

# Gestão de la Construcción y Tecnología en la Era Digital

*Gestão e Tecnologia da Construção Civil na Era Digital*  
*Construction Management and Technology in the Digital Age*

**Fernanda Maria Pinto Freitas Ramos Ferreira<sup>1</sup>**

[femapfrf@fatecsp.br](mailto:femapfrf@fatecsp.br)

**Roberto de Oliveira Ferreira<sup>1</sup>**

[roberto.ferreira4@fatec.sp.gov.br](mailto:roberto.ferreira4@fatec.sp.gov.br)

1 – Faculdade de Tecnologia de São Paulo – Fatec SP

**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 Edificios 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.*

**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.*

Recibido  
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



## 1. INTRODUÇÃO

El rumbo de la educación superior en un mundo en transformación digital pasa necesariamente por la enseñanza de innovaciones tecnológicas y sostenibles en un mundo pospandémico, donde el desarrollo de un país pasa por la aplicación de la calidad de la educación ofrecida a los jóvenes.

En un mundo digital, la construcción se enfrenta a la implementación de nuevos sistemas de información, software y aplicaciones, además del uso de hardware, a saber, computadoras, tabletas y teléfonos celulares que recorren las obras, gestionando con seres humanos.

Además, la robótica, a través de vehículos autónomos, robots y drones se ha apoderado del espacio de la mano de obra de la construcción. Otros segmentos económicos han estado pasando por esta misma situación, es decir, muchos cuestionan cuál será el futuro del trabajo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

La educación ha asumido el propósito de preparar a los estudiantes (EURICH 1977; apud TOFFLER et. al., 1977) para la vida futura. El futuro llega a una velocidad cada vez mayor, lo que nos lleva a esperar diariamente noticias asombrosas de nuevas mejoras. Es obvio que el futuro no ofrecerá un entorno básicamente similar al presente, con solo ligeras modificaciones. Debe ser radicalmente diferente de todo lo que se conoce.

Según FIA (2020), la tecnología en la construcción se puede definir como el estudio y aplicación de técnicas, métodos y herramientas utilizadas en la industria de la construcción, buscando una mayor productividad y rentabilidad, además de reducir los residuos.

En una entrevista para el sitio web Belgobekaert, Eder Santin (2022, traducción propia) afirma que

La construcción civil, como actividad de ingeniería, es inseparable de la innovación tecnológica. Si consideramos que la tecnología implica el estudio y dominio de procesos, métodos, materiales, equipos y la formación profesional de una actividad humana, podemos decir que la innovación es una característica natural y necesaria de la construcción civil, siendo responsable de su constante evolución. Fue la innovación tecnológica la que permitió la construcción de edificios cada vez más altos, complejos y seguros.<sup>i</sup>

En el mismo sitio se enumeran los vectores del desarrollo tecnológico, a saber: la racionalización en busca de la productividad y la industrialización de la construcción civil con la especialización de la mano de obra, transformando las zonas de construcción en un centro de montaje.

La misma web también expone que, para prepararse para las nuevas tecnologías en la construcción civil, es necesario: hacer un esfuerzo por educar; observar la obra de manera estratégica, analizando aspectos que involucran logística, flujo de materiales dentro de la obra, evolución tecnológica, normas técnicas, entre otros puntos relacionados con los nuevos métodos de construcción y que requieren un mayor grado de planificación; convertirse en profesionales enfocados en la gestión para las demandas de planificación de la producción, control de procesos y costos y también en la gestión de personas; Participar en eventos técnicos y académicos, asistir a ferias

del sector y hacer *benchmarking*.

Prata (2022) defiende que la industrialización del proceso constructivo y la digitalización de la obra también impulsan la aparición de nuevas tecnologías de materiales en la construcción civil. Hoy en día hay edificios que prácticamente no utilizan agua en sus edificios y generan energía a partir de sus techos y paredes.

Para Prata (2022) y FIA (2020), existen varias tecnologías de materiales en la construcción civil, a saber: biohormigón; baldosas fotovoltaicas de hormigón; pintura solar; ladrillo ecológico; Lana de botella de pet; hormigón autocompactante; arena artificial; paneles ligeros de hormigón; hormigón enfriado con nitrógeno líquido; malla soldada para losas compuestas; paneles fabricados en Poliestireno Expandido EPS y microhormigón de alto rendimiento.

Según Ferreira (2021a), otra nueva tendencia y exigencia para los profesionales de la construcción es saber trabajar y comunicarse desde lugares remotos, lo que requiere habilidades digitales debido a la reciente pandemia. Se trata, por tanto, de una nueva realidad de globalización de partes de las funciones que desempeñan los profesionales del área. Proyectos, presupuestos, cronogramas, planes varios y reuniones se pueden realizar de forma remota, lo que pronto se convertirá en un requisito para los jóvenes profesionales que ingresan al mercado laboral. En otras palabras, la pandemia llevó el conocimiento de los softwares y sistemas de comunicación educativa a la educación.

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.

En la publicación del Centro Científico de la Unión Europea (s.f.) sobre el Marco de Competencias *Digitales para Educadores (DigCompEdu)*, las profesiones docentes se enfrentan a demandas que cambian rápidamente y requieren un conjunto de habilidades nuevo, más amplio y sofisticado que antes. La ubicuidad de los dispositivos y aplicaciones digitales, en particular, requiere que los educadores desarrollen su competencia digital. Como tal, *DigCompEdu* es un registro científicamente sólido que describe el significado de ser un 'educador digitalmente competente'. Proporciona un marco de referencia general para apoyar el desarrollo de competencias digitales específicas para los educadores de todos los niveles educativos en Europa, incluida la educación y formación general y profesional, las necesidades educativas especiales y los contextos de aprendizaje no formal, detallados en 22 competencias organizadas en seis áreas, para detallar cómo se pueden utilizar las tecnologías digitales para mejorar e innovar la educación y la formación.

Para Ferreira (2021a), además de estas tendencias, hay el "*retrofit*", en un movimiento de preservación del medio ambiente, a través de la renovación de edificios existentes, principalmente con el uso de parte del edificio construido, la

reformulación y mantenimiento de instalaciones que reduzcan, por ejemplo, la energía necesaria para su uso, o la reducción del uso de recursos naturales como el agua potable y el uso de nuevos materiales más sostenibles.

Además de estas tendencias, hay la adaptación de los profesionales de la construcción a las nuevas tecnologías en hardware y software, una adaptación que afectará a todos los integrantes de la cadena de producción de la construcción.

Por lo tanto, las entidades de tecnología digital en la construcción son importantes en este contexto, se destacan: el Centro Nacional Suizo de Competencia en Investigación en Fabricación Digital, ConstruLiga (2019), el Instituto de Ciencia y Tecnología Industrial Avanzada (ICTIA) en Japón, Silva (2018), la Asociación Internacional de Automatización y Robótica en la Construcción (IAARC), el desarrollador de tecnología *Omer Haciomeroglu* y el Instituto *Umea* de Diseño, ambos suecos y los informáticos de la Escuela de Ingeniería de Harvard (Gonçalves et. al., 2016).

En cuanto a la robótica en la construcción civil, se pueden destacar: el robot SAM 100 que coloca 3.000 ladrillos por día (Atflaw, 2018); robot humanoide HRP-5P capaz de instalar placas de yeso por su cuenta (Silva, 2018); el robot ERO que realiza demoliciones en estructuras de hormigón, permitiendo que el acero armado quede completamente limpio y pueda ser reutilizado, además de separar el cemento del agregado, sensores remotos en la construcción civil como GPS, GIS, RFID (Identificación por radiofrecuencia), para la gestión de recursos, evaluación no invasiva y no destructiva de estructuras, planificación de la construcción, simulación y visualización por computadora, y rehabilitación estructural asistida por software, robot inspirado en las hormigas y las termitas, las máquinas autocontroladas fueron hechas para crear estructuras a partir de bloques de espuma (Gonçalves et. al., 2016).

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).

Llamados TERMES, los robots pueden crear torres, pirámides y otras estructuras más complejas compuestas por pequeños ladrillos (Gonçalves et. al., 2016), los drones o vehículos aéreos no tripulados (UAV), tuvieron una excelente adherencia a las obras brasileñas, monitoreando la obra para seguir el avance de la obra, mapeo 3D, evaluación del terreno y las condiciones del sitio, monitoreando a los empleados y verificando que estén usando EPP obligatorios, además de la inspección y monitoreo de patologías en el sitio, y el robot '*el guardián XO*' es un exoesqueleto de cuerpo completo, que permite a los trabajadores de la construcción cargar masas de hasta 90 kg durante largos períodos de tiempo, con el fin de reducir el estrés físico (Cecílio et al., 2020).

Según Ferreira (2021), en la evolución de la gestión de la construcción en la era digital,

los softwares y aplicaciones más relevantes en la gestión de la construcción civil se destacan: *Artia, Revit, Navisworks, Autodoc, Construct app, MS-project, Gestor 90, Crystal ball, Volare, Primavera, Sienge, RM solum y el Tron-orc.*

INBEC (s.f.) indica que el aprendizaje automático es una parte de la inteligencia artificial que permite que las máquinas aprendan. Así, la idea es hacer un software capaz de desarrollar actividades sin programación específica, como Smartvid.io que desarrolló una plataforma que agrega datos visuales del sitio para analizarlos. Por lo tanto, genera información sobre la seguridad, la calidad, el uso del equipo y el seguimiento del progreso.

De esta manera, la innovación permite realizar inspecciones digitales sin la presencia de un profesional en la materia. La realidad aumentada, por otro lado, es una especie de extensión de la realidad virtual. Esta innovación permite a los usuarios caminar a través de entornos 3D. Permite, en la preparación de un proyecto, visualizarlo en el entorno para verificar aspectos como el tamaño y la compatibilidad. Además, la RA es un recurso valioso a la hora de mostrar diseños arquitectónicos a los clientes. Existen numerosas aplicaciones y software basados en realidad aumentada desarrollados para la Construcción Civil, como *MeasureKit, Arki, SmartReality y Augment.*

Ejemplos de metodologías y técnicas de gestión en la era digital son: *Big Data Analytics*, que es la manipulación de enormes cantidades de información capaz de componer análisis, optimizar decisiones de negocio, reducir costos y aumentar la eficiencia. Esta información, ya sea estructurada o no estructurada, puede provenir de personas, computadoras, máquinas, sensores u otros dispositivos. Se considera una de las novedades por su potencial impacto en el negocio del sector. El startup NETResíduos, por ejemplo, utiliza *el Big Data* para gestionar los residuos de forma inteligente y evitar multas. Otr startup, ZeroDistrato, combina *Big Data* e Inteligencia Artificial para predecir cancelaciones. Así, la mayor disponibilidad de información que proporciona el *Big Data* hace que la toma de decisiones sea más asertiva.

Tecnisa y Mac son empresas brasileñas que ya utilizan soluciones *de Big Data* y las aplican para desentrañar el comportamiento del consumidor (INBEC Institute, s.f.). Por lo tanto, los mejores beneficios del Big Data en la construcción civil son la optimización de proyectos, el aumento de la sostenibilidad, la eficiencia del servicio (los sistemas utilizan tecnologías como Inteligencia Artificial, *Machine Learning y Deep Learning*) y la reducción de costos (SantoDigital, 2018). *El Big Data Analytics* también debe facilitar la gestión de proyectos; la presupuestación y planificación de la obra y colaborar en el análisis de indicadores y el cruce de datos de MOBUSS (2018), permitiendo la gestión y análisis de una gran cantidad de datos, haciendo entender al sector, al consumidor y al público sin explotar, analizando la prevención de riesgos; resolución de problemas; seguridad de los datos; prevención de fallos de equipos; optimización de proyectos; el aumento sostenibilidad; la mejora en la eficiencia del servicio al cliente y la reducción de costos (Oliveira, s.f.).

El reto para los directores de obra es saber manejar todo este volumen de información y traducir números, textos e imágenes en información estratégica que ayude a aportar más eficiencia y productividad a la gestión de proyectos, desde la oficina hasta la obra, de ahí los beneficios del análisis de Big Data en la gestión de la

construcción, además de preparar a su empresa para dar cabida a las principales tecnologías que están revolucionando el mercado de la ingeniería y la construcción. El proceso de recopilar y utilizar información relacionada con el negocio de manera estratégica puede traer otros grandes beneficios, a saber: pronósticos más asertivos; identificación de problemas en etapas tempranas; más información en el proceso de toma de decisiones; un mejor uso de los conocimientos acumulados; enfoque a los clientes y gestión proactiva (Celere, 2018).

El *Internet de las Cosas (IoT)* puede aumentar la seguridad y la productividad de los trabajadores en el sitio como sensores portátiles, permitiendo monitorear la fatiga de los trabajadores y reducir la posibilidad de accidentes en el sitio, o en el monitoreo de la estructura, en la fabricación de concreto es posible insertar sensores inalámbricos para monitorear la incidencia de carga y eventos en la estructura (Instituto INBEC, s.f.) *Cloud Computing* aprovechando sus conexiones en cuatro categorías de servicios distintas: *SaaS - software* como servicio: aplicaciones proporcionadas por la *Web* a los usuarios finales; *PaaS - plataforma* como servicio: herramientas y servicios utilizados para poner a disposición las aplicaciones; *IaaS - infraestructura* como servicio: *hardware* y *software* para ejecutar servidores, almacenamiento, redes y sistemas operativos; e *ITaaS - TI* como servicio: asistencia de profesionales de TI en recursos como aplicaciones, plataformas e infraestructura (Ferreira, 2021).

La *Gestión de Sistemas de Información (GSI)* se ocupa de la planificación y el desarrollo, la gestión y el uso de herramientas de tecnología de la información para ayudar a las personas a realizar todas las tareas relacionadas con el procesamiento y la gestión de la información. La *Tecnología de la Información (TI)* se refiere a cualquier herramienta informática utilizada por las personas para trabajar con información y respaldar las necesidades de información y procesamiento de información de una organización. Los gerentes deben poseer las dos habilidades más importantes que constituyen el ADN del dominio digital: la capacidad digital y la capacidad de liderazgo (Rainer Jr. y Cegielski, 2011).

'BI' es la abreviatura de *Business Intelligence*, y a través de ella es posible gestionar, mapear, modelar y automatizar procesos de negocio, optimizando el tiempo de las tareas. El BI es una herramienta casi obligatoria para la planificación, y con esta herramienta se definen los próximos pasos de un proyecto de una manera más asertiva y eficiente. Además, proporciona información que puede ser útil en otras áreas de la empresa, los principales son: el rendimiento de los empleados; ganancias y gastos; métricas e indicadores (Lima, s.f.).

La IA (Inteligencia Artificial), es un área de la informática formada por sistemas que simulan la capacidad humana de pensar de manera racional e inteligente, por lo tanto, también influyen en la gestión. Esto es cuando una máquina imita las funciones del cerebro humano, como aprender y resolver problemas, y este concepto de inteligencia artificial es bastante amplio y nada nuevo. El volumen de datos y la capacidad de los ordenadores para interpretar la información digital.

Una de las subáreas de la inteligencia artificial que ha permitido la expansión de esta tecnología se llama *aprendizaje automático*, un campo de la informática que utiliza algoritmos y estadísticas para 'enseñar' a las computadoras. El crecimiento de la

disponibilidad de datos digitales y la capacidad computacional para almacenar y procesar estos datos son algunas de las razones por las que se ha vuelto más fácil para las computadoras aprender a ‘pensar’ como los humanos piensan.

El *McKinsey Global Institute* realizó una encuesta a más de mil startups de software de ingeniería y construcción de todo el mundo para identificar cómo las empresas de este mercado han adoptado las tecnologías digitales en sus procesos. Este estudio reveló cómo se ha incorporado la inteligencia artificial a la construcción civil. Según el análisis de la consultora, la adopción de esta tecnología aún es tímida y pocas empresas cuentan con los profesionales, las herramientas y los procesos necesarios para la implementación de la IA.

Sin embargo, el estudio indica que está empezando a marcar la diferencia y a traer resultados prácticos en el mercado de las siguientes maneras: Los sistemas que optimizan los cronogramas de los proyectos pueden considerar miles de alternativas para la entrega de la obra y mejorar continuamente la planificación general del proyecto, el reconocimiento y clasificación de imágenes permiten la evaluación de datos en video, recopilados en el campo de la construcción, para identificar los posibles comportamientos de los profesionales que plantean riesgos y utilizar esta información para capacitar a la fuerza laboral, y las plataformas analíticas que pueden recopilar y analizar datos de sensores, lo que le permite crear y dirigir soluciones en tiempo real para reducir costos, priorizar el mantenimiento preventivo y evitar tiempos de inactividad no planificados.

La investigación del instituto *McKinsey* indica que este tímido escenario del uso de la inteligencia artificial en el mercado de la ingeniería y la construcción debería cambiar en los próximos años, gracias a la expansión de la tecnología en el sector y en áreas complementarias. Conozca algunas posibilidades mencionadas en el estudio: refinamiento de la calidad de los proyectos; aumento de la eficiencia de la gestión de proyectos; retención y desarrollo de talentos y optimización constante del diseño (CELERE, 2018a).

*La Ciencia de Datos* se refiere al análisis y estudio de datos, de manera que sea posible generar *insights* y tomar decisiones basadas en la información analizada de forma predictiva, como la realización de trabajos con más de un bloque, prediciendo probables dificultades que puedan surgir en el campo, previniendo posibles accidentes, retrasos y gastos. Es una tendencia importante para el sector de la construcción civil, ya que las empresas que adoptan estas soluciones mejoran sus proyectos y resultados, garantizando más asertividad, un punto fundamental para competir en este mercado (Revista Construa Negócios, 2018).

*Lens* es una combinación de *Big Data* y BIM (*Building Information Modeling*). Se trata de una plataforma 3D que permite el modelado y simulaciones a partir de datos históricos. Permite realizar cambios con mayor conciencia de las posibles consecuencias y sin mayores sustos. El objetivo del sistema es ser una herramienta más eficiente para la planificación de la construcción, haciendo más efectiva la gestión global y la toma de decisiones. Es básicamente el uso de una gran base de datos con información sobre el proyecto combinada con BIM, y a partir de esta combinación hacer simulaciones. Se trata de una aplicación muy compleja pero muy interesante de la Ciencia de Datos en la Ingeniería Civil (Construa Negócios, 2018).

El BIM (Building Information Modeling) facilita la convergencia de proyectos, como el eléctrico, hidráulico, cimentaciones, disposición de ambientes y arquitectura de la obra, aportando eficiencia en la preparación de una obra, ofreciendo una mayor apertura para más información, seguridad y agilidad en los procesos, permitiendo la creación de la expresión 'Gemelos Digitales' (Cecílio et al., 2020; FIA Business School, 2020).

Para Salviano (2019), BIM es una tendencia tecnológica que ya está abriendo el camino para la transformación digital en la construcción civil. Se trata de una metodología de digitalización y estandarización con la capacidad de hacer que los proyectos sean ágiles y rentables. De forma colaborativa, BIM crea un modelo de información de un proyecto en tres dimensiones y abarca toda la información necesaria para su gestión, convirtiéndose en algo más que un software. Según datos de la Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial (ABDI, 2020), los impactos del BIM en la construcción civil serían: reducción del 20% en los costos de insumos; Aumento del 4% en los costos de TIC (tecnologías de la información y la comunicación), diseño, arquitectura e ingeniería; y reducción del 10% en el coste total de la obra.

Según Célere (2019), la tecnología ha cambiado significativamente el rol del gerente de construcción y las habilidades requeridas para este puesto. Se trata de entender los movimientos que impulsan las innovaciones y los avances tecnológicos, y a partir de ahí, tener una visión más clara de cómo el trabajo y el negocio pueden beneficiarse de estas transformaciones. Gracias a las recientes transformaciones en el mercado de la ingeniería y la construcción, los gerentes de proyectos han asumido roles nuevos y desafiantes, que exigen una serie de nuevas habilidades. En este sentido, el director de obra necesita, por ejemplo: saber utilizar la tecnología a su favor, colaborar e integrar las diferentes áreas, ser analítico y basarse en datos para tomar decisiones y estar siempre pendiente de la evolución del mercado y por ello, contamos con nuevos perfiles de directivos: DIRECTOR DE CONSTRUCCIÓN DE ALTA TECNOLOGÍA (visión abierta en relación a la adopción de tecnologías), GERENTE DE CONSTRUCCIÓN INTEGRADORA (para facilitar la integración y colaboración entre las diferentes áreas involucradas en los proyectos. A pesar de que la tecnología favorece la integración, el director de obra sigue teniendo un papel crucial para que se produzca la cooperación entre los diferentes sectores), DIRECTOR DE CONSTRUCCIÓN ANALÍTICA (al construir y gestionar proyectos inmobiliarios, su empresa no solo está creando paredes, columnas y techos, sino que también está acumulando una pila de información.

La forma en que organice y utilice estos datos puede marcar la diferencia en el éxito de sus proyectos y ser un diferenciador estratégico importante para su organización. Con el aumento de la potencia de almacenamiento y procesamiento de los ordenadores y la evolución de las tecnologías que recopilan datos en tiempo real, como el internet de las cosas y los dispositivos móviles, este volumen de información ha crecido cada vez más. Al adoptar una postura más analítica y basada en datos, los gerentes pueden controlar mejor los proyectos y tomar mejores decisiones, TRENDHUNTER CONSTRUCTION MANAGER, la velocidad de las transformaciones digitales también influye en las habilidades necesarias y en el perfil del gerente de construcción actual y futuro.

Esto se debe a que, a medida que los cambios del mercado y los avances tecnológicos ocurren cada vez más rápido, más que prepararse para usar nuevas herramientas, los

gerentes de construcción deben adaptarse a la velocidad de las transformaciones para seguir siendo relevantes y en modo de aprendizaje constante, buscando nuevas formas de diferenciarse y aumentar la eficiencia del negocio. Por lo tanto, los gerentes de construcción que quieren seguir siendo relevantes en el mercado deben ser cazadores de tendencias.

Salviano (2019) recuerda que, en Brasil, para incentivar la modernización, empresas como BASF, Cyrela, Deca, Eztec, Gafisa, MRV, Saint-Gobain, Schneider y Thyssen Krupp formaron un centro de innovación y relación de mercado con el objetivo de difundir la transformación digital en la construcción civil. Y el mayor desafío de la transformación digital es llevar los nuevos procesos, la mentalidad digital y las tecnologías a la vida cotidiana de todos los profesionales involucrados en el segmento, independientemente de su área de especialización. Democratizar plenamente esta visión es un reto para las empresas que pretenden generar innovaciones en la construcción civil, debido a la dificultad para encontrar mano de obra calificada en el uso de tecnologías que ya se están aplicando en la actualidad.

Sin embargo, según el sitio web de Combuluz (2021), Brasil aún está lejos de ser una de las potencias innovadoras con relación al uso de la tecnología en la industria. En una lista de 63 países en el Índice Global de Innovación realizado por la Organización Mundial de la Salud, Propiedad Intelectual, el país se encuentra en el puesto 57, sin embargo, el sector de la construcción puede ayudar a Brasil a subir en el ranking, no solo porque es uno de los más importantes para la economía del país, representando casi el 8% del PIB, Pero también porque es una zona presionada por producir cada vez con más calidad y sostenibilidad, enfrentándose a uno de sus mayores problemas, los residuos. La tecnología no solo ayuda a ahorrar costes, sino que también contribuye al tiempo dedicado a las obras de construcción. Ayuda a acelerar la finalización de las obras para que se entreguen a tiempo. También está la cuestión de la presión de los consumidores más exigentes y el aumento de la competencia. Esto requiere cada vez más una mejora en la calidad de las obras, necesitando ser cada vez más innovadoras para destacar en el mercado.

La inversión en tecnología permite: mejorar el desarrollo de los proyectos, haciéndolos modernos, innovadores y rápidos; aumentar la seguridad en la obra, mediante el uso de equipos adecuados e innovadores para la protección individual y colectiva; mejorar el proceso de comunicación, ya que existe un registro de información donde los datos se recopilan y almacenan automáticamente; y registrar la información de todos los procesos realizados en el avance de las obras, ayudando en la toma de decisiones para que no haya errores en la ejecución de la obra (Combuluz, 2021).

### **3. MÉTODOS**

El propósito de este artículo es describir y explicar las experiencias académicas, docentes y estudiantiles a lo largo de los años, siendo, por tanto, una investigación descriptiva-explicativa precedida por una revisión bibliográfica relevante. También se presentó un cuestionario a través de Google en la época de la pandemia, en 2021, y una visita al hubIC-USP para conocer el laboratorio de impresión 3D.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En medio de la pandemia, respondieron a la encuesta 21 profesionales, de los cuales casi el 40% trabaja en empresas de servicios y consultoría en la industria de la construcción civil, casi el 24% trabaja en empresas constructoras y el 14,3% trabaja en empresas de proyectos de construcción civil. Entre estos profesionales, el 33,3% son ingenieros, el 23,8% son coordinadores de obra y el 9,5% son arquitectos, sin embargo, es alentador afirmar que entre los encuestados hay tecnólogos, jefes de obra, jefes de proyecto y consultores. En cuanto a la duración del trabajo en el sector de la construcción civil, la mayoría de los encuestados tiene de 0 a 5 años de experiencia, es decir, el 61,9%; El 14,3% tiene de 5 a 10 años de trabajo en el sector, y el 23,8% tiene más de 10 años de trabajo en la construcción civil.

La 4ª pregunta realizada a los entrevistados fue sobre la infraestructura de software con la que cuenta la empresa, y el 66,7% dice que utiliza una hoja de cálculo electrónica, el 61,9% dice que utiliza el editor de texto y software específico para el horario de trabajo, el 57,1% dice que utiliza software para el desarrollo del proyecto (piezas gráficas) y el 52,4% dice que utiliza software específico para el presupuesto de la obra y admite utilizar tecnologías de la información para la comunicación, por ejemplo, intranet, videoconferencia, etcétera. Las otras opciones fueron menos votadas, recordando que el entrevistado podía elegir más de una opción.

La 5ª pregunta realizada a los entrevistados fue sobre la infraestructura de hardware con la que cuenta la empresa, y el 76,2% dice que utiliza un cuaderno para desarrollar su trabajo en el diseño y gestión de la construcción civil, el 57,1% dice que utiliza una computadora, y el 52,5% dice que utiliza dispositivos móviles, teléfonos móviles. A diferencia de otros países donde muchos dirían que el uso de tabletas e impresoras 3D, siendo estos artículos los menos votados.

La 6ª pregunta es si la empresa utiliza alguna tecnología robótica in situ (drones, robots, máquinas y equipos), el 42,9% admite utilizar equipos de seguridad, como el torniquete inteligente, el 28,6% utiliza máquinas de infraestructura y el 23,8% admite el uso de drones en sus obras. Algunos encuestados admiten no utilizar ninguna tecnología robótica.

La 7ª pregunta es sobre el grado de uso de las bases de datos en el software de gestión de proyectos, y lamentablemente el 52,4% admite que sus bases de datos no se actualizan periódicamente, el 33,3% admite que sus bases de datos se actualizan periódicamente y solo el 14,3% admite que sus bases de datos están siempre actualizadas. Esto demuestra que la minoría trabaja en un lugar que ya se ha dado cuenta de la ventaja de mantener sus bases de datos actualizadas, al informatizar las lecciones aprendidas y dependiendo del sistema que maneja los datos, se puede llegar al *Big Data* analítico y a la máquina que aprende, así se llega a lo que se llama Inteligencia Artificial.

La 8ª pregunta es sobre la aplicación del 'Internet de Todo' en la obra, en las empresas donde trabajan los entrevistados, y el 66,7% dice que no lo aplica en la obra, el 19% dice que lo aplica a veces y solo el 14,3% respondió que siempre lo aplica. Probablemente sea el mismo 14,3% que admite que sus bases de datos están siempre actualizadas.

En la 9ª pregunta, se cuestiona si la empresa ya incorpora el 'Internet de Todo' en el diseño del proyecto de construcción para incorporar el futuro edificio, y el 66,7% dice que no lo aplica en el diseño del proyecto de construcción para incorporar el futuro edificio, el 19% dice que lo hace a veces y el 9,5% lo hace siempre.

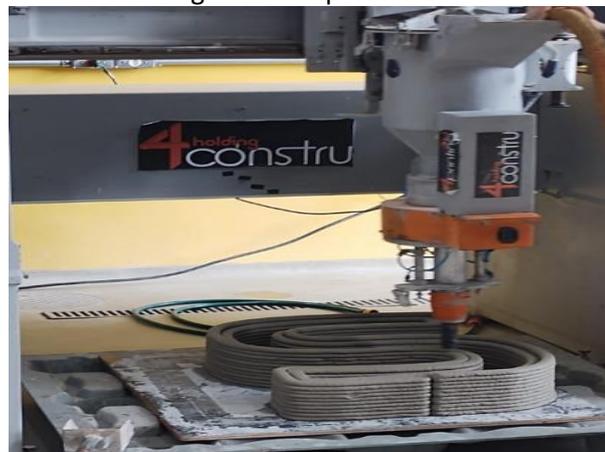
La 10ª pregunta es sobre si la impresión de edificios con impresora 3D ya es una realidad en Brasil, y el 42,9% cree que la impresión de edificios con impresora 3D será una realidad en el futuro de Brasil, mientras que el 38,1% cree que esta innovación ocurrirá rápidamente y el 19% cree que esta tecnología difícilmente ocurrirá en Brasil.

La 11ª pregunta es sobre el uso de la realidad virtual y la realidad aumentada en la fase de diseño del proyecto de construcción civil, y el 57,1% dice que no utiliza estas tecnologías, el 28,6% dice que a veces, en algunos proyectos, en lanzamientos y el 14,3% siempre utiliza estas tecnologías.

En la 12ª pregunta, se le pidió al entrevistado que dejara un comentario o sugerencia, y brevemente, según interpretación de los autores de este trabajo, tenemos que: la tecnología tiene que estar al alcance de todos, solo así será viable; Hay avances en el desarrollo de nuevos materiales, pero poco se ha hecho en términos de mejora de la mano de obra. Por lo tanto, para avanzar en las tecnologías de la información, es necesario capacitar rápidamente a los empleados, así como a los trabajadores subcontratados, técnicos, tecnólogos, ingenieros, arquitectos, entre otros. Tenemos que estar preparados para esta nueva demanda; En el caso de los proyectos innovadores, las que deben marcar el camino son las empresas de desarrollo del gobierno; algunas de las tecnologías, como la realidad virtual y aumentada, utilizan BIM y se encuentran en fase de implementación. La implementación de un software de gestión integrada en la constructora también comenzará el próximo mes; Y nuestra empresa está conociendo estas tecnologías ahora y está empezando a implementarlas. Esto ya es una realidad en el mercado brasileño.

En una visita al hubIC-USP, para visitar el laboratorio de impresión 3D, en octubre de este año, fue posible conocer las iniciativas y propuestas de la entidad, especialmente en lo que se refiere a las innovaciones tecnológicas en la construcción civil, incluyendo investigaciones dirigidas a la impresión 3D en hormigón (impresora en la figura 1).

Figura 1 – Impresora 3D



Fuente: Elaboración propia (2023)

Actualmente, están desarrollando y ejecutando una cocina entera, desde sus paredes

hasta sus utensilios totalmente impresos en 3D, como se muestra en la figura 2.

Figura 2 – Paredes de la cocina y construcción de utensilios en impresora 3D



Fuente: Elaboración propia (2023)

Las instituciones educativas deben estar preparadas para una nueva realidad de innovaciones tecnológicas en la construcción civil. Los estudiantes claman por esta actitud. Es necesario reflexionar sobre qué iniciativas se deben pensar en relación con la capacitación y calificación de la fuerza laboral de la construcción civil, cuáles serán las nuevas habilidades necesarias y si estamos preparados para el inminente futuro del trabajo.

## 5. CONCLUSIÓN

Con la creciente aceleración de la evolución tecnológica y la demanda de profesionales cada vez más cualificados ante estos cambios, se concluye que para el profesional de la construcción, es necesario tener una carrera plural, no limitada a una formación específica, sino buscar subvenciones para conocer el conjunto de la cadena productiva, que va desde la concepción de la implantación hasta la entrega final del producto.

Además, se debe dar un cambio en el plan docente de las instituciones que ofrecen cursos enfocados en ingeniería y arquitectura, posibilitando la implementación de estructuras físicas y tecnológicas para satisfacer la demanda del mercado, no sólo, sino en las culturas organizacionales, modificar procesos para la aplicabilidad de soluciones innovadoras en el desarrollo de proyectos, compatibilidad de información, tomar decisiones más asertivas, reducir retrabajos y reducir el ruido en la comunicación, entre otros.

Evidentemente, la búsqueda de una carrera plural no se limita solo a los profesionales de la industria de la construcción, sino que directa e indirectamente todos se verán afectados, y corresponde a los profesionales buscar constantemente actualizaciones, ya sean teóricas, tecnológicas y ejecutivas. Los profesionales que no se adapten estarán sujetos a convertirse en rehenes y se quedarán atrás, perdiendo oportunidades laborales en esta nueva realidad.

## REFERENCIAS

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](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\\_semanal&utm\\_term=01-08-2022](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_semanal&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- robo-humanoide-instala-drywalls-sozinho.htm>>. Acesso em: 18 novembro 2018.

---

<sup>i</sup> 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.