

OS DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

Jéssica Taveira da Rocha * – FIC/UNIS – jessica.taveira@yahoo.com.br
Luiz Alberto Teixeira Oliveira * – FIC/UNIS – luiz-albertojob@hotmail.com
Felipe Lorenzeto de Souza * – FIC/UNIS – lorenzeto.f@gmail.com
Ritler Barbosa Ramos * – FIC/UNIS – ritler.ramos@alunos.unis.edu.br
Tiago Bittencourt Nazaré ** – FIC/UNIS – tiago@unis.edu.br

RESUMO: Também retratada como 4ª revolução industrial, a indústria 4.0 é caracterizada por apresentar um avanço tecnológico e integração dos sistemas muito intensos no setor de produção, contribuindo para que os recursos possam ser utilizados adequadamente, aumentando a produtividade e garantindo a qualidade do processo produtivo. São grandes os desafios para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil, e poucas são as empresas preparadas para tamanha mudança, por essa razão, o processo de difusão das novas tecnologias deverá ser feito gradativamente, de acordo com a capacidade e as estratégias de cada empresa. O presente trabalho tem por objetivo abordar o conceito da indústria 4.0 e os desafios pelo qual enfrentam no Brasil. O êxito do trabalho consiste em que nos dias atuais, existe uma necessidade de buscar adequação e avançar em direção à Indústria 4.0, uma vez que está representa o novo modelo de indústria e de produção que regerá o mercado.

Palavras-chaves: Indústria 4.0, 4ª revolução industrial, integração dos sistemas.

1 INTRODUÇÃO

São notáveis os ganhos e a evolução da indústria ao longo dos tempos, desde a invenção da máquina a vapor, que proporcionou a substituição do trabalho artesanal pelo industrial até os dias de hoje onde a produção é aliada ao uso de alta tecnologia.

As inovações foram surgindo com os tempos e revolucionando os equipamentos, os processos de cadeia de produção e de valor, bem como o aprimoramento e agilidade da comunicação entre os setores. Com isso o mercado se torna cada vez mais exigente e mais competitivo, sempre em busca de novos produtos e novas formas de produção.

Com o constante crescimento no âmbito da tecnologia, associado aos processos produtivos, surge o conceito da indústria 4.0, que propõe a integração dos sistemas de automação, os sistemas ciberfísicos, e a internet, para otimização dos processos de produção, os tornando mais inteligentes (MAZZAFERRO, 2018).

A Indústria 4.0 é considerada fruto da 4ª Revolução industrial e revela a nova forma de produção, orientada para o futuro. Esta tem como marca a integração no controle de produção através da utilização de tecnologia que permite o uso de inteligência artificial (PALMA *et al*, 2017).

As indústrias inteligentes, como são conhecidas, apontam para diversos ganhos e impactos positivos, no entanto, sua implementação demanda diversos desafios desde a qualificação de mão de obra como vultosos investimentos em digitalização (CNI, 2016).

O Brasil, já iniciou o processo de vivência desta nova tendência industrial, cuja adesão e adequação deverá acontecer para modernização do mercado nacional, para o acompanhamento e possibilidade de concorrência com o mercado externo.

Diante das premissas elencadas, o presente trabalho tem por objetivo a elucidação do conceito e dos desafios da Indústria 4.0 no Brasil e alguns resultados já obtidos no âmbito nacional, demonstrando o funcionamento de tal metodologia no país e os impactos causados por ela com as inovações tecnológicas e mudança de concepção da política industrial.

METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica acerca do tema Indústria 4.0, denominado também de 4º Revolução industrial. Segundo Gil (2008), uma pesquisa bibliográfica é aquela cujo desenvolvimento tem por base material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Foram utilizados como fonte de pesquisa materiais impressos e virtuais, disponíveis na rede mundial de computadores, como livros e artigos acadêmicos, tais como o trabalho de Palma (2017), Coelho (2016), justificando a relevância do assunto na atualidade, não apenas teoricamente, mas também condizendo com a aplicação na realidade profissional.

Dessa forma, este artigo parte da conceptualização até a descrição do tema abordado, baseando em trabalhos existentes na literatura. Objetiva-se, portanto, apresentar uma visão geral da Indústria 4.0, de forma a identificar pontos relevantes relacionados ao assunto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A indústria 4.0 e 4ª Revolução Industrial.

De acordo com Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2017), o avanço das novas tecnologias no setor da produção fez surgir a digitalização da atividade industrial, do qual resultou no conceito de Indústria 4.0, também entendida, ou referenciada como a 4ª revolução industrial.

Segundo Coelho (2016, p.15) “o termo “Indústria 4.0”; “*smart factory*”; “*intelligent factory*”; “*factory of the future*” são termos que descrevem uma visão do que será uma fábrica no futuro”.

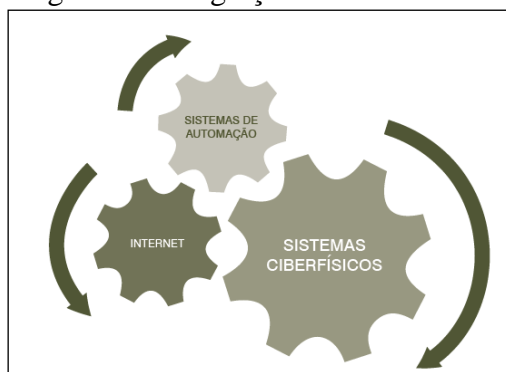
Tal indústria tem como marca a integração no controle de produção através da utilização de sensores e equipamentos conectados em rede e os sistemas ciberfísicos, promovidos pela fusão do mundo real com o virtual, permitindo o uso da inteligência artificial (CNI, 2017).

Em relação ao entendimento de ser entendida enquanto a 4ª Revolução Industrial, Kagermann *et al.*, esclarece que:

A primeira Revolução Industrial ocorreu em 1784, com o primeiro tear mecânico. Destaca-se a introdução da energia hidráulica e a vapor. A segunda, em 1870, com a criação da linha de produção, nos abatedouros de Cincinnati: trabalho de produção em massa, com uso de energia elétrica. A terceira, em 1969: surge o primeiro Controlador Lógico Programável (CLP), com a aplicação de Sistemas Eletrônicos e Tecnologia da Informação em conjunto com a Automação da Manufatura. A 4ª Revolução Industrial, acontecendo nos dias atuais, baseia-se nos Sistemas Ciber-Físicos (CPS). (KAGERMANN *et al.*, 2013 *apud* PALMA *et al.*, 2017, p 3).

Neste sentido, a Indústria 4.0, é concretizada pela integração dos sistemas de automação, os sistemas ciberfísicos, e a internet, como demonstrado na figura 1:

Figura 1 – Integração da Indústria 4.0



Fonte: CNI (2017)

A figura 1, retrata que a integração dos sistemas de automação, os sistemas ciberfísicos, e a internet, funcionam como uma engrenagem fazendo com que a Indústria 4.0 contribua na otimização dos processos de produção e os tornam mais inteligentes. Os sistemas ciberfísicos ou *Cyber-Physical Systems* (CPS) assim são definidos por Coelho (2016):

Cyber-Physical Systems (CPS) são sistemas que integram computação, redes de comunicação, computadores embutidos e processos físicos interagindo entre si e influenciando-se mutuamente. É o resultado da evolução tecnológica dos computadores, dos sensores, e das tecnologias de comunicação, que ao evoluírem no sentido de maior agilidade, capacidade de processamento e preços cada vez mais acessíveis tem permitido a sua conjugação de forma efetiva e em tempo-real. (COELHO, 2016, p 22)

De acordo com Mazzaferro (2018, p1) a indústria 4,0 “se traduz na existência de fontes inteligentes, uso extensivo de robótica, sistemas confiáveis de processamento e armazenamento de dados, além de monitoramento e controle das operações de soldagem em tempo real. ” Segundo o autor todos estes componentes devem atuar de forma integrada, para que os recursos possam ser utilizados adequadamente, aumentando a produtividade e garantindo a qualidade da produção.

A revolução proposta pela indústria 4,0 se concretiza por meio da utilização de diversas tecnologias, além da anteriormente mencionada, a internet. Também são usuais a big data, a computação em nuvem, a robótica avançada, a inteligência artificial, novos materiais e as novas tecnologias de manufatura aditiva e manufatura híbrida (CNI, 2017).

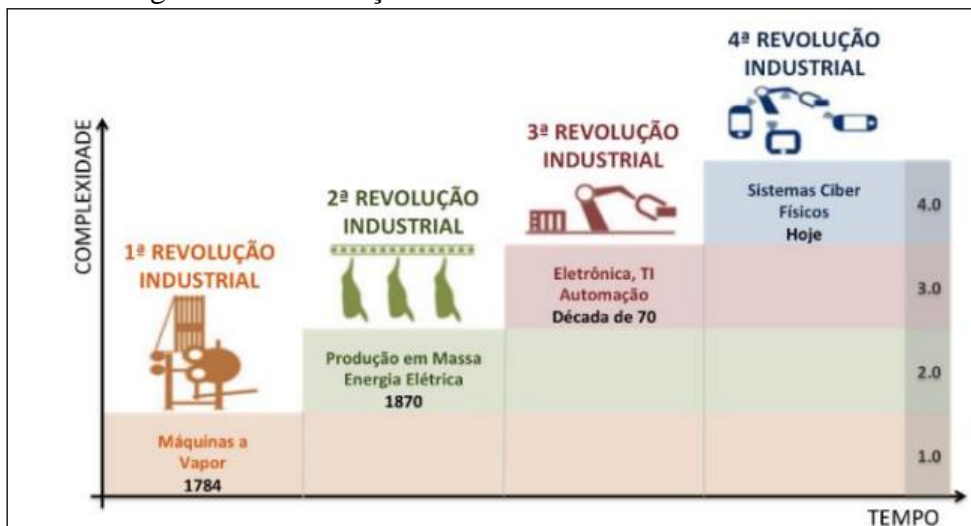
Assim, a indústria 4.0 faz surgir a manufatura avançada, assim descrita pela Revista Pesquisa FAPESP (2017):

A manufatura avançada se baseia em uma combinação de tecnologias. Uma delas são os sistemas ciberfísicos, capazes de monitorar, por meio de sensores e *softwares*, um conjunto de dispositivos, máquinas e equipamentos em um processo de manufatura e fazer com que se comuniquem entre si – seu contraponto são os sistemas eletrônicos embarcados, que

funcionam de forma isolada e autônoma. (REVISTA PESQUISA FAPESP, 2017)

Desta forma a Indústria 4.0 é resultado de uma evolução industrial e dos meios de produção, como segue demonstrado na Figura 02.

Figura 02. A Evolução da Indústria



Fonte: Menezes (2015)

A figura 2 demonstra de forma cronológica a evolução da Indústria 4.0 em relação ao tempo e complexidade apresentando momentos marcantes que serviram como base para o crescimento industrial chegando enfim a 4ª revolução. Nisso fica demonstrado não apenas uma evolução dos tempos, mas também dos equipamentos e formas de produção, que abandonam as manufaturas na primeira revolução industrial com o uso da máquina a vapor, e, que nos dias de hoje alcançam a métodos virtuais e o uso de Inteligência artificial e alta tecnologia.

Nas indústrias inteligentes, promovidas pela Indústria 4.0, as máquinas e insumos seguem interligados e dialogando durante todo o processo de produção. Existe, ainda, uma comunicação rápida, de forma instantânea, entre os as unidades ou setores da empresa, ou até mesmo fora dela, úteis para a troca de informações, sobre os vários processos e sistema de produção, auxiliando, assim, na logística dos produtos e processos e promovendo uma maior integração na cadeia produtiva. CNI (2017)

2.2 Os Impactos da Indústria 4.0

Segundo Hermann *et al* (2015 *apud* Palma *et al*, 2017) a indústria 4.0 é orientada por princípios, que influenciaram toda a linha de produção e produtividade das empresas e indústrias, quais sejam:

- Interoperabilidade – Os sistemas, semelhantes ou não, deverão se comunicar de forma transparente;
- Virtualização – Os processos físicos serão monitorados de forma virtual;
- Descentralização – Por meio de sistema Ciberfísico, os sistemas deverão tomar decisões próprias;

- Operação ou Trabalho em Tempo Real – o monitoramento do trabalho é feito em tempo real, o que permite uma reação rápida em caso de desvio;

- Orientação a Serviços – Os serviços da empresa, através da IoS (Internet, Tecnologia de produção, Personalização etc.) estarão disponíveis para outros participantes, internos e externos; e

- Sistema Modular – caracterizado pela flexibilidade de adaptação às mudanças de requisitos ou de características do produto.

Para Coelho (2016), os impactos da Indústria 4.0 levam a uma inovação tecnológica, que obrigará a reengenharia dos processos de produção e de gestão. Também serão revistos e reposicionados a cadeia de valor, levando ao desenvolvimento de novos produtos e de ajuste nas ações de marketing e de distribuição.

De acordo com a perspectiva da McKinsey (2015), serão grandes os benefícios de implementação da Indústria 4.0, que poderão ser sentidos em todo o processo de produção e terá grande influência na economicidade do processo.

Figura 03: Impactos da Indústria 4.0 em 2025



Fonte: McKinsey (2015).

A Figura 03 ilustra a estimativa de que até 2025, com o desenvolvimento da indústria 4.0 poderão ser reduzidos de 10% a 40% o custo com a manutenção dos equipamentos; a redução de 10% a 20% do consumo de energia; e promover o aumento 10% a 25% da eficiência do trabalho.

Além dos impactos acima descritos a CNI (2017) acredita que a Indústria 4.0 provocará uma série de consequências e mudança de concepção da política industrial para o Brasil, das quais destaca:

I) a redução das vantagens comparativas espúrias, que tenderão a ser solapadas pelos ganhos de produtividade decorrentes da adoção das novas tecnologias, com a possibilidade de redefinir fatores determinantes de localização de investimentos produtivos;

II) a ampliação da cooperação entre agentes econômicos, cujas operações serão cada vez mais integradas;

III) o reforço da competitividade que se estabelece entre sistemas produtivos, que incluem empresas, fornecedores, clientes e ambiente;

IV) o estabelecimento de novos modelos de negócios e de inserção nos mercados, com a possível redefinição de setores de atividade econômica;

V) a ampliação da escala dos negócios; e

VI) o surgimento de novas atividades e novas profissões, que demandarão adaptações no padrão de formação de recursos humanos. (CNI, 2017, p18)

Assim sendo a implementação da Indústria 4.0 garante muito mais que o aumento da produtividade, alinha de produção, seu desenvolvimento fará que haja um encurtamento dos prazos de lançamento de novos produtos no mercado, uma maior eficiência nos usos de produtos e energia, maior agilidade e flexibilidade na linha de produção e capacidade as empresas integrarem em cadeias globais de valor (CNI, 2017).

Na concepção de Palma *et. al* (2017,p 3), “a cadeia de valor retrata o conjunto de atividades desempenhadas por uma organização desde os vínculos com os fornecedores, ciclos de produção e de venda até a fase da distribuição final”. Os Autores, então, defendem que os processos cadeia de valor tendem a tomar decisões e fazer correções imediatas, de acordo com a necessidade do cliente. Para tanto os produtos inteligentes, produzidos por meio da Indústria 4.0 podem ser personalizados e identificados a fim de cumprir seus objetivos na cadeia de valor. Os processamentos da Indústria 4.0 são dinâmicos e flexíveis, sendo possíveis mudanças rápidas até no último instante na produção, o que possibilita a auto-adequação e tomadas de decisões autônomas. (PALMA *et al.* 2017)

Por sua vez, o aumento da flexibilidade das linhas de produção, possibilita a customização em massa: aqui entendida pela comunicação instantânea entre diferentes pontos da cadeia produtiva e o desenvolvimento de uns sistemas de automação altamente flexíveis, que possibilita a produção de bens customizados de acordo com as necessidades ou exigências de diversos clientes, diferenciando da, até então, fabricação massificada de bens. (CNI, 2017)

Em outra análise, a CNI (2017) destaca que a Indústria 4.0 e suas novas formas de produção, no referente aos seus recursos humanos, exigirá que os profissionais tenham uma formação diferente da atual, deverão ser interligadas diversas formas de conhecimento, as equipes deverão ser multidisciplinares, contempladas alto nível de conhecimento técnico e com capacidade de interação de diferentes áreas de conhecimento.

2.3 A Indústria 4.0 no Brasil

No cenário internacional, nos últimos anos, a Indústria 4.0, passou a ter evidência ser alvo de atenção e desenvolvimento em diversos países, como: Alemanha, Estados Unidos, China, Japão e Coreia do Sul (CNI, 2017).

Na Alemanha, a Indústria 4.0 é tratada como tema prioritário, abordado em um conjunto de ações de instituições e de empresas, sendo entendido como uma forma de ampliar sua competitividade do país (CNI, 2017). No Estado Alemão a plataforma da Indústria 4.0 ocupa lugar central na atual política tecnológica. Neste país a plataforma é marcada por três características principais: 1- O foco no desenvolvimento de tecnologias de manufatura avançada potencialmente inovadoras; 2- seus processos, são em sua maioria de médio prazo; 3 – A plataforma é composta por diversas instituições da sociedade, sendo muito apoiada e difundida. (ARBIX *et al.*, 2017)

Arbix *et. al* (2017), entende que o Brasil, ainda que haja certas dificuldades, deve se preparar para não ficar de fora do processo na nova indústria digital. Deve-se levar em conta que quanto mais tardia for a sua movimentação em relação a essa nova realidade, maior será a distância da indústria brasileira em relação às empresas internacionais que já estão desenvolvendo essa forma de produção, e, maior será a dificuldade reposicionar a indústria brasileira.

Vários Estados internacionais, como Alemanha, China, Japão, Estados Unidos e Coreia do Sul, têm focado suas estratégias na política industrial, o que com o apoio dos governos, têm feito tornar a indústria 4.0 uma realidade. Esta movimentação

internacional faz com que o Brasil se atente para a nova realidade industrial e busque sua incorporação por meio de desenvolvimento de novas tecnologias. Ainda cabe ressaltar, que devido a esse adiantamento externo, o Brasil deve ser ágil em sua adaptação, para evitar perder mercado para seus competidores, e, ainda por conta de que esse desenvolvimento das novas tecnologias não conseguirá todos os setores de mesma forma e ao mesmo tempo, o que demandará um determinado decurso de tempo para sua concretização (CNI, 2017).

Para tanto, são grandes os desafios para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil, podendo então ser citados a falta de investimentos em equipamentos que possibilitem o uso de novas tecnologias, a mudança e alteração nos *layouts* de produção, a modificação dos processos da cadeia produtiva, o investimento em informação e comunicação. As novas tecnologias de produção e comunicação devem promover um cruzamento de informações entre o pedido, a produção e sua posterior distribuição, etapas que deverão ocorrer de forma interligada, porém autônomas. Isso fará com que sejam implementadas novas formas de gestão e de engenharia a fim de atender o novo modelo de produção (CNI, 2017).

Segundo a CNI (2017), no Brasil, são poucas as empresas preparadas para tamanha mudança de uma única vez. Por essa razão, o processo de difusão das novas tecnologias deverá ser feito gradativamente, de acordo com a capacidade e as estratégias de cada empresa (CNI, 2017).

O Brasil deverá buscar identificar instrumentos de política industrial capazes de viabilizar e induzir o desenvolvimento da Indústria 4.0 no país. Para isso, poderá lançar mão do intercâmbio tecnológico e comercial com outros países, o que lhe permitirá acesso e conhecimento das experiências já realizadas, facilitando o entendimento e desenvolvimento do novo modelo, além de possibilitar a absorção de forma mais eficiente das tecnologias estrangeiras, e possibilitando, assim, a produção competitiva de bens e produtos estratégicos (CNI, 2017).

No Brasil, para que haja um avanço da Indústria 4.0 é necessário um maior conhecimento da empresa a respeito da digitalização, a fim de conhecer seus ganhos na produção. Um dos principais entraves para essa concretização, é o alto custo que envolve tal digitalização, para tanto isso pode ser atenuado se a organização optar pela implementação em etapas. De certo são muitos os benefícios trazidos, portanto, deve-se investir em maior acesso a informação e identificação de parceiros, que serão decisivos na redução das incertezas na mudança de cultura da empresa (CNI, 2016)

A pesar das dificuldades apontadas as empresas nacionais já se movimentam a fim dessa nova tendência industrial uma reportagem da Revista Pesquisa FAPESP - Edição 259 set. 2017 - aponta que já existem indústrias que já estão investindo nessa nova tendência e plataforma de produção.

A empresa Romi, fornecedora para diversos setores da indústria, lançou em abril uma máquina de usinagem, capaz de moldar peças metálicas tirando ou acrescentando camadas, utilizando de um processo semelhante à impressão 3D, mas feito com pó metálico, a exemplo do que faz em uma empresa inglesa. A máquina combina usinagem com manufatura aditiva. Além da inovação do processo, a máquina é capaz de registrar e de receber dados sobre os processos e enviá-los instantaneamente para os clientes, contemplando a instantaneidade de comunicação.

Outro exemplo é a empresa a Birminind Automação, de Sorocaba, integrante do grupo da Abimaq, a qual dispõe de um software capaz de informar qual é o momento de fazer manutenção e seus custos. Tal programa é abastecido com dados coletados em equipamentos fabris, e consegue transformar as informações em valores financeiros, apontando eventuais falhas que podem repercutir na produtividade da empresa.

A empresa Automatsmart Tech, instalada no Parque Tecnológico de Sorocaba, também é citada como exemplo dessa nova era de digitalização e produção tecnológica, pois está desenvolvendo uma plataforma de gestão de dados de manutenção industrial, baseada em algoritmos de análise, com armazenamento de dados em nuvem e utilização por meio de dispositivos móveis. As informações coletadas no setor de produção são transferidas para bancos de dados e analisadas por algoritmos de inteligência artificial, que calculam e demonstram as tendências.

A corrida da Indústria 4.0 no Brasil, também pode ser retratada pela Autaza, startup instalada numa incubadora de empresas do Parque Tecnológico São José dos Campos- SP, que afim de prevenir o desperdício como o descarte de peças defeituosas, implementou sistemas de inspeção industrial, que utilizam da visão computacional. O sistema se vale de câmaras que fotografam a linha produção, e que por meio de inteligência artificial avaliam a qualidade do que está sendo produzido.

De certo, existe hoje uma necessidade buscar adequação e avançar em direção à Indústria 4.0, uma vez que está representa o novo modelo de indústria e de produção que regerá o mercado. Dessa forma, além de da busca de obtenção dos impactos e benefícios da Indústria 4.0, haverá então uma pressão competitiva, devido ao desenvolvimento dessa indústria em outros países, o que fará com que o Brasil, e a economia brasileira, faça a adoção das tecnologias necessária para o desenvolvimento de tal modelo, a fim de não perder espaço para seus concorrentes internacionais.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo industrial em questão é resultante da evolução da indústria e seu processo de produção com o passar dos tempos. Esta tem como premissa a melhoria na produção e na comunicação por meio do uso de tecnologia. Conhecida também como a 4ª Revolução industrial, revela o modelo da indústria inteligente, do futuro. Modelo no qual todo o setor deve se adequar para se manter vivo e apto à competitividade. Ademais a integração dos sistemas propostos pela Indústria 4.0 leva a diversos impactos positivos para o processo, para o produto e para os custos envolvidos na produção.

No entanto, são grandes os desafios para implementação do dito modelo, a começar pelo pelas equipes de trabalho que deverão ser multidisciplinares, detentores de alto nível de conhecimento técnico, bem como a dificuldade de investimento de informação e comunicação e equipamentos que possibilitem a digitalização dos processos.

Diante da realidade nacional, a mudança no Brasil deverá ser gradativa, de forma que as empresas usem de sua capacidade financeira e de estratégica para adequação ao novo modelo, uma vez que ainda que represente muitos ganhos de produção, pode demandar um grande investimento financeiro e reformulação no layout de produção. A princípio as empresas nacionais devem se interam mais sobre a digitalização, a fim de conhecer seus ganhos na produção e posteriormente se inteirar dos ganhos e das experiências já realizadas.

No Brasil, ainda que discreta, já há uma movimentação no sentido dessa adequação. Mas, vale ressaltar que pelo adiantamento no cenário externo, o país deve ser ágil a fim de não perder mercado para seus competidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBIX, Glauco; SALERNO, Mario Sérgio, ZANCUL, Eduardo; AMARAL, Guilherme; LINS, Leonardo Melo. O BRASIL E A NOVA ONDA DE MANUFATURA AVANÇADA: O que aprender

com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos estud. CEBRAP**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 29-49, Nov. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002017000300029&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 05 jul. 2018

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à Indústria 4.0**. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil /** Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2016.

_____. **Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira . ISSN 2317-7330 • Ano 17 • Número 2 • abril de 2016**

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INDUSTRIA ROMI S.A . Disponível em : <<http://www.romi.com/empresa/institucional/>> Acesso em 30 jun 2018

MARQUES, Fabricio. A corrida da Indústria 4.0 Estratégias para impulsionar a manufatura avançada no Brasil incluem a criação de centros de pesquisa e o apoio de startups. **Revista Pesquisa FAPESP** - Edição 259 set. 2017. Disponível em: < <http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/09/22/a-corrida-da-industria-4-0/>> Acesso em 05 Ago 2018.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Unlocking the potential of the internet of things**. jun. 2015. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>>. Acesso em: 03 mai. 2018.

MAZZAFERRO, José Antônio Esmerio. Indústria 4.0 e a Qualidade da Informação. **Soldag. insp.**, São Paulo , v. 23, n. 1, p. 1-2, Mar. 2018 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-92242018000100001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 05 Ago. 2018.

MENEZES, Felipe. **A linha do tempo na Engenharia de Produção**, 2015. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/linha-do-tempo-na-engenharia-de-produ%C3%A7%C3%A3ofelipe-morais-menezes>. Acesso em 30 jun 2018.

PALMA, J. M. B.; BUENO, U. S.; STOROLLI, W. G.; SCHIAVUZZO, P. L.; CESAR, F. I. G.; MAKIYA, I. K. Os princípios da Indústria 4.0 e os impactos na sustentabilidade da cadeia de valor empresarial. **6º Internaticonal Workshop Advances in Cleaner Production**, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/sixth/files/sessoes/6B/4/palma_jmb_et_al_academic.pdf>. Acesso em: 24 de maio de 2018.