



## INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

CAVALCANTI, Vladyr Yuri Soares de Lima (IESP)

yuri@pobrasil.org

SOUZA, George Henriques de (IESP)

SODRÉ, Marcelle Afonso Chaves (IESP)

ABREU, Márcia Suzana Dutra de (IESP)

MACIEL, Tuanny da Silva (IESP)

SILVA, José Martinho de Albuquerque (IESP)

### RESUMO

A Indústria 4.0, também conhecida como a Quarta Revolução Industrial, representa uma infinidade de possibilidades para a manufatura em diversos segmentos. O cerne desta revolução é a inovação tecnológica, que vai desde a digitalização de processos ou técnicas como inteligência artificial, ou Internet das Coisas (IoT), onde é possível conectar máquinas, criar robôs com autonomia, identificar falhas em processos e tornar a execução das atividades cada vez mais precisa e rápida, aumentando a sua eficiência. A indústria 4.0 é a principal tendência da atualidade, marco obrigatório para os negócios que pretendem conquistar mais espaço no mercado, ajudando a aumentar a lucratividade e a derrubar a concorrência. A principal característica deste movimento na construção civil está relacionada ao uso de novas tecnologias em campo. Dentre elas, o uso dos softwares BIM (Building Information Model) e de gerenciamento de projetos das fases construtivas. Por ser uma revolução em fase de implementação, existem alguns desafios a serem vencidos, pois a inserção de novas tecnologias no ambiente de trabalho traz a responsabilidade de modificar toda uma cultura empresarial, com constantes treinamentos de equipes e a integração da cadeia de suprimentos.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0, BIM, Quarta Revolução Industrial.

### ABSTRACT

Industry 4.0, also known as the Fourth Industrial Revolution, represents a myriad of possibilities for manufacturing in various segments. The core of this revolution is technological innovation, from the digitization of processes or techniques such as artificial intelligence, or Internet of Things (IoT), where it is possible to connect machines, create robots with autonomy, identify failures in processes and make the execution of the activities more accurately and rapidly, increasing its efficiency. Industry 4.0 is the main trend of today, a mandatory benchmark for businesses seeking to gain more space in the market, helping to increase profitability and bring down competition. The main characteristic of this movement in construction is related to the use of new technologies in the field. Among them, the use of BIM (Building Information Model) software and project management of the construction. Because it is a revolution in the implementation, there are some challenges to be overcome, since the insertion of new technologies into the work environment has the responsibility of changing an entire corporate culture, with constant training of teams and integration of the supply chain.



**Keywords:** Industry 4.0, BIM, Fourth Industrial Revolution.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a primeira revolução industrial, no século XVIII, com a invenção do motor a vapor pelo Engenheiro Mecânico, James Watt (ano nasc-mrt), a contribuição do Economista e Filósofo, Adam Smith (ano nasc-mrt), com a obra “A riqueza das Nações” e o primeiro tear programável criado por Joseph Marie Jacquard (ano nasc-mrt), tem-se visto o impacto das revoluções industriais nas sociedades. A criação do motor a vapor representou o primeiro grande passo tecnológico para a humanidade. Na primeira revolução, o principal país foi a Inglaterra. (GUIMARÃES, 2018a)

A queima de carvão para gerar a energia térmica (vapor d’água aquecido) e transformá-la em energia mecânica, se tornou uma grande fonte de prosperidade para as nações. A esta nova tecnologia, o conceito de competição estimulada pelo “Livro Mercado” elaborado por Adam Smith, e a automação criada por Joseph Jacquard, onde os teares podiam ser programados por cartões, foram os principais pilares da Primeira Revolução Industrial.

As mecanizações surgiram em três grandes áreas:

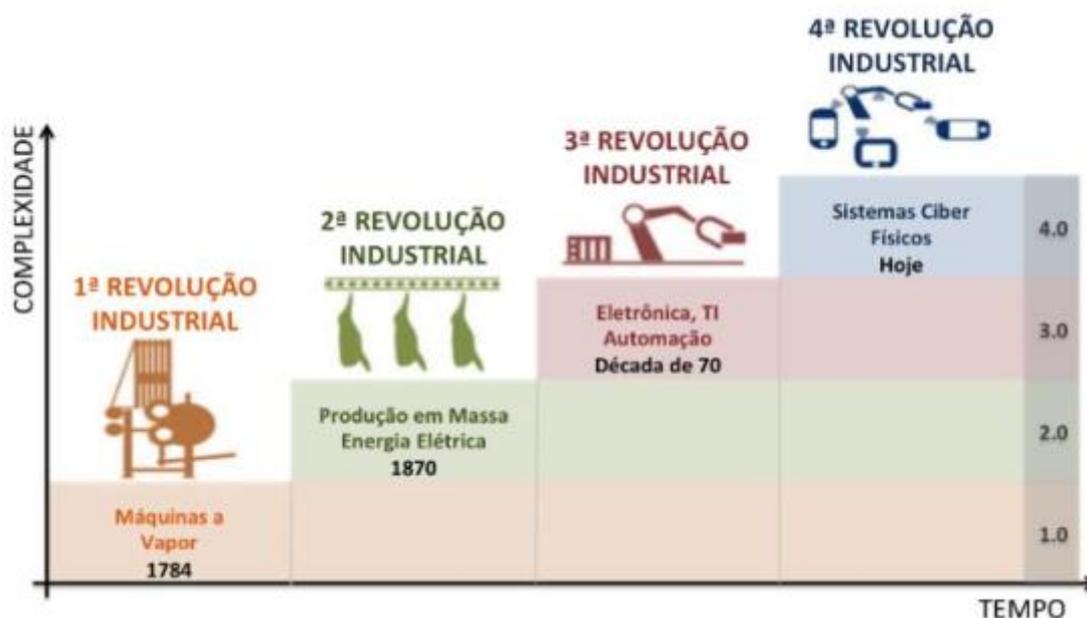
- Têxtil: com a máquina de fiar, e o tear programável.
- Movimentação de cargas e máquinas: moinhos, tornos, transporte de água e de cargas em minas.
- Transporte: locomotivas e barcos a vapor.

Já a Segunda Revolução Industrial se deu com os avanços promovidos pela ciência, com o uso prático da eletricidade para iluminação e os motores elétricos, e também com o advento do motor a explosão de combustão interna. Outras descobertas foram significativas durante a segunda revolução: o telégrafo, o telefone, novos processos de fabricação do aço, e a evolução promovida nos transportes devido aos motores de combustão interna. Dentre as empresas representantes desta revolução estão a IBM (*International Business Machines Corporation*), que começou fabricando de tudo, mas aos poucos foi se especializando em máquinas de tabulação para processamento de informações, com cartões perfurados. Na segunda revolução, o Estados Unidos da América sobrepujou o domínio da Inglaterra. (GUIMARÃES, 2018b)

A Terceira Revolução Industrial foi promovida pela revolução tecnológica. A invenção dos computadores, o desenvolvimento dos semicondutores, a automação e a

robotização nas linhas de produção industriais foram as principais mudanças características desta revolução. (COELHO, 2016)

Na Quarta Revolução Industrial, o surgimento da internet teve um papel fundamental, pois permitiu a comunicação a longas distâncias entre pessoas e equipamentos, que com o advento de sensores cada vez menores, e mais baratos, tornou viável uma ampla comunicação de processos entre as máquinas, hoje conhecida com a internet das coisas. A **Error! Reference source not found.** contempla o avanço cronológico das quatro revoluções industriais.



**Figura 1** O avanço das quatro revoluções industriais

Fonte: COELHO (2016, p. 15)

## 2. INDÚSTRIA 4.0: A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Esta revolução industrial pela qual estamos passando, tem impactos significativos na economia, sociedade e cultura, pois altera as nossas formas de produção, de consumo, as relações de trabalho, o comércio e as próprias relações interpessoais.

A utilização da internet se mostra como principal agente para interligar pessoas e também máquinas, numa ampla rede de comunicação, em um sistema denominado por *cyber físico*. O termo Indústria 4.0 foi primeiro utilizado em um plano estratégico para a promoção de alta tecnologia da Alemanha. O tema também é bastante difundido como:



Manufatura Avançada, Indústria Inteligente, e Internet das Coisas. (CAVALCANTE; ALMEIDA, 2017)

## **2.1 Princípios básicos da Indústria 4.0**

A indústria 4.0 é orientada por seis princípios básicos:

### **2.1.1 INTEROPERABILIDADE**

A interoperabilidade é uma característica onde os diversos sistemas e organizações são capazes de trabalhar em conjunto. Na Indústria 4.0, é a capacidade de comunicação entre o homem e a máquina através da Internet das Coisas.

### **2.1.2 VIRTUALIZAÇÃO**

Com a virtualização, se pode realizar o monitoramento remoto de todos os processos realizados na indústria, sendo possível quando se usam os diversos sensores ao longo de toda a cadeia produtiva.

### **2.1.3 DESCENTRALIZAÇÃO**

Com a virtualização, torna-se possível a descentralização da tomada de decisão, que tanto pode ser operada a distância, como também pode ser realizada por mais de um profissional ou até mesmo por um sistema *cyber* físico, que ajusta as variáveis de controle de acordo com as necessidades de produção em tempo real.

### **2.1.4 CAPACIDADE EM TEMPO REAL**

As análises realizadas em tempo real só acontecem quando se tem um sistema integrado, onde as entradas são recebidas automaticamente, seja por um *input* realizado por um operador, ou seja, por uma coleta de uma informação realizada de maneira automatizada por um sistema.

Com estes dados, a análise pode ser realizada por um gestor, ou também já pode ser automatizada, sendo as decisões tomadas mediante as necessidades do cenário analisado.

Na **Figura 2** Painel de operações em tempo real., tem-se um painel de operações em tempo real de um sistema de chamadas, que pode ser aplicado em diversas situações. Além do ganho no processo de atendimento e realização das atividades, o registro permite uma análise posterior da produtividade da equipe, e também da produtividade de cada indivíduo, podendo identificar possíveis falhas que devem ser corrigidas no processo.

### 2.1.5 ORIENTAÇÃO A SERVIÇO

Os sistemas conseguem se alinhar diretamente com os objetivos de negócio da organização, com isso consegue-se a integração dos diversos departamentos de uma empresa, tendo como ganho agilidade e a simplificação dos processos de negócios. Apresenta como principais pontos: a produtividade, flexibilidade e manutenibilidade. (DEVMEDIA, 2018).

### 2.1.6 MODULARIDADE

Produção que varia de acordo com a demanda, com o acoplamento e/ou desacoplamento de módulos na produção. (HENRIQUES; MIGUEL, 2017)

**Figura 2** Painel de operações em tempo real.



Fonte: OPSERVICES (2018).



## 2.2 BENEFÍCIOS DA INDÚSTRIA 4.0

A indústria 4.0 traz os seguintes benefícios (SENAI, 2018a):

**Estratégicos:** otimização da receita, sustentabilidade ambiental, social e econômica, integração da cadeia produtiva, maior competitividade e maior capacidade de integração ao mercado.

**Táticos:** integração tecnológica na cadeia produtiva, proporcionada pela internet das coisas e por sistemas *cyber* físicos.

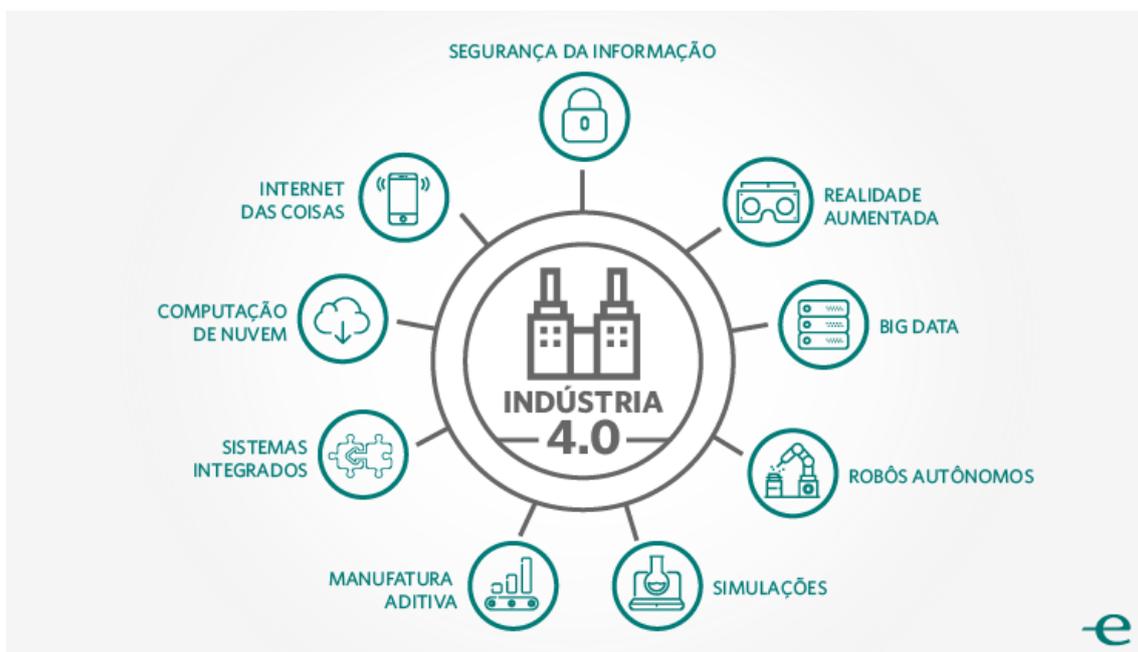
**Operacionais:** aumento da produtividade, conectividade da produção e análise em tempo real da produção.

É exatamente com esta perspectiva que o Senai apresenta os quatro passos para a Indústria 4.0 (SENAI, 2018b):

- Enxugar os processos produtivos: a adoção de métodos como a manufatura enxuta, de eficiência energética e de produção mais limpa.
- Requalificar trabalhadores e gestores: introdução de práticas inovadoras e ágeis nas empresas, sendo necessária a capacitação de todos os colaboradores nas novas tecnologias, com gestores mais criativos e empreendedores, e com melhor capacidade de comunicação.
- Inserção de tecnologias já existentes e de baixo custo: o uso de sensores da internet das coisas, da computação em nuvem e big data, para depois buscar por tecnologias mais sofisticadas, tais como a inteligência artificial, que propicia antever problemas como quebra de equipamentos e planejar manutenções preditivas.
- Investimento em pesquisa e inovação: visando a integração entre todos os setores da cadeia produtiva, do fornecedor a indústria e por fim o consumidor.

### 3. DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Indústria 4.0 tem se consolidado na Construção Civil, não só com a adoção dos princípios básicos, como visto na **Figura 3** Princípios básicos da Indústria 4.0, mas com a criação de novas tecnologias específicas para as demandas da área da construção.



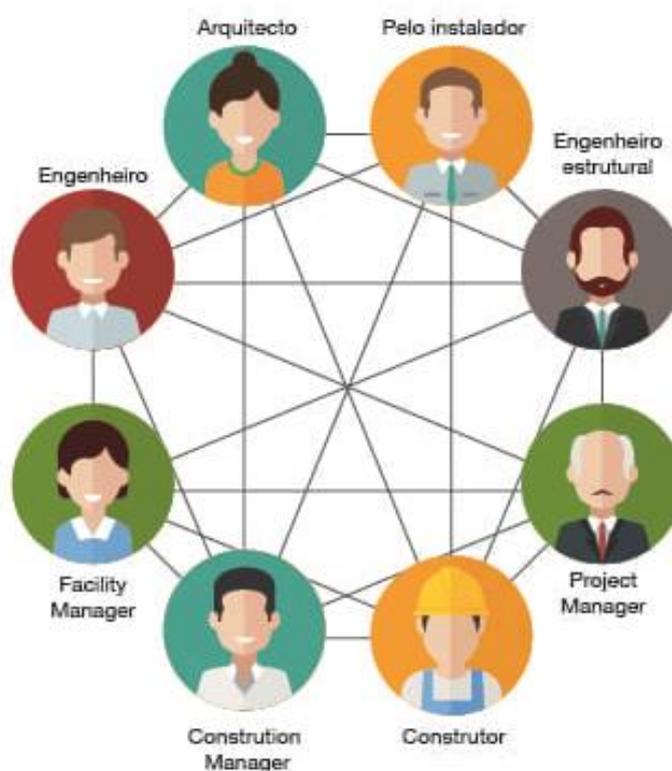
**Figura 3** Princípios básicos da Indústria 4.0

Fonte: ENDEAVOR (2017).

Uma das principais tecnologias desenvolvidas para o setor da Construção Civil é o *Building Information Modeling* - BIM (ou Modelagem de Informações da Construção), que pode ser definido como uma ferramenta capaz de elaborar todos os projetos de maneira integrada, contemplando todas as informações que afetam todo o ciclo da obra. O modelo BIM é capaz de conter informações sobre: geometria, materiais,

estrutura, eficiência térmica e desempenho energético, instalações, custos de produção, segurança da obra, manutenção, vida útil, dentre outras.

Nos projetos realizados tradicionalmente, como visto na ., cada engenheiro, cuida separadamente do seu projeto, tendo como referência apenas o projeto básico, com isso, em alguns casos, não raros, existem conflitos entre os projetos complementares (hidráulico, sanitário, elétrico, dentre outros), pois estes dificilmente trocam informações entre si.



**Figura 4** Intercâmbio tradicional entre os projetos

Fonte: Adaptada de BIBLUS (2018).

Já na modelagem BIM, conforme visto na **Error! Reference source not found.**, as informações são compartilhadas naturalmente, através de um formato de dados padrão, denominado IFC (Industry Foundation Classes), que é um formato específico de dados, que permite o intercâmbio de um modelo BIM, sem perda ou distorção de dados ou informação.



**Figura 5** Interoperabilidade entre os projetos

Fonte: Adaptada de BIBLUS (2018).

Existem hoje, mais de 100 softwares que podem ler, escrever e trocar informações utilizando o padrão IFC. Para garantir a exatidão na importação e exportação dos dados por cada um destes softwares, a Building Smart International definiu um processo de certificação que garante a conformidade com as normas. (BUILDINGSMART, 2018)

Para a inserção da Construção Civil na Indústria 4.0, o Governo Federal adotou a Estratégia Nacional de disseminação do BIM - Estratégia BIM-BR (BRASIL, 2018a), que tem em seu documento os seguintes resultados esperados (BRASIL, 2018b):

- Assegurar ganhos de produtividade ao setor de construção civil;
- Proporcionar ganhos de qualidade nas obras públicas;
- Aumentar a acurácia no planejamento de execução de obras proporcionando maior confiabilidade de cronogramas e orçamentação;
- Contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio da redução de resíduos sólidos da construção civil;
- Reduzir prazos para conclusão de obras;



- Contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios;
- Reduzir necessidade de aditivos contratuais de alteração do projeto, de elevação de valor e de prorrogação de prazo de conclusão e de entrega da obra;
- Elevar o nível de qualificação profissional na atividade produtiva;
- Estimular a redução de custos existentes no ciclo de vida dos empreendimentos.

Sendo que a Estratégia BIM BR define nove objetivos que visam orientar suas ações, as iniciativas e os projetos necessários para se alcançar os resultados elencados (BRASIL, 2018b):

- Difundir o BIM e seus benefícios.
- Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM.
- Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM.
- Estimular a capacitação em BIM.
- Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM.
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM
- Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM.
- Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM.
- Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Com a adoção destes objetivos, a Estratégia BIM BR espera alcançar as seguintes metas (BRASIL, 2018b):

- Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM);
- Reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM);
- Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM);
- Elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de 2,0% ao ano, espera-se que cresça 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito).



A Estratégia BIM BR foi regulamentada pela Decreto 9.377, de 17 de maio de 2018, que instituiu o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling (CE-BIM) (BRASIL, 2018c).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A gestão colaborativa de projetos promovida pelo padrão IFC, juntamente com a cultura da modelagem por BIM, traz uma comunicação unificada entre todos os envolvidos em todos os níveis da construção. Com isso, se tem um ganho direto, pois evita-se o desperdício de tempo, dinheiro, de mão de obra e também de materiais.

A realização do acompanhamento pela Gestão de Projetos em Obras, é de extrema relevância pois mantém a operação mais lucrativa, previne perdas e aumenta a lucratividade, pois são soluções tecnológicas que produzem decisões acertadas, de maneira ágil, onde é possível visualizar os indicadores em tempo real. (PORTUGAL, 2017).

A adoção de práticas de Produção Enxuta (*Lean Production*) na Construção Civil, que teve origem na indústria automobilística, tem auxiliado ao setor da Construção a ingressar na era da Indústria 4.0, pois esta filosofia traz no seu cerne, os conceitos de redução de desperdício, melhoria contínua, fluxo contínuo, dentre outros aspectos que impactam tanto no setor econômico-financeiro, quanto no setor de qualidade, na gestão de pessoas e sobretudo no respeito ao meio ambiente. (VALENTE; AIRES, 2017).



## REFERÊNCIAS

BIBLUS. **IFC e BIM: IFC, o que é e para que serve? Qual é a ligação com o BIM?** BibLus. Disponível em: <<http://biblus.accasoftware.com/ptb/ifc-o-que-e-e-para-que-serve-qual-e-a-ligacao-com-o-bim/>>. Acesso em: 3 out. **2018**.

BRASIL, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estratégia nacional de disseminação do BIM - Estratégia BIM BR**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>>. Acesso em: 4 out. **2018a**.

BRASIL, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **BIM BR Construção inteligente**. Disponível em: <[http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto\\_Estrat%C3%A9gia\\_BIM\\_BR\\_vers%C3%A3o\\_site\\_MDIC.pdf](http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto_Estrat%C3%A9gia_BIM_BR_vers%C3%A3o_site_MDIC.pdf)>. Acesso em: 4 out. **2018b**.

BRASIL, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm)>. Acesso em: 4 out. **2018c**.

BUILDINGSMART. **Certified Software**. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/compliance/certified-software/>>. Acesso em: 3 out. **2018**.

CAVALCANTE, Caroline Gobbo Sá; ALMEIDA, Tatiana Domingues de. **Os benefícios da Indústria 4.0 no gerenciamento das empresas**. Journal of lean systems, vol. 3, nº 1, pp. 125-152, **2018**.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à Indústria 4.0**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra, **2016**.

DEVMEDIA. **Vantagens e Desvantagens de SOA**. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/vantagens-e-desvantagens-de-soa/27437>>. Acesso em: 3 out. **2018**.

ENDEAVOR. **Indústria 4.0: as oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso**. Endeavor Brasil. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/tecnologia/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>>. Acesso em: 4 out. **2018**.

GUIMARÃES, Nilo. **As 4 revoluções industriais e seus processos de fabricação**. CONAENGE - Congresso Nacional Online de Engenharia Mecânica e Automação. Disponível em: <<https://conaenge.com.br/4-revolucoes-industriais-processos-fabricacao/>>. Acesso em: 2 out. **2018a**.

GUIMARÃES, Nilo. **Segunda revolução industrial: a revolução tecnológica**. CONAENGE - Congresso Nacional Online de Engenharia Mecânica e Automação. Disponível em: <<https://conaenge.com.br/segunda-revolucao-industrial-revolucao-tecnologica/>> Acesso em: 3 out. **2018b**.



HENRIQUES, Fabrício Eduardo; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Adoção da modularidade em produto e em produção na indústria automotiva:** uma análise comparativa em projetos de veículos com participação da engenharia brasileira. *Gestão da Produção.*, São Carlos, v. 24, n. 1, p. 161-177, **2017**.

OPSERVICES. **Gráficos em tempo real, quando sua utilização é necessária?** OpServices. Disponível em: <<https://www.opservices.com.br/graficos-em-tempo-real/>>. Acesso em: 3 out. **2018**.

PORTUGAL, Marco Antonio. **Como gerenciar projetos de construção civil:** do orçamento à entrega da obra. Rio de Janeiro: Editora BRASPORT, **2017**.

SENAI. **Benefícios da indústria 4.0.** SENAI 4.0. Disponível em: <<https://senai40.com.br/sobre-senai40/>>. Acesso em: 3 out. **2018a**.

SENAI. **Carta da indústria 4.0.** SENAI 4.0. Disponível em: <<https://senai40.com.br/wp-content/uploads/2018/03/CartaIndustria4.0.pdf>>. Acesso em: 3 out. **2018b**.

VALENTE, Antônio Carlos da Costa; AIRES, Victor Meireles. **Gestão de projetos e lean construction:** uma abordagem prática e integrada. 1. ed. Curitiba: Editora Appris, **2017**.