibilidade e o gerenciamento dos riscos do projeto [10].

No *scrum*, são criados pequenos projetos denominados “*sprints*”, com tarefas e prazos definidos e entregues por etapas de aprovação e análise do desenvolvimento até a conclusão do projeto como um todo, chamado “*Product Backlog*” [11].

Nesse modelo, a equipe é composta pelo dono do produto, responsável pela fiscalização das entregas, pois possui maior conhecimento sobre o produto; *scrum master*, responsável por aplicar a metodologia e garantir o cumprimento de todas as etapas; e equipe *scrum*, responsável pela execução das tarefas de cada *Sprint* [11].

As etapas de trabalho são separadas em: (1) Reunião de planejamento: com a participação de toda a equipe, o dono do produto analisa o *Product Backlog* e planeja as tarefas da *Sprint*; (2) Distribuição de tarefas: a equipe recebe as suas tarefas e executa com orientação do *scrum master* e dono do produto; (3) Reuniões diárias: a equipe se reúne para comentar sobre as tarefas executadas no dia anterior e que serão realizadas no dia, reportando problemas encontrados para que o *scrum master* possa auxiliá-los; (4) Revisão: ocorre ao final de cada *Sprint* e a equipe apresenta as melhorias que foram realizadas no produto e o progresso alcançado; (5) Retrospectiva: reunião final para analisar o desenvolvimento do *Sprint* encerrado e analisar as possíveis melhorias para o próximo [11].

Segundo Schwaber e Sutherland [10], o *Scrum* contribui para a transparência na comunicação entre as equipes, proporcionando um sentimento de responsabilidade coletiva e estimulando o desenvolvimento da equipe através do aprendizado contínuo.

Os pilares e princípios envolvidos no modelo ágil são apresentados no chamado “Manifesto Ágil” desenvolvido no início dos anos 2000, sendo estes cada vez mais procurados e aplicados por profissionais das mais diversas áreas, e não só da Tecnologia da Informação, no campo do Gerenciamento de Projetos.

4. Manifesto Ágil

O Manifesto é uma declaração dos princípios que fundamentam o desenvolvimento ágil de um software e possui quatro pilares que especificam as prioridades e valores dos métodos ágeis. Conforme listados por Roger [7], são estes:

1. Comunicação: as interações humanas prevalecem sobre os processos e as ferramentas;

2. Praticidade: a operação e o funcionamento do *software* prevalecem sobre a burocracia e documentação;
3. Alinhamento: expectativas, comunicação e colaboração dos membros do projeto e do próprio cliente acima de negociações contratuais;
4. Flexibilidade: flexibilização ao longo do processo de desenvolvimento do produto a partir da capacidade de contornar mudanças de planos previamente estabelecidos.

Apesar das prioridades estabelecidas acima, a aplicação da metodologia ágil no desenvolvimento de projetos não exclui a possibilidade de uso do modelo de gestão tradicional ou até mesmo de um modelo híbrido, conciliando ambos no desenvolvimento do produto; se trata apenas de uma lista de prioridades que podem ser levados em consideração nas tomadas de decisão, considerando valores relevantes para o cliente.

De maneira geral, a metodologia ágil busca priorizar a comunicação e a interatividade entre equipes e *stakeholders*; a busca por soluções de maneira prática, descartando burocracias demais; e a desconstrução da ideia de um processo engessado, com produto e contratos pré-definidos e inalteráveis.

Dos quatro pilares estabelecidos para a Metodologia Ágil apresentados acima, derivam doze pilares que, se aplicados no setor da construção, contribuem para redução de custos e riscos, aumento da produtividade e agilidade nos processos. São estes, presentes na Declaração do Manifesto Ágil [12]:

“Nossa maior prioridade é satisfazer o cliente, através da entrega adiantada e contínua de informações e dados de valor.

Aceitar mudanças de requisitos, mesmo no fim do desenvolvimento. Processos ágeis se adequam a mudanças, para que o cliente possa tirar vantagens competitivas.

Entregar informações de valor e partes do projeto com frequência, na escala de

semanas até meses, com preferência aos períodos mais curtos.

Pessoas relacionadas à negócios (incorporadores), projetistas e consultores devem trabalhar em conjunto e diariamente, durante todo o curso do projeto.

Construir projetos ao redor de indivíduos motivados. Dando a eles o ambiente e suporte necessário, e confiar que farão seu trabalho. (Isso vale tanto para equipes, quanto para as relações Contratante-Contratado)

O Método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para, e por dentro de um time de desenvolvimento, é através de uma conversa cara a cara.

Projeto bem feito e compatibilizado, informações e dados precisos entregues são as medidas primárias de progresso.

Processos ágeis promovem um ambiente sustentável. Os patrocinadores (ou incorporadores), projetistas e usuários, devem ser capazes de manter indefinidamente, passos constantes.

Contínua atenção à excelência técnica e bom design, aumenta a agilidade.

Simplicidade: a arte de maximizar a quantidade de trabalho que não precisou ser feito.

As melhores arquiteturas, requisitos e designs emergem de times auto-organizáveis.

Em intervalos regulares, o time reflete em como ficar mais efetivo, então, se ajustam e otimizam seu comportamento de acordo.”

5. Metodologia Ágil na Construção Civil

A indústria da construção civil vem se reinventando e buscando acompanhar a evolução tecnológica através da busca por processos e soluções que contribuam na agilidade para elaboração e execução de projetos e obras, garantindo a manutenção da qualidade no produto final.

Como principais e constantes desafios dentro desse setor, é possível identificar os atrasos tanto de projeto como de obra, a

diferença entre custos previstos e investidos no orçamento, planejamentos ineficientes e, principalmente, o desperdício de tempo e recursos operacionais, materiais e humanos (este última muitas vezes pelo planejamento ineficiente mencionado anteriormente).

Além disso, o mercado da construção ainda possui um elevado nível de burocracias e formalidades envolvidas na elaboração de projetos, como por exemplo exigências e aprovações legais, documentações necessárias e prazos acordados em contratos, etc; questões obrigatoriamente presentes no setor que precisam ser cumpridas, impactam diretamente no controle de desenvolvimento de projetos e reforçam a necessidade de um gerenciamento eficaz.

Como resultado dos impactos que a crise financeira gerou no setor da Construção desde 2013, há atualmente um cenário de incertezas no qual os projetos de Arquitetura e Engenharia sofrem a pressão do desenvolvimento do projeto e a sua execução dentro do menor período de tempo possível, a fim de reduzir os riscos, principalmente, de desvio de custos previstos e prazos estimados. Com isso, gestores e colaboradores enfrentam questões que envolvem desde a definição do escopo, prazos determinados, custos calculados até qualidade do projeto. Segundo Silva et. al. [13],

“Uchoa em 2017 destacou que em épocas de crise o que todos fazem é tentar realizar o projeto o mais rápido possível para que se gaste menos dinheiro e ter um retorno mais rápido”.

A demanda por agilidade na concepção e execução de alguns projetos leva empresas e gestores da área de Engenharia a buscarem e implementarem soluções da metodologia ágil em seus processos. Com isso, ferramentas que contribuem para um controle efetivo através de ciclos reduzidos e colaborativos se tornam alternativas como, por exemplo, o Last Planner System (LPS), do Lean Construction, e o *Scrum* que, por sua vez, constitui a proposta de Ballard e Tommelein [14] em analisar este último *framework* ágil para

buscar elementos que possam contribuir para a melhoria do primeiro, o LPS.

Poudel et. al. [14] elabora uma comparação entre as ferramentas LPS e *Scrum* em oito aspectos: origens, propósito, sistema geral e estrutura, ferramentas ou artefatos mantidos pela equipe, equipe e funções principais, eventos regulares ou reuniões de equipe, métricas/*dashboard* e abordagem de aprendizado. Em resumo o comparativo:

- Origens: LPS com origem na indústria da construção e baseado nos princípios do *Lean Production*; e *Scrum* originado nas indústrias manufatureiras e de *softwares* e alinhado ao Manifesto Ágil.
- Propósito: LPS visa elevar valor ao cliente com a redução de desperdícios; e *Scrum* busca agregar valor ao produto final.
- Sistema geral e de estrutura: LPS possui diferentes níveis de planejamento, com atividades sequenciadas e separadas, e análise de falhas deste para a melhoria contínua; *Scrum* determina todos os itens necessários para a elaboração do produto por prioridade no *backlog* do produto, possui equipe iterativa que trabalha para entregar os incrementos do produto e realiza a análise dos *sprints* para melhoria contínua.
- Ferramentas ou artefatos mantidos pela equipe: No LPS, plano geral, plano de fases, plano de antevisão, *backlog* variável e Plano de Trabalho semanal. No *Scrum*, plano de liberação, *backlog* do produto, *Sprint backlog* e Incremento.
- Equipe e funções principais: No LPS, não possui um número determinado de membros e os mais experientes orientam sobre a execução do trabalho (especialistas). No *Scrum*, temos as seguintes funções em equipes reduzidas: dono do produto, equipe de desenvolvimento e *scrum master*.
- Eventos regulares ou reuniões de equipe: No LPS são realizadas as reuniões de planejamento, desenvolvimento e revisão do plano de trabalho semanal e reuniões diárias. No *Scrum*, existe o planejamento do produto,

planejamento, revisão e retrospectiva dos *sprints*, e reuniões diárias.

- **Métricas/dashboard:** No LPS, porcentagem concluída do plano, tarefas liberadas, tarefas antecipadas, falhas do plano e compartilhamento de informações do projeto. No *Scrum*, velocidade, quadro de tarefas e compartilhamento de informações para acompanhamento do andamento do projeto.
- **Abordagem do aprendizado:** No LPS, 5 porquês, PDCA (planejar, fazer, verificar e agir), detectar, corrigir, analisar e prevenir. No *Scrum*, a retrospectiva do *Sprint*.

Conforme mencionado pela *Climb Consulting* [14],

“Em geral, LPS e Scrum compartilham vários princípios relacionados à forma como as equipes colaboram para organizar o trabalho e aumentar o valor entregue ao cliente. Esta combinação possibilita o equilíbrio entre flexibilidade e previsibilidade, mitigando riscos e incrementando a inovação”.

Poudel et al. [14] listaram elementos presentes no *Scrum* que podem contribuir para a ferramenta LPS sob quatro aspectos, são eles:

- Ferramentas ou artefatos mantidos pela equipe: explorar o conceito de incremento do *Scrum* no design de projetos.
- Equipe e funções principais: descrever de maneira mais clara e objetiva as funções e adicionar o *Scrum Master*.
- Eventos regulares ou reuniões de equipe: realização do trabalho com equipes descentralizadas, podendo incorporar equipes externas.
- **Métricas/dashboard:** uso dos pontos do *Scrum* nas métricas LPS.

Com os exemplos mencionados acima é possível perceber que o *Scrum* pode ser aplicado também dentro do mercado da construção, através da fragmentação do escopo em *sprints* priorizando as entregas mais importantes, e da realização de reuniões diárias facilitando a compreensão de todos

acerca da contribuição de cada colaborador dentro do projeto, facilitando ainda a identificação das possíveis falhas e desvios para que possam ser corrigidos de forma mais rápida e eficiente.

Outros exemplos de métodos aplicáveis ao setor de construção são *Kanban* e *SMART*. A primeira é baseada em *checklists*, de forma a organizar visualmente os processos que fazem parte do projeto através de um quadro que pode ser físico ou virtual, dividindo as atividades em categorias *to do* (a fazer), *doing* (em curso) e *done* (concluídas); exemplos de ferramentas que utilizam esse método são o *Trello* e *Monday*. Já o método *SMART* orienta a criação de metas, sendo cada letra do seu título a indicação de um princípio: S – *Specific*: clareza e especificidade na definição de metas; M – *Measurable*: a meta precisa ser mensurável; A – *Attainable*: objetivos alcançáveis, com conhecimento acerca do tempo e dos recursos disponíveis; R – *Relevant*: resultados positivos para o cliente e para a empresa; T – *Time-related*: prazos bem definidos [7].

6. Considerações Finais

Para a inserção da metodologia ágil dentro de uma empresa, é necessário, no entanto, a mudança de *mindset* por parte da mesma, buscando não construir algo para o cliente, mas junto com ele, e inserindo-o completamente no desenvolvimento do produto. Essa estratégia permite maior facilidade e flexibilidade no trato de adaptações do produto, que podem ser positivas tanto para a empresa como para o cliente à medida que a comunicação é direta e a interação entre ambas as partes, assim como a contribuição mútua com foco na qualidade do produto, prevalecem sobre processos engessados e previnem conflitos. Como consequência, uma relação de confiança entre o cliente e a empresa construtora, conferindo maior credibilidade a esta última dentro do mercado.

A prevenção a riscos também se torna um ponto positivo na adoção dos métodos ágeis

pelas construtoras visto que, com ambas as partes – contratante e contratada – em constante interação, a rotina de adaptações e feedbacks ocorre em uma frequência maior, contribuindo para a identificação de falhas e busca por soluções em conjunto, evitando desperdícios e retrabalho que poderiam ocorrer na ausência de um acompanhamento constante em todas as etapas do projeto.

Com a simplificação de processos, a equipe ganha maior independência para ajustar os processos conforme demandas do projeto. Essa flexibilidade permite com que soluções mais eficientes sejam encontradas para as demandas adicionais que surgirem, garantindo que o projeto cumprirá todas as questões pontuadas pelo cliente ao longo do seu desenvolvimento. No entanto, a implantação da metodologia ágil requer o treinamento prévio da equipe e deve ser realizada de forma gradativa.

Para além do modelo tradicional de gestão e da metodologia ágil, existe ainda a possibilidade de aplicação de uma abordagem híbrida em projetos de construção. É possível a sua estrutura prever uma abordagem de gestão mais formalizada, seguindo, por exemplo, os processos do PMBoK e, eventualmente em alguns pacotes de trabalho ou etapas, o uso de outros *frameworks* ou métodos, como o *Scrum* e o *Kanban*, respectivamente.

7. Referências

- [1] ROGER, Alexandre. *Inovação: os impactos da Indústria 4.0 na construção civil*. [S. l.], 1 jul. 2020. Disponível em: <https://www.amplusconstrutora.com.br/bl/og/industria-4-0-na-construcao-civil/>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [2] SAKURAI, Ruudi; ZUCHI, Jederson Donizete. *As revoluções industriais até a indústria 4.0. Interface Tecnológica*. [s. l.], 2018. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [3] BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 mai. 2018. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [4] BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação e Institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 ago. 2019. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [5] BRITO, José Jonas Silva; ALVES, Thiago Cosme França. *A utilização do processo de pré-fabricação na construção civil*. IV EREEC, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://www.revista.fenec.com.br/wp-content/uploads/2020/12/4-A-UTILIZACAO-DO-PROCESSO-DE-PRE-FABRICACAO-NA-CONSTRUCAO-CIVIL.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [6] PMI. *Um guia do conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Guia PMBOK 6a. ed. – EUA: Project Management Institute, 2017*. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [7] ROGER, Alexandre. *Metodologias ágeis aplicadas na construção civil*. [S. l.], 13 jul. 2020. Disponível em: <https://www.amplusconstrutora.com.br/bl/og/metodologias-ageis-na-construcao-civil/>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [8] IPOG. *Aplicação prática dos métodos ágeis em projetos – curso remoto de curta duração: sobre o curso*. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://ipog.edu.br/curso/aplicacao-pratica-dos-metodos-ageis-em-projetos-curso-remoto-de-curta-duracao/>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [9] SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. *O Guia Definitivo para o Scrum: As Regras do Jogo*. [S. l.: s. n.], 2020.

- Disponível em: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-PortugueseBR-2.0.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [10] FROTA, Filipe Renê Dias; WEERSMA, Menno Rutger; WEERSMA, Laodicéia Amorim. *Método de Projetos Ágeis aplicado ao setor de construção civil: Caso comparativo entre construtoras de médio porte*. Anais do V SINGEP, [s. l.], 2016. Disponível em: <http://singep.org.br/5singep/resultado/700.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [11] METROFORM. *Aprenda utilizar a metodologia Scrum no canteiro de obras*. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://metroform.com.br/blog/aprenda-utilizar-a-metodologia-scrum-no-canteiro-de-obras/>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [12] BECK, K. et al.. *Manifesto for Agile software Development*. 2001. Disponível em: <http://www.agilemanifesto.org/2001>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [13] SILVA, Aleonan Veloso et al. *Metodologias Ágeis em Projetos de Engenharia*. Project Management Knowledge Base, [s. l.], 12 dez. 2018. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/metodologia-s-ageis-em-projetos-de-engenharia/>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [14] CLIMB CONSULTING. *Aplicação de metodologia ágil (Scrum) + Lean Construction*. [S. l.], 13 out. 2020. Disponível em: <https://www.climbgroup.com.br/post/aplicacao-de-metodologia-agil-scrum-na-industria-da-construcao>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [15] ARQUICAST. *Pré-fabricação e conforto ambiental: o pioneirismo de Lelé*. 28 Mai 2021. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/961207/pre-fabricacao-e-conforto-ambiental-o-pioneirismo-de-lele>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [16] BALLARD G, TOMMELEIN I D. *Current process benchmark for the last planner system*. 2016. Lean Construction Journal, 89: 57–89. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [17] FERNANDES, Manuela Cristina de Oliveira Pereira dos Santos Timóteo. *Um Sistema Ágil na Gestão da Construção*. Congresso Construção 2012, [s. l.], 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/62694804.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [18] HERNÁNDEZ, David Fernández-Ordóñez. *Desenvolvimentos na pré-fabricação do concreto. Lições do passado e avanços para o futuro*. *Industrializar em concreto 7*, [s. l.], 2016. Disponível em: <http://www.industrializaremconcreto.com.br/Edicoes/Exibir/desenvolvimentos-na-pre-fabricacao-do-concreto-licoes-do-passado-e-avancos-para-o-futuro>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [19] NUDEL, Marcelo. *Update or die! A cultura ágil e a indústria da construção civil*. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://ca-2.com/a-cultura-agil-e-a-industria-da-construcao-civil/>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [20] PEREIRA, Daiane Maio; FIGUEIREDO, Karoline. *O impacto da metodologia BIM na elaboração de orçamentos em projetos de obras civis*. Revista Boletim do Gerenciamento, [s. l.], 2020. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [21] POUDEL, Roshan; SOTO, Borja García de; MARTINEZ, Eder. (2020). *Last Planner System and Scrum: Comparative analysis and suggestions for adjustments*. *Frontiers of Engineering Management*. DOI: 10.1007/s42524-020-0117-1. Acesso em: 21 jan. 2022.
- [22] SCHWABER K, BEEDLE M. *Agile Software Development with Scrum*. 2001.

- Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
Acesso em: 21 jan. 2022.
- [23] SILVA, Daisy Eliana dos Santos; SOUZA, Ingredy Thaís de; CAMARGO, Talita. *Metodologias ágeis para o desenvolvimento de software: aplicação e o uso da metodologia scrum em contraste ao modelo tradicional de gerenciamento de projetos*. Revista Computação Aplicada, [s. 1.], 2013. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/computacaoaplicada/article/viewFile/1408/1194>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [24] SILVA, Edson Coutinho da; LOVATO, Leandro Alvarez. *Framework scrum: eficiência em projetos de software*. Revista de Gestão e Projetos - GeP, [s. 1.], 2016. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/gep/article/viewFile/9640/4385>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- [25] VEJAOBRA. *Aprenda a Utilizar a Metodologia Scrum nas Suas Obras*. [S. 1.]: Veja Obra, 28 set. 2019. Disponível em: <https://blog.vejaobra.com.br/metodologia-scrum-nas-suas-obras/>. Acesso em: 21 jan. 2022.