

## A EVOLUÇÃO DE INOVAÇÃO DENTRO DA ENGENHARIA CIVIL

DANILO MARCOS LEME FUKUOKA<sup>1</sup>  
CARLOS GUSTAVO LOPES DA SILVA<sup>2</sup>  
GEISSE MARTINS<sup>3</sup>

### RESUMO

A inovação na indústria da construção civil, um dos setores mais influentes na economia brasileira e no cotidiano da população, enfrenta desafios significativos devido à natureza arraigada e comprovadamente eficaz de suas metodologias e procedimentos construtivos, que perduram por séculos. Esta área abrange uma ampla gama de atividades que moldam diretamente o ambiente construído, incluindo a construção de residências, infraestrutura urbana, planejamento urbano e programas de qualidade com foco na sustentabilidade. A resistência à inovação decorre, em parte, de sua longa história de métodos estabelecidos que demonstraram eficiência ao longo do tempo. Muitos profissionais e empresas tendem a aderir a essas práticas tradicionais, mesmo diante das oportunidades oferecidas por avanços tecnológicos e abordagens sustentáveis. No entanto, é importante reconhecer que a inovação é fundamental para o progresso e a evolução da construção civil. A implementação de tecnologias modernas, materiais mais sustentáveis e métodos de construção mais eficientes pode não apenas aumentar a produtividade, mas também reduzir o impacto ambiental. Promover a inovação na construção civil requer uma mudança de mentalidade e a conscientização da necessidade de se adaptar às demandas contemporâneas, como a sustentabilidade e a eficiência energética. Além disso, é essencial investir em pesquisa e desenvolvimento, capacitar profissionais com as habilidades necessárias e criar incentivos para a adoção de práticas inovadoras. Superar as dificuldades de inovação na construção civil é um desafio, mas é um passo crucial para aprimorar o setor e atender às crescentes necessidades da sociedade brasileira.

**Palavras-chave:** Inovação. Inovação na construção civil. Construção civil. Construção civil no Brasil.

### 1 INTRODUÇÃO

As dificuldades de inovação das cadeias da construção civil, um dos setores de grande impacto na economia de nosso país, impactando diretamente no dia a dia dos brasileiros, como edificações para moradias, infraestrutura urbana, planejamento urbano, programas de qualidades

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Civil, Mestrando em Administração, especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, em Gerenciamento de Projetos e graduado em Engenharia Civil, E-mail: fukuokadanilo@gmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Gestão E Negócios (Unisinos). Mestre em Tecnologias Educacionais em Rede (Ufsm). Especialização Em Desenvolvimento De Jogos Digitais (Estácio). Pós-Graduação (MBA) em Administração Estratégica (Estácio). E-mail: cgsilva33@gmail.com

<sup>3</sup> Doutorando em Educação (Yvy Enber). Mestre em Administração De Empresas pela Must University. E-mail: geisse@geisse.com.br

que envolve diretamente a sustentabilidade e as dificuldades de inovação devido a ser um setor com metodologias e procedimentos construtivos de séculos, comprovados sua eficácia.

É possível observar que a tecnologia, quando integrada à modernização dos processos atuais, pode oferecer resultados notáveis. Essa combinação tem o potencial de aprimorar a qualidade tanto dos materiais quanto dos serviços oferecidos no setor, além de reduzir o tempo necessário para sua execução. Essa eficiência resulta na diminuição dos custos operacionais, levando a preços mais baixos no mercado. Portanto, na construção civil, a inovação não apenas reduz custos, mas também deve ser um processo contínuo e ininterrupto para manter esses benefícios.

A engenharia civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e na construção de infraestruturas e geração de empregos em um país. No Brasil, este setor tem grande impacto no Produto Interno Bruto (PIB) e é essencial para o avanço da economia. Entretanto, há uma necessidade premente de adotar novas tecnologias no setor da construção civil. A persistência em métodos de engenharia tradicionais, sem investimentos adequados em pesquisa e tecnologia, é motivo de preocupação. Este estudo, baseado em uma revisão bibliográfica, aborda três tecnologias significativas: engenharia de custos, Indústria 4.0 e Retrofit.

A engenharia de custos, uma inovação na construção moderna, foca na otimização da produção no menor tempo possível, empregando técnicas eficientes para alcançar resultados excelentes. Já a Indústria 4.0 utiliza tecnologia avançada para aprimorar processos de construção, incluindo análise de dados complexos por meio de *Machine Learning*. No Brasil, essa área ainda é pouco explorada, mas sua importância crescente no mercado global demanda novas pesquisas e desenvolvimento. Essa abordagem tecnológica também pode ser integrada ao gerenciamento da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management*), trazendo benefícios significativos para a produção de obras.

No setor da construção civil, a tecnologia não se limita a novas construções, mas também se estende à restauração e reorganização social de estruturas envelhecidas ou abandonadas. Aqui entra o Retrofit, uma técnica que pode ser combinada com a engenharia de custos devido à sua complexidade orçamentária. Essa abordagem já é empregada no Brasil, mostrando resultados positivos, especialmente em grandes centros urbanos como São Paulo.

O método de pesquisa utilizado neste artigo foi de revisão de literatura, para o método científico, elaborar uma síntese embasada em ideias de outros autores, é uma forma de delimitar



com as suas palavras o que você entendeu sobre um determinado artigo, dissertação ou tese. Essa metodologia é muito importante, pois para a ciência, novas interpretações são de suma relevância para que se chegue a um conhecimento mais complexo. Uma limitação desse método é não conseguir um caso em específico e não possuir uma análise de dados, contudo, ele pode ser o ponto de partida para diversos outros estudos, o que valida a sua relevância científica.

## **2 DESENVOLVIMENTO DA NECESSIDADE DE INOVAÇÃO DENTRO DAS ORGANIZAÇÕES**

### **2.1 A evolução de inovação dentro da Construção Civil**

Uma das principais inovações dentro da construção civil é a necessidade do gerenciamento dos projetos, para garantir a qualidade, prazo e custo. De acordo com o guia *Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)*, o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos. Compreende-se então que a gestão de projetos é um conjunto de práticas onde torna-se necessário planejar, executar, monitorar e controlar os projetos, sendo eles de qualquer tamanho e complexidade. (PMBOK®, 2017).

Uma metodologia de suma importância neste processo é a *Building Information Modeling (BIM)*, que significa Modelo da Informação da Construção, gerando assim um conjunto de informações e devendo ser avaliadas e mantidas durante o ciclo de vida de uma edificação.

Este modelo virtual, que não é constituído apenas de geometria e texturas para efeito de visualização. Trata-se de uma construção virtual equivalente a uma construção de edifício real, cuidando, se atentando e destacando todos os detalhes na composição dos materiais de cada etapa. Isso permite visualizar a edificação e entender seu comportamento antes de sua construção real ter efetivamente começado.

### **2.2 A indústria 4.0 na Engenharia Civil**

O crescimento desenfreado da tecnologia tem possibilitado uma série de mudanças para o mercado, além de novas ferramentas para a gestão em cadeia de produção, como o *Supply Chain Management*. O aumento da exigência dos clientes, principalmente no setor industrial, corroborou



para o crescimento no investimento em tecnologias, diante de um cenário de produtos com ciclos de vida cada vez menores.

É nesse contexto que a indústria 4.0 e as suas aplicações estão causando uma verdadeira revolução em diversos setores de produção, e, por isso, vem sendo conhecida como a próxima revolução da indústria. Por outro lado, a construção civil, que é um dos principais pilares para o desenvolvimento econômico, geração de empregos e renda no Brasil, ainda não está acompanhando essas novas tendências. Apesar da tecnologia BIM e a modelagem estarem muito bem desenvolvidas, ainda existem uma série de recursos em crescimento ou praticamente inexplorados.

Posteriormente, ocorreu uma revolução eletrônica, que ficou conhecida como a revolução na tecnologia de informação, o que possibilitou que a globalização ocorresse de maneira ainda mais instável, pois agora nem as fronteiras geográficas eram fatores limitantes para moderar empresas e indústrias, com a facilidade de retratar informações.

Atualmente, a famigerada indústria 4.0 está entrelaçada à revolução digital, que se embasa da tecnologia artificial e robótica, onde, pela primeira vez, a tecnologia e as pessoas estão conectadas. As fronteiras entre equipamentos físicos, virtuais e biológicos estão sendo atravessadas (FIRJAN, 2016).

Essa revolução não está associada somente com novas técnicas de modelagem industrial, mas também com questões de sustentabilidade, de modo que as energias limpas e a melhoria da eficiência são os pilares dessa modificação única do mercado. A energia sustentável e uma exploração mais astuta das matrizes energéticas são fundamentais para gerações futuras.

A indústria 4.0 seja na engenharia civil ou em qualquer outro setor, aborda a criação de uma logística viável e sustentável e com processos complexos de integração de cadeia de suprimentos e produção, o que não deixa de fazer parte dos aspectos sustentáveis (ALBERTIN *et al.*, 2017).

Essa nova logística leva em consideração todas as vertentes de sustentabilidade: ambientais, sociais e econômicas. Ademais, processos operacionais e estratégicos são considerados, para que os resultados a curto e longo prazo estejam em confluência com um futuro mais limpo.

A especialização da cadeia de produção e da sua automação, assim como o crescimento de processos de manufatura, criam novas visões e perspectivas para uma renovação na economia.

A indústria 4.0, antes de mais nada, é um desenvolvimento de automação e organização de dados, que praticamente não é utilizado no Brasil (COELHO, 2016).

Com a tendência da digitalização, automação e o uso mais amplo da tecnologia de informação e comunicação na indústria, os sistemas ciberfísicos têm ganhado abrangência no mercado. Com tecnologias, como redes neurais, a *internet* das coisas (IOT), computação em nuvem, computação cognitiva.

O conceito de indústria 4.0 é advindo da digitalização de processos industriais para realizar uma rede de produção e serviços adaptável e extensa. Como na indústria da transformação, a indústria da construção também precisa ter o seu desempenho aprimorado com esse tipo de tecnologia. Realidade que está aquém de países como o Brasil (BORLIDO, 2017).

É evidente que a construção civil pode ser aprimorada com tecnologias como as redes neurais e análise de dados como a *big data*. A construção civil é um serviço baseado em menor custo e prazos de entrega mínimos, justamente pela morosidade da execução de uma obra trazer uma série de problemas financeiros para os investidores (ABID, 2017).

A implantação da indústria 4.0 cria uma área em que toda a informação mecanizada é interligada por intermédio de avanços tecnológicos para operar e compartilhar informações sem a necessidade da presença humana, o que melhora a eficiência do processo e credibilidade dos dados, pois uma rede neural não cansa e busca a maior concatenação possível de fatos, dados e imagens.

Essa indústria promulga um conceito de fabricação inteligentes, onde a computação em nuvem e a computação cognitiva armazenam dados e são capazes de gerenciar e tomar decisões por contra própria. A *internet* das coisas, por outro lado, é utilizada com a confluência de sistemas físicos e cibernéticos. Esse sistema possibilita que seres humanos monitorem todos os processos em tempo real, sem a presença física, o que possibilita uma maior facilidade na visão do negócio.

São evidentes os benefícios que podem ser acoplados à construção civil com essa gestão de alta tecnologia, pois a indústria 4.0 é capaz de melhorar a qualidade de um produto, em consonância à diminuição do seu período de presença no mercado, além de ser capaz de melhorar a performance de operação.

O grande problema é a ainda hesitação do setor da engenharia civil na implantação desses conceitos, não obstante os consideráveis benefícios oferecidos por outras indústrias. Mesmo na



construção complexa, que exige projetos mais bem elaborados e tecnologias de ponta como a BIM, esse afastamento ainda ocorre na indústria da construção civil (LAZI *et al.*, 2014).

O grande problema, é que a cadeia de produção da engenharia é muito ramificada, com segmentações em diversos níveis, além da sua habitual burocracia. Existem também diversas áreas específicas para serem atendidas, além das peculiaridades existentes em cada projeto. Esses trâmites dificultam a continuidade dos processos e atrapalham que pequenas e médias empresas de construção possam investir em novas tecnologias.

Por outro lado, independente dos desafios enfrentados, é fundamental que a indústria da construção civil se adapte à economia global, assim como as suas constantes mudanças. Esse avanço não apenas conecta desenvolvimento tecnológico em todo o mundo, que recria um ambiente com maior possibilidade de reverter os impactos causados por revoluções industriais anteriores.

É evidente que o setor da construção ainda luta para conseguir implantar os conceitos da indústria 4.0, mesmo com os vários benefícios que ela é capaz de oferecer. Os principais problemas incluem complexidade, incerteza, oferta difusa da cadeia de suprimentos e cultura do pensamento em curto prazo.

Os processos de construção são complexos devido ao envolvimento de muitas partes interessadas no projeto, que muitas vezes é único. O nível de incerteza no projeto também é considerado, consequência de seu ambiente de execução que muitas vezes é imprevisível, algo que aumenta as complicações nos projetos de obras (SILVA; SANTOS; MIYAGI, 2014).

Ademais, a fragmentação da cadeia de suprimentos e o pensamento em curto prazo da maioria das construtoras limita as capacidades de um conceito como a aplicação dos conceitos da indústria 4.0, que considera o curto prazo uma obstrução à inovação. A construção civil é conhecida pela sua relutância a mudanças e adaptação, muitas vezes sendo engessada por normas e regras que não acompanham o desenvolvimento tecnológico, se tornando até desnecessárias (DRATH; HORCH, 2014).

Borlido (2017) aborda que a indústria 4.0, trata-se de uma fábrica inteligente, onde os sistemas virtuais e físicos se encontram interligados, não apenas realizando o monitoramento dos processos, mas também serviço de auxílio para a tomada de decisões descentralizadas, por meio de cópias virtuais que são utilizadas nessas fábricas e integradas fisicamente ao mundo real.

A eficiência da produção da indústria tradicional da construção é comparativamente baixa, além do seu desperdício de recursos reverberar em uma série de questões ambientais. O



desenvolvimento sustentável é uma pauta cada vez mais engajada em diversos setores, e não é diferente na construção civil O desenvolvimento sustentável e verde desse mercado é fundamental (ACATECH, 2013).

A aplicação de novas tecnologias como a BIM 5D na fase de construção de um projeto pode ser uma opção a esse percalço, pois aumenta o nível de gerenciamento na fase de execução do projeto, melhorando-o de forma considerável. Conseqüentemente, é reduzido o desperdício do projeto e a qualidade e progresso da construção é melhorado.

Com as novas pautas sustentáveis, e a presença de tecnologias de ponta, advindas da indústria 4.0, algo que é de enorme valor prático para a indústria de construção civil. O cenário brasileiro da engenharia é bastante instável e dependente da situação econômica do país, grande parte decorrente de problemas burocráticos, baixo investimento em tecnologia e desvalorização dos profissionais. Esses moldes de tecnologia podem ser uma forma de contornar essa situação (ACATECH, 2013).

O princípio do funcionamento da tecnologia BIM 5D é uma modelagem que melhore o processo produtivo da empresa, com uma construção mais integrada, com menor custo, procedimentos mais rápidos e construção com uma cadeia de suprimentos visando o mínimo gasto e geração de resíduos. A simulação em BIM é uma forma de trazer uma maior credibilidade aos projetos, além de ser uma maneira de tornar a execução de obras mais segura, além do aumento de sua confiabilidade em questões técnicas, que muitas vezes são negligenciadas.

### 2. 3 O Retrofit

Atualmente, existem diversas novas formas de remodelagem e renovações de edifícios para uma preservação de forma ativa, facilitando a preservação desses patrimônios. Além disso, é uma prática necessária para manter um ambiente dinâmico e favorável para o desenvolvimento de atividades em geral. A revitalização de marcos históricos por exemplo, é importante para que a preservação da trajetória de um local seja mantida, o investimento em tecnologias como o Retrofit também é uma opção (CONSTRUCT, 2015).

O Retrofit, por sua vez, é um procedimento bem mais complexo do que uma simples restauração, pois além de manter a memória e a história do local, também é realizado um investimento tecnológico na edificação, em consonância a uma reestruturação completa do ambiente.



O Retrofit faz uso da modernização de prédios, e em uma realidade onde prédios antigos acabam não sendo vendidos com facilidade, essa técnica é fundamental para a renovação do mercado imobiliário de forma sustentável e com alta tecnologia. Essa ferramenta de restauração pode fazer com que prédios antigos se tornem edificações de alto padrão. Além de ser ecologicamente sustentável, essa prática pode ter uma viabilidade econômica incalculável, o que é ideal tanto para prédios públicos, quanto para prédios privados.

Dentro de grandes cidades, principalmente nos perímetros de grande fluxo de pessoas, é comum observar prédios antigos, por vezes, abandonados. Muitos desses prédios não atendem mais às necessidades para as quais foram construídos. Uma situação que se agrava com o tempo e o desgaste no qual essas estruturas são submetidas. Sem a manutenção e modificações, acabam sujeitas a uma série de patologias de construção.

A técnica do Retrofit, surge como uma excelente solução contra a obsolescência da construção civil. Essa ferramenta pode ser aplicada em qualquer edifício comercial ou residencial. Dando novas formas para a construção, novas utilidades, e aumentando a sua vida útil.

Primeiramente, é preciso realizar um estudo de viabilidade econômica para a modernização e restauração da edificação por intermédio do Retrofit. Sendo perceptível a conclusão que o projeto é viável, se faz um projeto de transformação e requalificação do prédio em questão, modificando o seu uso. Essa técnica é viável, por exemplo, para transformar um edifício comercial que não está sendo mais utilizado, em moradias. Tudo depende do estudo de viabilidade que deve ser feito por um engenheiro especializado no assunto.

É importante salientar que a técnica de Retrofit não é uma simples reforma de um edifício, pelo contrário, toda a instalação hidráulica, e elétrica são renovadas, assim como o sistema de cabeamento e telefonia. Uma das parcelas mais importantes para a aplicação do Retrofit é a parte de energia, pois as fiações antigas de prédios desgastados consomem um valor bem mais de *quilowatt*/hora, por isso, a modificação de sua eficiência energética é fundamental. A utilização de energia solar, por exemplo, é bastante recorrente nessa tecnologia.

Ou seja, do ponto de vista de instalações técnicas, o Retrofit precisa modificar grande parte da construção. Para que o estudo técnico e econômico do processo possa ser implementado. Em resumo, a principal característica do Retrofit é atribuir uma nova utilidade, a um imóvel antigo.

Essa técnica não é simples de ser implantada, e é possível que o engenheiro responsável tenha desafios bastante significativos em sua execução. Como por exemplo, colocar um novo



sistema mecânico de elevador, em um prédio já existente. Para que essa estrutura seja viável, é possível que seja necessário a criação de uma nova fundação, e essa estrutura, obviamente, é feita debaixo de lajes. Então, o maior desafio do Retrofit é a adequação estrutural dessas obras.

Essa técnica é bastante interessante para a revitalização de prédios, pois após reformular a sua estrutura, estética, e projetos hidráulicos e elétricos, o edifício fica novo por dentro. O resultado é impressionante, e uma série de pessoas passam a ter interesse na compra de imóveis ou salas comerciais nesses locais, por exemplo. Muitos empresários em perímetros urbanos como São Paulo e Rio de Janeiro, estão investindo forte nessas técnicas, que já são bastante utilizadas em solo estrangeiro.

Outra característica desse tipo de projeto é a sua preferência pela revitalização de prédios em áreas nobres, isso ocorre, porque a possibilidade de venda e *payback* do investimento é mais rápida. Em Belo Horizonte, por exemplo, todos os edifícios que passaram pelo Retrofit estão localizados no centro da cidade. A adaptação desses prédios precisa estar adaptada com a legislação vigente, a segurança do trabalho também precisa ser viável durante a execução dessas obras. A lei de parcelamento, uso e ocupação do solo precisa ser seguida para a aplicação do Retrofit no Brasil. Pois algumas regiões são proibidas de receber estabelecimentos comerciais, o tamanho dos cômodos também deve ser considerado, número de vagas de garagem, presença de uma área de circulação etc. Nesse contexto, existem vários parâmetros que irão envolver a engenharia e a viabilidade da execução dessa técnica.

O processo de modernização de edifícios antigos é fundamental para a melhoria de sua eficiência energética, para manter o seu ciclo de vida estável e adaptação às mudanças climáticas da região. Essa técnica visa tanto a melhoria energética, quanto a aplicação de processos de descarbonização, e é muito utilizada em edifícios europeus.

Além da melhoria de sua matriz energética, o Retrofit também é importante para a atenuação da formação de resíduos que seriam acumulados através do processo de implosão de edificações antigas para eventuais novas execuções de obras. Por isso, esse processo é importante em duas pautas, tanto na diminuição do gasto energético, diminuindo a crise energética que assola inclusive países ricos, quanto na diminuição do acúmulo de resíduos. Esses aspectos são de extrema relevância, pois a construção civil possui 40% de presença na economia (SILVA; SANTOS ARAÚJO, 2017).

Por outro lado, a geração de resíduos sólidos na engenharia, também conhecidos como ‘RCC’ possuem números consideráveis e alarmantes, estima-se que mais de metade dos resíduos gerados em centros urbanos são criados pela construção civil, o que é um aspecto preocupante (SILVA; SANTOS; ARAÚJO, 2017).

Em relação a técnica do Retrofit sustentável, o seu principal parâmetro é pensar no desempenho térmico de uma edificação. Como essa prática é uma remodelação de um edifício preexistente pensando em incorporar novas tecnologias e a sua modernização, o estudo da melhoria energética é fundamental para a modelagem de prédios antigos.

Ao pensar em uma reforma sustentável, é fundamental cumprir os requisitos nas dimensões ambientais, sociais e econômicas, que são os parâmetros prezados pelo desenvolvimento sustentável.

A parte das edificações é a construção que possui o maior consumo de energia elétrica, algo que não é diferente no Brasil. Por isso, o investimento em eficiência energética é fundamental.

Trazer a sustentabilidade associada ao Retrofit fará com que um número maior de edificações se modernize e fiquem mais condizente com tudo que é necessário hoje do ponto de vista ambiental, pois irá atingir obras que já são antigas e evitar a sua implosão (geração de resíduos) ou a sua marginalização (CONSTRUCT, 2015).

A implementação de telhados ecológicos também é uma boa opção para essa ferramenta, justamente por todo o conforto térmico que as mesmas podem oferecer, através da evapotranspiração. Também é recorrente a troca das aberturas do prédio por venezianas, que também, decorrente da proteção ao sol, pode corroborar em benefícios muito interessantes. Ademais, a técnica também utiliza o sombreamento das esquadrias, utilizando prizes, que são proteções para esquadrias que impedem o seu contato direto com o sol. Para melhorar o conforto técnico, a técnica de novas pinturas no edifício, com cores mais claras também são viáveis, pois possuem uma menor tendência a variação de temperatura do que cores mais escuras.

O Retrofit sustentável, envolve processos como a modernização energética dos edifícios, isolamento dos revestimentos prediais, aplicação de novos sistemas de ar-condicionado, como o *Variable Refrigerant Flow* (VRF) para melhoria da ventilação térmica, além do uso de energias renováveis.

É considerável que grande parte do setor de construção civil está relacionado ao gasto energético, seja ele residencial, comercial ou governamental. Durante os últimos anos, a matriz de



consumo energético de prédios chegou a 80% do consumo geral. Principalmente no setor residencial. Ademais, prédios abandonados possuem uma enorme dissipação de energia, por intermédio do efeito joule (CONSTRUCT, 2015).

Os sistemas de condicionamento de ar também são preponderantes no gasto energético. Por isso, essa vertente do Retrofit é tão interessante para o setor de engenharia, pois, a sua síntese está na modernização desses edifícios, promovendo a sustentabilidade e a melhoria do consumo de energia. A utilização de isolamento térmico em paredes e telhados, vidros duplos e a adequação do edifício às condições climáticas da região, são alguns dos benefícios dessa vertente do Retrofit ecológico.

Outro passo importante, é a utilização de padrões mínimos de desempenho energético para geladeiras, *freezers*, máquinas de lavar e condicionadores de ar, precisam ser introduzidos nessas edificações e atualizados de forma diária.

É fundamental para esse processo que os níveis de eficiência energética sejam altos, pois o investimento para aplicar o Retrofit ecológico é considerável.

Essas medidas são fundamentais para a melhoria do conforto térmico de edifícios antigos, além da manutenção de suas partes mais degradadas. Contudo, é fundamental que a aplicação desses procedimentos seja muito bem planejada, para evitar gastos desnecessários e que possam inviabilizar o funcionamento do edifício.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como podemos comprovar as dificuldades de inovar em um dos setores de maiores impactos na economia de nosso país, sem falar na economia global, devido as consolidações comprovadas de metodologias de séculos, não podendo discutir sua eficiência, mas de maneira arcaica, e muita das vezes de forma obsoleta, nos trazendo grandes prejuízos intelectos, deficiências de planejamentos por falta de padrão consolidados, acarretando desperdícios e severos prejuízos financeiros e sustentável.

Por outro lado, fica claro e comprovado a eficaz da inovação constante e contínua nos processos e metodologia na construção civil, de forma que o gerenciamento de projetos, unificada com a metodologia BIM e os processos existente, com as respectivas atualizações conforme necessidades comprovadas e novas ideias, aumentam diretamente a produtividade reduzindo tempo



da mão de obra aplicada nas atividades, de forma a reduzir significativamente o custo. Por fim, com a inovação, melhoramos o planejamento, reduzimos a mão de obra aplicada, assim reduzimos diretamente o custo final.

A seguinte pesquisa teve como finalidade versar sobre três tipos de inovações tecnológicas na construção civil, a primeira associada a modelagem de custos, a segunda com a quarta revolução industrial e o Retrofit, que é a revitalização de prédios antigos. Essas três tecnologias estão ganhando uma grande força no mercado, e é fundamental que países como o Brasil, no qual a construção civil é um mercado extremamente conservador, que as empresas do ramo inovem e se adequem a tal realidade.

Como já mencionado, a engenharia civil é um ramo muito importante para o desenvolvimento econômico e geração de emprego e renda, seja para países desenvolvidos ou emergentes. Por isso, o investimento em aparato tecnológico para melhorar e simplificar a execução de obras é um passo fundamental.

A pesquisa mostrou que no Brasil ainda existem muitas lacunas para serem exploradas, principalmente em relação à engenharia de custos e a indústria 4.0. A burocracia que envolve esse setor e a dificuldade de comunicação da esfera pública e privada são vieses que devem ser melhorados, para que o crescimento de tecnologias e inovações na execução de obras se torne algo preponderante para a economia.

## REFERÊNCIAS

ABDI. Inovação, Manufatura Avançada e o Futuro da Indústria: uma Contribuição ao Debate sobre as Políticas de Desenvolvimento Produtivo. Brasília, 2017.

ABIKO, A. K.; GONÇALVES, O. M. O futuro da construção civil no Brasil. Resultados de um estudo de prospecção tecnológica da cadeia produtiva da construção habitacional. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

ALBERTIN, M. R., et al. Principais Inovações Tecnológicas da Indústria 4.0 e suas Aplicações e Implicações na Manufatura. Universidade Federal do Ceará, 2017.

BORLIDO, D. J. A. Indústria 4.0 – Aplicação a Sistemas de Manutenção. Portugal: Universidade do Porto, 2017.

COELHO, P. M. N. N. Rumo à Indústria 4.0. Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra, 2016.

CONSTRUCT. Entenda a nova forma de investir em revitalização de prédios antigos, 2015. Recuperado de <https://constructapp.io/pt/retrofit-entenda-esta-nova-forma-de-investir-na-revitalizacao-de-predios-antigos/>

COSTA, C. da. Indústria 4.0: O Futuro da Indústria Nacional. São Paulo: IFSP, 2017.

FIRJAN. Indústria 4.0: Panorama da Inovação, 2016.

GONÇALVES, F. M. P. Análise Organizacional dos Requisitos da Indústria 4.0 com base em Métodos Multicritérios. Curitiba: UTFPR, 2016.

INDÚSTRIA, Confederação Nacional da. Desafios para a indústria 4.0 no Brasil. Brasília: CNI, 2016.

LAKATOS, E. M., & MARCONI, M. A. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório publicações e trabalhos científicos (7ª ed.). São Paulo: Atlas, 2012.

PMBOK. Um guia de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos. Guia PMBOK (6ª ed.). Pensilvânia: Project Management Institute, 2017.

PMI. Agile Practice Guide. ANSI PMI Standards. USA, 2017.

PORTIRIO, T. F. S. A importância do mapeamento e redesenho de processos para as organizações. [e-book] Flórida: Must University, 2022.

SILVA, R. M. da, SANTOS FILHO, D. J., & MIYAGI, P. E. Modelagem de Sistema de Controle da Indústria 4.0 Baseada em Holon, Agente, Rede de Petri e Arquitetura Orientada a Serviços. In: XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. Natal, 2015.