



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



## A tecnologia BIM no gerenciamento de processos produtivos da Construção Civil

Lucila Costa Batista<sup>1</sup>; Eliane Antonio Simões<sup>2</sup>

**Resumo** - Esta pesquisa tem o objetivo de identificar as aplicações da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) à melhoria dos processos de produção na Construção Civil. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, verificou-se a importância da aplicação da tecnologia BIM, identificando-se sua utilidade na área de projetos (*design*) com registro de todas as informações durante todo o ciclo de vida; no gerenciamento possibilitando acesso dos diversos participantes às mesmas informações; em contratos; em orçamento e custos, facilitando o levantamento quantitativo e estimativa de custos e na identificação de perigo e riscos em canteiros de obras.

**Palavras-chave:** BIM, Construção, Gerenciamento, Processos Produtivos, Tecnologias Digitais.

**Abstract** - This research aims to identify how applications of BIM (Building Information Modeling) technology to the improvement of production processes in Civil Construction. Through a bibliographic search, it was verified the importance of the application of BIM technology, identifying its usefulness in the area of projects (design) with the registration of all information throughout the life cycle; in management, enabling the access of different participants to information; in contracts; in budget and costs, facilitating the survey, quantitative and estimate of costs and in the identification of hazards and risks in construction sites.

**Keywords:** BIM, Construction, Management, Productive Processes, Digital Technologies.

### 1. Introdução

“A construção civil é responsável por movimentar mais de 70 setores da economia e representa 6,2% do PIB brasileiro, com faturamento anual de mais de R\$ 1 trilhão” (SEBRAE, 2020, p.1). Esses números demonstram a importância desse segmento para o desenvolvimento do país e que a alavancagem tecnológica

<sup>1</sup> Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” lucila.batista@cpspos.sp.gov.br

<sup>2</sup> Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” eliane.simoos@cpspos.sp.gov.br

da Indústria da Construção Civil (ICC) significa pode trazer benefícios não só para si, mas também para uma série de outros segmentos industriais e de serviços que perfazem a cadeia produtiva desse setor.

No entanto, a ICC é lenta na adoção de novas tecnologias, fato constatado por autores como Oliveira e Serra (2017), que consideram que a ausência de tecnologias limita a produtividade e reduz a qualidade do setor.

As novas tecnologias devem abranger a fase de *design* (projeto), etapa crucial dos produtos de construção civil porque afetam o ciclo de vida de todo o projeto. Nessa fase são decididos forma, construtibilidade, facilidade de manutenção, funcionalidade e a manutenção da instalação (ABOU IBRAHIM e HAMZEH, 2019; LI e TAYLOR, 2014; SAID e REGINATO, 2018). Nesse sentido, Chiu e Lai (2016) apontam propostas de estudiosos sobre a eficácia da coordenação e gerenciamento durante a fase de projeto, ao invés de ter que acompanhar os confrontos nas fases posteriores. A inadequação das estratégias de gerenciamento da fase de projeto, pode levar a fluxos de informações interrompidos, má coordenação entre as disciplinas, redução dos valores, erros e omissões de projeto, bem como excedentes de custo e tempo tanto no projeto quanto na fase de construção (ABOU IBRAHIM e HAMZEH, 2019; LI e TAYLOR, 2014; SAID e REGINATO, 2018).

Kuzina (2020) coloca que para facilitar o sistema de gerenciamento na ICC é necessário não apenas determinar os principais níveis e parâmetros de escolha proveniente de decisões organizacionais, mas ter uma arquitetura de software de aplicação em todas as etapas do ciclo de vida do objeto de construção.

Diversos segmentos industriais perceberam a necessidade de controlar de forma automática seus processos e não é diferente na ICC. A evolução tecnológica trouxe o conceito da Indústria 4.0, que segue na sequência das outras revoluções industriais (Indústria 1.0 - energia hídrica e a vapor, Indústria 2.0 - eletricidade e Indústria 3.0 - internet, aparelhos eletrônicos) e tem como principal característica a integração de ambientes físicos e informatizados através de um conjunto de tecnologias que permitem o desenvolvimento de uma indústria digital e automatizada, bem como a digitalização da cadeia de valor (BRETTEL *et al.*, 2014).

Em um cenário mundial globalizado e competitivo, a introdução de novas tecnologias acarretará ações para inovação nas indústrias, o que pode alterar completamente um setor econômico – com base nas chamadas inovações disruptivas (PERERA *et al.*, 2019).

Considerando esse contexto, é objetivo deste trabalho identificar quais são as aplicações da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) à melhoria dos processos de produção na Construção Civil.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Tecnologias Digitais na Indústria da Construção Civil (ICC)**

Os empresários da ICC devem estar prontos para se adaptar a qualquer inovação (BABATUNDE *et al.*, 2019) para permanecerem competitivos globalmente. Muitas inovações surgiram recentemente e sua evolução mostrou ferramentas, técnicas e software desenvolvidos para melhorar a produtividade do setor.

Mais recentemente, a indústria da construção despertou para a importância do gerenciamento, coordenação e otimização de fluxos de trabalho, havendo destaque das práticas de engenharia digital (BENGHI, 2019). Assim, diferentes tecnologias estão sendo utilizadas em toda a cadeia de suprimentos e atividades da ICC, como no gerenciamento de contratos e fornecedores, projetos, operações, comunicações e segurança.

O registro das informações de desenhos ou projetos (de construção ou pós-obra), instruções dos profissionais de arquitetura e engenharia envolvidos, comprovantes de pagamentos, fichas técnicas (de correção de defeitos, alterações de procedimentos ou de programação dos trabalhos de construção) e de outros documentos pode ser feito em ambiente tecnológico digital descentralizado. Cada participante (cliente, gerente de projeto, consultores, empreiteiros) recebe as mesmas informações. Métodos de registro digitais são importantes para que informações diferentes não causem ruído na comunicação e equívocos na tomada de decisão (SAN *et al.*, 2019).

Com a finalidade de melhorar a colaboração entre os participantes ou partes interessadas no projeto, mesmo que estejam trabalhando a grandes distâncias, as tecnologias virtuais aumentam a sensação de que são uma equipe de trabalho no mesmo ambiente (WU *et al.*, 2017).

A ICC possui uma complexa rede de fornecimento de materiais, participantes, serviços e produtos. Portanto, a gestão da rede (*Supply Chain*) é fundamental para o cumprimento das metas e as tecnologias digitais podem ser utilizados no gerenciamento registrando, rastreando e analisando dados de forma centralizada. Em gerenciamento de contratos é esperado que um contrato seja inteligente, ou seja, aplicado e adaptado a seus clientes e seus consultores de projeto - designers, engenheiros de custos ou empreiteiros (SAN *et al.*, 2019).

Em relação ao gerenciamento de ativos imobiliários, algumas tecnologias digitais são capazes de gerenciar e registrar o cadastro, compra e transferência do imóvel de forma mais transparente e eficiente (ASTE *et al.*, 2017; SAN *et al.*, 2019).

Estimar custos é a habilidade de levantamento quantitativo mais importante na determinação do projeto de construção (ISMAIL, 2018), envolvendo a previsão do custo mais provável de um projeto de construção.

Shen e Issa (2010) afirmam que estimativa de custo detalhada é uma tarefa demorada em projetos de construção. No entendimento de Thurairajah e Gruchor (2013), as tecnologias digitais (o principal exemplo é a tecnologia BIM-Building Information Modeling) são fundamentais quando se trata de custos precisos e confiáveis. As tecnologias digitais para quantificação automática eliminam erros e interpretação equivocada do desenho durante o levantamentos de dados do projeto.

Como diversos setores industriais, a ICC sofre com um grande índice de retrabalho em seus processos originado por mudanças, omissões ou comunicação deficiente. As consequências são custos mais altos, lucros reduzidos, menor produtividade geral, aumento da rotatividade de colaboradores e gestores além de possível de participação e reputação de mercado (LOVE *et al.*, 2010).

A utilização de tecnologias como Inteligência Artificial, Drones, Realidade Digital, Realidade Aumentada e especialmente a plataforma BIM (*Building Information Modeling*) pode promover a redução substancial dos retrabalhos na ICC (HWANG *et al.*, 2009).

Considerada uma das mais perigosas do mundo, a indústria da construção tem altas taxas de lesões e mortes no trabalho (ABBAS *et al.*, 2017). Devido ao alto

risco, os acidentes na indústria da construção tem um grande impacto na economia social, na vida das pessoas e no ambiente natural (LI *et al.*, 2020).

De acordo com Yang *et al.* (2019), a identificação de perigo em canteiro de obras podem reduzir acidentes e promover a segurança e saúde dos trabalhadores e colabora para manter o nível de produtividade dos projetos de construção e reduzir a compensação por lesões relacionadas ao trabalho. Essa identificação de perigo pode ser facilitada pela utilização de tecnologias digitais.

Diante desse panorama, a Indústria da Construção Civil carece do desenvolvimento e adoção de novas tecnologias em processos e equipamentos (inovação) que ajudem na melhora de performance, atingindo globalmente todas os núcleos de serviços (desde o projeto até a manutenção dos empreendimentos).

## **2.2 BIM (*Building Information Modeling*)**

BIM - *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção) é “uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações” (EASTMAN *et al.*, 2008, p. 11). A tecnologia BIM armazena um conjunto de informações geradas sobre um empreendimento na área da construção por meio de programas gráficos e bancos de dados, em formato digital.

Os principais usuários da elaboração de projetos em BIM são os profissionais da área da construção – arquitetos, engenheiros e projetistas, que acham nessas ferramentas digitais facilitadores para elaborar e gerenciar os projetos de edificações ou empreendimentos durante seus ciclos de vida, desde o projeto conceitual até a entrega e manutenção.

Segundo a empresa britânica Digital Inc. citada por Miranda (2019), os benefícios obtidos através de cada dimensão da plataforma BIM (3D, 4D, 5D, 6D e 7 D) são, em resumo: (3D): Modelagem, representação de projetos em três dimensões projetos colaborativos multidisciplinares, apresentações comerciais; (4D): Coordenação Planejamento e coordenação de atividades e prazos (cronogramas); (5D): Orçamentos em tempo real; levantamento de quantitativos de insumos; (6D): Sustentabilidade: simulações e análises de consumos de energia e emissão de CO2 (gerenciamento), rastreamento de materiais sustentáveis aplicados à construção; certificações; (7D): Armazenamento Informações para operação e planos de manutenção; conformidade com normas de operação do empreendimento.

A representação digital de um edifício em três dimensões pode simular características físicas e funcionais reais do edifício antes de ser realmente construído, para confirmar a adequação, solucionar problemas e simular e analisar as interferências que possam existir (SMITH e TARDIF, 2009). Dessa forma .as partes interessadas podem ser orientadas para decisões, controlando custos, controlando cronogramas de execução e diminuindo a probabilidade de disputas legais (EASTMAN *et al.*, 2011).

O BIM é uma tecnologia que integra aplicativos, software e ferramentas de tecnologia da informação com objetivo de projetar um edifício em uma plataforma comum que não depende do software usado (BABATUNDE *et al.*, 2019).

Carneiro e Maciel (2020), encontraram em sua pesquisa problemas relacionados à falta de expertise dos gestores de obras e a falta de formação de

profissionais habilitados para utilizar as ferramentas metodologia BIM, o que se torna um desafio a sua implementação.

### 2.3 Aplicações BIM na Indústria da Construção Civil (ICC)

O BIM tornou-se uma ferramenta essencial para os projetos durante o planejamento e a construção podendo destacar seus principais benefícios, como: coordenar projetos arquitetônicos e estruturais com os sistemas MEP (Mecânico, Elétrico e Hidráulico) em um modelo multidisciplinar único, reduzir os desperdícios, economizar recursos e tempo e ajudar no gerenciamento de projetos (ABDELHAMEED e SAPUTRA, 2020). Essa tecnologia vem sendo utilizada na ICC também como uma plataforma de comunicação virtual integrando-a à realidade virtual (RV) e às tecnologias de comunicação *on-line* servindo como instrumento de troca de informações entre projetistas e construtores (ZAKER e COLOMA, 2018).

A tecnologia BIM permite, durante a fase de projeto, rastrear todas as alterações feitas em quaisquer elementos de projeto com seus níveis de detalhes, fazendo com que os gerentes monitorem o progresso real de modelagem do projeto em cada fase, em cada disciplina, bem como datas de início e término para tomada de decisões. O desenvolvimento do projeto deixa impressões (aparências gráficas ou dados anexados) no modelo BIM que podem ser usadas para acompanhar o progresso e maturidade do projeto (ABOU IBRAHIM e HAMZEH, 2019).

Em relação a levantamento de quantidades e custos, é possível vincular dados do BIM a um software de estimativa que exportam as quantidades para uma planilha eletrônica (EASTMAN *et al.*, 2011). O BIM permite também a exportação de informações para plataformas dedicadas ao cálculo de custos, digitalizando o modelo para identificar itens em conflito entre o modelo, códigos e padrões de informação, aumentando a confiabilidade das informações e economizando tempo em comparação com métodos tradicionais de levantamento de quantidades. Uma pesquisa BIM referente a levantamento de quantidades classificou cinco importantes itens: automação de quantidades; economia de tempo na preparação de quantidades; melhor qualidade da decisão; coordenação de dados; e melhoria da qualidade do projeto (BABATUNDE *et al.*, 2019).

Como BIM serve como plataforma para comunicação virtual integrando-se à outras tecnologias de comunicação *on-line*, proporciona a capacidade de compartilhar as mesmas informações visuais no mesmo ambiente ao mesmo tempo podendo reduzir as chances de falta de comunicação entre os participantes em locais diferentes (ABBAS *et al.*, 2019).

Uma aplicação interessante da tecnologia digital BIM é a visualização de progresso. As informações de progresso na forma de relatórios textuais não podem fornecer aos gerentes *feedback* intuitivo sobre o progresso real em de um empreendimento. No estudo de Deng *et al.* (2019) é proposto um método de exibição do progresso visual. Gerentes podem ver o canteiro de obras a qualquer momento e obter conhecimento intuitivo sobre o progresso da obra, permitindo que tomem decisões mais rápidas e precisas (DENG *et al.*, 2019).

Os recursos colaborativos do BIM vinculam os projetistas ao que foi contratado, em tempo real, auxiliando a evitar falhas de comunicação e documentais (DOUMBOUYA *et al.*, 2016), evitando retrabalho.

Com referência a segurança do trabalho a tecnologia BIM é utilizada para realizar o gerenciamento de fontes de risco em canteiro de obras (GAO *et al.*, 2018). Abed *et al.* (2019) demonstraram um experimento criando um modelo BIM 4D semelhante ao ambiente do local de trabalho e os gerentes de segurança constataram que o modelo ajudou a fornecer uma imagem clara do local de trabalho em todos os seus detalhes, o que facilita o processo de identificação de riscos e identificação dos sistemas de proteção necessários.

### 3. Método

Neste estudo foi elaborada pesquisa bibliográfica através de artigos científicos publicados em periódicos especializados cuja origem se deu em repositórios de universidades e bases científicas e alguns livros sobre o tema.

Para esta pesquisa foram selecionados 52 artigos científicos sobre os quais foi realizada análise bibliométrica identificando os 33 artigos apresentados nesse estudo e foram selecionados, ainda, 3 livros.

Segundo Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador tenha acesso ao material escrito sobre um determinado assunto, com finalidade de análise para pesquisas ou na manipulação de suas informações.

### 4. Resultados e Discussão

As estratégias para competitividade ajudam as empresas a conquistar ou manter um lugar de destaque no mercado, o que é uma necessidade também para a Indústria da Construção Civil. Entretanto, dentro de seus processos, são encontrados ainda alguns métodos ultrapassados e ineficientes nas questões de gerenciamento de projetos, planejamento, orçamentação, comunicação e segurança.

Neste artigo foram observadas as principais etapas do ciclo de vida de um empreendimento de construção e os aspectos envolvidos. Para cada etapa, pode ser associada a aplicação de tecnologias digitais, entre as quais o BIM se destaca (algumas vezes em associação a outras) por permitir que os participantes trabalhem de forma compartilhada com as mesmas informações – algumas delas em tempo real - promovendo um maior controle do processos de produção e, ao final, concentrar e arquivar em formato digital todas informações sobre o empreendimento.

As seguintes aplicações do BIM, para a melhorias dos processos de Construção civil podem ser destacadas: a) Na área de projetos (*design*) com registro de todas as informações durante todo o ciclo de vida; b) Em gerenciamento - na tomada de decisão, quando as partes interessadas têm acesso às mesmas informações, por se tratar de trabalho compartilhado minimizando ruídos e evitando retrabalho; c) Na gestão de redes de suprimentos registrando e rastreando as informações; d) Em contratos, permitindo adaptabilidade a diversas relações clientes, projetista, empreiteiros, ativos imobiliários; e) Em orçamento e custos; facilitando levantamento quantitativo e estimativa de custos com informações

confiáveis; f) Em identificação de perigo e riscos em canteiros de obras, pelo registro de projeto e informações.

## 5. Considerações finais

A Indústria da Construção Civil tem, dentro de seus processos, diversos campos para aplicações das tecnologias digitais como facilitadora de operações, sendo o BIM uma das principais e que pode estar associada a outras tecnologias.

Apesar de todas as aplicações conhecidas do BIM, algumas pesquisas de adoção/aplicação realizadas pelo mundo, destacam a falta de uso do BIM no mercado e, portanto, a incapacidade de se obter os potenciais oferecidos.

Neste estudo identificou-se uma lacuna ainda muito grande em relação ao conhecimento, habilitação de profissionais, legislação e formas de aplicabilidade segura das tecnologias digitais, carecendo de novas iniciativas de pesquisa para cobrir os diversos aspectos deste tema.

As melhorias de processos com a utilização da tecnologia BIM deverão beneficiar especialmente os procedimentos para gerenciamento, permitindo a administração dos processos integrados e atores envolvidos com maior confiabilidade nas informações.

## Referências

ABBAS, A. *et al.* Effectiveness of Immersive Virtual Reality-based Communication for Construction Projects. **Ksce Journal of Civil Engineering**, v. 23, p. 4972-4983, 2019. DOI 10.1007 / s12205-019-0898-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12205-020-6898-2>.

ABBAS, M., MNEYMNEH, B. E., KHOURY, H. Assessing onsite construction personnel hazard perception in a Middle Eastern developing country: an interactive graphical approach, **Safety Science**, v. 103, p. 183–196, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.026>

ABDELHAMEED, W.; SAPUTRA W. Integration of building service systems in architectural design. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 25, p. 109-122, 2020. DOI: 10.36680 / j.itcon.2020.007. Disponível em: <http://www.itcon.org/2020/7>.

ABED, H. R.; AMER, W.A.; ADNAN. N. Adopting BIM Technology in Fall Prevention Plans. **Civil Engineering Journal**, v. 5, p. 2270-2281, 2019. DOI: 10.28991/cej-2019-03091410. Disponível em: <https://www.civilejournal.org/index.php/cej/article/view/1798>.

ABOU IBRAHIM, H.; HAMZEH, F. A Visual Dashboard to Monitor BIM model Dynamics, **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 10, p. 2018-0411, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0411>

ASTE, T.; TASCA, P.; DI MATTEO, T. Blockchain Technologies: The Foreseeable Impact on Society and Industry. **IEEE Computer Society**. v. 50. p. 18-28, 2017. DOI: 10.1109 / MC.2017.3571064. Disponível em: <https://www.computer.org/csdl/magazine/co/2017/09/mco2017090018/13rRUIIVlg5>.

BABATUNDE, S. *et al.* An investigation into BIM-based detailed cost estimating and drivers to the adoption of BIM in quantity surveying practices. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, v. 25, n. 1, p. 61-81, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JFMPC-05-2019-0042>.

BENGHI, C. Automated verification for collaborative workflows in a Digital Plan of Work, **Automation in Construction**, v. 107, p. 1-21, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102926>.

BRETTEL, M. *et al.* How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. **International Journal of Information and Communication Engineering**, v.8, n. 1, p. 37–44, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1336426>.

CARNEIRO, N.; MACIEL, A. C. O uso da metodologia BIM 4d e BIM 5D para o gerenciamento de obras: revisão sistemática da literatura. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18, 2020, Porto Alegre. **Anais** [...] Porto Alegre: ANTAC, 2020. Disponível em: <https://easychair.org/pubbs/preprint/nx6D>.

CHIU, B.W.; LAI, J.H. Implementing Building Information Modelling in Building Services Engineering: Benefits and Barriers. **Building up business operations and their logic Shaping materials and technologies**, v. 3, p. 332, 2016. DOI: 10.1108 / ECAM-10-2018-0460.

DENG, H. *et al.* Automatic Indoor Construction Process Monitoring for Tiles Based on BIM and Computer Vision. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 146, 2019. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001744>.

DENG, L. *et al.* Research on Safety Management Application of Dangerous Sources in Engineering Construction Based on BIM Technology. **Hindawi Advances in Civil Engineering**, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/7450426>.

DOUMBOUYA, L.; GAO, G.; GUAN, C. Adoption of the building information modeling (BIM) for construction project effectiveness: the review of BIM benefits. **American Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 4, n. 3, p. 74–79, 2016. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/>

EASTMAN, C. *et al.* **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. 2ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2008-2011.

GAO Y., WANG, Y., LI, N. Application of BIM technology in hazard source management of large steel structure construction. **Building Materials and Decoration**, v. 51, p. 141-142, 2018.

HWANG, B.G. *et al.* Measuring the Impact of Rework on Construction Cost Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 3, 1 Mar. 2009. DOI: 10.1061 / (ASCE) 0733-9364 (2009) 135: 3 (187)

ISMAL, A.A. *et al.* Sustainable BIMbased cost estimating for quantity surveyors. **The Italian Association of Chemical Engineering**. v. 63, p. 235-240. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3303/CET1863040>

KUZINA, Olga. Information technology application in the construction project life cycle. *In: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 869. 2020. DOI: 10.1088 / 1757-899X / 869/6/062044

LAKATOS, M. E.; MARCONI, M. A. **Metodologia Do Trabalho Científico**. 4. ed Revista e Ampliada São Paulo: Atlas, 1992.

LI, Y.; TAYLOR, T. R. B. Modeling the Impact of Design Rework on Transportation Infrastructure Construction Project Performance, **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 140, n. 9, 2014. DOI: 10.1061 / (ASCE) CO.1943-7862.0000878.

LI, Y.; WU, Y.; GAO, X. Measures for the optimization and management of construction safety based on BIM technology. *In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020. DOI:10.1088/1755-1315/552/1/012018.

LOVE, P. *et al.* Dispute causation: identification of pathogenic influences in construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 17, n. 4, p. 404-423, 2010. DOI: 10.1108 / 09699981011056592.

MANZIONE, L. *et al.* Desafios para a Implementação do Processo de Projeto Colaborativo: Análise Do Fator Humano. *In: TIC 2011-V ENCONTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO*, Salvador, 2011. DOI: 10.13140/RG.2.2.26258.66245.

MIRANDA, R. D.; SALVI, L. Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 07, p. 79-98, 2019. DOI: 10.32749 / NUCLEODOCONHECIMENTO.COM.BR / ENGENHARIA-CIVIL / TECNOLOGIA-BIM.

OLIVEIRA, V.H.M.; SERRA, S.M.B. Controle de obras por RFID: sistema de monitoramento e controle para equipamentos de segurança no canteiro de obras. **Ambiente construído**, v. 17, n. 4, p. 61-77, 2017. DOI: 10.1590/s1678-86212017000400185.

PERERA, S. *et al.* Blockchain Technology: Is it Hype or Real in the Construction Industry, **Journal of Industrial Information Integration**, v. 17, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100125>.

SAID, H. M; REGINATO J. Impact of Design Changes on Virtual Design and Construction Performance for Electrical Contractors. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 1, 2018. DOI: 10.1061 / (ASCE) CO.1943-7862.0001417.

SAN, K.M.; CHOY C.F.; FUNG, W.P. The Potentials and Impacts of Blockchain Technology in Construction Industry: A Literature Review. *In: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, v. 495, 2019. DOI:10.1088/1757-899X/495/1/012005.

**SEBRAE** – Panorama do Setor da Construção Civil – Cenários 2018-2020 – Casa e Construção Infográfico, 2019. Disponível em: <https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/infografico/panorama-do-setor-de-construcao-civil>

SMITH, D. K.; TARDIF, M. **Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers**. U.S.A: John Wiley & Sons, 2009. 216 p.

SHEN, Z.; ISSA, R.R.A. Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates, **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 15, p. 234–257, 2010. Disponível em: <http://www.itcon.org/2010/18>.

THURAIRAJAH, N.; GOUCHER, D. Advantages and challenges of using BIM: a cost consultant's perspective, *In: 49<sup>th</sup> ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE Proceedings*, 2013, San Luis Obispo, California, USA.

WU, T. H. *et al.* A virtual reality tool for training in global engineering collaboration. **Universal Access in the Information Society**, v. 18, n. 2, p. 243-255, 2017. DOI: 10.1007 / s10209-017-0594-0.

YANG, K.; AHN, C. R.; KIM, H. Validating ambulatory gait assessment technique for hazard sensing in construction environments. **Automation in Construction**, v. 98, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.09.017>.

YANG, Z.; WANG, G. Cooperation between Building Information Modeling and Integrated Project Delivery Method Leads to Paradigm Shift of AEC Industry. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT AND SERVICE SCIENCE*, Wuhan, p. 1-4, 2009. DOI: 10.1109 / ICMSS.2009.5305337.

ZAKER, R., COLOMA, E. Virtual reality-integrated workflow in BIM-enabled projects collaboration and design review: A case study. **Visualization in Engineering, Springer Open**, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2018. DOI: 10.1186/s40327-018-0065-6.