

Gestão e Tecnologia da Construção Civil na Era Digital

Construction Management and Technology in the Digital Age
Gestión de la Construcción y Tecnología en la Era Digital

Fernanda Maria Pinto Freitas Ramos Ferreira¹

femapfrf@fatecsp.br

Roberto de Oliveira Ferreira¹

roberto.ferreira4@fatec.sp.gov.br

1 – Faculdade de Tecnologia de São Paulo – Fatec SP

Recebido
Received
Recibido
18 nov. 2023

Aceito
Accepted
Aceptado
20 mai. 2024

Publicado
Published
Publicado
28 jun. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>

e_ISSN
2965-3339

DOI
10.29327/2384439.2.3-3

São Paulo
v. 2 | n. 3
v. 2 | i. 3
Junho
June
Junio
2024



Resumo: Este artigo é baseado em pesquisas realizadas ao longo dos anos de uma docente e o trabalho de pesquisa de um aluno de graduação da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP), ambos do curso de Edifícios da mesma instituição. Salienta-se que, o texto trata da área de construção civil, mas pode-se transpor para outros segmentos econômicos, onde as mudanças da tecnologia da informação apresentam uma nova realidade no modo de trabalhar das pessoas, tanto com foco na gestão, como nas novas tecnologias executivas. Foco na tecnologia e na engenharia civil, porém com uma percepção da realidade e dos desafios das áreas técnicas e de engenharia de forma geral, ou seja, uma análise sobre a atual era digital que nos cerca. Através de pesquisas e das experiências acadêmicas de ambos os autores, o texto caminha para a conclusão de quais seriam as principais ações para possíveis melhorias do ensino tecnológico superior para enfrentar essa nova realidade.

Palavras-chave: Gestão; Tecnologia construtiva; Era digital.

Abstract: *This article is based on research carried out over the years by a professor and the research work of an undergraduate student at the Faculty of Technology of São Paulo (FATEC-SP), both from the Buildings course at the same institution. It should be noted that the text deals with the area of civil construction, but can be transposed to other economic segments, where changes in information technology present a new reality in the way people work, both with a focus on management and new executive technologies. Focusing on technology and civil engineering, but with a perception of the reality and challenges of technical and engineering areas in general, that is, an analysis of the current digital era that surrounds us. Through research and the academic experiences of both authors, the text moves towards concluding what the main actions would be for possible improvements in higher technological education to face this new reality.*

Keywords: Management; Construction technology; Digital era.

Resumen: Este artículo se basa en una investigación realizada a lo largo de los años por un profesor y en el trabajo de investigación de un estudiante de graduación de la Facultad de Tecnología de São Paulo (FATEC-SP), ambos del curso de Edifícios de la misma institución. Cabe destacar que el texto aborda el área de la construcción civil, pero puede ser trasladable a otros segmentos económicos, donde los cambios en las tecnologías de la información presentan una nueva realidad en la forma de trabajar de las personas, tanto con un enfoque en la gestión como en las nuevas tecnologías ejecutivas. Foco en la tecnología y la ingeniería civil, pero con una percepción de la realidad y retos de las áreas técnicas y de ingeniería en general, es decir, un análisis de la era digital actual que nos rodea. A través de la investigación y las experiencias académicas de ambos autores, el texto avanza hacia la conclusión de cuáles serían

las principales acciones de posible mejora en la educación tecnológica superior para enfrentar esta nueva realidad.

Palabras clave: *Administración; Tecnología de la construcción; Era digital.*

1. INTRODUÇÃO

Os rumos do ensino superior em um mundo em transformação digital passam necessariamente pelo ensino de inovações tecnológicas e sustentáveis em um mundo pós-pandemia, onde o desenvolvimento de um país passa pela aplicação da qualidade do ensino oferecido aos jovens.

Em um mundo digital, a construção se vê diante da implantação de novos sistemas de informação, softwares e aplicativos, além do uso de hardwares, a saber, computadores, tablets e celulares que caminham pelas obras, fazendo a gestão junto aos seres humanos.

Além disso, a robótica, através de veículos autônomos, robôs e drones tem tomado o espaço da mão de obra da construção civil. Outros segmentos econômicos têm passado por essa mesma situação, ou seja, muitos questionam qual será o futuro do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A educação assumiu como propósito a preparação de estudantes, (EURICH 1977 apud TOFFLER et. al.,1977), para a vida futura. O futuro chega em crescente velocidade, levando-nos a esperar diariamente notícias estarrecedoras de novos aperfeiçoamentos. É óbvio que o futuro não nos oferecerá um meio-ambiente basicamente similar ao presente, com apenas ligeiras modificações. Há de ser radicalmente diferente de tudo o que conhecemos.

Segundo a FIA (2020), a tecnologia na construção pode ser definida como o estudo e aplicação de técnicas, métodos e ferramentas utilizadas na indústria da construção civil, buscando maior produtividade e lucro, além da redução do desperdício.

Segundo Eder Santin em entrevista para o site Belgobekaert (2022) diz que:

“A construção civil, como atividade de engenharia, é indissociável da inovação tecnológica. Se considerarmos que a tecnologia envolve o estudo e o domínio de processos, métodos, materiais, equipamentos e capacitação profissional de uma atividade humana, podemos dizer que a inovação é uma característica natural e necessária da construção civil, sendo a responsável por sua constante evolução. Foi a inovação tecnológica que permitiu a construção de edifícios cada vez mais altos, complexos e seguros”.

O mesmo site elenca os vetores do desenvolvimento tecnológico, a saber: a racionalização em busca da produtividade e a industrialização da construção civil com a especialização da mão de obra, transformando os canteiros de obras em uma central de montagem.

O mesmo site também lembra que, para se preparar para as novas tecnologias na construção civil, devemos: ter esforço de educação; observar a obra de forma estratégica, analisando aspectos que envolvem logística, fluxo de materiais dentro do canteiro de obras, evolução tecnológica, normas técnicas, entre outros

pontos relacionados a novos métodos de construção e que requerem maior grau de planejamento; nos tornar profissionais focados em gestão para as demandas de planejamento de produção, controle de processos e de custos e também gestão de pessoas; participar de eventos técnicos e acadêmicos, frequentar feiras setoriais e fazer benchmarking.

Para Prata (2022), a industrialização do processo construtivo e a digitalização do canteiro de obras também impulsionam o surgimento de novas tecnologias de materiais na construção civil. Hoje existem edificações que praticamente dispensam o uso de água em suas construções e geram energia a partir de seus telhados e paredes.

Para Prata (2022) e FIA (2020), várias são as tecnologias de materiais na construção civil, a saber: o bioconcreto; telhas fotovoltaicas de concreto; tinta solar; tijolo ecológico; lâ de garrafa Pet; concreto autoadensável; areia artificial; painéis de concreto leve; concreto refrigerado com nitrogênio líquido; as telas soldadas para lajes mistas; painéis de fabricados a base de Poliestireno Expandido EPS e microconcreto de alto desempenho.

Segundo Ferreira (2021a), outra nova tendência e exigência aos profissionais da construção civil é o saber trabalhar e se comunicar de lugares remotos, exigindo competências digitais em função da recente pandemia. É, portanto, uma nova realidade de globalização de partes das funções realizadas por profissionais da área. Projetos, orçamentos, cronogramas, planos diversos e reuniões podem ser realizados remotamente, o que se tornará em breve, uma exigência para os jovens profissionais entrantes no mercado de trabalho. Ou seja, a pandemia trouxe para o ensino o conhecimento de softwares e sistemas de comunicação educacional.

Na publicação do Centro Científico da União Europeia (s.d.), no “Quadro de Competências Digitais para Educadores” (*DigCompEdu – Digital Competence Framework for Educators*) as profissões docentes enfrentam exigências em rápida mudança, que exigem um conjunto de competências novo, mais amplo e mais sofisticado do que antes. A omnipresença dos dispositivos e aplicações digitais, em particular, exige que os educadores desenvolvam a sua competência digital. Sendo assim, o *DigCompEdu* é um quadro cientificamente sólido que descreve o que significa para os educadores serem digitalmente competentes. Fornece um quadro de referência geral para apoiar o desenvolvimento de competências digitais específicas dos educadores de todos os níveis de ensino na Europa, incluindo o ensino e formação geral e profissional, necessidades educativas especiais e contextos de aprendizagem não formal, detalhado em 22 competências organizadas em seis áreas, visando detalhar como as tecnologias digitais podem ser utilizadas para melhorar e inovar a educação e a formação.

Para Ferreira (2021a), além dessas tendências, temos o “retrofit”, em um movimento de preservação ambiental, através da reforma de prédios já existentes, principalmente com o aproveitamento de parte do edifício construído, a reformulação e a manutenção de instalações que reduzem, por exemplo a energia necessária para o uso, ou a redução de uso de recursos naturais como a água potável e a utilização de novos materiais mais sustentáveis.

Além dessas tendências, temos a adaptação dos profissionais da construção civil às novas tecnologias em hardware e software – essa adaptação impactará a todos na cadeia produtiva da construção civil.

Portanto, entidades de tecnologia digital na construção civil são importantes nesse contexto, destacando-se: o Centro Nacional de Competência em Pesquisa de Fabricação Digital da Suíça, ConstruLiga (2019), o Instituto de Ciência e Tecnologia Industrial Avançada (ICTIA) do Japão, Silva (2018), a Associação Internacional de Automação e Robótica na Construção (IAARC), a desenvolvedora de tecnologia *Omer Haciomeroglu* e o Instituto *Umea* de Design – ambos suecos e os cientistas de Computação da Escola de Engenharia de Harvard (Gonçalves et. al., 2016).

Com relação a robótica na construção civil, podem-se destacar: Robô SAM 100 que assenta 3.000 tijolos por dia, Atflaw (2018), robô humanoide HRP-5P capaz de instalar sozinho placas de gesso Silva (2018), o robô ERO que executa demolições em estruturas de concreto, permitindo que o aço armado fique completamente limpo e possa ser reutilizado, além de separar o cimento do agregado, Gonçalves et. al. (2016), sensores remotos de construção civil como GPS, GIS, RFID (Identificação por Rádio Frequência), para gestão de recursos, avaliação não invasiva e não destrutiva de estruturas, planejamento na construção, simulação e visualização em computador e reabilitação estrutural assistida por softwares, Gonçalves et. al. (2016), robô inspirados em formigas e cupins, as máquinas autocontroladas foram feitas para criar estruturas de blocos de espuma. Chamados de TERMES, os robôs podem criar torres, pirâmides e outras estruturas mais complexas compostas de pequenos tijolos, Gonçalves et. al. (2016), drones ou veículos aéreos não tripulados (VANTs), tiveram ótima aderência aos canteiros de obras brasileiros, monitoramento do canteiro de obras para acompanhar o progresso dos trabalhos, mapeamento em 3D, avaliação de terrenos e condições do canteiro, monitorar funcionários e verificar se estão usando EPIs obrigatórios, além de inspeção na obra e monitoramento de patologias, INBEC, s.d. e Cecílio et al. (2020) e o robô “*the guardian XO*” é um exoesqueleto de corpo inteiro, que permite, aos trabalhadores da construção civil, carregarem massas de até 90 kg por longos espaços de tempo, no intuito de diminuir estresses físicos (Cecílio et al., 2020).

Segundo Ferreira (2021), na evolução da gestão de obras na era digital, destacam-se softwares e aplicativos mais relevantes na gestão da construção civil são: *Artia*, *Revit*, *Navisworks*, *Autodoc*, *Construct app*, *MS-project*, *Gestor 90*, *Crystal ball*, *Volare*, *Primavera*, *Sienge*, *RM solum* e o *Tron-orc*.

Segundo INBEC (s.d.), Machine Learning é uma parte da inteligência artificial que permite às máquinas aprenderem. Assim, a ideia é fazer com que os softwares sejam capazes de desenvolver atividades sem programação específica, como por exemplo Smartvid.io que desenvolveu uma plataforma que agrega dados visuais do canteiro para analisá-los. Assim, gera insights sobre segurança, qualidade, uso de equipamentos e rastreamento de progresso. Dessa maneira, a inovação viabiliza a realização de inspeções digitais sem a presença de um profissional em campo. Já a realidade aumentada, é uma espécie de extensão da realidade virtual. Essa inovação permite aos usuários caminharem por ambientes 3D. Ela

permite, na elaboração de um projeto, visualizá-lo no ambiente para verificar aspectos como dimensão e compatibilidade. Além disso, a RA é um recurso valioso ao mostrar projetos arquitetônicos para clientes. Há inúmeros aplicativos e softwares baseados em realidade aumentada desenvolvidos para a Construção Civil, como por exemplo, *MeasureKit*, *Arki*, *SmartReality* e o *Augment*.

Como exemplos de metodologias e técnicas de gestão na era digital são: **Big Data Analytics**, que é a manipulação de quantidades enormes de informações capazes de compor análises, otimizar decisões de negócio, reduzir custos e aumentar eficiência. Essas informações, estruturadas ou não, podem vir de pessoas, computadores, máquinas, sensores ou outros dispositivos. É considerada uma das novidades devido ao seu potencial impacto nos negócios do setor. A startup NETResíduos, por exemplo, utiliza *Big Data* para fazer gestão inteligente de resíduos e evitar multas. Outra startup, a ZeroDistrato, combina *Big Data* e Inteligência Artificial para prever distratos. Assim, a maior disponibilidade de informações fornecida pelo *Big Data* torna a tomada de decisões mais assertiva. Tecnisa e Mac são empresas brasileiras que já utilizam soluções *Big Data* e aplicam para desvendar o comportamento do consumidor instituto INBEC (s.d.), portanto, os melhores benefícios do Big Data na construção civil são a otimização de projetos; o aumento da sustentabilidade; o atendimento mais eficiente (os sistemas usam tecnologias como Inteligência Artificial, *Machine Learning* e *Deep Learning*) e a redução de custos, SantoDigital (2018). O *Big Data Analytics* deve ainda facilitar a gestão de projetos; orçamentação e planejamento da obra e colaborar na análise de indicadores e o cruzamento de dados MOBUSS (2018), permitindo o gerenciamento e análise de uma quantidade grande de dados, fazendo entender o setor, o consumidor e o público inexplorado, analisando a prevenção de riscos; a resolução de problemas; a segurança de dados; a prevenção de falha de equipamento; a otimização de projetos; o aumento de sustentabilidade; a melhoria na eficiência do atendimento de clientes e a redução de custos, Oliveira (s.d.). O desafio dos gestores de obras é saber como lidar com todo esse volume de informações e traduzir números, textos e imagens em informações estratégicas que ajudem a trazer mais eficiência e produtividade à gestão do projeto – do escritório ao canteiro de obras, sendo assim, os benefícios da análise big data na gestão de obras, além de preparar sua empresa para acomodar as principais tecnologias que estão revolucionando o mercado de engenharia e construção, o processo de coletar e utilizar as informações relacionadas ao seu negócio de maneira estratégica pode trazer outros grandes benefícios, a saber: previsões mais assertivas; identificação de problemas em estágios iniciais; mais informações no processo de decisão; melhor aproveitamento do conhecimento acumulado; aproximação dos clientes e gestão proativa, Celere (2018), a **Internet das coisas (IoT)** pode elevar a segurança e a produtividade dos trabalhadores no canteiro como sensores vestíveis, permitindo monitorar a fadiga dos trabalhadores e reduzir a possibilidade de acidentes no canteiro, ou no monitoramento da estrutura, na fabricação do concreto é possível inserir sensores sem fio para monitorar a incidência de carga e eventos na estrutura instituto INBEC (s.d.), a **Computação em nuvem** aproveitando-se de suas conexões em quatro categorias distintas de serviço: *SaaS - software* como serviço: aplicativos fornecidos pela *WEB* aos usuários

finais; *PaaS* - plataforma como serviço: ferramentas e serviços usados para disponibilizar aplicativos; *IaaS* - infraestrutura como serviço: *hardware* e *software* para fazer funcionar servidores, armazenamento, redes e sistemas operacionais; e *ITaaS* – TI como serviço: auxílio de profissionais de TI em recursos como aplicativos, plataformas e infraestrutura (Ferreira, 2021), a gestão de **Sistemas de informações** (GSI) lida com o planejamento e desenvolvimento, a gestão e utilização de ferramentas de tecnologia da informação para ajudar as pessoas a realizar todas as tarefas relacionadas ao processamento e gerenciamento da informação. A **Tecnologia da informação** (TI) refere-se a qualquer ferramenta baseada em computador usado pelas pessoas para trabalhar com informações e apoiar as necessidades de informação e processamento de informações de uma organização. Os gestores devem possuir as duas habilidades mais importantes que constituem o DNA da maestria digital: a capacidade digital e a capacidade de liderança, Rainer Jr. e Cegielski (2011), o BI é a abreviação de **Business Intelligence**, e através dele é possível gerenciar, mapear, modelar e automatizar os processos de negócios, otimizando o tempo das tarefas. O BI é uma ferramenta quase que obrigatória para planejamento, e com essa ferramenta os próximos passos de um projeto são definidos de maneira mais assertiva e eficiente. Além disso, o BI disponibiliza informações que podem ser úteis em outras áreas da sua empresa. Os principais são: desempenho dos colaboradores; lucros e despesas; métricas e indicadores, Lima (s.d.), a IA (**Inteligência Artificial**), é uma área da ciência da computação formada por sistemas que simulam a capacidade humana de pensar de forma racional e inteligente, portanto, também influenciam a gestão. É quando uma máquina imita funções do cérebro humano, como aprender e resolver problemas, e esse conceito de inteligência artificial é bastante amplo e não é nenhuma novidade. O volume de dados e a capacidade dos computadores de interpretar informações digitais. Uma das subáreas da inteligência artificial que tem possibilitado a expansão dessa tecnologia chama-se **machine learning – campo da ciência da computação que usa algoritmos e estatísticas para “ensinar” os computadores**. O crescimento da disponibilidade de dados digitais e da capacidade computacional de armazenar e processar esses dados são algumas das razões que explicam por que ficou mais fácil para os computadores aprenderem a “pensar” como nós pensamos. O *McKinsey Global Institute* realizou um levantamento com mais de mil startups de softwares de engenharia e construção em todo o mundo para identificar como empresas deste mercado têm adotado as tecnologias digitais em seus processos. Esse estudo revelou, como a inteligência artificial tem sido incorporada na construção civil. Segundo a análise da consultoria, a adoção dessa tecnologia ainda é tímida e poucas empresas possuem os profissionais, as ferramentas e os processos necessários para a implementação da IA. Entretanto, o estudo indica que ela começa a fazer diferença e trazer resultados práticos no mercado das seguintes formas: **Sistemas que otimizam os cronogramas do projeto** podem considerar milhares de alternativas para a entrega da obra e aprimorar continuamente o planejamento geral do projeto, **o reconhecimento e a classificação de imagens permitem avaliar dados em vídeo, coletados no campo de obra**, para identificar possíveis comportamentos dos profissionais que oferecem riscos e usar essas informações para treinar a força de trabalho, e **as plataformas analíticas que**

podem coletar e analisar dados de sensores, permitindo criar e direcionar soluções em tempo real para cortar custos, priorizar a manutenção preventiva e evitar períodos de inatividade não planejados. A pesquisa do instituto McKinsey indica que este cenário tímido do uso da **inteligência artificial no mercado da engenharia e construção civil** deve mudar nos próximos anos, graças à expansão da tecnologia no setor e em áreas complementares. Conheça algumas possibilidades citadas no estudo: refinamento da qualidade dos projetos; aumento da eficiência da gestão de projetos; retenção e desenvolvimento de talentos e otimização constante do design (CELERE, 2018a). **Data Science** faz referência a análises e estudo de dados, de forma que seja possível a geração de insights e tomada de decisão com base nas informações analisadas de forma preditiva, como por exemplo no desempenho de obras com mais de um bloco, prevendo prováveis dificuldades que podem surgir em campo, prevenir possíveis acidentes, atrasos e gastos. É uma tendência importante para o setor de construção civil, pois empresas que adotam essas soluções melhoram seus projetos e resultados, garantindo mais assertividade, ponto fundamental para competir neste mercado revista Construa Negócios (2018), **Lens** é uma combinação de *Big Data* e BIM (*Building Information Modeling*). É uma plataforma 3D que permite modelagens e simulações baseadas em histórico de dados. Permite que alterações sejam feitas com maior consciência sobre as possíveis consequências e sem grandes sustos. O objetivo do sistema é ser uma ferramenta mais eficiente para o planejamento das construções, tornando mais eficaz o gerenciamento global e as tomadas de decisão. É basicamente a utilização de um grande banco de dados com informações sobre o projeto combinado com o BIM, e a partir dessa combinação fazer simulações. É uma aplicação de Data Science na Engenharia Civil bastante complexa, mas muito interessante revista (CONSTRUA NEGÓCIOS, 2018).

O **BIM** "*BUILDING INFORMATION MODELING*" (BIM) facilita a convergência de projetos, como as partes de elétrica, hidráulica, fundações, disposição de ambientes e arquitetura da obra, proporcionando eficiência na elaboração de um canteiro de obras, oferecendo uma abertura maior para mais informações, segurança e agilidade nos processos, Cecílio et al. (2020), permitindo a criação da expressão "Digital Twins" (FIA Business School, 2020).

Para Salviano (2019), o **BIM** (Modelagem da Informação da Construção) é uma tendência tecnológica que já abre caminho para a transformação digital na construção civil. Ele é uma metodologia de digitalização e padronização com capacidade de tornar projetos enxutos e lucrativos. De maneira colaborativa, o BIM cria um modelo de informação de um projeto em três dimensões e abrange todas as informações necessárias à sua gestão, se tornando mais que um software. Segundo dados da ABDI Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2020), os impactos do BIM na construção civil seriam: 20% de redução de custos com insumos; 4% de aumento dos custos com TICs (tecnologias da informação e comunicação), design, arquitetura e engenharia; e 10% de redução no custo total da obra.

Segundo Celere (2019), a tecnologia vem alterando significativamente o papel do gestor de obras e as competências necessárias para esse cargo. Trata-se de

entender os movimentos que conduzem inovações e avanços tecnológicos e, a partir daí, ter uma visão mais clara sobre como o seu trabalho e o seu negócio podem se beneficiar com essas transformações. Graças as recentes transformações no mercado de engenharia e construção, os gestores de projetos vêm assumindo papéis novos e desafiadores, que demandam uma série de novas habilidades. Neste sentido, o gestor de obras precisa, por exemplo: saber usar a tecnologia a seu favor, colaborar e integrar as diferentes áreas, ser analítico e basear-se em dados para tomar decisões e estar sempre acompanhando a evolução do mercado e sendo assim, temos novos perfis de gestores: GESTOR DE OBRAS HIGH-TECH (visão aberta em relação à adoção de tecnologias), GESTOR DE OBRAS INTEGRADOR (facilitar a integração e a colaboração entre as diferentes áreas envolvidas nos projetos. Apesar da tecnologia favorecer a integração, o gestor de obras ainda tem um papel crucial para que a cooperação entre diferentes setores aconteça), GESTOR DE OBRAS ANALÍTICO (ao construir e gerenciar empreendimentos imobiliários, sua empresa não está apenas criando paredes, colunas e telhados; está também acumulando um amontoado de informações. Como você organiza e utiliza esses dados pode fazer toda a diferença para o sucesso de seus projetos e ser um diferencial estratégico importante para sua organização. Com o crescente aumento do poder de armazenamento e processamento dos computadores e a evolução de tecnologias que coletam dados em tempo real (como a internet das coisas e os dispositivos móveis), esse volume de informações tem crescido cada vez mais. Ao adotar uma postura mais analítica e baseada em dados, os gestores conseguem controlar melhor os projetos e tomar decisões mais acertadas), GESTOR DE OBRAS TRENDHUNTER (a rapidez das transformações digitais também acaba influenciando as habilidades necessárias e o perfil do gestor de obras atual e do futuro. Isso porque, como as mudanças de mercado e os avanços tecnológicos acontecem de maneira cada vez mais rápida, mais do que se preparar para usar as novas ferramentas, os gestores de obras precisam se adaptar à velocidade das transformações para se manterem relevantes e em constante modo de aprendizado, buscando novas maneiras de se diferenciar e aumentar a eficiência do negócio, portanto, gestores de obras que querem se manter relevantes no mercado precisam ser trend hunters – caçadores de tendências.

Salviano (2019) lembra que, no Brasil, para incentivar a modernização, empresas como a BASF, Cyrela, Deca, Eztec, Gafisa, MRV, Saint-Gobain, Schneider e Thyssen Krupp formaram um núcleo de inovação e relacionamento do mercado com o objetivo de disseminar a transformação digital na construção civil. E o maior desafio da transformação digital é levar novos processos, a mentalidade digital e tecnologias para o dia a dia de todos os profissionais envolvidos no segmento, independentemente da área de atuação. Democratizar por completo essa visão é um desafio para empresas que pretendem gerar inovações na construção civil, pela dificuldade em encontrar mão de obra capacitada em usar tecnologias que já estão sendo aplicadas atualmente.

Porém, segundo o site Combuluz (2021), o Brasil ainda está longe de ser uma das potências inovadoras em relação a utilização da tecnologia na indústria. Em uma lista entre 63 países sobre o Índice Global de Inovação feito pela Organização

Mundial da Saúde, a Propriedade Intelectual, o país se encontra em 57º, entretanto, o setor de construção pode ajudar o Brasil a subir no ranking, não apenas porque é um dos mais importantes para a economia do país, respondendo por quase 8% do PIB, mas também porque é uma área pressionada em produzir com cada vez mais qualidade e sustentabilidade, enfrentando um dos seus maiores problemas, o desperdício. A tecnologia não ajuda apenas na economia de gastos, mas também contribui com o tempo gasto para a realização de obras. Ela ajuda na aceleração de conclusão das obras para serem entregues dentro do prazo. Há também a questão da pressão sofrida por consumidores mais exigentes e o aumento da concorrência. Isso exige cada vez mais uma melhora na qualidade das obras, precisando ser cada vez mais inovador para se destacar no mercado.

Segundo o mesmo site, o investimento em tecnologia possibilita: melhorar o desenvolvimento dos projetos, tornando-os modernos, inovadores e rápidos; aumentar a segurança no canteiro de obras, devido ao uso de equipamentos adequados e inovadores de proteção individual e coletiva; melhorar o processo de comunicação, uma vez que há um registro de informações onde os dados são coletados e armazenados automaticamente; e registrar as informações de todos os processos feitos no andamento das obras, ajudando na tomada de decisões para que não haja erros na execução do trabalho.

3. MÉTODO

O propósito deste artigo é descrever e explicar as experiências acadêmicas, docente e discente ao longo dos anos, tratando-se, portanto, de uma pesquisa descritiva-explicativa que foi antecedida de uma revisão bibliográfica relevante.

São apresentados também: questionário via google na época da pandemia, em 2021 e a visita ao hubIC-USP para conhecer o laboratório de impressão 3D.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em plena pandemia, 21 profissionais responderam à pesquisa, os quais quase 40% trabalham em empresas prestadoras de serviços e consultoria da indústria da construção civil, quase 24% trabalham em construtoras e 14,3% trabalham em empresas de projetos de construção civil. Dentre esses profissionais temos que, 33,3% são engenheiros, 23,8% são coordenadores de obras e 9,5% são arquitetos, entretanto é salutar dizer que entre os respondentes temos tecnólogos, gerente de obras, gerente de projetos e consultores. Com relação ao tempo de trabalho no setor de construção civil, temos que a maioria dos respondentes tem de 0 a 5 anos de experiência, ou seja, 61,9%; 14,3% de 5 a 10 anos de trabalho no setor, e 23,8% têm mais de 10 anos de trabalho na construção civil.

A 4ª pergunta feita aos entrevistados foi sobre a infraestrutura de software que a empresa possui, e 66,7% dizem usar planilha eletrônica, 61,9% dizem usar o

editor de texto e software específico para o cronograma de obra, 57,1% dizem usar software para o desenvolvimento do projeto (peças gráficas) e, 52,4% dizem usar software específico para o orçamento da obra e admitem usar tecnologia da informação para comunicação, por exemplo, intranet, videoconferência etc. As outras opções foram menos votadas, lembrando que, o entrevistado poderia escolher mais de uma opção.

A 5ª pergunta feita aos entrevistados foi sobre a infraestrutura de hardware que a empresa possui, e 76,2% dizem usar notebook para desenvolver seu trabalho em concepção e gestão da construção civil, 57,1% dizem usar computador, e 52,5% dizem usar dispositivos móveis, os celulares. Diferente de outros países em que muito diriam usar tablets e impressora 3D, sendo estes itens os menos votados.

A 6ª pergunta é se a empresa utiliza alguma tecnologia robótica na obra (drone, robôs, máquinas e equipamentos), 42,9% admitem usar equipamentos de segurança, como por exemplo, a catraca inteligente, 28,6% utilizam máquinas de infraestrutura e 23,8% admitem o uso de drones em suas obras. Alguns respondentes admitem não usar nenhuma tecnologia robótica.

A 7ª pergunta é sobre o grau de utilização de bancos de dados em softwares de gerenciamento de projetos, e infelizmente 52,4% admitem que seus bancos de dados não são atualizados periodicamente, 33,3% admitem que seus bancos de dados são atualizados periodicamente e somente 14,3% admitem que seus bancos de dados são sempre atualizados o que demonstra que a minoria trabalha em um local que já percebeu a vantagem de manter seus bancos atualizados, informatizando as lições aprendidas e dependendo do sistema tratando de dados, se pode chegar ao big data analítico e a máquina que aprende, chegamos ao que chamamos de inteligência artificial.

A 8ª pergunta é sobre a aplicação da “Internet de Todas as Coisas” no canteiro de obras nas empresas que os entrevistados trabalham, e 66,7% dizem não aplicar no canteiro de obras, 19% dizem aplicar as vezes e somente 14,3% responderam aplicar sempre. Provavelmente são os mesmos 14,3% que admitem que seus bancos de dados são sempre atualizados.

Na 9ª pergunta, questiona-se a empresa se ela já incorpora “Internet de Todas as Coisas” na concepção do projeto de construção de modo a incorporar a futura edificação, e 66,7% dizem não aplicar na concepção do projeto de construção de modo a incorporar a futura edificação, 19% dizem que fazem isso algumas vezes e 9,5% fazem isso todas as vezes.

A 10ª pergunta é sobre se a impressão de edifícios com uma impressora 3D já é uma realidade no Brasil, e 42,9% acreditam que imprimir edificações com uma impressora 3D será uma realidade no futuro do Brasil, enquanto, 38,1% acreditam que essa inovação ocorrerá rapidamente e 19% acreditam que essa tecnologia dificilmente ocorrerá no Brasil.

A 11ª pergunta é sobre a utilização de realidade virtual e da realidade aumentada na fase da concepção do projeto de construção civil, e 57,1% dizem que não utilizam essas tecnologias, 28,6% dizem que as vezes, em alguns projetos, em lançamentos e 14,3% utilizam essas tecnologias sempre.

Na 12ª pergunta, foi pedido que o entrevistado deixasse um comentário ou sugestão, e resumidamente, conforme nossa interpretação temos que: a tecnologia tem que estar ao alcance de todos, só assim será viável; existem avanços no desenvolvimento de novos materiais, mas pouco foi feito com relação a melhoria da mão de obra. Portanto, para avançar em tecnologias da informação é preciso uma rápida capacitação dos colaboradores, como também os terceirizados, dos técnicos, tecnólogos, engenheiros, arquitetos entre outros. Precisamos estar preparados para essa nova demanda; para projetos inovadores, quem precisa apontar o rumo são as empresas governamentais de fomento; algumas das tecnologias, como a realidade virtual e aumentada, uso do BIM estão em fase de implantação. Também será iniciado no próximo mês a implantação de um software de gestão integrada na construtora; e a nossa empresa está conhecendo essas tecnologias agora e está começando a fazer a sua implantação. Isso já é uma realidade no mercado brasileiro.

Em visita a hubIC-USP para conhecer o laboratório de impressão 3D em outubro desse ano, pudemos conhecer as iniciativas e propostas da entidade, principalmente com relação as inovações tecnológicas em construção civil, incluindo as pesquisas voltadas a impressão 3D em concreto (impressora na figura 1).

Figura 1 – Impressora 3D



Fonte: Os autores (2023)

Atualmente, estão desenvolvendo e executando uma cozinha inteira, de suas paredes aos seus utensílios totalmente impressas em 3D, conforme a figura 2.

Figura 2 – Paredes da cozinha e construção de utensílios em impressora 3D



Fonte: Os autores (2023)

As instituições de ensino devem estar preparadas para uma nova realidade de inovações tecnológicas na construção civil. Os alunos clamam por essa atitude. Quais iniciativas devem ser pensadas com relação ao treinamento e capacitação da mão de obra da construção civil e quais serão as novas habilidades necessárias? Estamos preparados para o futuro iminente do trabalho?

5. CONCLUSÃO

Com a crescente aceleração da evolução tecnológica e a demanda por profissionais cada vez mais capacitados frente às estas mudanças, concluímos que para o profissional da construção civil, se faz necessário, ter uma carreira plural, não se limitando à apenas uma formação específica, mas, buscar subsídios de conhecer o todo na cadeia produtiva, indo desde a concepção de implantação à entrega final do produto. Além disso, deveria haver uma mudança no plano de ensino de instituições que oferecem cursos voltados à engenharia e arquitetura, possibilitando a implementação de estruturas físicas e tecnológicas para atender a demanda do mercado, não tão somente, mas, em culturas organizacionais, modificar processos para a aplicabilidade de soluções inovadoras no desenvolvimento de projetos, compatibilização de informações, tomada de decisões mais assertivas, redução de retrabalhos e redução do ruído na comunicação e entre outros.

Evidentemente que a busca por uma carreira plural não se limita apenas aos profissionais do ramo da construção civil, mas que de forma direta e indiretamente todos serão afetados, cabendo aos profissionais uma busca constante por atualizações, sejam elas: teóricas, tecnológicas e executivas. Os profissionais que não se adequarem estarão sujeitos a se tornarem reféns e ficarão para trás, perdendo oportunidades de trabalho nessa nova realidade.

REFERÊNCIAS

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **BIM, A inteligência da Construção**. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/bim-a-inteligencia-da-construcao/>. Acesso em: 20 agosto 2020.

ATFLAW. **Construção Civil e tecnologia: como os robôs podem se tornar os principais agentes em obras.** Site Atflaw. 2018. Disponível em: <<https://www.atflaw.com.br/blog/construcao-civil-e-tecnologia-como-os-robos-podem-se-tornar-os-principais-agentes-em-obras>>. Acesso em: 18 novembro 2019.

BELGOBEKAERT. **A tecnologia na construção civil e seus desdobramentos.** 2022. Disponível em: <<https://blog.belgobekaert.com.br/engenharia/construcao-civil/a-tecnologia-na-construcao-civil-e-seus-desdobramentos/>>. Acesso em: 05 agosto 2022.

CECÍLIO et al, Inovações Tecnológicas na Construção Civil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Ano 05, Ed. 12, Vol. 10, pp. 54-71. 2020. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/inovacoes-tecnologicas>>. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/inovacoes-tecnologicas. No prelo. Acesso em: 5 agosto 2022.

CELERE. **Big Data na gestão de obras.** Site Celere. 2018. Disponível em: <<http://celere-ce.com.br/gestao-de-obras/big-data-na-gestao-de-obras/>>. Acesso em: 18 novembro 2019.

CELERE. **A inteligência artificial no mercado de engenharia e construção civil.** Site Celere. 2018a. Disponível em: <<http://celere-ce.com.br/construcao-civil/a-inteligencia-artificial-no-mercado-de-engenharia-e-construcao-civil/>>. Acesso em: 19 novembro 2019.

CELERE. **Como a tecnologia está transformando o trabalho e as habilidades do gestor de obras.** Site Celere. 2019. Disponível em: <<http://celere-ce.com.br/carreira/como-a-tecnologia-esta-transformando-o-trabalho-e-as-habilidades-do-gestor-de-obras/>>. Acesso em: 18 novembro 2019.

CENTRO CIENTÍFICO DA EU, **Digital Competence Framework for Educators.** [s.d.]. Disponível em: <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en>. Acesso em: 03 novembro 2023.

COMBULUZ. **Entenda como a tecnologia pode ajudar na construção civil.** 2021. Disponível em: <<https://www.combuluz.com.br/entenda-como-a-tecnologia-pode-ajudar-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 05 agosto 2022.

CONSTRUA NEGÓCIOS. **A aplicação de Data Science na construção civil.** Site Revistaconstrua. 2018. Disponível em: <<https://www.revistaconstrua.com.br/noticias/arquitetura/a-aplicacao-de-data-science-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 18 novembro 2019.

CONSTRULIGA - A Construção Conectada. **Casa feita por robôs: como a tecnologia pode mudar a construção civil.** ConstruLiga. 2019. Disponível em: <<https://blogdaliga.com.br/casa-feita-por-robos-como-a-tecnologia-muda-a-construcao-civil/>>. Acesso em: 18 novembro 2019.

EURICH, N. As humanidades olham para amanhã. In: **Aprendendo com o futuro.** Organizado por: Alvin Toffler. Tradução: Jorge Arnaldo Fortes, Brasil: Editora Artenova S.A. 1977.

FERREIRA F.M.P.F.R., **A aplicação do BIG DATA na construção civil no estado de São Paulo, Relatório de pesquisa apresentado à Faculdade de Tecnologia de São Paulo,** novembro 2021.

FERREIRA F.M.P.F.R., **Tendências para a atuação profissional na construção civil,** 2021a. Disponível em: <<https://anacademy.com.br/tendencias-para-a-atuacao-profissional-na>>

construcao-civil/>. Acesso em: 31 março 2021.

FIA BUSINESS SCHOOL. **Tecnologia na Construção Civil: o que é, importância e exemplos.** 2020. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/tecnologia-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 5 agosto 2022.

GONÇALVES, G.; NASCIMENTO, G.; SOUZA, G.; HANI. **Robótica em nosso meio de engenharia civil.** Site Informaticauit. 2016. Disponível em: <<http://informaticauit.blogspot.com/2016/02/robotica-em-nosso-meio-eng-civil-1a.html>>. Acesso em: 18 novembro 2019.

INBEC – Instituto Brasileiro de Educação Continuada. **5 novidades da construção civil que você precisa conhecer.** Site INBEC. s.d.. Disponível em: <<https://www.inbec.com.br/blog/5-novidades-construcao-civil-que-voce-precisa-conhecer>>. Acesso em: 18 novembro 2019.

LIMA, T. **Como utilizar o BI na gestão da sua Construtora.** s.d. Sienge. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/aplicando-bi-na-construtora/>>. Acesso em: 18 novembro 2019.

MOBUSS. **Big Data Analytics: como a indústria da construção pode se beneficiar da análise de dados.** MOBUSS CONSTRUÇÃO. 2018. Disponível em: <<https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/big-data-analytics/>>. Acesso em: 19 novembro 2019.

OLIVEIRA, L. E. de. **Aplicação de Big Data na engenharia civil.** Noves Engenharia. s.d. Disponível em: <<https://www.novesengenharia.com.br/aplicacao-de-big-data-na-engenharia-civil/>>. Acesso em: 19 novembro 2019.

PRATA, G. **Conheça 10 novas tecnologias de materiais na construção civil.** Blog do Sienge. 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/novas-tecnologias-de-materiais-na-construcao-civil/?utm_campaign=f3-p1p2p3p4-blogpost-conheca-10-novas-tecnologias-de-materiais-na-construcao-civil&utm_content=conteudo&utm_medium=email&utm_source=email_dose_semana_l&utm_term=01-08-2022>. Acesso em: 2 agosto 2022.

RAINER JR., R. K.; CEGIELSKI, C. G. **Introdução a Sistemas de Informação - Apoiando e Transformando Negócios na Era da Mobilidade.** 3. ed. Tradução Multinet Produtos. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2011.

SALVIANO, G. **Transformação digital na construção civil: como trazer inovações ao setor.** Site Agência Layer Up. 2019. Disponível em: <<https://layerup.com.br/transformacao-digital-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 19 novembro 2019.

SANTODIGITAL. **Por que usar o Big Data na indústria da construção civil?** Site Santo Digital. 2018. Disponível em: <<https://www.santodigital.com.br/por-que-usar-big-data-na-industria-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 19 novembro 2019.

SILVA, C. C. da. **Construção do futuro: conheça o robô humanoide que instala drywalls sozinho.** Tecmundo. 2018. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/134799-construcao-futuro-conheca-robotico-humanoide-instala-drywalls-sozinho.htm>>. Acesso em: 18 novembro 2018.