

Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira
Impacts of industry 4.0 on brazilian civil construction

DOI:10.34117/bjdv5n10-210

Recebimento dos originais: 10/09/2019

Aceitação para publicação: 14/10/2019

Alessandra dos Santos Simão

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense
 Instituição: UNIFAA – Centro Universitário de Valença
 Rua Sargento Vitor Hugo, nº 161, Fátima, Valença - RJ
 Email: alessandra.simao@faa.edu.br

Luciane Ferreira Alcoforado

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense
 Instituição: Universidade Federal Fluminense
 Rua Passos da Patria, nº 156, 3º andar – Sala 365 – Bloco “D” – São Domingos – Niterói – RJ
 Email: lucianealcoforado@gmail.com

Orlando Celso Longo

Doutor em Engenharia de Transportes pela Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Instituição: Universidade Federal Fluminense
 Rua Passos da Patria, nº 156, 3º andar – Sala 365 – Bloco “D” – São Domingos – Niterói – RJ
 Email: orlandolongo@gmail.com

Danillo Araújo dos Santos

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense
 Instituição: Universidade Federal Fluminense
 Rua Passos da Patria, nº 156, 3º andar – Sala 365 – Bloco “D” – São Domingos – Niterói – RJ
 Email: enguva.danillo@gmail.com

Fábio dos Santos

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense
 Instituição: Universidade Federal Fluminense
 Rua Passos da Patria, nº 156, 3º andar – Sala 365 – Bloco “D” – São Domingos – Niterói – RJ
 Email: santfab@gmail.com

Alice Duarte Silva

Graduanda em Ciências Contábeis pela Associação Educacional Dom Bosco
 Instituição: Associação Educacional Dom Bosco - AEDB
 Avenida Professor Antonio Esteves, s/n, Morada da colina, Resende - RJ
 Email: aliceduarte03@outlook.com

Carlos Augusto Gabriel Menezes

Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Instituição: Associação Educacional Dom Bosco - AEDB
 Avenida Professor Antonio Esteves, s/n, Morada da colina, Resende - RJ
 Email: carlos.menezes@aedb.br

Júlio Cândido Meirelles Júnior

Doutor em Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Instituição: Universidade Federal Fluminense
 R. Des. Ellis Hermydio Figueira, 783 - Bloco A, sala 301 Aterrado – Volta Redonda - RJ
 Email: profjcm@gmail.com

RESUMO

A tecnologia 4.0, atualmente, tornou-se o principal foco de discussões por todo o mundo, buscando alternativas para melhorar o desempenho produtivo e reduzir os custos, utilizando a tecnologia de ponta, como a internet das coisas, a computação em nuvem, BIM (*Building Information Modeling*), Machine learning e Big Date. Neste contexto, o principal objetivo deste artigo é inicialmente mostrar o que é a indústria 4.0 e as revoluções que a antecederam, como ela funciona no setor de construção civil brasileira, as principais vantagens e desvantagens do uso da nova tecnologia nos canteiros de obras, como irá afetar o trabalhador e quais são os desafios para a implantação no Brasil. Diante disso, o artigo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, considerado uma pesquisa básica, e sua abordagem é qualitativa e quantitativa, com o objetivo exploratório e descritivo. Desse modo foi formulado um questionário online destinado a profissionais, por isso o público alvo escolhido foi em torno de 30 profissionais, porém apenas 18 respondentes concluíram o envio das informações, totalizando a forma de participação de 60% dos profissionais da área, a fim de colher a opinião deles sobre a utilização da indústria 4.0 na construção civil brasileira, observa-se que a maioria dos profissionais trabalham nos setores acadêmico e empresarial. Os resultados da pesquisa foram comparados com a situação atual da indústria de construção civil.

Palavras Chave: indústria 4.0 - construção civil - análise do resultado - qualidade e inovação - processo de produção

ABSTRACT

4.0 technology has now become the main focus of discussions around the world, looking for alternatives to improve productive performance and reduce costs using cutting-edge technology such as the internet of things, cloud computing, BIM (Building Information Modeling), Machine learning and Big Date. In this context, the main objective of this article is initially to show what is industry 4.0 and the revolutions that preceded it, how it works in the Brazilian construction sector, the main advantages and disadvantages of using new technology in construction sites, such as will affect the worker and what are the challenges for deployment in Brazil. Given this, the article is characterized as an applied research, considered a basic research, and its approach is qualitative and quantitative, with the exploratory and descriptive objective. Thus, an online questionnaire was formulated for professionals, so the target audience was around 30 professionals, but only 18 respondents completed the submission of information, totaling the participation of 60% of professionals in the area, in order to To gather their opinion about the use of industry 4.0 in Brazilian civil construction, it is observed that most professionals work in the academic and business sectors. The survey results were compared with the current situation of the construction industry.

Keywords: industry 4.0 - construction - result analysis - quality and innovation - production process.

1. INTRODUÇÃO

A indústria mundial tem sofrido mudanças e tais mudanças são denominadas revoluções industriais, atualmente vivemos o conceito de indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial. Para atender as necessidades humanas e do mercado mundial, a indústria precisa ser mais ágil, eficiente e eficaz; para que o problema de maior demanda seja resolvido, diante

desses problemas foi criada uma fábrica inteligente que pode atender todas as necessidades com o custo baixo e com mais rapidez.

Esse fenômeno pode ser conceituado como indústria 4.0, é uma fábrica que faz produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes. Segundo o professor da Universidade de Berlim e diretor do Instituto IPK da Sociedade Fraunhofer, Eckatar Uhlmann, a ideia principal da indústria 4.0 é uma produção totalmente conectada ao mundo digital ou virtual. O objetivo da indústria 4.0 é oferecer produtos customizados individuais, mas da mesma forma om se fosse uma produção seriada, em massa (ACATECH, 2013).

No Brasil, esse conceito ainda é desconhecido pela maioria e segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), o baixo crescimento desta evolução é um entrave a sua utilização neste país. Em pesquisa com todas as indústrias brasileiras, apenas 48% delas utilizam pelo menos uma tecnologia, o percentual cresce para 63% em grandes empresas e cai para 25% em pequenas empresas (CNI, 2016).

A indústria da construção civil sempre procurou implantar a racionalização do trabalho, seguindo o modelo taylorista, na tentativa de obter um maior controle sobre o trabalho. No entanto, como os métodos de trabalho são bastante variáveis, sem repetição nas suas operações, as tentativas de “racionalização” acabam se frustrando e a alta rotatividade da mão-de-obra no setor dificulta o treinamento nesse novo método de trabalho. (FLEURY E VARGAS, 1983). Segundo Marx (1994), o processo de produção do setor de construção civil brasileira continua sendo semi-artesanal ou de base artesanal, como na manufatura do início da Revolução Industrial.

Diante desse contexto levanta-se a questão problema: Quais são os impactos que essa nova tecnologia pode trazer para o cenário atual brasileiro?

Para tanto, busca-se como objetivo geral: avaliar os impactos que a indústria 4.0 poderá gerar na construção civil.

Especificamente, objetiva-se: apresentar o setor da construção civil no contexto da indústria 4.0; e apresentar as vantagens e desvantagens da indústria 4.0 no setor de construção civil.

Este trabalho, com foco nos impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira, é um estudo relevante, pois oferece melhor compreensão sobre os potenciais impactos no setor de construção civil. De acordo com CBCI (2016), a implantação da indústria 4.0 e suas

inovações pode melhorar as condições de trabalho, com novas ferramentas e máquinas inovadoras, melhorar a produtividade e reduzir custos de produção (CBIC, 2016).

2. INDÚSTRIA 4.0

Durante o período histórico, a evolução da indústria juntamente com a tecnologia se viu, primeiramente em três fases: na Primeira Revolução Industrial houve o advento das máquinas a vapor e o uso do carvão como combustível, na Segunda houve o surgimento da energia elétrica e da linha de produção em série, a Terceira veio com a automação das máquinas, uso dos computadores e a internet, e atualmente, na Quarta Revolução Industrial vive-se o conceito de digitalização e o mundo virtual, conforme demonstra a Figura 1 (COLLABO, 2016).

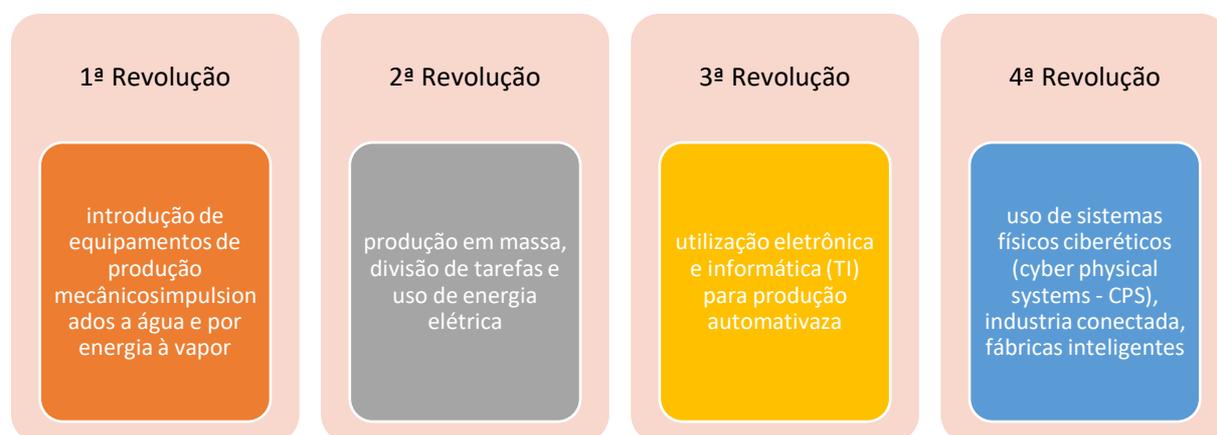


Figura 1: As revoluções industriais

Fonte: elaborado com base em CALLABO, 2016

Em meados da década de 2010 começa a ser debatido sobre a Quarta Revolução Industrial.

A indústria 4.0, também chamada de Quarta Revolução Industrial, é marcada pela informação digital. A tecnologia da informação se torna parte integral dos processos industriais, e decisões são tomadas de forma automática a partir do uso de um grande conjunto de dados armazenados, chamado de *Big Data*. Para a indústria 4.0 se torne factível, requer adoção de uma infraestrutura tecnológica formada por sistemas físicos e virtuais, com apoio do *Big Data*, *Analytics*, robôs automatizados, simulações, manufatura avançada, realidade aumentada e a internet das coisas (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN, 2016, p.5)

A Indústria 4.0, que de acordo com Coelho (2016), também conhecida como “*smart factory*”, “*intelligent factory*”, “*factory of the future*”, “manufatura avançada” ou “Quarta Revolução Industrial” são termos que descrevem uma visão do que será uma fábrica no futuro. Nesta visão as fábricas serão muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis, participando de toda a integração das etapas da cadeia de valor sendo: desenvolvimento do produto, insumos, produção, marketing, venda e distribuição, e pós-venda (manutenção, reparo, etc.)

Para o desenvolvimento deste modelo de indústria inteligente faz-se imperativo alguns pontos importantes, tais como a capacidade de adaptação, melhoria da eficiência dos recursos e conexão de todos os envolvidos, desde o processo de criação de valor até a aplicação estratégica. Para alcançar esse propósito, a Indústria 4.0 tem sua base tecnológica composta por sistemas cibernéticos, Internet das Coisas, *Big Data*, Computação em nuvem e *Machine Learning*. Combinando essas tecnologias, pretende-se tornar autônomas e mais eficientes as etapas de produção.

Os princípios básicos da manufatura avançada poderão ser divididos em:

- *Cyber-Physical Systems* (CPS)

Os CPS são definidos como a integração da computação, redes e processos físicos. De acordo com Nudez (2015) os CPS traduzem a tendência de ter informações e serviços em todo o lugar e em tempo real, que se torna cada vez mais possível graças a facilidade do acesso e implantação da rede de internet nas indústrias. Junto com os CPS são incorporadas outros conceitos e princípios da manufatura avançada, como a *Internet of Things – IoT*, *Big Date* e Cloud Computing. (NUDEZ, 2015)

- *Internet of Things* (IoT)

O termo *Internet of Things (IoT)* vem do inglês e é traduzido como Internet das Coisas, é baseado na Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), que usa a infraestrutura da internet para conectar máquinas e objetos com sensores inteligentes e softwares.

- *Big Date*

Segundo Santos e Ferreira (2014) o conceito de *Big Date* pode ser definido como ferramentas e práticas que gerenciam e analisam grandes volumes de dados, de diferentes fontes, em velocidade considerável, buscando agregar as organizações valor de negócios e maior confiabilidade em relação às decisões a serem tomadas. O *Big Date* é responsável pela coleta, transmissão, processamento e análise de dados em larga escala.

- *Cloud Computing*

Cloud Computing ou computação em nuvem é todo conceito que se tem hoje do que é computação (processamento, armazenamento e softwares) só que armazenando na rede, podendo ser acessado remotamente através da internet, é como dizer que a rede é um grande computador. (SISNEMA, 2009)

- *Machine Learning*

A primeira definição de *machine learning* partiu de Samuel (1959), definindo o campo de estudo que proporciona aos computadores a habilidade de aprender sem ser explicitamente programado.

3. A CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA

Para FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro) a ICC (Indústria da Construção Civil), economicamente, é um dos setores mais importantes. A capacidade produtiva brasileira está diretamente relacionada ao crescimento do setor (FIRJAN, 2013).

A Construção Civil desempenha um papel de grande importância, envolvendo um conjunto de atividades importantes para a economia, pois contribui de maneira substancial para o desenvolvimento econômico e social do país. Sob o ponto de vista econômico, o setor contribui para o desenvolvimento de outros setores ao gerar consumo de bens e serviços. Sob o ponto de vista social, o setor evidencia sua importância ao apresentar uma alta capacidade de absorção de mão-de-obra, gerando emprego, renda e tributos (ABIKO e GONÇALVES, 2003).

Para Abiko et al (2003) o desempenho da Construção Civil é fortemente correlacionado com o crescimento do PIB. A expansão histórica da indústria confirma essa correlação. Nas décadas de forte crescimento do PIB, a ICC também se expandiu a taxas elevadas, enquanto nos períodos de baixo crescimento o setor pouco se desenvolveu.

Em relação a força de trabalho, a Construção Civil proporciona cerca de 7,5 milhões de empregos diretos, o que representa 7,58% do total do pessoal ocupado na economia brasileira. Conforme estudo da Fundação Getúlio Vargas, indiretamente o setor concentra outros 1,2 milhão de trabalhadores e de forma induzida, 2,5 milhões trabalhadores. A cada 100 empregos diretos criados nesta área, surgem automaticamente outros 21 indiretos e 47 induzidos.

A Construção Civil brasileira é segmentada basicamente em três subsetores: materiais de construção, construção pesada e edificações, que formam uma complexa rede de produção (MONTEIRO FILHA; COSTA; ROCHA, 2010).

4. INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Do ponto de vista tecnológico, os processos construtivos são basicamente três processos: tradicional, convencional e industrializado. O processo tradicional baseia-se no modelo artesanal, enquanto o processo convencional trata da divisão de trabalho e parcialmente mecanizado. Já o processo industrializado a mecanização é total.

No Brasil ainda pode ser verificado uma combinação de técnicas convencionais e artesanais a métodos mecanizados de construção, com a máquina substituindo o homem nas operações mais pesadas (DACOL, 1996).

Entretanto, em 2013 entrou em vigor a Norma de Desempenho – NBR 15.575 (ABNT, 2013), publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A norma disseminou conceitos de gestão da qualidade que propiciou a adoção de novos modelos de organização e inovações tecnológicas em diversas empresas, que atualmente compõem um núcleo dinâmico e moderno com desempenho comparável a empresas europeias e americanas. Tal norma, institui um nível mínimo de desempenho para os elementos principais da obra, ao longo de sua vida útil, com isso, é possível afirmar que a norma de desempenho induz a utilização de sistemas construtivos inovadores (CBIC, 2016).

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) no atual cenário pode ser observado uma elevação do custo da mão de obra, ocasionada pela maneira desordenada em que o mercado imobiliário cresceu. Em consequência disso, a busca por tecnologias para diminuir o contingente de operários em obra e o custo das obras também aumentou (CBIC, 2016).

Conforme diversos autores (PRIES; JANSZEN, 1995; BOUGRAIN, 2010; GAMBATESE; HALLOWELL, 2011) destacado pela CBIC (2016) a adoção de inovações destaca-se como uma opção viável para melhoria ao atendimento das demandas da construção civil, apresentando diversas vantagens em seu uso, como por exemplo, a redução de custo de mão de obra, o aumento de produtividade, a redução de custo de produção.

Para Vargas (1992) o emprego de inovações tecnológicas contribui para melhorar as condições de trabalho, aumentar o ritmo das construções e tirar o melhor proveito da mão de obra visando alcançar o melhor custo-benefício, além de melhorar a qualidade do produto final e ainda contribui significativamente para a qualidade do produto final.

A análise que a CBIC (2016) realizou a respeito dos desafios da indústria da construção civil identificou como principal resultado a necessidade de as empresas construtoras incorporarem inovações tecnológicas ao segmento.

A cada dia o uso cada vez maior de ferramentas computacionais nos cálculos estruturais, no georreferenciamento, na gestão de projetos e até mesmo no canteiro de obras com ferramentas tecnológicas, tais como: trenas por infravermelho, nível a laser, estações topográficas computacionais. Contudo, ainda são iniciativas tímidas, algumas com maior difusão nos canteiros (PORTUGAL, 2016).

Dentre as inovações tecnológicas, algumas estão mais visíveis e sendo discutidas no meio acadêmico, tais como: drones para acompanhamento da obra, tablet para controle e execução da obra, equipamentos robotizados para utilização no canteiro de obras, *Roff it* (software de auxílio ao projeto de cobertura), Tripod Archi (aparelhos medidores que transforma as medições em plantas e maquetes 3D e o BIM).

O BIM (*Building Information Modeling*) é um avanço significativo no uso de programas computacionais para desenhos de engenharia. O BIM que significa “modelagem da informação da construção”, já é uma realidade e tornou possível projetos mais precisos, entregues em menos tempo e com a garantia de menos problemas na obra.

Dentro da Gestão de obras, ferramentas como *Construct* objetivam o ganho de produtividade no canteiro de obras por meio do acompanhamento das atividades em tempo real.

Especialistas, tais como Portugal (2016) garantem que mesmo em pequenos projetos de construção, a integração e digitalização oferece grandes benefícios em redução de falhas, aumento de eficiência e produtividade.

De acordo com o estudo desenvolvido pela PwC Global (*PricewaterhouseCoopers*) em 2016, a ausência de cultura digital e de treinamentos específicos foi identificada como o maior desafio enfrentado pelas empresas de engenharia e construção em todo o mundo na implantação dos conceitos da indústria 4.0.

O estudo contou com a participação de executivos de 26 países, e que constataram que os ganhos de eficiência e produtividade ofertados pelas ferramentas tecnológicas sejam efetivadas, é necessário que os gestores tracem planos de validação dessas tecnologias com suas equipes e definam claramente os ganhos esperados no processo.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracterizara-se como pesquisa de natureza aplicada, pois gera conhecimentos novos e úteis para aplicação prática dirigida para a solução de possíveis problemas. Utiliza-se dos tipos de pesquisa exploratória e descritiva com abordagem

qualitativa. A pesquisa descritiva objetiva descrever as características de um grupo. Segundo Gil (1996, p. 42) “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”.

Quanto a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com objetivo de torná-lo explícito ou construir hipóteses. Para tanto, envolve pesquisa bibliográfica, entrevista, análise de problemas, assumindo as formas de pesquisa bibliográfica e estudos de caso (ALENCAR, 2004; SILVA e MENEZES, 2005).

Quanto à abordagem, a pesquisa qualitativa que não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. (SILVA e MENEZES, 2005).

Quanto aos procedimentos metodológicos, a pesquisa foi desenvolvida em três fases : i) Inicialmente, levantamentos bibliográficos sobre o tema buscam em bases de dados de artigos para buscar aqueles mais relevantes e atuais sobre o tema proposto; ii) Aplicação de um questionário com especialistas da área, e iii) tabulação e análise dos questionários.

O questionário foi estruturado em dez perguntas sobre a implantação da indústria 4.0 na construção civil brasileira e os impactos que podem gerar no mercado. O público alvo escolhido é composto por 30 especialistas e profissionais do setor de construção civil.

O questionário foi aplicado por formulário online e encaminhado aos respondentes no mês de maio de 2018.

Apesar de diversos contatos por email solicitando a participação na pesquisa, apenas 18 respondentes concluíram o envio das informações, totalizando dessa forma uma participação de 60%.

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com Wallace Palmquist (1992), tal debate sobre os impactos da nova tecnologia no mercado de trabalho tem dois lados: os que acreditam que as mudanças provocadas pelas novas tecnologias na qualificação para o trabalho enaltecem a medida que permitem um entendimento mais amplo do processo como um todo; e os que acreditam que a tecnologia desqualifica o trabalhador e degrada o emprego por fazer com que o trabalho seja mais rotineiro. Palmquist (1992) ainda comenta que um terceiro grupo admite a existência de

ambos os fatores, tanto a melhoria quanto a degradação, sem uma "mudança líquida" na distribuição da força de trabalho em longo prazo.

De acordo com a pesquisa realizada, pode-se dizer que o tempo de experiência no mercado de trabalho da maioria dos profissionais entrevistados possuem maior concentração em "até 5 anos" (27,8%) e "de 10 a 15 anos" (27,8%). Entretanto, podemos afirmar que 50% dos respondentes da pesquisa possuem mais de 10 anos de experiência profissional, conforme mostra a Tabela 1

Tabela 1 - Experiência profissional

Tempo de experiência no mercado	Frequência
até 5 anos	27,80%
de 5 a 10 anos	22,20%
de 10 a 15 anos	27,80%
acima de 15 anos	22,20%

Fonte: Elaboração Própria

Para melhor caracterização da amostra, foi solicitado aos respondentes apresentassem a área de atuação: acadêmico, empresarial e governamental. Verifica-se que a maioria dos respondentes, cerca de 33,3%, atuam na área acadêmica e 27,9% trabalham tanto no setor empresarial como no acadêmico, sendo assim a maioria dos profissionais atuam no setor acadêmico.

Tabela 2 – Área de atuação

Área de atuação	%
acadêmico	33,3%
empresarial	22,2%
governamental	11,1%
Empresarial + Governamental	5,5%
Acadêmico + Empresarial	27,9%
Governamental + Acadêmico	0%

Fonte: Elaboração Própria

No que se trata do nível de conhecimento da indústria 4.0 (em uma escala de 0 a 10), contata-se que 22,2% tem um nível de conhecimento razoável, 5 na escala, e outros 22,2% tem um bom nível de conhecimento, acima de 7.

Pode-se verificar que não obteve-se respondentes sem conhecimento a respeito da indústria 4.0

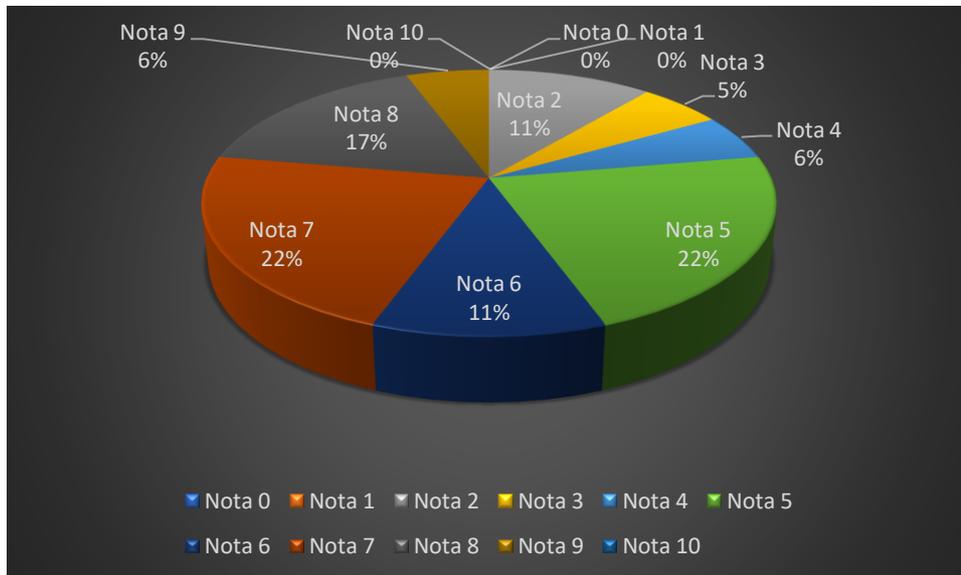


Gráfico 1- Nível de conhecimento dos respondentes acerca da indústria 4.0

Fonte: próprio autor

Os meios utilizados para adquirir o conhecimento sobre essa nova tecnologia foram leituras de artigos sobre o tema, pesquisa dentro da universidade e vivência profissional; conforme mostra o Gráfico 2, cerca de 56,7% conhecem o tema por meio de leituras de artigos e outros, pois optaram por mais de uma resposta, e somente 5,6% dos entrevistados não tinham conhecimento sobre o tema.

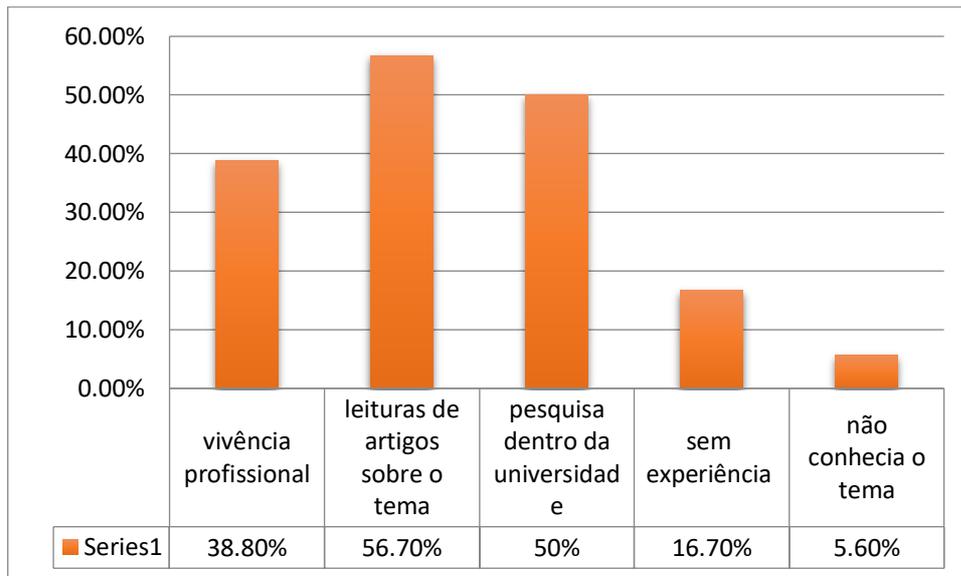


Gráfico 2- meios de conhecimento

Fonte: próprio autor

A respeito da estimativa de redução de custos em toda a obra de construção, 5,6% responderam que o custo irá reduzir de 5% a 10%, e 82,9% dos profissionais não souberam estimar, conforme os dados do Gráfico 3.

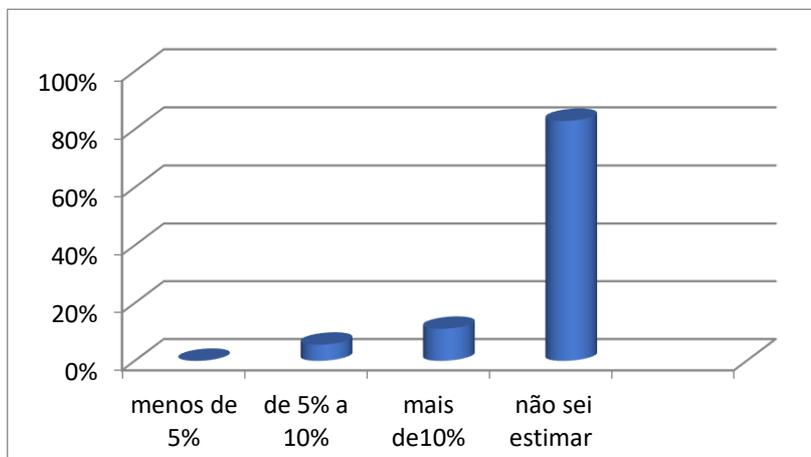


Gráfico 3-estimativa da redução de custos

Fonte: próprio autor

Entre as justificativas dos respondentes sobre não saber estimar a redução de custos na construção civil, todos responderam não possuir informações suficientes para realizar a estimativa, visto inclusive que os custos iniciais para implementação de algumas inovações possuem valor elevado.

Foi perguntado aos especialistas e profissionais se acreditam que a implantação da indústria 4.0 irá trazer benefícios para a construção civil, 100% dos respondentes responderam que a indústria 4.0 trará benefícios para o setor.

Com pergunta aberta foi solicitado aos respondentes que apontassem os aspectos positivos que a indústria 4.0 pode trazer em relação aos negócios e ao mercado de trabalho. De acordo com a opinião dos respondentes, muitos são os benefícios que a indústria 4.0 irá trazer para a construção civil brasileira. Dentre os benefícios mais recorrentes estão: a redução de custos, a redução dos riscos de acidentes de trabalho, a redução de prazos de entrega, a melhoria da qualificação profissional e a melhoria da qualidade da obra.

Em relação aos aspectos negativos que a nova tecnologia pode trazer são: redução dos postos de trabalho, gastos com treinamento de profissionais não qualificados e inicialmente aumento dos custos da implantação da tecnologia. Os respondentes se mostram muito preocupados com a redução de postos de trabalho, visto que atualmente o setor conta com grande percentual de profissionais sem a devida qualificação ou mesmo baixa instrução. Muitos respondentes sinalizaram que com a implantação de inovações no setor, esses profissionais serão descartados, tanto por baixa produtividade como por não saberem atuar com as novas tecnologias.

Já que os benefícios com a indústria 4.0 e suas inovações trarão tantos benefícios para a construção civil, porque ainda grande parte das empresas não adotaram as inovações já disponíveis? Assim, foi questionado aos respondentes quais são as barreiras existentes para a implantação da indústria 4.0 na construção civil?

As barreiras ainda existem e de acordo com a opinião dos profissionais são: falta de estrutura das empresas, falta de incentivo governamental, alto custo da implantação e falta de profissionais qualificados, pois a maioria dos empregados da construção civil não possui instrução adequada.

Segundo CBCI (2016), o uso de muitas inovações ainda não está bem difundido entre as empresas, pois ainda faltam informações sobre os benefícios indiretos, o medo de investir capital em inovações e falta de informações disponíveis.

Diante da análise da pesquisa com os profissionais da área de construção civil, pode constatar que existem vários aspectos positivos e negativos a respeito da implantação da indústria 4.0 no Brasil, confirmando a citação de Palmquist (1992) descrita no início do capítulo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil está em processo de transformação com a indústria 4.0. Inovações estão sendo aplicadas no canteiro e na gestão das obras com o objetivo de melhorar a qualidade, redução dos custos e riscos.

A pesquisa buscou responder a questão problema: Quais são os impactos que essa nova tecnologia pode trazer para o cenário atual brasileiro?

À vista das observações e pesquisas realizadas por meio de um questionário foi possível analisar que a implantação da indústria 4.0, em especial na construção civil, tem suas limitações em vista de recursos disponíveis ou de qualificação profissional adequada para a devida utilização da tecnologia, como mostra o resultado da pesquisa.

De acordo com CBCI (2016) muitos profissionais não possuem informações sobre os reais benefícios e muitos possuem o medo de investir capital nas inovações. Essas dificuldades acabam limitando o potencial do setor que pode ter maior qualidade e possuir menores custos.

A pesquisa objetivamente buscou avaliar os impactos que a indústria 4.0 poderá gerar na construção civil.

A respeito dos impactos negativos são inúmeros como, a falta de estruturação das empresas, falta de incentivo governamental e alto custo da implantação, no entanto também existem os aspectos positivos como a redução de riscos no trabalho, a melhoria da qualidade da obra e redução dos prazos de entrega, de acordo com a análise e discussão dos resultados.

Também pode ser observado que a maioria, 82,9%, dos respondentes não soube informar a estimativa de redução de custos, por falta de bases científicas concretas. Por ser um assunto que abrange inúmeros assuntos dentro de um mesmo tema, o presente artigo somente se referiu ao ponto de vista positivo e negativo dos profissionais envolvidos na área, outros assuntos poderão ser abordados em pesquisas posteriores.

Quanto as limitações para realização da pesquisa, verificou-se escassez de estudos sobre a indústria 4.0 no setor de construção civil brasileira e a dificuldade de obter a participação de especialistas, mesmo com a participação de 60% dos especialistas convidados.

Como sugestão para trabalhos futuros sugere-se: i) ampliar o número de respondentes; ii) investigar com as empresas da região quais as tecnologias adotadas e seu impacto no desempenho da empresa; iii) investigar quais as barreiras encontradas para adoção das inovações

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K.; GONÇALVES, O. M. O futuro da construção civil no Brasil. Resultados de um estudo de prospecção tecnológica da cadeia produtiva da construção habitacional. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- 2003. Disponível em: www.pcc.usp.br/files/text/personal.../Estudo%20setorial%20construcao%20civil5.pdf

ACATECH. National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Working Group, Germanz, 2013.

ABRAMAT/FGV. Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção/ Fundação Getúlio Vargas. Perfil da Cadeia Produtiva da Construção Civil e Indústria de Materiais e Equipamentos, 2013.

ALENCAR, Edgar. Metodologia científica e elaboração de monografia. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

CBCI. Câmara Brasileira da Construção Civil. Catálogo da Construção Civil. Brasília: CBIC, 2016

CNI. Confederação Nacional da Indústria. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br> > Acesso em: 10\05\2018.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. Rumo a Indústria 4.0. Coimbra, 2016. Disponível em: www.estudogeral.sib.u.pt/bitstream/10316/36992/1/tese%20pedro%20coelho%20%3%ao%20industria%204.pdf > Acesso em: 11\05\2018

CUOGO, F.C. O reflexo da terceira revolução industrial na sociedade informacional e sua relação com a educação a distancia, 2012. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em História-Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

COLLABO. Transformações na indústria 4.0 na realidade das empresas. Joinville - SC, 2016. Disponível em: <https://blog.collabo.com.br/transformacoes-industria-4-0>. > Acesso em: 08\06\2018

DACOL, Silvana. O Potencial Tecnológico da Indústria da Construção Civil – Uma Proposta de Modelo. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 1996.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro Indústria 4.0. Disponível em: <http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A555B47FF01557D8802C639A4>

FLEURY, A. C.; VARGAS, N. (Orgs.). Organização do trabalho. São Paulo: Atlas, 1983.

GIL, Antônio C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1996.

MARX, K. O capital: crítica da economia política. São Paulo: Difel, 1994. v. 1. caps. I, X, XI, XII, XIII.

MONTEIRO FILHA, Dulce Corrêa; COSTA, Ana C. Rodrigues da; ROCHA, Érico R. Pinto da. Perspectiva e desafios para inovar na construção civil. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 31, p. 353-410, 2010.

NUDEZ, D. L. Panorama atual dos sistemas ciber-físicos no contexto da manufatura. 10 CBGDP. Setembro 2015. Disponível em: <https://cbgdp.pandoapps.com.br/wp-content/uploads/2015/06/David-Lira-Nudez1.pdf>. > Acesso em: 06/06/2018

PALMQUIST, Ruth A. The impact of information technology on the individual. Annual Review of Information Science and Technology, 1992. Disponível em: http://www.brapci.inf.br/_repositorio/2010/03/pdf_03146e4bbf_0008921.pdf Acesso em: 08/06/2018

PORTUGAL, M. A. Como Gerenciar Projetos de Construção Civil. Brasport, 2016

SILVA, E. L.. MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação– 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005;