



Novas Tecnologias Aplicadas na Construção Civil: Conceitos da Indústria 4.0

Gustavo Soares Santos

Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)

Campus Poços de Caldas– 37.700-000 – Poços de Caldas – MG – Brazil

gustavo.soares@sou.unifal-mg.edu.br

Abstract. *Industry 4.0 is the main trend of today, represented by the multitude of business possibilities that aim to conquer more space in the market, providing competitiveness between companies and increased profitability, which fits perfectly in the Construction Industry. The results observed through the application of Industry 4.0 in the Construction Industry, recommended technologies of which are presented: the use of BIM (Building Information Model); 3D Printing and Unmanned Aerial Vehicles - Drones. Such technologies bring improvements in the quality of construction works, decreased delivery time, as well as improvements in industry performance.*

Resumo. *A Indústria 4.0 é a principal tendência da atualidade, representada pela infinidade de possibilidades de negócios que pretendem-se conquistar mais espaço no mercado, propiciando competitividade entre empresas e aumento de lucratividade, o que encaixa perfeitamente na Indústria da Construção. Os resultados observados através da aplicação da Indústria 4.0 na Indústria da Construção, preconizou tecnologias dos quais apresentam-se: o uso do BIM (Building Information Model); Impressão 3D e Veículos Aéreos Não Tripulados – Drones. Tais tecnologias trazem melhorias na qualidade das obras da construção civil, diminuição do tempo de entrega, bem como melhorias no desempenho da indústria.*

1. Introdução

As Revoluções Industriais no decorrer do tempo ocasionaram recorrentes mudanças de paradigmas para as indústrias. Cada revolução teve sua contribuição e particularidade, como a Primeira Revolução Industrial, que teve significativos avanços no campo da mecanização; a Segunda avançou no uso intensivo da energia elétrica; e a Terceira avançou fortemente na adoção em larga escala da digitalização. Essas revoluções foram fundamentais para o surgimento da Quarta Revolução Industrial, que está sendo difundida como a Indústria 4.0 que é a mais atual revolução com ideias visionárias (SILVA, 2018).

De acordo com Silva (2018), as necessidades do mercado e da sociedade estão maiores e mais exigentes, sendo necessário que a indústria seja mais eficiente, ágil e eficaz. Assim sendo, são as inovadoras fábricas inteligentes que, através de tecnologias, podem atender essa exigência com o baixo custo e maior rapidez.



Com uso crescente de tecnologias de informação e automação no ambiente de manufatura, a essência dessa revolução é a inovação tecnológica, que vai desde estratégias usando Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IOT) e digitalização de processos, tornando possível a criação de robôs com autonomia, comunicação entre máquinas e identificação de falhas em processos, oportunizando a realização de procedimentos progressivamente mais rápidos e precisos que ampliam sua eficiência.

Entre as indústrias está a Indústria da Construção Civil, um dos setores mais significativos de uma economia, sendo que o progresso desse setor está diretamente ligado ao desenvolvimento e capacidade de produção de um país. A Construção Civil necessita aprimorar-se afim de potencializar seu desempenho, através de tecnologias inovadoras, buscando a integração digital proporcionada pela Indústria 4.0, o que ainda não obteve muita atenção do setor.

Notavelmente, a partir deste horizonte, é possível identificar os setores dentro da Indústria da Construção que podem se beneficiar desse aquecimento tecnológico propiciado pela Indústria 4.0 que permeia as eminentes tecnologias. Com isso, esse estudo analisará algumas dessas tecnologias e seus efeitos no ambiente específico da Indústria da Construção, fornecendo uma visão geral e abrangente de suas funcionalidades, fomentando as oportunidades de inovações, através do processamento e análise de estudos oriundos de tecnologias na área, sendo crucial identificar tais tecnologias que estão rompendo obstáculos e alavancando a prosperidade da Indústria da Construção Civil ao redor no mundo.

2. A Indústria 4.0

A revolução que o mundo vive atualmente chamada de Quarta Revolução Industrial, Revolução 4.0 ou ainda Indústria 4.0, caracteriza-se pela introdução de evoluções tecnológicas no mercado, tais como a IoT, veículos autônomos, IA, robótica autônoma, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia e computação quântica (SCHWAB, 2016).

De acordo com Kagermann et al. (2013), a expressão de Indústria 4.0 surgiu publicamente na Alemanha em 2011, na feira de Hannover. Essa inédita proposta de indústria sucedeu da necessidade de se desenvolver uma abordagem para fortalecer a competitividade da indústria manufatureira alemã. Em 2012 os idealizadores do projeto ministrado por Siegfried Dais e Kagermann apresentaram um relatório de recomendações para o Governo Federal Alemão, de modo a planejar como seria a implantação da Indústria 4.0. Em 2013, aconteceu na feira de Hannover a edição final sobre essa nova perspectiva industrial (SILVEIRA, 2017).

Quando comparada às três Revoluções anteriores, destaca-se nos quesitos: velocidade, amplitude e profundidade e também na fusão de tecnologias e na interação entre os domínios biológicos, físicos e digitais (SANSON, 2017). A Figura 1 faz uma analogia das Revoluções Industriais descritas.

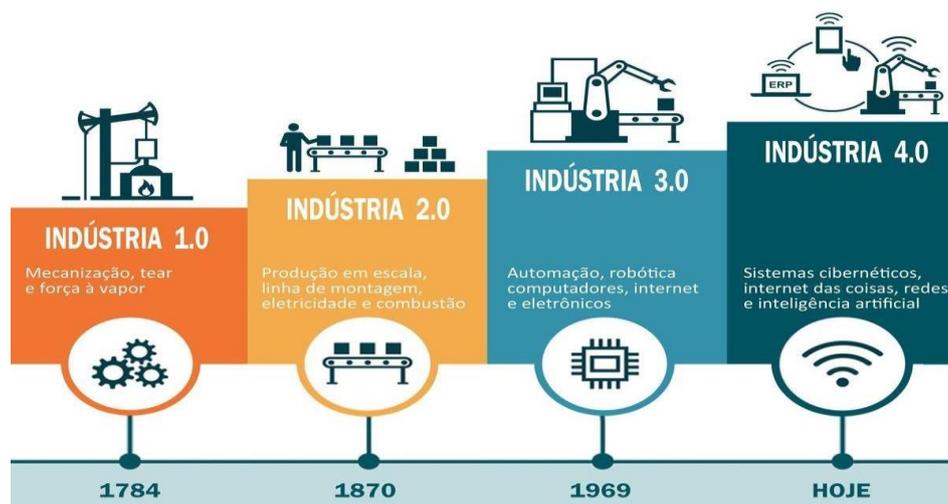


Figura 1. Comparativo entre as Revoluções Industriais (SANSON, 2017).

2.1. Indústrias da Construção Civil

A Construção Civil é um dos setores mais relevantes para a sociedade, pois leva desenvolvimento para a região em que é inserida, além de representar o avanço e progresso. O principal indicativo da relevância do papel da indústria da construção como uma das indústrias mais importantes, pode ser observado através dos valores em investimentos na construção ou em sua contribuição para o PIB de cada país (OESTERREICH e TEUTEBERG, 2016).

A indústria da construção movimentava USD 10 trilhões em bens relativos à construção por ano e emprega cerca de 7% da população mundial em idade de trabalho, todavia apresenta adversidade no quesito produtividade (BARBOSA, et al., 2017). Outro fato importante, é que a produtividade do trabalho na construção diminuiu nas últimas décadas, enquanto outras indústrias manufatureiras quase dobraram sua produtividade no mesmo período (TEICHOLZ, 2013).

Segundo Kraatz et al. (2014), em comparação com o impacto econômico da indústria da construção, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento nesse setor são relativamente baixos, não acompanhando assim o mesmo ritmo de sua importância na economia. Tratando-se de desenvolvimento, na Figura 2 é possível observar que o nível de digitalização na construção civil é baixo, ou seja, há pouco uso de tecnologias digitais no setor.



Figura 2. Nível de digitalização dos setores da economia (KRAATZ et al. (2014).

3. Metodologia

A pesquisa realizada no presente trabalho pretendeu abordar o tema de forma qualitativa buscando compreender a evolução da Construção Civil advinda da Indústria 4.0 e os benefícios proporcionados por esta revolução. Ademais, buscou-se, com o presente trabalho, explorar o tema proporcionando maior familiaridade e compreensão do uso das novas tecnologias aplicadas na indústria da Construção Civil. Para tanto, foi utilizada a pesquisa bibliográfica na literatura nacional e internacional

4. Resultados e Discussões

Foram selecionadas as tecnologias de maior relevância. Foi levado em conta as que estão tendo mais visibilidade no momento e suas importâncias, sendo assim, para os resultados e discussões do trabalho serão elencadas as seguintes tecnologias: a plataforma BIM, a impressão 3D, os Veículos Aéreos Não Tripulados – Drones.

4.1. BIM

A Modelagem de Informações da Construção ou Building Information Modeling é uma das principais tecnologias desenvolvidas para o setor da Construção Civil. BIM é um

conjunto de tecnologias e processos integrados que possibilita a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma obra e a troca de dados entre softwares de modo colaborativo, atendendo a todos os envolvidos no empreendimento, durante toda a vida útil da construção (CHECCUCCI, 2019).

A Figura 3 ilustra a comunicação entre softwares, o que é possível através da interoperabilidade. Dentro da plataforma BIM é possível a importação e exportação de vários modelos de arquivos compatíveis, o que favorece que os softwares conversem entre si, mostrando a relevância de tal tecnologia para a Indústria da Construção, pois os dados de projeto que antes eram perdidos puderam ser solucionados e otimizados.

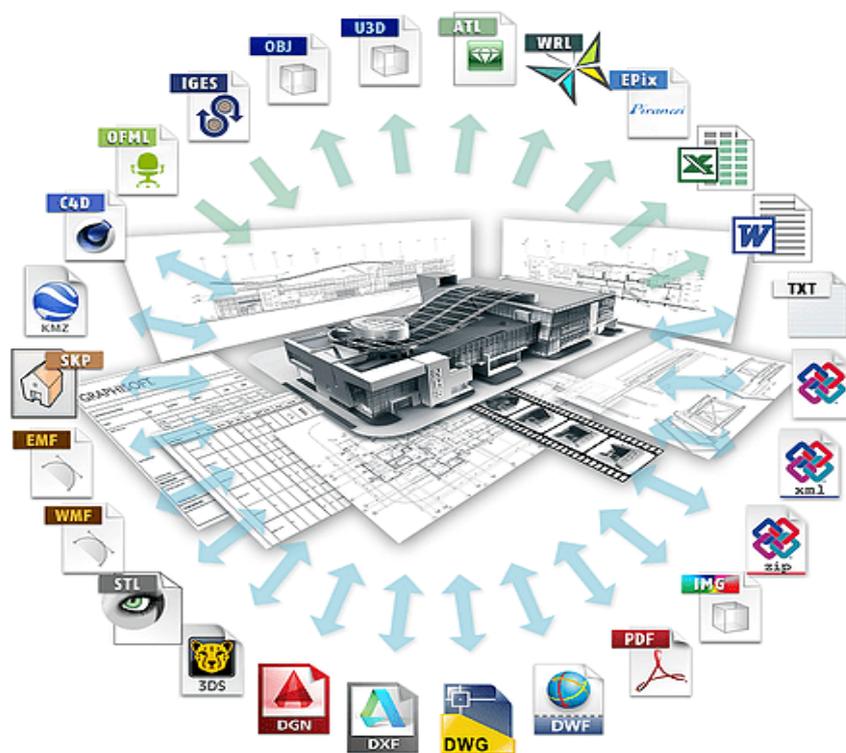


Figura 3. Comunicação entre softwares em um modelo BIM (CHECCUCCI, 2019).

O BIM viabiliza a realização de todas as etapas do projeto, compreendendo inclusive, a criação de modelos 3D automatizados que auxiliam no entendimento do projeto pelos stakeholders, permitindo assim a melhoria continuada do processo. Em virtude disso, tem-se a criação de um banco de dados que propicia a visualização do projeto por completo e por consequência, a melhoria dos processos com intenção de agilizar a finalização do empreendimento e favorecer a manutenção do local já construído (SUCHOCKI, 2016).

Na Figura 4 é possível observar os efeitos da plataforma BIM na Construção Civil.



Figura 4. Áreas de atuação da plataforma BIM (SUCHOCKI, 2016).

As áreas de atuação da plataforma BIM se distinguem das demais ferramentas por ser possível aliar o modelo 3D digital de uma obra com informações para análises visuais, 4D para cronograma e planejamento, acrescido do 5D para estimativa e custos e o 6D para manutenção e operação dos produtos (MATTOS, 2014).

4.2. Impressão 3D

A impressão 3D aplicada à Indústria da Construção Civil tem a capacidade de transformá-la, por meio de benefícios como: liberdade de design com propriedades especiais; construção autônoma com a diminuição da dependência de mão-de-obra; redução de custos e desperdícios aumentando a sustentabilidade; ganho de velocidade nas obras com previsibilidade e rapidez de entrega; aumento da qualidade final da obra com execução detalhada e precisa com aumento de eficiência (WU, et al. 2018).

As aplicações da impressão 3D na Indústria da Construção se dão através das mais variadas formas, desde impressões de pequenas peças e componentes utilizando plástico como material-base, até impressões de estruturas utilizando concreto. Wu et al. (2018) demonstram, através de seus estudos, a aplicação da impressão 3D na construção de uma plataforma digital que compreende braços robóticos elétricos e hidráulicos capazes de montar sistemas estruturais diretamente a partir do canteiro de obras.

Wu et al. (2018) apontam os três processos mais sobressalentes de impressão 3D para a construção civil: Contour Crafting; Concrete Printing; e D-Shape.

Contour Crafting ou contorno em concreto: é um procedimento de fabricação híbrido que harmoniza um processo de extrusão para formar superfícies de objetos e um processo de preenchimento para construir o núcleo do objeto em forma de camadas. A impressão é feita percorrendo contornos por camada, acompanhando os movimentos programados com base no projeto 3D da estrutura, através de um sistema de pórtico conduzido por computadores, movimentando-se sobre um trilho permitindo a movimentação do bico por onde é despejado o concreto (PORTO e KADLEC, 2018). Dessa maneira, a impressora refaz o percurso dos contornos inúmeras vezes, depositando o concreto através do bico, que concomitantemente é raspado nas laterais com a ajuda de pás que acompanham o bico, garantindo que a forma final esteja alinhada e obtendo a estrutura almejada, como mostra a Figura 5.



Figura 5. Impressão 3D contorno em concreto (PORTO e KADLEC, 2018).

Concrete Printing ou de impressão em concreto: semelhante a impressão de contorno também possui método de construção baseado na extrusão, diferenciando-se pela menor resolução de deposição das camadas, podendo alcançar uma maior liberdade tridimensional. Pode ser manuseada por um pórtico com movimento tridimensional ou braços robóticos, onde o tamanho da estrutura para a impressão é menor e não tem auxílio das pás, resultando em uma tecnologia mais propícia para ser operada dentro de ambientes fechados (PORTO e KADLEC, 2018), conforme apresentado na Figura 6.



Figura 6. Impressão 3D em concreto (PORTO e KADLEC, 2018).

D-Shape: ao contrário dos dois modelos apresentados anteriormente, a tecnologia D-Shape não é por extrusão de materiais e sim por deposição de pó seletivamente endurecido através da aplicação local de um material ligante. A tecnologia utiliza-se de um granulado orgânico na forma de rochas trituradas ou areia, que são colocadas com a espessura desejada e assim prensadas juntas no padrão determinado pelo projeto 3D, por meio uma tinta de ligação inorgânica aplicada a partir da impressora (WU et al., 2018). Conforme Porto e Kadlec (2018) o fato dessa tecnologia utilizar processos de aglomeração de matéria inerte a torna de grande interesse para os campos de exploração espacial, pois possibilita a utilização de solo lunar para construção de estruturas em ambientes espaciais, o que pode ser observado na Figura 7.

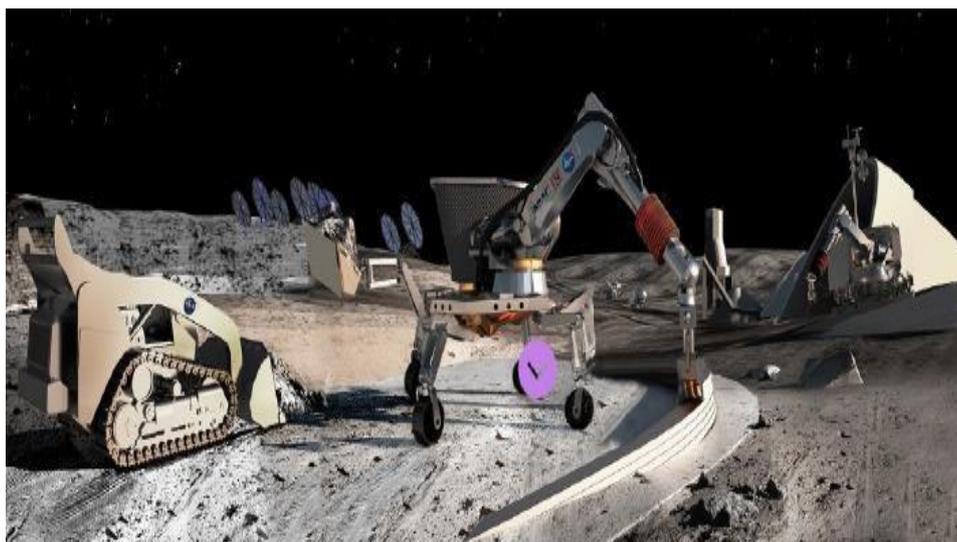


Figura 7. Projeção de D-Shape no espaço (WU et al., 2018).

Perante o exposto da Impressão 3D, observa-se que essa tecnologia derivada da Indústria 4.0 já faz parte da Indústria da Construção e que estão sendo aprimoradas a cada dia para que se possa alcançar projetos cada vez mais ambiciosos, o que evidência um grande ensejo para o setor. A Impressão 3D tem forte potencial para revolucionar a construção civil, quebrando todos os paradigmas impostos pelos métodos construtivos convencionais.

4.3. Drones

Veículos Aéreos não tripulados – VANT's ou Drones são robôs voadores de pequeno porte comandados com a ajuda de um controle remoto, disponíveis nos mais variados modelos, podendo ser manuseados desde uma tela de um smartphone até os mais complexos que exigem controle via rádio próprio (ARAUJO, 2018). É uma tecnologia que foi recentemente inserida na construção civil, o que pode ser observado na Figura 8, e que vem ganhando espaço por tornar o processo de gerenciamento de obras mais objetivo e produtivo.



Figura 8. Drone na Construção Civil (ARAUJO, 2018).

De acordo com Melo (2015), o potencial de utilização dos Drones vem sendo estudado, com descobertas de suas diversas aplicações em diferentes áreas, desde inspeção a levantamento de imagens. Ainda segundo o autor, o Drone apresenta inúmeras vantagens como: segurança, pois possibilita operações em locais de risco sem colocar vidas em perigo; facilidade de operação, sendo mais simples que outros tipos de aeronaves; baixo custo podendo ser controlado por computadores, operando de maneira autônoma; mobilidade devido ao seu tamanho pequeno e a possibilidade de ser controlada a distância; leve e pequeno consumindo pouca energia e os custos são reduzidos devido a não necessitar de mão-de-obra embarcada.

Com os benefícios que o Drone traz é possível fazer o gerenciamento da obra, através do acompanhamento, controle, inspeções e até mesmo a manutenção no pós-obra. O que antes era feito pessoalmente agora é feito através de dispositivos acoplados no drone, como câmeras HD, Full HD e 4K, sensores de infravermelho, sensores térmicos, radares, lasers e GPS. Essa nova tecnologia automatizada possibilita superar dificuldades que anteriormente exigia muito tempo, alto custo e perigo em locais de difícil acesso (ARAUJO, 2018).

Os drones também são utilizados para a manutenção e acompanhamento de estruturas complexas e de difícil acesso, como pode ser analisado na Figura 9. Outro fator é o monitoramento em tempo real da obra, isso permite observar frequentemente locais extensos, evitar acidentes e dar uma resposta rápida a qualquer problema, gerando um ganho de tempo se comparado ao processo tradicional (MELO, 2015).



Figura 9. Inspeção predial (ARAUJO, 2018).

Na etapa de levantamento de campo são usadas tecnologias em conjunto com o Drone, como Fotogrametria e o LIDAR que utilizam fotos em alta definição combinadas com varredura 3D e sistemas de informações geográficas, aperfeiçoando em velocidade e precisão o levantamento de campo feito por drones (AGARWAL et al., 2016).

5. Considerações Finais

A adoção das tecnologias da Indústria 4.0 tem implicações de longo alcance para toda a Indústria da Construção. Elas estão em diferentes níveis de maturidade, o BIM, por exemplo, já está há mais tempo na construção civil do que a Impressão 3D e o uso de Drones que ainda estão em fase inicial.



As três tecnologias selecionadas são apenas algumas de muitas tecnologias que a Indústria 4.0 propicia, porém as que foram mencionadas teve maior representatividade na análise da literatura pois seus usos já estão em andamento na construção.

A plataforma BIM mostrou-se revolucionária devido a sua diversidade de integrações de sistemas; permite a harmonia entre o mundo real e virtual através da realidade aumentada; oportuniza que produtos e processos sejam ensaiados e testados durante a fase de concepção por meio de simulações; obtém mecanismos de troca de dados cada vez mais confiáveis através da computação em nuvem; faz modelação 3D capaz de ser compreendido pela manufatura aditiva; pode em alguns casos englobar armazenamento e processamento de dados na rede com auxílio de tomada de decisões através do Big Data; esses dados são transmitidos cada vez mais rápido em tempo real devido a utilização de equipamentos com tecnologia embarcada que contém componentes de IoT.

A Impressão 3D está tendo um forte impacto na Indústria da Construção, pois já está sendo possível construção de obras por meio da manufatura aditiva.

O uso dos Drones é a grande aposta para o Construção Civil, pois abrange a maioria de seus setores, podendo citar alguns de seus usos em estradas, barragens, inspeções prediais, levantamento de campo, verificações dentre outras.

Com base nos dados levantados, é possível afirmar que a Indústria 4.0 traz para a Indústria da Construção Civil economia de custo e tempo, diminuição de desperdício, entrega dentro do prazo e do orçamento, melhoria na qualidade de seus serviços, melhoria na colaboração e a comunicação entre os stakeholders sem contar o aumento de segurança nos canteiros de obras.

Em síntese, a Indústria 4.0 já é uma realidade na Indústria da Construção, porém pouco difundida no setor, o que mostra o grande potencial que essa revolução pode trazer para Construção Civil. Assim sendo, a Indústria 4.0 pode ajudar a Indústria da Construção Civil a se transformar em uma indústria orientada para a tecnologia e a acompanhar outras indústrias de manufatura em termos de melhoria de desempenho, movendo para dentro do setor o conceito inovador da Indústria para que possa ser alcançado novas fronteiras.

Referências

- Agarwal, R., Chandrasekaran, S. e Sridhar, M. (2016). *Imagining construction's digital future*. McKinsey&Company. Singapura.
- Araujo, E. O. A. (2018). *Um Estudo de Automação Visando o Aumento de Produtividade na Construção Civil* - Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica.
- Checucci, É. S. (2019). *Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018*. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019008. DOI: 10.20396/parc.v10i0.8653708. <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708>. Julho.
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N. e Brown, S. (2017). *Reinventing construction: a route to higher productivity*. McKinsey Global Institute. [S.l.].



- Kagermann, H. (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry, Final Report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Kraatz, J. A., Hampson, K. D. e Sanchez, A. X. (2014). The global construction industry and R&D Investment and Impact in the Global Construction Industry, 1st ed., pp. 4-23. Routledge.
- Mattos, A. D. (2014). Bim 3D, 4D, 5D e 6D. Blogs. PINIweb. <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>. Julho.
- Melo, R. R. S. D. (2015). Uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) para monitoramento de obra com ênfase em segurança e logística. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.
- Oesterreich, T. D. e Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. Computers in Industry, v. 83, p. 121–139. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>. Julho.
- Porto, G. D. B. P. e Kadlec, T. M. D. M. (2018). Mapeamento de estudos prospectivos de tecnologias na revolução 4.0: um olhar para a indústria da construção civil. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba.
- Sanson, C. (2017). Quarta Revolução Industrial: Revolução 4.0. [S.l.: s.n.], 55 p. <https://pt.slideshare.net/RitaCasiraghiMoschen/a-quarta-revoluo-industrial-klaus-schwab>. Julho.
- Schwab, K. (2016). A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro.
- Silva, E. (2018). Automação & Sociedade, Quarta Revolução Industrial, um Olhar para o Brasil, edição. Pós-doutorado na Escola Politécnica da USP, Doutor em Ciências pela Escola Politécnica da USP.
- Silveira, C. B. (2017). O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo. Citisystems. <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Junho.
- Suchocki, M. (2016). Bim para construção: A hora da verdade para a engenharia e construção. White Paper Autodesk, São Paulo, abr.
- Teicholz, P. M. (2013). Labor-productivity declines in the construction industry: causes and remedies (a second look). AECbytes.
- Wu, P. Zhao, X. Baller, J. H. Wang, X. (2018). Developing a conceptual framework to improve the implementation of 3D printing technology in the construction industry. Architectural Science Review: pp. 1-10.