

**Área:** Inovação | **Tema:** Modelos de Negócios Inovadores

**INDÚSTRIA 4.0 - UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA DA REGIÃO  
NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

**INDUSTRY 4.0 - A CASE STUDY IN A METALMECHANICAL INDUSTRY OF THE NORTHWEST  
REGION OF RIO GRANDE DO SUL**

Rafaela Kauane Brizolla e Tiago Zardin Patias

**RESUMO**

As constantes mudanças estão refletindo em todas as áreas e segmentos. A inovação e tecnologia são a base para toda essa mudança, principalmente no setor industrial. O presente trabalho identificou desafios e oportunidades da indústria 4.0 em uma empresa do ramo metalmeccânico na região noroeste do Rio Grande do Sul. Apresenta os principais conceitos, modelos e pilares da indústria 4.0, os quais deram sustentação teórica para a realização da investigação. A estratégia metodológica escolhida para o desenvolvimento desta investigação, é o estudo de caso, pois a intenção foi estudar especificamente a situação da empresa, diante da indústria 4.0. É classificada como pesquisa descritiva e qualitativa, e foram utilizadas como fontes de evidência as entrevistas realizadas com sete gestores da empresa, observação participante e documentos organizacionais. Os dados coletados foram categorizados e analisados através da técnica de análise de conteúdo. As principais constatações deste trabalho são que o conceito de indústria 4.0 está claro dentro da empresa, podendo-se identificar os principais pilares que já estão em andamento, como a internet das coisas, robotização e simulação, apresentando-se como os principais desafios a mudança cultural e a adaptação as inovações para manter-se competitiva e oportunidades o planejamento, inovação dos processos e atualização tecnológica. Por fim, conclui-se da necessidade que o nível estratégico da organização proponha a discussão sobre esse tema, alinhando com o planejamento estratégico da organização.

**Palavras-Chave:** Indústria 4.0. Tecnologia. Inovação. Manufatura avançada

**ABSTRACT**

Constants are reflected in all areas and segments. Innovation and technology are a foundation for all horizons, especially in the industrial sector. Industry 4.0 Officers and Opportunities in a Metalworking Company in the Northwest Region of Rio Grande do Sul. It presents the main concepts, models and pillars of Industry 4.0, which supported the theory for the research. The methodological strategy was chosen for the development of this investigation, and the case study, for the purpose of being an example of a company, against industry 4.0. The research as descriptive and qualitative, and as-of-sources as conducting studies with the company, participant observation and organizational documents. Data were categorized and analyzed using the content analysis technique. Information includes the company's location and information services across cultural Europe and adaptation as innovations to remain competitive and opportunities for development, process innovation and technology updating. Finally, it is concluded that the organization level is proposing an action on the theme, with the strategic planning of the organization.

**Keywords:** Industry 4.0. Technology. Innovation. Advanced Manufacturing

# INDÚSTRIA 4.0 – UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA DA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo está em constante mudança e evolução. A inovação está cada vez mais tomando espaço e tem se feito presente no dia-a-dia das pessoas, sendo considerada um elemento essencial para a promoção do desenvolvimento, principalmente na área industrial.

A quarta revolução industrial, ou indústria 4.0, é uma revolução tecnológica que impactará toda a humanidade. Vai alterar nossa maneira de viver e se relacionar, não estando somente relacionada a sistemas e máquinas conectadas. A diferença é a fusão e interação de tecnologias e áreas de conhecimento, como biológicas, digitais e físicas (SCHWAB, 2016).

A tecnologia já é aliada das empresas que buscam uma maior produtividade, velocidade e automação de seus processos e principalmente competitividade. As primeiras discussões sobre o conceito da indústria 4.0 surgiram na Alemanha, no ano de 2011 na *Hannover Messe International* (HMI) que é considerada a maior feira de automação industrial do mundo.

Para Schwab (2016), as inovações tecnológicas estão alimentando grandes mudanças em todo o mundo e trazendo para todos, em especial para as empresas, benefícios e desafios, em igual medida. Estas inovações têm de maneira significativa impulsionado a competitividade das empresas, simplificando e agregando valor aos processos produtivos e produtos em si.

A indústria 4.0 não é um selo, uma certificação e não é uma receita pronta, em que simplesmente se aplica em uma organização, ela é construída gradativamente conforme as necessidades e se adequa com a realidade. São aplicadas pequenas mudanças, pequenos projetos que alinhados e assertivos, auxiliam as indústrias a suportar a indústria 4.0. São vários envolvimento, em que se constroem projetos, são ajustados e replicados, é uma jornada.

Schwab (2016), comenta que o conhecimento compartilhado passa a ser especialmente decisivo para moldarmos um futuro coletivo que reflita valores e objetivos comuns, portanto, governo, empresas privadas e universidades precisam formar parcerias, buscar a inovação e a competitividade diante dos demais países, para sair desta estabilidade.

No Brasil, segundo o Portal da Indústria (2018) algumas iniciativas são visíveis, a criação dos Institutos de Inovação do SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), é uma delas. Estes 25 institutos que já se fazem presentes em 12 estados brasileiros têm como objetivo criar soluções ágeis, inovadoras e sob medida para indústrias de grande, médio e pequeno porte, auxiliar e formar parcerias com as indústrias.

Diante deste contexto, faz-se necessário estudar sobre a indústria 4.0, sendo que este projeto se propõe a fazer esta reflexão em uma indústria do ramo metalmeccânico, de médio porte localizada na região noroeste do Rio Grande do Sul.

### 1.1 PROBLEMA

O atual cenário e tendências da indústria nos direcionam ao seguinte questionamento: Quais os principais desafios e oportunidades da indústria 4.0 para a empresa?

### 1.2 OBJETIVOS

#### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi analisar a situação da empresa diante da indústria 4.0.

#### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Apresentar as principais características e tecnologias da Indústria 4.0;
- b) Diagnosticar o que há ações da indústria 4.0 na empresa;
- c) Analisar como a empresa está se estruturando e se preparando para a indústria 4.0.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A indústria está passando por uma grande transformação, o mundo caminha para atingir a manufatura avançada, investindo em fábricas inteligentes na busca de automatizar muitos processos e melhorar a produtividade e competitividade. Diante deste cenário torna-se importante o estudo da quarta revolução industrial, o histórico das revoluções, o posicionamento da indústria brasileira e a situação específica da empresa no contexto da indústria 4.0.

Diante da importância do assunto na atualidade, decidiu-se elaborar um estudo de caso, com a finalidade de apresentar a empresa, que está inserida neste meio industrial de constante transformação. Este estudo é de grande valia para a ampliação do conhecimento na área industrial e entendimento do processo de atualização tecnológica e rápido avanço da manufatura.

O estudo científico do assunto oportuniza conhecimento desse tema recente, considerando a contextualização, análise e considerações. O estudo de Administração contempla a área de produção e operações, que é de grande importância nas empresas e que demanda atualização, assim como torna válido o conhecimento de oportunidades e desafios.

O estudo sobre o tema propõe auxílio à gestão da empresa, no que diz respeito a sua realidade no segmento industrial e aspectos de melhorias, conhecimento da situação atual, quais são as ações que já estão implementadas, as oportunidades e desafios diante da Indústria 4.0, assim como possíveis decisões que precisam ser consideradas para que a empresa mantenha-se competitiva no segmento em que atua.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seção a seguir trata da fundamentação teórica com relação a indústria 4.0. No desenvolvimento abordaram-se os assuntos referentes ao histórico da indústria 4.0, conceitos, benefícios, pilares que embasam a teoria e quais os desafios e impactos desta nova tendência industrial.

### 2.1 HISTÓRICO DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

As principais revoluções industriais estão acontecendo desde o ano de 1700. A quarta revolução industrial que é a que se está vivenciando é somente a continuidade desse processo, em que a base é a tecnologia.

Segundo dados da Confederação Nacional da Indústria (2016), a primeira revolução industrial, ou indústria 1.0, começou no Reino Unido, no final do século XVIII, com a introdução de métodos de produção mecânica e a aplicação de energia a vapor. Peinado e Graeml (2007), ressaltam que a primeira revolução industrial foi marcada pelas indústrias que começaram a utilizar o aço como matéria-prima e carvão como energia nos seus processos de fabricação. Neste período, entre 1780 e 1860, também foi aperfeiçoado o motor a vapor, que mecanizou tarefas realizadas manualmente, foi criada a primeira máquina de tear e a primeira calculadora mecânica.

A indústria 2.0 iniciou no fim do século XIX e foi marcada pela produção industrial em massa, baseada em linhas de montagem. A partir dessa revolução, a concorrência aumentou, o

que proporcionou o desenvolvimento das indústrias e a competitividade. Estima-se que durante duas décadas do acontecimento da segunda revolução, houve um aumento de aproximadamente 67% de trabalhadores nas indústrias dos Estados Unidos.

Alguns avanços da segunda revolução, pontuados por Peinado e Graeml (2007), são: a fabricação em aço industrial, neste momento em praticamente todas as indústrias, não isoladamente na Inglaterra, motor a combustão, invenção do automóvel.

A indústria 3.0, ou terceira revolução industrial, começou na década de 1960, foi marcada pela automatização dos processos de produção, uso de produtos eletrônicos e tecnologia da informação e telecomunicações. Schwab (2016) diz que esta é reconhecida pela revolução do computador, já que houve o desenvolvimento de semicondutores, computação em *mainframe*, computação pessoal e internet.

A rapidez da inovação difundida na indústria 4.0 é surpreendente, Schwab (2016) relata como exemplo o tear mecanizado, que surgiu na primeira revolução industrial demorou 120 anos para se espalhar na Europa, mas a internet espalhou-se pelo mundo em menos de 10 anos. A segunda revolução industrial ainda precisa ser vivida por 17% da população mundial, pois quase 1,3 bilhão de pessoas ainda não possuem acesso à eletricidade. A terceira revolução industrial, também ainda não atingiu a todos, cerca de 4 bilhões de pessoas, um pouco mais da metade da população mundial não possui acesso à internet. Isso confirma que se trata de eventos contínuos e não lineares.

## 2.2 INDÚSTRIA 4.0

O mundo está se transformando e a quarta revolução industrial é uma das tendências que está acelerando esta mudança e moldará a indústria atual e do futuro. Esta é a era da manufatura digital, que possui alta tecnologia embarcada e visa a valorização dos produtos e a competitividade em todas as áreas. De acordo com Schwab (2016), a indústria 4.0 cria um mundo onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível, permitindo a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais.

Para a implantação e vivência da quarta revolução industrial, é imprescindível uma mudança de *mindset* - mente aberta, segundo Costa (2017) é preciso estar de mente aberta para conseguir ter a percepção das possíveis tecnologias que podem ser implantadas, processos que podem ser melhorados, automatizados, diminuição de custos e prazos, adição de valor ao produto e tudo isso antes dos concorrentes, para que a competitividade seja eficiente, como dados do *Boston Consulting Group* (2015) relatam que competitividade, é o que lhes permitirá expandir sua força de trabalho industrial ao mesmo tempo em que a produtividade aumenta.

Devido à eficácia da automatização dos processos, o investimento na manufatura avançada tem sido cada vez maior, diversas plantas fabris consideradas tradicionais estão sendo transformadas em fábricas inteligentes. “É importante frisar que boa parte dessas novas tecnologias já está disponível, mas que a transição para a Indústria 4.0 não ocorrerá de forma repentina, e sim gradual, com uma velocidade de implantação que dependerá de fatores econômicos e estratégicos e da capacitação tecnológica da indústria (HAHN, 2016).

A implantação ou transformação gradual é possível para todos os portes ou segmentos, porém, deve ser analisada a realidade atual da empresa e realizar a adaptação com as tecnologias certas para uma fábrica inteligente, nesse contexto Baungartner (2017) ressalta que não é somente automatizar todos os processos, mas sim, na maioria das vezes, utilizar a tecnologia que já está disponível na fábrica e aplicá-la da melhor forma possível, para otimizar o processo e, isso vale para todos os portes de empresas.

### 2.2.1 Indústria 4.0 no Brasil

A defasagem tecnológica do Brasil contribui para a perda de competitividade, e tem se estabilizado neste quesito em comparação aos demais países. Os investimentos não podem parar e devem ser cada vez maiores e as mudanças precisam ser mais rápidas para aumentar a competitividade. Considerando que a indústria brasileira precisa competir globalmente e que se encontra atrás nessa corrida, é preciso saltar etapas. O esforço de digitalização tem de ser realizado, simultaneamente, em todas as dimensões, afirma o gerente de pesquisa e competitividade da Confederação Nacional da Indústria, Renato da Fonseca (SKA, 2018).

Segundo Hahn (2016) a indústria nacional ainda se encontra muitos anos atrasada no quesito tecnológico, quando comparada com países desenvolvidos como a Alemanha, China e Estados Unidos. Pode-se dizer que o Brasil está atualmente transitando entre a Indústria 2.0 para a Indústria 3.0, ou seja, está substituindo as tradicionais linhas de montagem utilizando pessoas e introduzindo a automação através da eletrônica, robótica e programação, porém, ainda em um ritmo muito abaixo do necessário para ser competitiva. Esta defasagem tecnológica precisa diminuir, para que o Brasil não permaneça estável.

Os investimentos em tecnologias de informação e de automação podem colocar o Brasil entre os principais *players* entre os países com fábricas inteligentes. A capacitação intensiva de gestores, engenheiros e técnicos, que é mandatória para atuar com essas tecnologias, vai garantir também uma mão de obra mais qualificada (AEVO, 2017). Em decorrência disso, o país pode manter-se competitivo e garantir um desempenho satisfatório e de destaque.

## 2.3 PILARES DA INDÚSTRIA 4.0

As tecnologias da indústria 4.0 estão baseadas em nove pilares que norteiam a implantação e o suporte das indústrias neste quesito. Nas subseções seguintes serão detalhados cada um dos pilares da indústria 4.0. Objetiva-se com isso compreender cada um deles, com vistas a dar sustentação a pesquisa empírica.

### 2.3.1 Big Data e análise

Segundo Gerbert, et al. (2015), no contexto da Indústria 4.0, a coleta e a avaliação abrangente de dados de várias fontes diferentes, equipamentos e sistemas de produção, bem como sistemas de gerenciamento corporativo e de clientes, se tornarão padrão para apoiar a tomada de decisões em tempo real.

“A aplicação de big data na manufatura reduzirá o número de trabalhadores especializados em controle de qualidade, enquanto aumenta a demanda por cientistas de dados industriais” (GERBERT, et al., 2015).

### 2.3.2 Robôs autônomos

Dados da Confederação Nacional da Indústria Digital (2017), conceituam os robôs autônomos como máquinas que realizam tarefas sem intervenção humana e que podem tomar decisões, detectar e resolver problemas no chão de fábrica.

Conforme afirmação de Gerbert, et al. (2015), algumas fábricas já usam robôs há muito tempo para tarefas complexas, porém, os robôs estão evoluindo para uma utilidade ainda maior. Eles estão se tornando mais autônomos, flexíveis e cooperativos. Poderão interagir uns com os outros e trabalhar em segurança lado a lado com os humanos e aprender com eles, tornando-se colaborativos. Esses robôs custarão menos e terão uma gama maior de recursos do que os usados na fabricação hoje.

### 2.3.3 Simulação

Para a Confederação Nacional da Indústria Digital (2017),

Simulação (ou Virtualização) é a reprodução virtual de ambientes e processos de desenvolvimento e manufatura nas fábricas. É uma prática que possibilita a reprodução digital e fiel do funcionamento das plantas industriais, abrangendo equipamentos, funções operacionais e de funcionários. Na Indústria 4.0, o conceito pode ser aplicado a toda planta fabril, fazendo cópias virtuais das fábricas inteligentes para melhor monitorá-las, de modo a prever dificuldades e aprimorar a produção.

A afirmação da Confederação Nacional da Indústria Digital (2017), considera que a simulação melhora o resultado da produção, pode obter maior controle de processos, identifica e minimiza as falhas e contribui para o aumento da qualidade do trabalho dos colaboradores.

Segundo Olivier Scalabre, o especialista do *Boston Consulting Group* (2018), as simulações serão usadas mais extensivamente nas operações da fábrica para alavancar dados em tempo real e espelhar o mundo físico em um modelo virtual, que pode incluir máquinas, produtos e seres humanos. Isso permitirá que os operadores testem e otimizem as configurações da máquina para o próximo produto em linha no mundo virtual antes da troca física, reduzindo assim os tempos de configuração da máquina e aumentando a qualidade.

#### **2.3.4 Sistemas de integração horizontal e vertical**

Scalabre (2018) da *Boston Consulting Group* diz que as empresas, departamentos, funções e capacidades serão muito mais coerentes à medida que as redes universais de integração de dados entre empresas evoluírem e permitirem cadeias de valor verdadeiramente automatizadas.

Algumas aplicações citadas por Aquino (2015) estão ligadas ao sistema urbano em geral e cidades inteligentes, como soluções para a integração de veículos “inteligentes”, capazes de interagir entre si e trocar informações de acidentes ou congestionamentos. Outras aplicações são o monitoramento ambiental visando monitorar a qualidade do ar, praias ou rios e a previsão de catástrofes; e a automação de prédios permitindo a concepção de ambientes inteligentes.

#### **2.3.5 Internet industrial das coisas**

O conceito da internet industrial das coisas para Almeida (2015),

Do inglês *Internet of Things* (IoT), a Internet das Coisas refere-se à integração de objetos físicos e virtuais em redes conectadas à Internet, permitindo que os objetos colem, troquem e armazenem dados que serão processados e analisados, gerando informações e serviços em grande escala. São muitas as possibilidades de objetos conectados: automóveis, smartphones, eletrodomésticos, artigos de vestuário, fechaduras, entre outros aparelhos.

A Internet das Coisas (IoT), permite o compartilhamento de dados entre dispositivos que controlam e atuam nos processos de produção em tempo real através de redes sem fio. Segundo *Boston Consulting Group* (2015), isso permitirá que os dispositivos de campo se comuniquem e interajam uns com os outros e com controladores mais centralizados, conforme necessário. Também descentralizará a análise e a tomada de decisões, permitindo respostas em tempo real.

#### **2.3.6 Segurança cibernética**

Para a Confederação Nacional da Indústria Digital (2017), a segurança cibernética é o conjunto de ferramentas criadas para proteger dados virtuais. Com a integração dos sistemas, na indústria 4.0, torna-se imprescindível a segurança dos dados contra-ataques e prevenção vazamentos por qualquer motivo. Com investimento em segurança cibernética, é possível uma resposta rápida e eficiente para uma possível ameaça.

Scalabre da *Boston Consulting Group* (2018), relata que com o aumento da conectividade e o uso de protocolos de comunicação padrão que vêm com a indústria 4.0, a necessidade de proteger sistemas industriais críticos e linhas de fabricação de ameaças de segurança cibernética aumenta dramaticamente. Como resultado, comunicações seguras e confiáveis, bem como gerenciamento sofisticado de identidade e acesso de máquinas e usuários são essenciais.

### **2.3.7 Computação em nuvem**

Para a Confederação Nacional da Indústria Digital (2017), a computação em nuvem é “a possibilidade de acessar e utilizar serviços como armazenamento, bancos de dados, rede, software e análise, entre outros, pela internet” e contribui nas organizações para a redução de custos, reduzindo investimentos em tecnologia da informação (hardware e infraestrutura, equipe, deslocamentos).

Segundo Olivier Scalabre, da *Boston Consulting Group*, mais empreendimentos relacionados à produção exigirão maior compartilhamento de dados entre sites, sistemas e limites da empresa. Como resultado, os dados e a funcionalidade da máquina serão cada vez mais implementados na nuvem, permitindo mais serviços orientados a dados para sistemas de produção.

### **2.3.8 Manufatura aditiva**

Scalabre, da *Boston Consulting Group* diz que as empresas começaram a adotar a manufatura aditiva, como a impressão 3D, que usam principalmente para protótipos e produzir componentes individuais. Com a indústria 4.0, esses métodos de fabricação de aditivos serão amplamente utilizados para produzir pequenos lotes de produtos personalizados que ofereçam vantagens de construção, como designs complexos e leves.

Uma definição da Confederação Nacional da Indústria Digital (2017), é que a manufatura aditiva, ou Impressão 3D é a criação de um objeto por meio da adição de camadas ultrafinas, uma a uma, de materiais como plástico, metal, ligas metálicas (aço comum ou liga de titânio), cerâmica e areia, entre outros. A impressão 3D colabora positivamente para as indústrias, no sentido de que, comparada com a fabricação tradicional proporciona menos desperdício de materiais, simplificação logística com redução significativa de custo de produção.

### **2.3.9 Realidade aumentada**

A Confederação Nacional da Indústria Digital (2017), conceitua a realidade aumentada como a tecnologia que permite interação entre os universos virtual e real. Considerada também a sobreposição de objetos e imagens reais no ambiente virtual por meio de um dispositivo tecnológico. No futuro, as empresas poderão tomar decisões partindo de uma ciber-representação, os operadores poderão aprender a interagir com máquinas, alterar parâmetros e recuperar dados operacionais e instruções de manutenção, as utilidades desta ferramenta são infinitas.

Conforme dados da *Boston Consulting Group* (2018), os sistemas baseados em realidade aumentada suportam uma variedade de serviços, como a seleção de peças em um estoque ou armazém e o envio de instruções de reparo em dispositivos móveis, para serviços de pós-vendas, por exemplo. Esses sistemas estão atualmente em sua infância, mas, no futuro, as empresas usarão muito mais a realidade aumentada para fornecer aos funcionários informações em tempo real para melhorar a tomada de decisões e os procedimentos de trabalho.

### **3 METODOLOGIA**

Esta seção consiste em apresentar o tipo de pesquisa, o delineamento da pesquisa, os instrumentos para a coleta de dados, o tipo e definição de universo e amostra, o levantamento e análise dos resultados obtidos.

#### **3.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA**

Trata-se de estudo de caso descritivo, com a intenção de analisar especificamente a situação da empresa, diante da indústria 4.0.

Através de pesquisa exploratória buscou-se conteúdo específico que conceitua a indústria 4.0 e as afirmações de especialistas em relação a esse assunto. A pesquisa consiste em fontes como: artigos científicos, teses, dissertações, informações, pesquisas e índices disponibilizados por órgãos governamentais, instituições privadas com referência neste assunto e reportagens disponíveis na internet.

#### **3.2 ETAPAS**

Para o embasamento teórico foram realizadas pesquisas em ambientes virtuais, artigos científicos, teses, resenhas, entrevistas, reportagens e livros, os quais auxiliaram na construção de ideias e desenvolvimento do conteúdo.

Foi desenvolvido um roteiro de entrevista semiestruturado para a aplicação das entrevistas na indústria, especificamente para sete gestores do nível tático e com contato na área de manufatura. Nesta investigação utilizaram-se as entrevistas, a pesquisa documental e a observação direta.

#### **3.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS**

Os dados informados por gestores da área industrial e nível tático, através da coleta de dados, constituíram sete perguntas principais sobre o assunto.

#### **3.4 UNIVERSO E AMOSTRA**

As entrevistas foram realizadas nas dependências da indústria com sete gestores envolvidos com o processo fabril e estratégico da empresa.

#### **3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A técnica de análise de conteúdo foi a escolhida como a mais adequada para atingir os objetivos da pesquisa. Bardin (2011) estabelece três fases para a análise de conteúdo: 1) pré análise; 2) exploração do material; e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Na fase de pré análise deve-se escolher os documentos, formular as hipóteses / objetivos e elaborar indicadores que fundamentem a interpretação final. A fase de exploração do material

é o momento de codificar os textos selecionados. Segundo Bardin (2011), pode-se escolher entre três formas de codificação: 1) o recorte: escolha das unidades; 2) a enumeração: escolha de regras de contagem; 3) a classificação e agregação: escolha das categorias.

Nesta pesquisa a forma de codificação definida foi a classificação e agregação: escolha das categorias. Neste caso foram definidas quatro categorias de análise: a) o conceito de indústria 4.0; b) os pilares da indústria 4.0; c) ameaças da indústria 4.0; d) oportunidades da indústria 4.0.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos em pesquisa de campo. As análises compreendem dados informados por gestores, da área industrial e estratégica. Os resultados estão estruturados nas categorias conceito, pilares, ameaças e oportunidades.

### 4.1 CONCEITO

O primeiro questionamento realizado foi para contextualizar sobre qual o conhecimento sobre a Indústria 4.0. Para o *Entrevistado 1*: “A indústria 4.0 marca uma evolução da indústria de forma global, onde esta revolução especificamente se trata de uma evolução tecnológica, mudando o conceito da relação entre homem e máquina, onde a ideia macro é que alie o conhecimento, baseado em dados, big data, os equipamentos estão conectados em tempo real via IoT e as decisões sejam rápidas, sendo realizadas através de AI, inteligência artificial, e ainda dispõe da possibilidade de acessá-las em qualquer lugar, devido a nuvem, estes são alguns fatores da indústria 4.0.”

O *Entrevistado 3* relata que o conceito seria uma mudança de paradigma em relação a maneira como as fábricas operam nos dias de hoje, o que é correto, conforme Aevo (2017) as fábricas serão consideradas mais inteligentes, assim como uma descentralização do controle de processos produtivos manuais, e passa-se a controlar via conexão de dispositivos inteligentes interconectados, englobará automação e tecnologia da informação na manufatura. Tal afirmação condiz com o entendimento do *Entrevistado 4*, que diz que a indústria 4.0 abrangerá as principais inovações tecnológicas aplicadas no processo de manufatura (automação, TI, IOT) e tornará os processos produtivos autônomos, fábricas mais inteligentes e eficientes.

Analisando as respostas dos entrevistados, percebe-se que há um alinhamento das informações conceituando a indústria 4.0, pois sabem a origem, o significado e alguns impactos que proporcionam para a indústria. Esse conhecimento destaca a importância do assunto, mesmo que um contexto recente e ainda não tão explorado já está disseminado na Empresa.

No quesito de verificar o conhecimento que cada entrevistado possui sobre o assunto, o *Entrevistado 1*, revela que tem interesse pelo assunto, realiza leituras, porém como a evolução é constante, todos os dias existem inovações, sensores, equipamentos e aplicações de tecnologias em diferentes áreas da indústria, dificultando a atualização. Como atualmente trabalha com pesquisa e desenvolvimento, é imprescindível ter conhecimentos sobre a Indústria 4.0, para desenvolver produtos voltados a ela.

O *Entrevistado 2* afirma que na inovação estamos cada vez piores e em seu ponto de vista, destaca que o Brasil está tentando sair da segunda revolução industrial e ter que pular direto para a quarta, ou pelo menos tentar e isso vai dar bastante trabalho. Devido ao foco do assunto nos últimos anos, o *Entrevistado 3* considera que o conhecimento que possui é devido a participação em palestras e cursos, o entendimento é que na Indústria 4.0 há uma enorme comunicação entre máquinas, sensores, robôs colaborativos, tirando parte da mão de obra humana, grande parte feita via softwares e também, diz que haverá um amplo controle quanto a rastreabilidade. Percebe-se que o conhecimento que cada entrevistado possui é distinto e

conforme interpretação e experiências de cada um, pois o *Entrevistado 4*, alega ter pouco conhecimento sobre indústria 4.0 e as novas tecnologias, assim como pilares que ela traz.

Para o *Entrevistado 5*, a indústria 4.0 proporcionará fábricas automatizadas, planejadas para produzir produtos em grande escala, eliminando todos os desperdícios e produtos padrões em grandes escalas. O *Entrevistado 6*, declara ter pouco conhecimento, não expressando detalhes sobre o assunto.

O *Entrevistado 7* reitera que participou de alguns seminários a respeito de como começar a jornada para indústria 4.0 e por ser a quarta versão da indústria, começando com 1.0 a era da mecanização, 2.0 linhas de montagem, 3.0 automação e robôs e 4.0 controle da cadeia de produção e logística através dispositivos inteligentes interconectados.

Analisando as respostas dos entrevistados em relação ao seu conhecimento acerca da Indústria 4.0, nota-se que o conhecimento é generalista e empírico. Todos têm breve conhecimento, mas não possuem um embasamento teórico ou concreto sobre ações específicas e na prática, principalmente no dia-a-dia atual.

## 4.2 PILARES

Um dos questionamentos efetuados aos entrevistados relacionados aos pilares da Indústria 4.0, para identificar qual ou quais pilares consideram mais importante e o motivo.

O *Entrevistado 1* afirma que todos os pilares têm seus pontos, e muitas coisas se interligam, portanto é difícil dizer qual é o mais importante, todos tem seu grau de importância, mas, big data e análise pode se considerar a base do conhecimento, sem dados, não é realizada nenhuma tarefa, pois não existem parâmetros para tomar decisões seguras.

Segundo o *Entrevistado 4*, todos os pilares citados têm sua importância na Indústria 4.0, mas percebe que estão fazendo diferença o big data com os dados articulados em tempo real para tomada rápida de decisão, os robôs autônomos que aumentam a produtividade e reduzem falhas e desperdício, os sistemas de integração vertical e horizontal que otimizam processos, manufatura aditiva com as impressoras 3D que proporcionam agilidade para diversos projetos e computação em nuvem que promove a facilidade do acesso remoto de serviços a qualquer hora e lugar.

A partir das respostas, pode-se perceber que entrevistados com maior experiência na área fabril conseguem identificar mais oportunidades de aplicações dos pilares e com conhecimento mais profundo do assunto já conseguem verificar pequenos avanços na empresa, que consideram inovações da indústria 4.0. O *Entrevistado 5* aponta o pilar de sistemas de integração horizontal e vertical como o mais importante, pois para a fábrica tudo se define em processo, se ganha muito resultado no gerenciamento, nas alterações e adequações dos processos.

As ações para melhorar os resultados podem ter uma confiabilidade de assertividade muito grande através de simulações ricas em dados comparativos, todo processo que dispor de tecnologia rápida na geração da informação será muito mais competitivo no mundo da indústria.

Constata-se nas respostas dos entrevistados que há coerência das informações com base nos conceitos de cada pilar e o ponto de vista de cada um converge para a competitividade da indústria, para que seja vista como um diferencial perante as demais. Os pilares da indústria 4.0 são balizadores e sustentam a indústria, otimizando seus processos. Nesse contexto, é possível identificar algumas ações que já foram implantadas na empresa, no caminho de tornar-se uma empresa da quarta revolução industrial.

O *Entrevistado 1* relatou uma nova prática que acontece na empresa desde janeiro de 2019, considerada um avanço, que iniciou com a base de dados sendo coletada no dia a dia, com o reporte de ordens, este pode ser considerado o ponto inicial do desenvolvimento dos

demais planos, assim como os investimentos em equipamentos de última geração, que futuramente poderão ser implementados com internet das coisas e inteligência artificial.

Segundo o *Entrevistado 2*, a empresa ainda não tem um plano ou projeto para a indústria 4.0, que de fato, é real, visto que a Empresa não possui um plano a longo prazo, mas na fábrica já há alguns avanços como o uso de robôs colaborativos e algumas simulações (usinagem e corte).

O *Entrevistado 7* fundamenta que foram desenvolvidas ações como reporte de operação de fábrica online, conforme mencionado pelo *Entrevistado 1* o projeto camaleão, a robotização nos processos de solda, programação de máquinas através de softwares modernos, customização do sistema operacional da empresa para uma melhor programação, comunicação e integração nos processos e afirma que a empresa possui sim iniciativas que vão de encontro a nova versão da indústria 4.0.

Conforme quadro, pode-se identificar a situação atual da empresa diante dos pilares da Indústria 4.0. Além de verificar o que já existe na empresa, há oportunidades de aplicações de cada um dos pilares.

<b>Big Data e Analytics</b>	Reporte online de fabricação; Compilação de dados dos processos produtivos; Informações do andamento da produção em tempo real; Informações precisas;	Automatizar e reportar todos os processos da Empresa, assim como áreas de apoio;
<b>Robôs Autônomos</b>	Robôs colaborativos de solda, alinhados com programação, mas soldam com perfeição;	Áreas com trabalho mais repetitivos, com inserção de robôs autônomos; Interação entre robôs e colaboradores; Inserção de robôs em todas as linhas de soldagem;
<b>Simulação</b>	Simulações realizadas na área de Engenharia, a partir de elementos finitos; Softwares de simulação de projetos de equipamentos; Comissionamento virtual;	Sensoriamento da fábrica, para oportunidades de alterações no <i>layout</i> , para tornar o processo mais rápido e eficiente;
<b>Realidade Aumentada</b>	Ainda não está presente na empresa;	Utilização de Google Glass nas áreas de montagem e manutenção da Empresa; Possibilidade de enviar imagens e/ou vídeos em 360° junto com manuais dos produtos para os clientes;
<b>Integração de Sistemas</b>	Máquinas de Usinagem com sensores de identificação de produtividade; Manutenção preditiva;	Manutenção preditiva em todas as áreas;
<b>Manufatura Aditiva</b>	Ainda não está presente na empresa;	Impressão 3D nas linhas de montagem final; Adição de materiais ao invés de retirada (usinagem); Fundição - obtenção de uma nova peça através da fusão de pó de ferro;
<b>Cyber segurança</b>	Segurança das informações e dados da Empresa através da estrutura e bancos da área de Tecnologia da Informação;	Manter todas as conexões da empresa seguras; Maior segurança através da Lei de Proteção de dados;
<b>Nuvem</b>	dados da empresa salvos em mais de uma nuvem, diariamente, assegurando todos os dados;	RFID (Sistemas de identificação por rádio frequência) nas peças, para monitoramento; Interligação dos processos fabris, para agilizar e flexibilizar as tarefas;

<b>Internet Industrial</b>	Utilização de programação dos processos e integração direta com as máquinas;	Conexão entre as áreas de PPCP e Suprimentos, para gerar um pedido de compra quando necessário realizar uma compra de matéria prima;
----------------------------	--	--

#### Quadro 1 – Aplicação dos pilares da Indústria 4.0 na empresa

Fonte: Autora

A partir de análise no quadro, torna-se visível as ações e oportunidades de implantação de cada um dos tópicos. Conforme a agência de notícias da Confederação Nacional da Indústria (2018), no Brasil, há um longo caminho, mas repleto de oportunidades, visto que em um estudo recente, foram entrevistadas algumas empresas e 90% delas concordam que a Indústria 4.0 é uma oportunidade, e não um risco.

### 4.3 OPORTUNIDADES

Os entrevistados foram questionados sobre as perspectivas e oportunidades em relação as indústrias e como veem o futuro da indústria nesse contexto.

É possível observar que o crescente desenvolvimento da atividade industrial demonstra diversas oportunidades de melhoria e aprimoramento dos processos, para garantir maior eficiência e competitividade. Segundo a Finep (2019) que é uma Financiadora de Estudos e Projetos, anunciou a possibilidade de ação de fomento à inovação industrial.

O *Entrevistado 1* diz que com relação a indústria, já há modificações na atualidade e continuará ocorrendo, pois a cada passo há implementações na cultura de inovação. Em um futuro próximo, teremos cada vez mais as indústrias voltadas a tecnologia, utilizando os dados coletados, conseguindo se conectar a indústria de qualquer lugar, utilizando equipamentos que possam além de ser autônomos, tomar decisões, ou seja, que contenham inteligência artificial.

A indústria tem grande potencial para ser um modelo de indústria 4.0 no país, pois contém cultura de inovação e pioneirismo, mas é necessário um grande planejamento, pois os altos custos para implementação desta evolução, dificultam o progresso rápido deste cenário, em termos de utilização interna. A inovação precisa iniciar com pequenos projetos e promover as mudanças de modo gradativo.

O posicionamento do *entrevistado 2* corrobora com a pesquisa realizada pela Agência de Notícias da Confederação Nacional da Indústria (2019). A pesquisa teve como objetivo identificar o nível de maturidade das organizações e o resultado demonstrou que em uma escala de 0 a 5, o resultado das 412 empresas entrevistadas foi de 2,45, revelando que no Brasil, as empresas estão apenas iniciando o caminho da Indústria 4.0.

O *Entrevistado 3* acredita que o assunto seja considerado futuro, mas na América do Sul, diferente da Europa, esta metodologia e tecnologia vai demorar um pouco mais a chegar. Tendo-se multinacionais no Brasil, pode-se ter um aumento na velocidade, mas não se sabe ao certo. Quanto a indústria em questão, por ter empresas parceiras na Europa, é possível que haja um pensamento do “novo” e percebe-se que é possível elevar a eficiência da fábrica e, esta é uma das vantagens de ter estas parcerias. Mas, se depender de conhecimentos e investimentos só do Brasil pode-se estender o tempo de aplicação desta metodologia.

O *Entrevistado 4* considera a possibilidade de existirem indústrias mais automatizadas, mais máquinas e menos pessoas. Processos padronizados evitando erros, diminuição do desperdício, redução de custos e uma aceleração gradativa na produção (aumento produtividade). A empresa no futuro terá que se adaptar a esse novo conceito, pois para sobreviver no mercado altamente competitivo que vem sendo desenhado é necessário buscar novas tecnologias que garantam permanência no mercado, salienta que é preciso inovar para não morrer.

Para o *Entrevistado 5*, a indústria 4.0 já existe na empresa nas máquinas modernas, na engenharia equipada com softwares de primeira, planejamento e programação, acredita que a empresa já está no caminho. O *Entrevistado 6* alega que é um passo gigante para a inovação e que, a empresa precisa mudar o seu olhar, para perceber onde estão as oportunidades de inovações. Neste momento é possível perceber distinção nas respostas dos entrevistados e que não há alinhamento no entendimento quanto a situação da empresa e seu estado atual.

Conforme o entendimento do *Entrevistado 7*, a indústria brasileira tem muito para evoluir para chegar na versão 4.0, ainda possui um pouco de cada versão, a indústria automotiva se mostra avançada em direção a mais nova versão da indústria por trazer padrões de produção mais claros e estabelecidos. A empresa em seu âmbito interno possui fases do processo com automação e sensoramento alinhados a indústria 4.0 o desafio é dar continuidade na evolução da cadeia de processos fazendo com que estes processos comecem a interagir entre si de maneira inteligente e automática. No âmbito externo, em se tratando de produto, é necessário evoluir na engenharia de produto buscando entregar ao cliente tecnologia na operação e tecnologia no processamento da informação de operação do equipamento.

Essa fala do entrevistado, alinha-se ao que diz o Presidente da Confederação Nacional da Indústria, Paulo Afonso Ferreira, “a capacidade das empresas inovarem é determinante para aumentar o desenvolvimento econômico e social do Brasil. A inovação é condição inequívoca para a competição em mercados globais, a criação de empregos de qualidade e o fortalecimento da indústria” (Confederação Nacional da Indústria, 2019).

#### 4.4 DESAFIOS

Uma nova indagação realizada aos entrevistados foi relativa aos desafios da Indústria 4.0 e os impactos. Diante disso, o *Entrevistado 1* salienta que há dois pontos: o primeiro positivo, pois criará postos de trabalhos, que hoje ainda não existem de fato, pela necessidade de atualização de dados e interpretação deles, assim como mais pessoas com qualificação para realizar manutenções e procedimentos nos equipamentos. O segundo, que a tendência mundial é a redução do trabalho humano, devido a automatização dos processos, este ponto já é discutido por países nórdicos, onde deverá ser reavaliada a condição social para verificar a real necessidade de implementação total de indústrias autônomas.

No ponto de vista do *Entrevistado 2*, o impacto da indústria 4.0 irá substituir alguns trabalhos repetitivos e selecionará os colaboradores no mercado de trabalho, irá facilitar decisões e torná-las mais assertivas, um exemplo é a participação da inteligência artificial em reuniões estratégicas de conselhos diretivos empresariais, em que o robô ouvirá as discussões, receberá os dados e com as informações irá sugerir decisões.

Haverá uma maior competitividade de vagas de emprego, mais formação, especialização e atributos diferenciados, afirma o *Entrevistado 5*. De acordo com o *Entrevistado 6*, os profissionais precisarão estar cada vez mais qualificados para o mercado de trabalho; as indústrias brasileiras ganharão em competitividade global.

O *Entrevistado 7* declarou que desde a indústria 3.0, que já houve impactos na indústria, onde os trabalhos manuais estão cada vez mais sendo substituídos por máquinas, e a automação trouxe consigo a programação dos recursos automatizados, a indústria 4.0 se propõe a evoluir o processo de análise e tomada de decisão tornando este processo rápido e digital. O mercado de trabalho tende a se transformar rapidamente principalmente nos modelos de indústria 4.0, mas há ainda uma longa caminhada de evolução nos processos, pois na sociedade dispomos de muitos fatores além da tecnologia que podem alterar a direção do mercado de trabalho.

Como a velocidade é muito maior que na era da mecanização, de fato, cada vez mais o uso da inteligência do ser humano em construir e evoluir sistemas inteligentes estará mais

presente. Nesse cenário, os entrevistados mencionaram quais as principais dificuldades para a empresa tornar-se uma indústria da quarta revolução industrial.

O *Entrevistado 1* salienta que atualmente a tecnologia envolve elevados custos para realizar esta evolução, ainda existe o fato de que a indústria em questão não é uma empresa voltada somente a lucros, mas ao bem-estar da sua comunidade, que na opinião do entrevistado, o último fato, faz com que a empresa ainda não tenha dado passos mais largos a esta evolução.

No ponto de vista do *Entrevistado 2*, a principal dificuldade pode ser considerada a cultura e essa mudança não é algo simples, mas é imprescindível que sejam realizadas todas as etapas para o sucesso de cada projeto, que sejam concluídos e se tornem cada vez melhores. É uma empresa com muito potencial, com pessoas competentes e engajadas, precisa de alguns ajustes e transição para conseguir ser cada vez melhor e mais competitiva.

De acordo com o *Entrevistado 5*, a alta diversidade de produtos e a customização são limitadores, além de não existir linhas de produção por produtos e seriada. Já o *Entrevistado 6* afirma que é necessário pensar fora “do quadrado”, e explorar as tecnologias e inovações que a indústria 4.0 oferecem.

Conforme explanação do *Entrevistado 7*, considera que todo processo de tomada de decisão precisa considerar opções, vantagens, desvantagens, ganhos e perdas, as ações para melhorar resultado podem ter uma confiabilidade de assertividade muito grande através de simulações ricas em dados comparativos e todo processo que dispor de tecnologia rápida na geração da informação será muito mais competitivo no mundo da indústria.

A transição para a indústria 4.0 deve ser gradual e proporcionar o suporte necessário para tal mudança. A empresa precisa traçar seu caminho e isso precisa ser definido a partir do alinhamento estratégico da organização e necessita que a partida inicial seja realizada pelo nível estratégico tornando-se uma cultura que seja disseminada e faça parte do propósito da empresa. A empresa é consolidada e está há anos no mercado, produzindo equipamentos de referência e precisa posicionar-se diante deste desafio, para manter-se como uma empresa competitiva.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria está em constante transformação e com maior rapidez, por este motivo, o objetivo do estudo foi investigar quais os principais desafios e oportunidades da indústria 4.0 para a indústria metalmeccânica em Panambi-RS e entender o seu posicionamento diante do novo cenário da indústria.

A realização deste estudo auxiliou no conhecimento da organização como um todo e com uma perspectiva industrial. A visão panorâmica empresarial colabora para o desenvolvimento profissional e pessoal, proporcionando o conhecimento necessário para análises, planejamentos, tomada de decisões e oportunidades de melhoria. O estudo da administração de produção e operações é relevante devido ao fato de que é uma área fundamental nas indústrias, pois gerencia os fluxos e processos, através de planejamento e controle da produção, no objetivo de otimização.

A Empresa está vivenciando um cenário de mudanças e administrar essas mudanças também é um desafio. As perspectivas da empresa, assim como da indústria como um todo direcionam as tendências para adaptar-se, pois o mercado está se tornando cada vez mais competitivo e para manter-se a frente e como líder é imprescindível decisões inovadoras. Os colaboradores entrevistados para a coleta de dados foram receptivos, interessados, preocupados, destacaram a importância com esse assunto, mas percebe-se que não há um planejamento alinhado estrategicamente para a transformação da empresa em uma indústria 4.0.

A quarta revolução industrial surgiu em 2011 e está cada vez mais presente em nosso cotidiano, aprofundar os estudos e dedicar-se para realizar o trabalho de conclusão de curso foi um desafio, a inovação está muito em alta e a competitividade é o assunto do momento,

resultando em novos artigos, pesquisas e notícias sobre a Indústria 4.0 diariamente nas mídias, o que demonstra que pode ser muito mais explorado e pode gerar mais materiais do gênero.

Para futuras pesquisas sobre o assunto, sugere-se que seja realizado um estudo do referencial teórico, que pode ser adquirido através de artigos científicos, visto que o assunto está em alta, gerando preocupações para executivos da linha industrial pois devido assunto ser recente ainda são poucos os livros publicados, assim como podem ser analisados de modo mais amplo a indústria 4.0, em mais segmentos de atuação e subdivisões de cada empresa.

## REFERÊNCIAS

AEVO. **Blog AEVO**, 13 Julho 2017. Disponível em: <<http://blog.aevo.com.br/fique-por-dentro-conheca-a-industria-4-0-e-quais-beneficios-ela-pode-trazer/>>.

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS CNI. Portal da Indústria. **www.noticias.portaldaindustria.com.br**, 28 Novembro 2017. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/listas/4-mudancas-que-as-empresas-podem-implementar-rumo-a-industria-40/#>>. Acesso em: 21 Novembro 2018.

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS CNI. Portal da Indústria. **www.noticias.portaldaindustria.com.br**, 12 Setembro 2018. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/politica-industrial/especialistas-discutem-os-principais-desafios-da-industria-40-para-a-politica-industrial/>>. Acesso em: 1 Dezembro 2018.

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS CNI. Portal da Indústria. **www.noticias.portaldaindustria.com.br**, 15 Maio 2019. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/impacto-da-tecnologia-no-futuro-sera-debatido-no-8o-congresso-brasileiro-de-inovacao-da-industria/>>. Acesso em: 12 Junho 2019.

ALMEIDA, H. Apresentação - Internet das Coisas. **Sociedade Brasileira de Computação**, Dezembro 2015. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/component/flippingbook/book/23/1?page=7>>. Acesso em: 08 Outubro 2018.

AQUINO, A. Sociedade Brasileira de Computação. **www.sbc.org.br**, Dezembro 2015. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/component/flippingbook/book/23/1?page=1>>. Acesso em: 08 Outubro 2018.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 70. ed. São Paulo: São Paulo, 2011.

BAUNGARTNER, R. Indústria 4.0 ao alcance das mãos. **www.sebraers.com.br**, 10 Janeiro 2017. Disponível em: <<https://sebraers.com.br/metalmecanico/industria-4-0-ao-alcance-das-maos/>>. Acesso em: 28 Novembro 2018.

BOSTON CONSULTING GROUP. Boston Consulting Group. **www.bcg.com**, 2019. Disponível em: <<https://www.bcg.com/en-br/digital-bcg/digital-transformation/building-digital-talent-organization.aspx>>. Acesso em: 16 Junho 2019.

BRUNELLI, J. et al. Boston Consulting Group. **www.bcg.com**, 10 Novembro 2017. Disponível em: <<https://www.bcg.com/publications/2017/industry-4.0-lean-manufacturing-five-lessons-frontlines.aspx>>. Acesso em: 16 Junho 2019.

CNI DIGITAL. CNI Digital. **www.cnidigital.com.br**, 26 Julho 2017. Disponível em: <<http://www.cnidigital.com.br/artigo/conceitos-robo-s-auto-nomos-s-ries-pilares-da-industria-4-0-parte-2-de-9>>. Acesso em: 01 Dezembro 2018.

FINEP. Finep Financiadora de Inovação e Pesquisa. **www.finep.gov.br**, 10 Junho 2019. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/5971-finep-lanca-acao-de-fomento-a-tecnologias-da-industria-4-0-e-assina-memorando-com-israel>>. Acesso em: 19 Junho 2019.

GERBERT, P. et al. Indústria 4.0: O Futuro da Produtividade e Crescimento nas Indústrias Manufatureiras. **Boston Consulting Group**, 9 Abril 2015. Disponível em: <[https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx)>. Acesso em: 1 Dezembro 2018.

HAHN, J. H. Revista Eletrônica de Engenharia de Produção. **www.conteudo.sociesc.com.br**, Dezembro 2016. Disponível em: <<http://conteudo.sociesc.com.br/producaoemfoco/index.php/producaoemfoco/issue/view/15/showToc>>. Acesso em: 08 Outubro 2018.

HAHN, J. R. CNI Digital. **www.cnidigital.com.br**, 27 Julho 2017. Disponível em: <<http://www.cnidigital.com.br/artigo/fundador-da-pollux-jos-rizzo-hahn-filho-quer-abrir-o-caminho-da-internet-industrial>>. Acesso em: 16 Outubro 2018.

LORENZ, M. et al. Boston Consulting Group. **www.bcg.com**, 28 Setembro 2015. Disponível em: <<https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4.aspx>>. Acesso em: 01 Dezembro 2018.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP - Centro Universitário Positivo, 2007.

ROSE, J. et al. Boston Consulting Group. **www.bcg.com.br**, 8 Dezembro 2016. Disponível em: <<https://www.bcg.com/publications/2016/lean-manufacturing-technology-digital-sprinting-to-value-industry-40.aspx>>. Acesso em: 16 Junho 2019.

RÜßMANN, M. et al. Boston Consulting Group. **www.bcg.com**, 9 Abril 2015. Disponível em: <[https://www.bcg.com/en-br/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/en-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx)>. Acesso em: 15 Junho 2019.

SCALABRE, O. Boston Consulting Group. **www.bcg.com**, 2018. Disponível em: <<https://www.bcg.com/pt-br/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>>. Acesso em: 12 Novembro 2018.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SPRICIGO, B. Pollux Blog. **www.pollux.com.br**, 26 Março 2018. Disponível em: <<https://www.pollux.com.br/blog/resumo-sobre-industria-4-0-entenda-rapidamente-os-conceitos-e-beneficios/>>. Acesso em: 12 Novembro 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.