

# **AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO JUSTIFICATIVA DO ROMPIMENTO PARA O SÉTIMO PERÍODO DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO**

## **Autoria**

**DANIEL SOUZA SILVA JUNIOR**  
GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO/FACULDADE AVANTIS

**ISMAEL LUIZ DO SANTOS**  
IST LOGISTICA/IST INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA

**JUCINÉIA DE JESUS FERREIRA SOUZA**  
GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO/UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (UDESC)

**ROMU ROMUALDO FARIAS**  
GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO/FACULDADE AVANTIS

## **Resumo**

Este artigo através de uma pesquisa bibliográfica estuda as inovações tecnológicas na prestação de serviços na Construção Civil com o objetivo de compreender seus impactos na administração da produção no setor. Ao longo do artigo foi possível detectar avanços e limitações do presente segmento diante das inovações tecnológicas que contribuem para a consolidação do sétimo período da Administração da Produção. Para tanto, a pesquisa partiu de uma fundamentação teórica dos períodos da Administração da Produção, relacionando as inovações e modernização ao longo da história como também levantou-se as tecnologias aplicadas ao processo produtivo da Construção Civil. O que este trabalho propõe, além de esquematizar estes períodos, é evidenciar a presença de um novo período da Administração da Produção através da descrição do impacto das novas tecnologias adotadas na prestação de serviços, num setor cujas atividades ainda são artesanais. No que se refere às inovações tecnológicas, num primeiro momento, pode-se dizer que este trabalho faz uma catalogação e ordenação das mesmas. Os fenômenos tecnológicos abordados neste artigo fazem parte de um contexto que Schwab (2016) chamou de Quarta Revolução Industrial que através da Indústria 4.0 consolida o sétimo período da administração da produção. Na Construção Civil através da automação e digitização dos processos o fenômeno da Indústria 4.0 se manifesta como Construção 4.0.

Operações e Logística

**AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL COMO JUSTIFICATIVA DO ROMPIMENTO PARA O  
SÉTIMO PERÍODO DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO**

**Resumo:** Este artigo através de uma pesquisa bibliográfica estuda as inovações tecnológicas na prestação de serviços na Construção Civil com o objetivo de compreender seus impactos na administração da produção no setor. Ao longo do artigo foi possível detectar avanços e limitações do presente segmento diante das inovações tecnológicas que contribuem para a consolidação do sétimo período da Administração da Produção. Para tanto, a pesquisa partiu de uma fundamentação teórica dos períodos da Administração da Produção, relacionando as inovações e modernização ao longo da história como também levantou-se as tecnologias aplicadas ao processo produtivo da Construção Civil. O que este trabalho propõe, além de esquematizar estes períodos, é evidenciar a presença de um novo período da Administração da Produção através da descrição do impacto das novas tecnologias adotadas na prestação de serviços, num setor cujas atividades ainda são artesanais. No que se refere às inovações tecnológicas, num primeiro momento, pode-se dizer que este trabalho faz uma catalogação e ordenação das mesmas. Os fenômenos tecnológicos abordados neste artigo fazem parte de um contexto que Schwab (2016) chamou de Quarta Revolução Industrial que através da Indústria 4.0 consolida o sétimo período da administração da produção. Na Construção Civil através da automação e digitização dos processos o fenômeno da Indústria 4.0 se manifesta como Construção 4.0.

**Palavras-chave:** Sétimo período da administração da produção; Inovações tecnológicas; Construção 4.0.

**Abstract:** This article, through a bibliographical research, studies the technological innovations in the rendering of services in the Civil Construction in order to understand its impacts in the administration of the production in the sector. Throughout the article it was possible to detect advances and limitations of the present segment in the face of the technological innovations that contribute to the consolidation of the seventh period of the Production Administration. To do so, the research was based on a theoretical foundation of the periods of Production Administration, relating innovations and modernization throughout history as well as the technologies applied to the productive process of Civil Construction. What this work proposes, besides outlining these periods, is to highlight the presence of a new period of the Production Administration through the description of the impact of the new technologies adopted in the provision of services, in a sector whose activities are still handcrafted. With regard to technological innovations, at first, it can be said that this work catalogs and arranges them. The technological phenomena addressed in this article are part of a context that Schwab (2016) called the Fourth Industrial Revolution, which through Industry 4.0 consolidates the seventh period of production management. In Civil Construction through the automation and digitization of processes, the phenomenon of Industry 4.0 manifests as Construction 4.0.

**Keywords:** Seventh period of production management; Technological innovations; Construction 4.0.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos três séculos os processos produtivos industriais ganharam novas tecnologias e aprimoraram técnicas e métodos. A máquina a vapor e a divisão do trabalho proporcionaram a escalabilidade da produção, a linha de produção fordista abriu o caminho para a produção em massa e a aplicação estatística juntamente com os trabalhos de Deming fundamentaram a era da produção com qualidade. Num mundo agora interligado com demandas em escala global surge uma preocupação com a gestão da cadeia de suprimentos alimentado por aquilo que Gaither e Frazier (2002) chamaram de Revolução dos Serviços, amparados por uma rede mundial de computadores.

O contexto do sétimo período da Administração da Produção é formado pela influência da indústria 4.0 que segundo a Confederação Nacional da Indústria envolve a digitalização da atividade industrial através da “integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual” CNI (2016, p.11). No relatório da CNI é destacado algumas tecnologias habilitadoras que estão levando os sistemas produtivos ao que Schwab (2016) chamou de Quarta Revolução Industrial. Estas mudanças impactam diretamente o *modus operandi* da prestação de serviço na construção civil obrigando este setor a desenvolver uma nova abordagem na administração da produção.

Os processos produtivos da construção civil não estão tão longe deste caminho transformador da indústria. A aplicação de softwares, automação, robótica e novos materiais na edificação de construções evidenciam que a administração da produção na construção civil necessita de novas tratativas para alcançar um alto nível de produtividade. Este artigo por meio de um levantamento bibliográfico busca compreender o impacto da indústria 4.0 no processo produtivo da construção civil e como este fenômeno contribui para a consolidação do sétimo período da administração da produção.

Para o desenvolvimento da pesquisa inicialmente fez-se uma revisão na literatura delineando concepções e pressupostos de cada período da administração da produção bem como de conceitos básicos das inovações tecnológicas aplicada ao setor da construção civil. Em seguida foi levantado as principais inovações tecnológicas aplicadas nos serviços prestados à construção civil que em última análise são componentes da Indústria 4.0 no ramo da construção.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Segundo Hobsbawm (1996) a Revolução Industrial retirou da sociedade os grilhões que prendiam os processos de produção, abrindo o caminho para a economia em escala. Peinado e Graeml (2007) destacam que os avanços das civilizações foram pautados por grande esforço de administração e gerenciamento de processo, e o período pós-revolução industrial marca o início da administração da produção e que desde então vem se consolidando ao longo de seis períodos como demonstra o Quadro 1.

Quadro 1 - Períodos da Administração da Produção

	1° Período	2° Período	3° Período	4° Período	5° Período	6° Período
Peinado (2007)	Revolução Industrial	Tentativas, erros e acertos	Consolidação da adm. c/ ciência	Abordagem Quantitativa	Qualidade	Cadeia de suprimentos
Martins (2005)	Revolução Industrial	Era da Produtividade	Produção em Massa		Revolução enxuta	
Corrêa (2007)	Formação da Industrial	Eficiência na Indústria	Componente social no trabalho	Revolução na ind. japonesa	Gestão de operações	Gestão estratégica de operações
Gaither (2002)	Revolução Industrial	Pós-guerra civil americana	Administração Científica	Movimento das relações humanas	Abordagem por sistemas, técnicas matemáticas e equipes interdisciplinar	Revolução dos serviços

Fonte: Os autores

O primeiro período da administração da produção começa com a Revolução Industrial Inglesa marcado pelo pioneirismo de engenheiros e inventores europeus que buscavam soluções para os processos da mineração, têxtil e armamentista. A mecanização aumentou a produtividade das fábricas têxteis inglesas que demandaram por mais algodão dos Estados Unidos. Este último utilizando peças intercambiáveis e através da máquina de descaroçamento de algodão conseguiu suprir as demandas Britânicas. Mais tarde o aço barato, a eletricidade e as ferrovias deram condições para a Segunda Revolução Industrial as necessidades dos consumidores do mercado americano, destacam Woodbury (1960), Chandler (1977), Hobsbawm (1996), e Corrêa e Carlos (2007).

A produção em massa ganhou espaço nas fábricas de armas de fogo, de relógios, de fechaduras, máquinas de escrever, máquinas de costura, bicicletas, motores, não somente nos Estados Unidos como também na Europa. Frederick Taylor, Henri Fayol, Henry Ford buscaram desenvolver métodos e técnicas que tornasse esta produção e a gerência da mesma mais eficiente e rentável. O Taylorismo se dedicou a combater o desperdício e o esforço desnecessário do trabalhador na execução de suas tarefas. O fordismo inovou ao introduzir a linha de produção e a remunerar cinco dólares por oito horas de trabalho. O fayolismo propôs uma administração que se preocupasse em planejar e comandar a organização com vista a atingir metas, lembra Silva (1960); Chandler (1977); Hobsbawm (1996); Gaither e Frazier (2002); Mokyr e Strotz (2003); Nuvolari (2004); Peinado e Graeml (2007) e Corrêa e Carlos (2007)

Entre 1927 e 1932 Elton Mayo descobriu que uma atividade desenvolvida em grupo e a sensação de pertencer a um determinado grupo traziam mais resultados do que simplesmente motivar financeiramente o trabalhador, observa Bertero (1968). A partir desses estudos o componente psicológico dos trabalhadores começou a entrar em voga na Administração da Produção, conhecido como Escola das Relações humanas, lembra Gaither e Frazier (2002); Peinado; Graeml (2007). Os trabalhos de Mayo abriu o caminho para pesquisadores como Abraham Maslow, Frederick Herzberg e Douglas McGregor que ofereceram modelos analíticos que possibilitaram estudar o aspecto psicológico do indivíduo, afirma Bertero (1968).

Já a aplicação de algoritmos matemáticos e técnicas estatísticas trouxeram uma abordagem quantitativa para as fábricas tendo em vista melhorar o desempenho da produção. Teoria dos jogos, programação linear, teoria das restrições, técnicas carregadas de complexos cálculos matemáticos apoiados por computadores, planejavam as produções buscando precisão nos processos como observaram Peinado e Graeml (2007). Neste contexto nasce no Japão o Sistema Toyota de Produção (STP) que ofereceu condições a uma reviravolta na indústria japonesa no pós Segunda Guerra Mundial. Através do Just-in-time (JIT) e o “zero de defeito” cujo objetivo era identificar e combater o desperdício, o STP foi base para o modelo de

produção japonesa, ressalta Ghinato (1995), Gaither e Frazier (2002), Corrêa e Carlos (2007), Peinado e Graeml (2007).

Diante do bom resultado do Sistema Toyota de Produção a indústria ocidental se mobilizou para rever seus conceitos de qualidade. O ciclo PDCA popularizado por William Deming, o Controle de Qualidade Total (TQC) de Armand Feigenbaum, os Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) de Kaoro Ishikawa e as Sete Ferramentas da Qualidade favoreceram melhoras a qualidade dos produtos industrializados no ocidente como destacou Gaither e Frazier (2002), Corrêa e Carlos (2007) e Peinado e Graeml (2007). Neste contexto as organizações nipo-americanas se viram imersas numa forte competição de escala global e a gestão de operações ganhou a responsabilidade de gerir os processos de produção. As operações internas de uma organização passaram a ser vista de forma sistêmica, adotando uma perspectiva mais ampla como redes de suprimentos. A relação, fornecedor, operação e cliente era pautada por uma resposta rápida as demandas do mercado.

A internet abriu mais uma frente de batalha mercadológica obrigando as empresas a lutarem pelo dinheiro do cliente localizado em qualquer ponto do planeta. Focados na redução de custos e no aumento de suas margens para garantirem a sua sobrevivência, ter qualidade nos produtos e gerir de maneira rentável sua cadeia de suprimentos é requisito básico. Assim a demanda por serviços se tornou uma nova onda dentro do mercado e passou a ser explorado desde então pelas empresas na expectativa de se diferenciarem no mercado por meio das intangibilidades, comenta Gaither e Frazier (2002), Martins e Laugeni (2005), Peinado e Graeml (2007) e Corrêa e Carlos (2007).

### 2.1. Evolução do setor de construção civil e suas inovações tecnológicas

Não distante deste processo evolutivo da administração a construção civil por meio de sua engenharia tem se debruçado há séculos sobre o modo ideal de se construir e edificar uma casa, um prédio, um viaduto ou mesmo uma simples reforma como pontuou em seus trabalhos Scardoelli (1995). No livro intitulado “Princípios de Administração Científica” de Frederick Taylor (1990), destaca-se que o setor da construção foi beneficiado pelos estudos de Frank B. Gilbreth, um de seus associados, através da aplicação dos métodos científicos da administração na tarefa de alvenaria, uma das etapas do processo de construção. Como resultado Gilbreth fez a produção de 120 tijolos por homem/dia pular para 350 tijolos por homem/hora. Segundo Scardoelli (1995) as inovações podem estar na esfera tecnológica, na forma de comercializar os produtos da construção civil e no nível de se organizar e de se institucionalizar as atividades no setor. A inovação foi abordada inicialmente por Schumpeter (1961) quando o mesmo pontuou que o capitalismo é um sistema em constante evolução. E esta evolução se dá por meio de uma destruição criativa, onde novos elementos emergem substituindo os antigos. Isto é, as novas técnicas fazem com que as empresas evoluam em seus processos e naturalmente estes empreendimentos com atitudes inovadoras tomam a dianteira na concorrência de mercado quando oferecem lucratividade para a empresa.

Os autores Toledo, Abreu e Jungles (2000) observam que a inovação na indústria da construção civil somente é possível com o incentivo do consumidor. Pois é este quem valida a nova tecnologia, habitando no produto desenvolvido pela empresa. Ainda segundo esses autores as empresas de construção civil não podem arcar com os custos de pesquisas e desenvolvimento de materiais sem repassar ao consumidor, limitando o avanço da inovação no segmento. No caso das experiências

de Gilbreth a inovações se deram no campo da técnica dos operários, ele ensinou-os a trabalhar com as duas mãos aplicando andaimes ao longo do processo. Então, dentro daquela característica de inovação observada por Schumpeter, a construção civil precisa inovar agregando valor ao produto de modo a despertar o interesse do consumidor e não simplesmente reduzir custos. As tarefas produtivas da Construção Civil são executadas em sua maioria por meio de subempreiteiras. Não apenas por motivos de custo, mas por causa da especialização, responsabilidade técnica, assistência técnica e controle na execução. Os serviços são fornecidos por meio da subcontratação ou terceirização que podem ser transferidos a uma pessoa física ou jurídica, mas sob a responsabilidade do empreiteiro principal aponta Serra (2001) e Grönross (2009). As inovações tecnológicas adotadas por diversas prestadoras de serviço na construção civil reduzem significativamente suas despesas trazendo rentabilidade ao negócio. No caso do presente artigo não se faz uma abordagem em termos de engenharia civil, mas do ponto de vista da administração da produção como já fora destacado.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo partiu de uma pesquisa de caráter exploratória com o objetivo de lucidar a questão sobre os impactos das inovações tecnológicas na prestação de serviços da construção civil na Administração da Produção. Segundo Vergara (2000) a investigação exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Lakatos e Marconi (2003) afirmam que a pesquisa exploratória tem uma finalidade tripla: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com o fenômeno e modificar ou clarificar conceitos. Godoy (1995a), afirma que dependendo da natureza do problema de pesquisa, o método qualitativo se torna a melhor opção para solucioná-lo. A pesquisadora detalha que quando se lida com problemas pouco conhecidos e utiliza-se a pesquisa exploratória, o enfoque qualitativo é o mais indicado. Segundo Godoy este tipo de pesquisa procura obter dados descritivos buscando compreender os fenômenos do ponto de vista dos sujeitos e ou participantes do processo.

Uma vez admitida à abordagem qualitativa do problema, deve-se agora determinar qual o procedimento técnico adotado para realizar a pesquisa em questão. Godoy (1995a) salienta que a pesquisa qualitativa é descritiva por natureza e a utilização de vários tipos de documentos oferece uma abertura a palavra escrita. A ideia é compreender de maneira ampla o fenômeno estudado, não desprezando nenhum dado durante o exame. Para ela os investigadores devem verificar como determinado fenômeno se manifesta nas interações diárias e de que forma os indivíduos o apreende. Para tanto o pesquisador qualitativo faz uma análise indutiva a partir dos dados obtidos sem o objetivo de refutar ou confirmar uma teoria. Segundo Godoy a abordagem qualitativa permite a imaginação e criatividade dos investigadores para explorar novos enfoques.

A pesquisa envolverá o levantamento de dados de diversas fontes como destacado no Quadro 2 através de duas vias, pesquisa documental (fontes primárias) e pesquisa bibliográfica (fontes secundárias) destaca Lakatos e Marconi (2003). A pesquisa empreendida pelos presentes autores reuniu um significativo volume de publicações cuja origem pode ser conhecida no Quadro 2. Os dados extraídos de relatórios, informes e catálogos, encontrados em publicações nacionais e internacionais de associações, sociedades de classes, fóruns mundiais e de empresas

de consultorias, permitiram o estudo do fenômeno da Indústria 4.0 no setor da Construção Civil.

Quadro 2 - Origens e fontes dos dados

Origem das fontes	Fontes Primárias	Fontes Secundárias
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	- Pesquisa Anual da Indústria da Construção-PAIC	
Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRAIC)	- Radar: Informe maio de 2017 (ABRAIC)	
Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)	- Caderno de Casos de Inovação na Construção Civil (CBIC) - 2014 - Catálogo de inovação na Construção Civil (CBIC) – 2016 - Implantação do BIM para Construtoras e Incorporadoras (CBIC) – 2016	
Sindicatos da Indústria da Construção de São Paulo	- Relatório de Produtividade da Construção Civil (Sinduscon/SP) - 2015	- Revista Notícias da Construção (Sinduscon/SP) 2015
Fórum Mundial Econômico	- Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology (2016) -Insight Report: The Readiness for the Future of Production Report 2018	- Publicações de Klaus Schwab (2016)
Publicações de empresas de Consultorias	- Global Construction Survey 2016: Building a Technology advantage (KPMG) - Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies (DELOITTE, 2015) -Industry 4.0 and manufacturing Ecosystems: exploring the world of connected enterprises (DELOITTE, 2016) - Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries (BCG, 2015) - Bauwirtschaft im Wandel Trends und Potenziale bis 2020 (Roland Berger, 2016) -Digitization of the construction industry: Building Europe's road	



Revistas especializadas	to "Construction 4.0": a comprehensive guide to reinventing companies (Roland Berger, 2016)	
		- Revista PMNetwork (2017) - Revista Conjuntura da Construção

Fonte: Os autores

As publicações do IBGE, ABRAIC, CBIC e do SINDUSCON/SP forneceram dados relativos às condições atuais na prestação de serviço na Construção Civil no Brasil. E por fim utilizou-se como fonte de dados publicações internacionais não somente para definir o conceito de Indústria 4.0, mas seu desdobramento dentro da Construção Civil a nível mundial delimitando a esfera de atuação da Construção 4.0.

Na obtenção, processamento e validação dos dados o pesquisador precisa se munir de métodos que garantam a objetividade e precisão do estudo, afirma Gil (2008). Para tanto o presente artigo utilizou o método comparativo como técnica de procedimento dos dados tendo em vista às semelhanças e diferenças entre acontecimentos, fatos e fenômenos num espaço de tempo ou separado pelos tempos durante a evolução do pensamento da Administração da Produção. Neste método é possível trabalhar diferentes culturas ou sociedades, bem como identificar padrões de comportamentos em variadas épocas. Lakatos e Marconi (2003, p.107), declara “o método comparativo permite analisar o dado concreto, deduzindo do mesmo os elementos constantes, abstratos e gerais”. Este parecer de Lakatos e Marconi aponta o caminho para a estruturação das premissas que são a base do método indutivo adotado neste trabalho.

Outro método procedimental adotado nesta pesquisa é o método histórico que permite a investigação de acontecimentos, processos e instituições do passado averiguando a sua influência na sociedade atual. O estudo histórico desvenda o entrelaçado de fatos ocorridos ao longo do tempo, preenchendo lacunas dos acontecimentos e os posicionando em condições concomitantes, mesmo em diferentes épocas para uma posterior análise e compreensão quanto a sua gênese e desenvolvimento, de acordo com a visão de Lakatos e Marconi (2003).

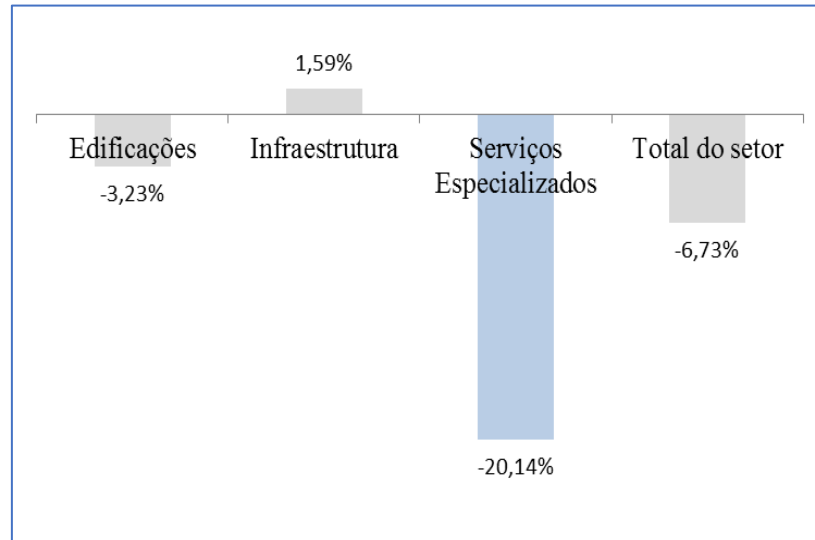
Na análise e interpretação dos dados Lakatos e Marconi (2003) orienta que são atividades distintas empreendidas pelo pesquisador, a primeira trata-se de uma tentativa de evidenciar uma correlação entre os fenômenos estudados e os fatores. Já o segundo é uma atividade intelectual que procura dar um significado mais amplo aos resultados encontrados. A análise é executada em três níveis interpretação das variáveis, explicação das mesmas e especificação de suas interdependências. Na fase de interpretação a significação feita construindo modelo ou esquemas e ou fazer uma ligação com alguma teoria.

#### 4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

O SINDUSCON/SP (2015) divide o setor da Construção Civil no Brasil em três grandes segmentos: Edificações, Infraestrutura e Serviços Especializados. O primeiro trata da produção de casas, prédios e edifícios por meio de incorporação ou não. O segundo segmento trata de obras de urbanização, pavimentação e voltadas para as

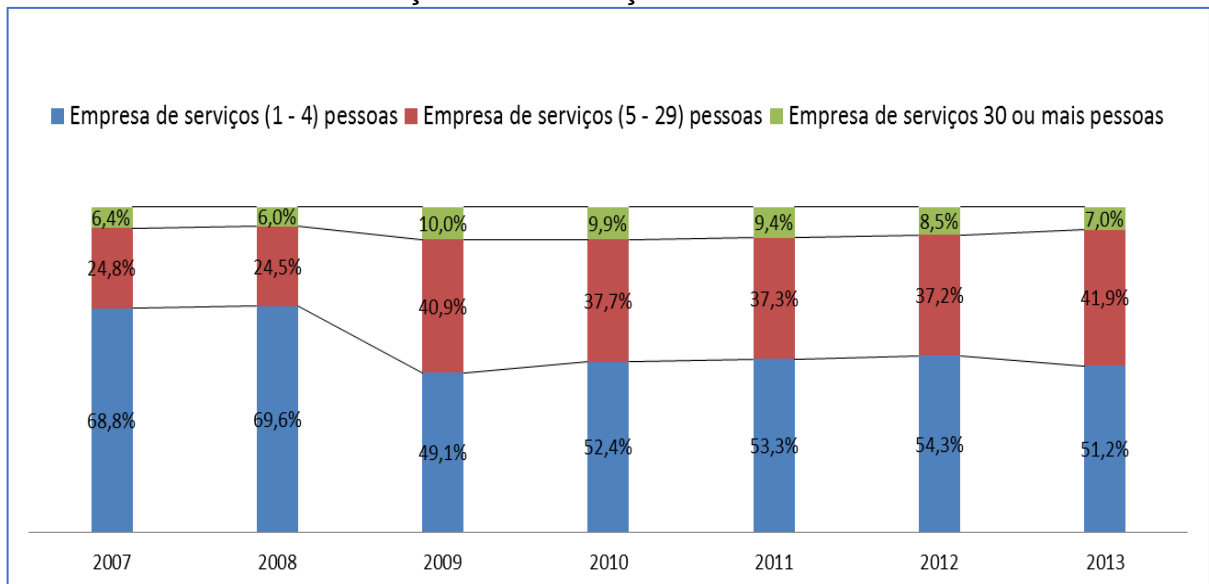
necessidades públicas em que se demandam vultosos investimentos e mobilização de recursos. A terceira categoria de empresas, objeto de estudo deste artigo, vem àquelas que são especializadas em prestar serviços para as duas primeiras categorias de empresas supracitadas.

Gráfico 1 - A produtividade das três categorias de empresas no setor da Construção Civil entre 2007 e 2013



Fonte: SINDUSCON/SP (2015)

Gráfico 2 - Evolução da participação por tamanho de empresas no segmento de serviços da Construção Civil no Brasil



Fonte: Dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC)

Por mais que a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), destacado no Gráfico 3, demonstrou que 20% das empresas de serviços de construção tenha aumentado seus quadros de funcionários, em contra partida observou-se o comprometimento da produtividade em detrimento principalmente do segmento de Serviços Especializados na Construção Civil destacado no Gráfico 2. Por outro lado, num artigo publicado na revista Conjuntura Construção os autores Barros e Araújo (2014, p.6) observaram que “na construção de edifícios, ao contrário de qualquer

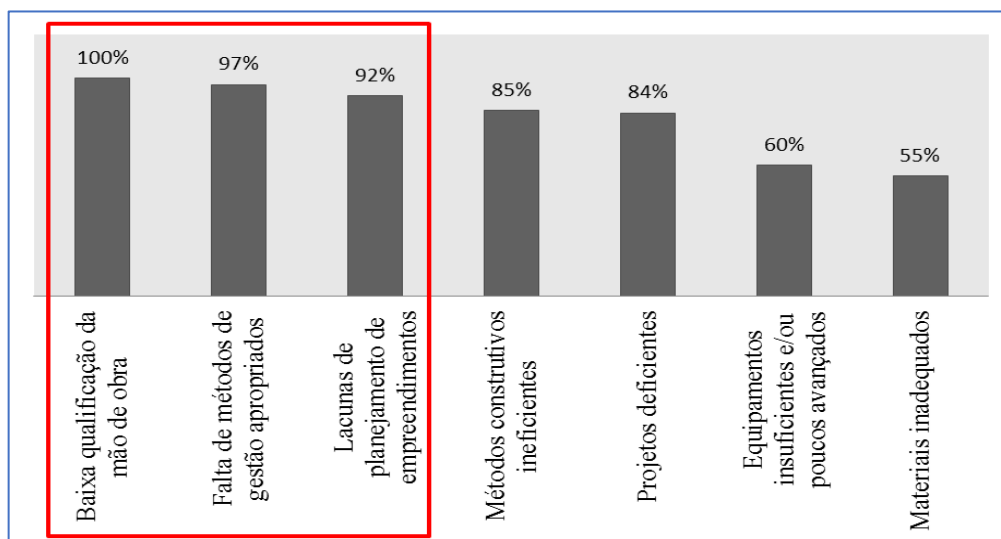
indústria de larga escala, a inovação resulta geralmente em custos de produção maiores do que os processos artesanais”. Ou seja, as inovações tem procurado mecanizar as tarefas artesanais confundindo aquisição de hardware tecnológico com inovação do sistema de produção. O que Barros e Araújo notaram foi que as inovações tecnológicas também não estavam trazendo um ganho real de produtividade, devido a uma gestão de produção deficiente e de baixa qualificação.

O relatório CBIC (2014) identificou importante fator limitante à inovação no processo de fornecimento de serviços na Construção Civil. O pequeno porte das empresas prestadoras de serviços, como demonstrado no Gráfico 3, coloca em cheque a capacidade destas em investir em produtividade. O profissional da Construção Civil do Brasil possui ainda um baixo grau de instrução, Gráfico 4, o que demonstra que a maior parte se suas habilidades advém de técnicas adquiridas intuitivamente e de fontes difusas e heterogênicas, dificultando um controle de qualidade efetivos e a padronização dos serviços.

Uma pesquisa publicada na Revista Conjuntura da Construção (2015) sobre o Pnad 2004 e 2013 destaca que 68,5% dos trabalhadores da Construção Civil possuem o Ensino Fundamental e outros 26,4% o Ensino Médio. Isto demonstra que o conhecimento que circula por entre os profissionais prestadores de serviços no setor da Construção Civil tende a ser subjetivamente construída a partir da prática do operador do setor. A formação acadêmica limitada é uma barreira natural à introdução de técnicas que viabilizem a construção de relatórios e qualquer outro tipo de registros que permitam um controle eficiente das atividades. A formação do prestador de serviço da construção civil é predominantemente do nível fundamental. Na pesquisa desenvolvida pelos profissionais da Ernst & Young, Barreiros, Bueno, Loss et.al (2014), notou-se que 41% dos profissionais da construção não usam acompanhar indicadores de produtividade em suas tarefas, de acordo com os pesquisadores este fenômeno é resultante das dificuldades de se colher dados e compara-los com os diversos empreendimentos.

O Gráfico 5 identifica sete principais problemas que impactam na produtividade da Construção Civil.

Gráfico 5 - Itens que impactam na produtividade



Fonte: Barreiros, Bueno, Loss et.al (2014)

O grande entrave ao ganho de produtividade que se destaca no Gráfico 5 está relacionado a uma baixa qualificação da mão de obra, método de gerencia inapropriado e deficiência no planejamento dos empreendimentos. Sabendo destes elementos que impactam direto na produtividade da construção o Quadro 3 apresenta uma lista de tecnologias que podem auxiliar no aumento da produtividade. Este quadro tem o cuidado de apontar onde cada tecnologia pode impactar e quais resultados podem produzir.

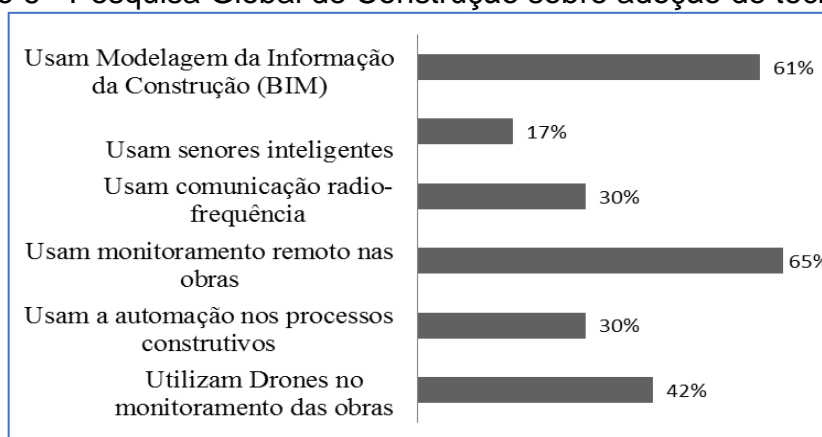
Quadro 3 - Áreas onde a tecnologia auxilia na produtividade

Lista de Tecnologias	Qualificação da MOB	Retrabalho	Matéria-Prima	Planejamento e Controle	Layout do canteiro	Segurança do trabalho
BIM		Sim		Sim	Sim	
BIM 4D						
Automação	Sim					Sim
Telas Soldadas			Sim			
Monoforte						
Sistema de Alvenaria estrutural						
Sistema de lajes mistas						
Sistema de CES						
Tecnologia móvel	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim
Microconcreto de alto desempenho			Sim			
Concreto Altoadensável						
Painéis EPS						
EAD	Sim	Sim		Sim		Sim
RFID				Sim	Sim	

Fonte: SEBRAE (2015)

A baixa qualificação da mão de obra, de acordo com este quadro, pode ser corrigida introduzindo automação nas atividades dos canteiros de obras. Treinamentos podem ser ministrados via Ensino a Distância irrigando o setor com novas informações e capacitando os profissionais para se adequarem as novas realidades produtivas. A Tecnologia Móvel e a identificação por radiofrequência (RFID) são ferramentas que viabilizam o planejamento, o monitoramento e o controle das tarefas agilizando a comunicação e conseqüentemente melhorando a produção. Quanto à adoção de tecnologias na Construção Civil a KPMG (2016) conduziu uma pesquisa a nível global com o intuito de detectar os tipos já presentes no setor como se demonstra no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Pesquisa Global de Construção sobre adoção de tecnologias

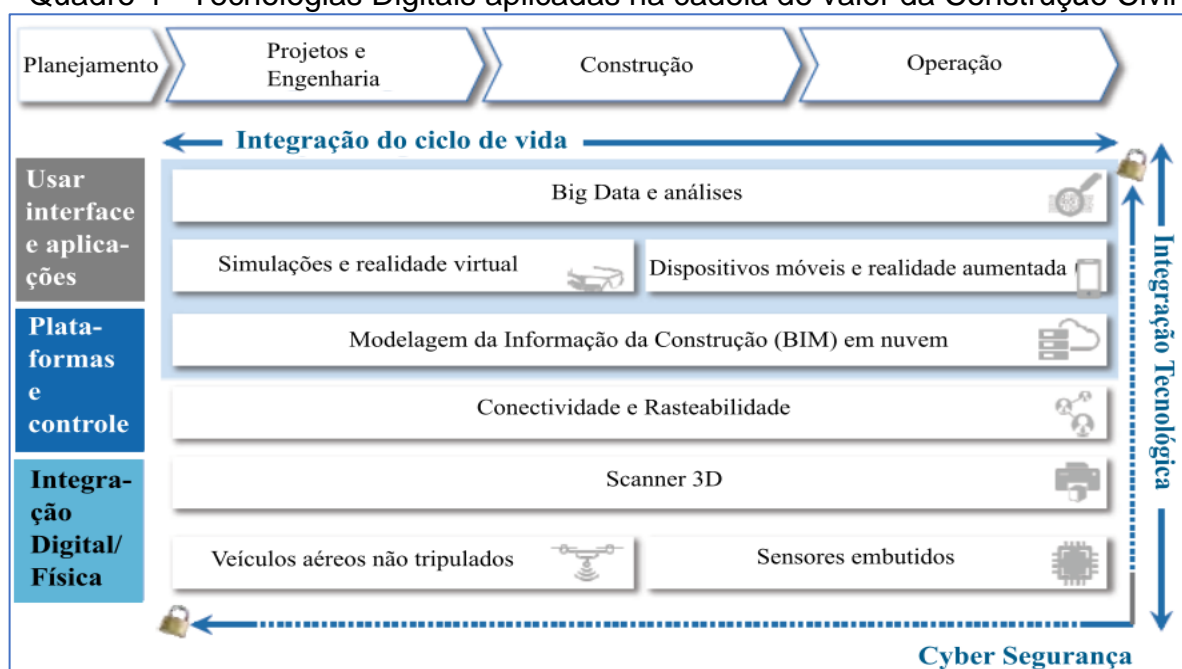


Fonte: KPMG (2016)

As tecnologias adotadas em torno do globo podem se resumir em uma palavra, controle. O BIM (*Building Information Model*) é a modelagem da informação da construção que acontece em ambiente virtual ensaiando as diversas possibilidades que podem impactar na execução da obra. O sistema BIM é a combinação de processos e tecnologias que viabilizam a modelagem de uma edificação ou de uma instalação. Esta modelagem leva em consideração as informações preexistentes sobre o produto a ser edificado como também parametriza as condições das tarefas a serem executadas no processo produtivo, conceitua CBIC (2016c).

O monitoramento remoto de obras também foi outro tipo de tecnologia adotada em escala global, reforçando a ideia de que para se alcançar qualidade e precisão ao longo da cadeia produtiva é preciso acompanhar a consecução do projeto. Segundo WEF (2016) a adoção do BIM na cadeia produtiva da construção fortalece a ideia de monitoramento contínuo desta forma torna-se natural o desenvolvimento de tecnologias que viabilizem esta tarefa. O relatório do Fórum Mundial Econômico de 2016 “*Shaping the future of Construction*” vinculou a produtividade a padronização, modelagem e a pré-fabricação, apontando tecnologias, como demonstrado no Quadro 4.

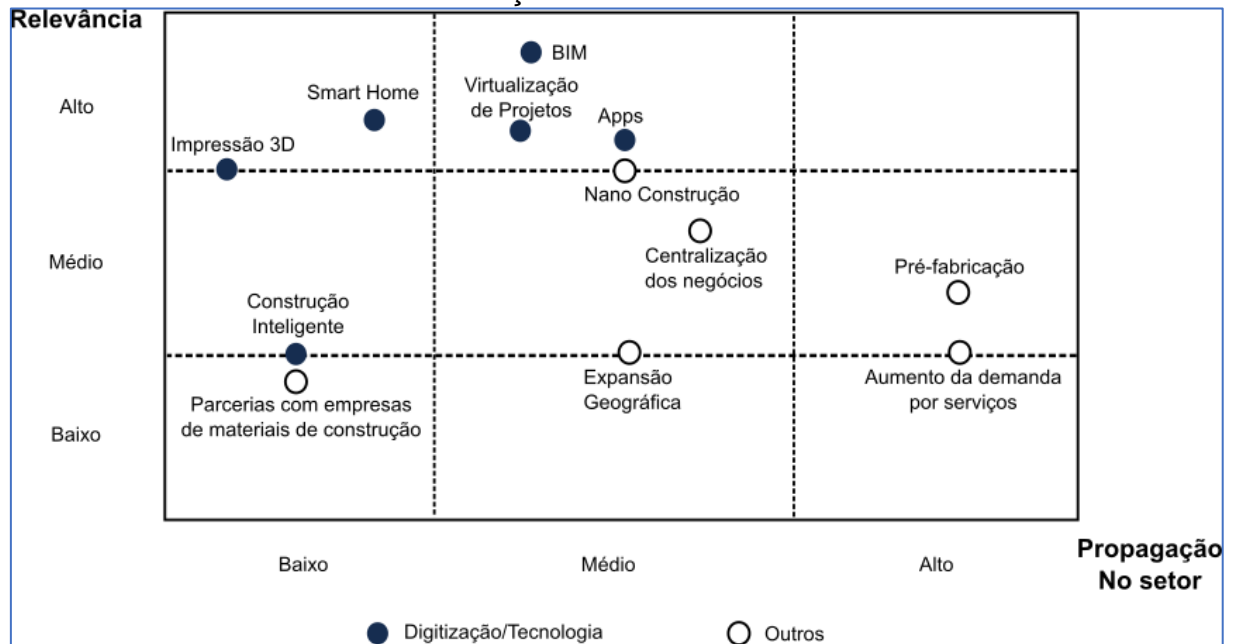
Quadro 4 - Tecnologias Digitais aplicadas na cadeia de valor da Construção Civil



Fonte: WEF (2016)

Na Alemanha a transição da Construção Civil de um processo artesanal para uma plataforma tecnológica está sendo monitorado em suas diversas frentes. O Quadro 5 relaciona as principais tecnologias e métodos que estão transformando o sistema de produção de edificações.

Quadro 5 - Tendências e Tecnologias que estão transformando o setor da Construção Civil na Alemanha



Fonte: Baumanns, Freber, Schober *et. al* (2016)

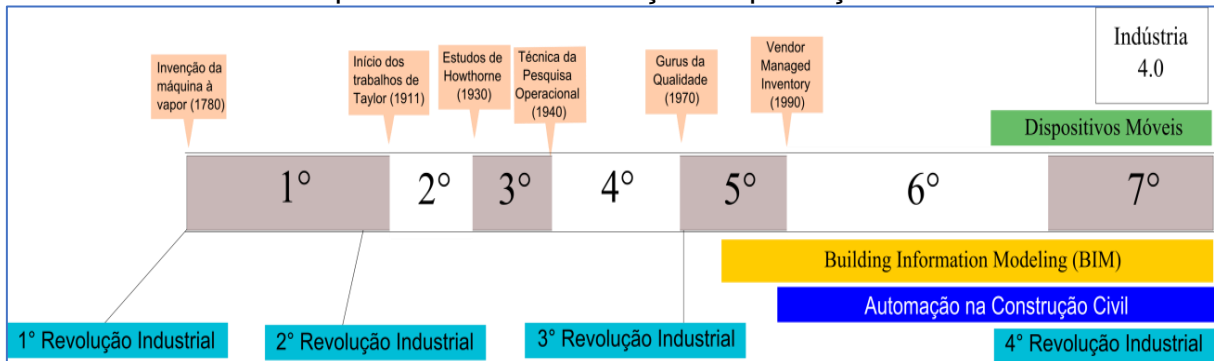
O que Baumanns, Freber, Schober *et. al* (2016) fez foi identificar as maiores tendências da construção até o ano de 2020 e a partir de entrevistas categorizar cada elemento agrupando de acordo com a sua afinidade. As iniciativas tecnológicas são caracterizadas por um alto nível de relevância, mas que ainda não tomou conta do mercado. A categoria “outros” é composto por diversas iniciativas que em sua maioria se faz presente no mercado é o caso, por exemplo, da pré-fabricação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa demonstraram que a prestação de serviços na Construção Civil no Brasil ainda está limitada ao baixo grau de instrução de seus trabalhadores. O sistema BIM é sem dúvida alguma um grande passo em direção a Construção 4.0, porém será preciso conciliar a baixa escolaridade dos operadores da construção com a complexidade da ferramenta BIM, por exemplo, não no intuito de operar, mas no sentido de se produzir de acordo com o especificado afastando as atividades artesanais. O profissionalismo na execução das tarefas é um desafio, como bem lembrou Barros e Araújo (2015), para que haja um salto de produtividade a administração produtiva da construção precisa ser repensada. Não é possível mais se limitar a gestão de suprimentos ou mesmo a aplicação eficiente do Just-in-time, mas é preciso avançar para o ambiente tecnológico e virtual. O novo período da administração da produção se apoiará em dados e estes dados serão analisados em tempo real para que as decisões não sejam ineficazes.

O Quadro 6 faz um resumo dos seis períodos da administração da produção anteriores relacionando os mesmos com as Revoluções Industriais bem como elementos que modificaram e estão modificando os processos produtivos.

Quadro 6 - O impacto das inovações tecnológicas sobre o rompimento com o sexto período da administração da produção



Fonte: Os autores

A percepção sobre a existência de um novo momento para a administração da produção se confirma na consolidação do fenômeno Indústria 4.0. A execução dos serviços na Construção Civil deverá respeitar parametrizações estabelecidas em projetos concebidos em ambientes virtuais. Da mesma forma as atividades desempenhadas pelos diversos profissionais demandará aplicação de técnicas e métodos que possibilitam o acompanhamento de sua progressão através de indicadores digitais. Tanto a automação quanto a Modelagem da informação na Construção Civil abrem espaço para a Quarta Revolução Industrial dentro do setor de construção, como está destacado no Quadro 6 acima. O fenômeno da digitização no processo de construção é o principal elemento que inaugura o sétimo período da Administração da Produção. Porém o que se vê neste novo período não é apenas a virtualização das etapas produtivas, mas sim uma completa remodelagem na maneira de fazer da construção civil.

O impacto das inovações tecnológicas na prestação de serviços na construção civil está provocando a mudança de mentalidade do trabalhador médio do setor. O aumento da produtividade, tão almejado nos canteiros de obras, dependerá da capacidade de abandono de práticas ultrapassadas e adoção técnicas gerenciáveis. A figura 3 esboça esta mudança interna no setor de construção que vem acontecendo e que ao longo deste artigo foi demonstrado implicitamente. A mudança iniciada na modernização do setor está em vias de industrializar o processo de construção e consolidar a Construção 4.0.

Figura 1 - Esboço do processo de transformação na Construção Civil



Fonte: Os autores

O que a figura 2 demonstra é o resumo das interligações transformadoras em andamento no seguimento de edificações. Os ciclos acontecem de maneira simultânea ao longo da cadeia produtiva da construção transformações concomitantes. Provavelmente a grande contribuição deste artigo se concentre na ordenação de informações condensadas nesta figura 2. É possível transportá-la para outros setores da economia e aplicá-la com o intuito de visualizar as transformações em termos de inovações tecnológicas presentes naquela determinada área. Em se tratando de Brasil fica evidente que o setor da Construção Civil se encontra ainda no nível moderno e se encaminhando para a industrialização, alcançar o nível Construção 4.0 ainda é um desafio para o mercado. O uso da ferramenta BIM abre portas para uma virtualização de projetos, por exemplo, porém com a baixa qualificação da mão de obra o setor ficará dependente de uma gestão eficiente e moderna. O sétimo período da administração lidará diretamente com processos virtuais sabendo que estes possuem uma integração direta com processos físicos. Os períodos anteriores da administração da produção trataram a produção de uma maneira quantitativa ou qualitativa, o sétimo período se desenvolve sobre uma estrutura híbrida e presente em diversos formatos tecnológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS (Brasil). **Radar: Informe maio de 2017 - Análise do 1º trimestre de 2016**. Disponível em < <http://abrainc.org.br/estudos/radar-abrainc-fipe/>> Acessado em 23 de dez. 2017
- BARREIROS, Flávio; BUENO, Hélcio; LOSS, Leandro; MATHEUS, Leandro. **Estudo sobre produtividade na Construção Civil: desafios e tendências no Brasil**. Publicado pela Ernest & Young, 2014. Disponível em < [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY\\_Estudo\\_Produtividade\\_na\\_Construcao\\_Civil/\\$FILE/Estudo\\_Real\\_Estate.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construcao_Civil/$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf)> acessado em 17 de Out. 2017.
- BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de; ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de. **Desafios para o aumento de produtividade na indústria da construção habitacional**. Conjuntura da Construção, v. 12, n. 1, p. 4-6, abr. 2014. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cc/article/view/20699/19436>>. Acesso em: 15 Out. 2017.
- BAUMANN, Thomas; FREBER, Philipp-Stephan; SCHOBBER, Kai-Stefan; KIRCHNER, Florian. **Bauwirtschaft im Wandel: Trends und Potenziale bis 2020**. Munique, 2016. Disponível em: < [https://www.rolandberger.com/de/Publications/pub\\_construction\\_industry\\_in\\_transitio\\_n.html](https://www.rolandberger.com/de/Publications/pub_construction_industry_in_transitio_n.html)> acessado em 30 de mar. 2018.
- BVL INTERNATIONAL. **Digitisation in Logistics: Answers and questions that concern companies**. Bremen, 2016. Disponível em < <https://www.bvl.de/misc/filePush.php?id=35437&name=BVL17+Position+Paper+Digitisation+in+Logistics.pdf> > acessado em 24 de fev. 2018.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (Brasil). **Produtividade da Construção Civil Brasileira: um estudo solicitado a Fundação Getúlio Vargas** Disponível em: < <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/070.pdf>> Acesso em 15 de out. 2017.



\_\_\_\_\_ **Catálogo de inovação na Construção Civil** – Brasília – CBIC, 2016. Disponível em: < [http://cbic.org.br/arquivos/CBIC\\_Catalogo\\_de\\_Inovacoes.pdf](http://cbic.org.br/arquivos/CBIC_Catalogo_de_Inovacoes.pdf)> Acesso em 12 de abr. 2018.

\_\_\_\_\_ **Fundamentos BIM – Parte 1: Implantação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília – CBIC, 2016. Disponível em: < [http://cbic.org.br/arquivos/CBIC\\_Disseminacao\\_BIM\\_parte\\_1.pdf](http://cbic.org.br/arquivos/CBIC_Disseminacao_BIM_parte_1.pdf)> Acesso em 12 de abr. 2018

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil). **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Brasília, 2016.

CORRÊA, Henrique L.; CARLOS, A. Corrêa. **Administração de Produção e Operações** – 2 ed. – São Paulo: Atlas, 2007.

DELOITTE. **Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**. Zurique, 2015. Disponível em: < <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>> Acessado em 23 de mar. 2018.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. Tradução: José Carlos Barbosa dos Santos. – 8.ed- São Paulo: Pioneira Thomson, 2002

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de pesquisa social** – 6.ed – São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, Arilda Schmidt. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Mar./Abr. 1995

GRÖNROSS, Christian. **Marketing: Gerenciamento e Serviços**. Tradução: Arlete Simille Marques e Cláudia Mello Belhassof. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

HOBBSAWM, E. J. **A era das revoluções**. 9.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC)**. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=o-que-e>> Acessado em 31 de mar. 2018.

KPMG. **Global Construction Survey 2016: Building a Technology advantage**. KPMG Internacional: 2016. Disponível em < <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2016/09/global-construction-survey-2016.pdf>> acessado em 31 de mar. 2018.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica** – 5 ed – São Paulo: Atlas 2003.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção** – 2. Ed – São Paulo: Saraiva, 2005. 550p.

NUVOLARI, Alessandro. **The Making of Steam Power Technology: A study of Technology Change the British Industrial Revolution**. Tese de Doutorado. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2004.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp. 2007.

PWC DO BRASIL. **Pesquisa Global Indústria 4.0: Digitalização como vantagem competitiva – Relatório Brasil**. Publicado em 2016. Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf>> acessado em 19 de mar. 2018.

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond**. Publicado em < <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>> acessado em 20 de fev. 2018.

- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. Revisão Técnica: Henrique Corrêa, Irineu Geanesi – São Paulo: Atlas, 2006. 525p
- SCARDOELLI, L.S. **Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e a produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações**. Dissertação de mestrado. UFRGS. Porto Alegre, 1995. < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32645/000141532.pdf?sequence=1> > Acessado em 01 de mar. 2018.
- SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Tradução: Ruy Jungmann. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.
- SEBRAE. **Use a tecnologia para aumentar a produtividade na construção civil**. Disponível em < <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/use-a-tecnologia-para-aumentar-a-produtividade-na-construcao-civil,bc7e424bf57bf410VgnVCM1000004c00210aRCRD> > Acessado em 31 de mar. 2018.
- SERRA, S. M. B. **Diretrizes Para Gestão dos Subempreiteiros**. São Paulo: EPUSP, 2001.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS (Brasil). **Contratos de Empreitada na Construção Civil**. Belo Horizonte, 2010.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Produtividade na Construção**. São Paulo, 2015.
- SILVA, Benedicto. **Taylor e Fayol** – Escola Brasileira de Administração Pública – Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1960.
- TOLEDO, Raquel de; ABREU, Aline F. de; JUNGLES, Antônio E. **A difusão de Inovações Tecnológicas na Indústria da Construção Civil**. ENTAC 2000. Disponível em:< [http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000\\_563.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_563.pdf) > acessado em 20 de mar. 2018.
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração** – São Paulo: Atlas, 2000.
- WORLD ECONOMIC FORUM – WEF. **Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology**. WEF: 2016. Disponível em: < [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Shaping\\_the\\_Future\\_of\\_Construction\\_full\\_report\\_.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf) > Acessado em 12 de mar. 2018.