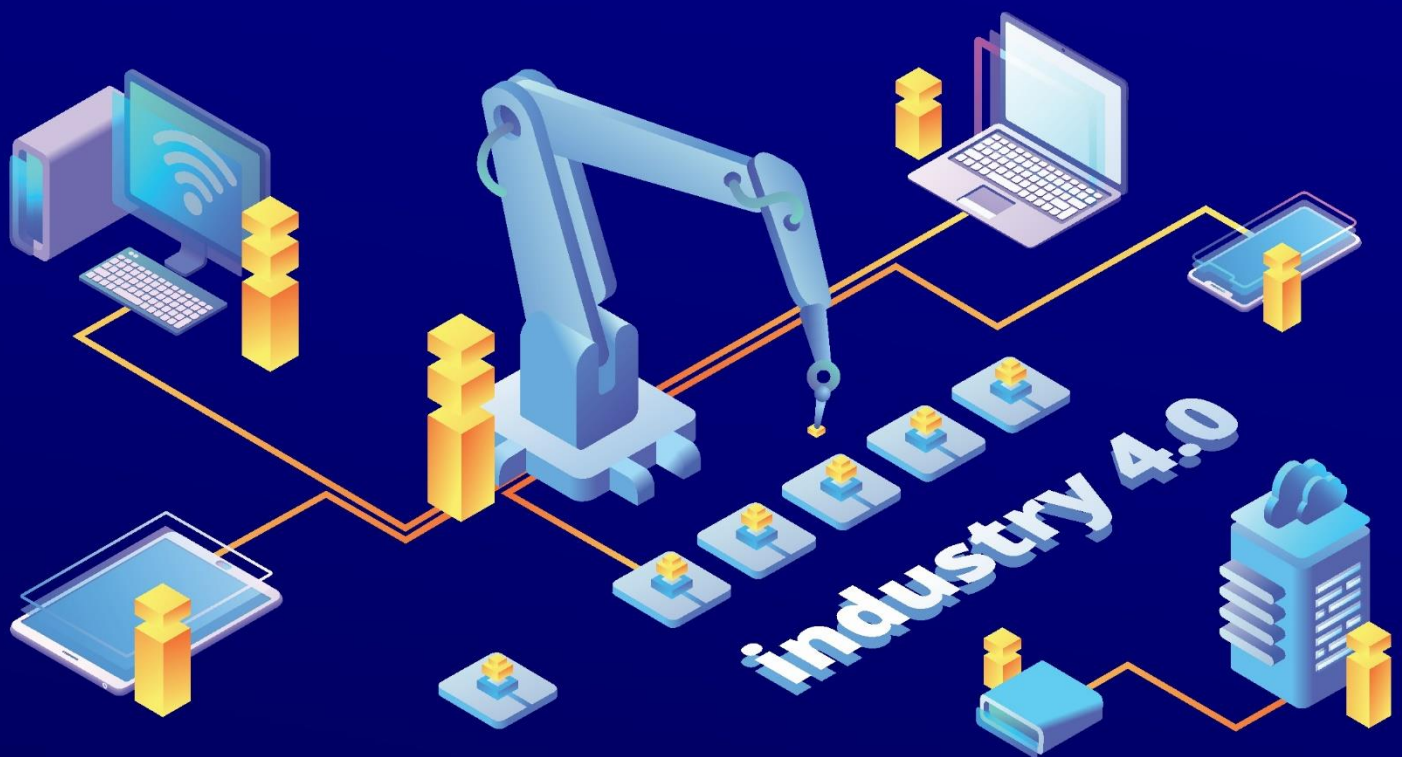
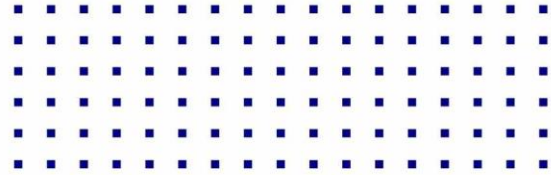


# Engenharia de Produção e a **INDÚSTRIA 4.0** 2



LUIZ HENRIQUE DOMINGUES  
(ORGANIZADOR)



# LUIZ HENRIQUE DOMINGUES

(Organizador)

<b>Editor Chefe:</b>	Profº Dr. Adriano Mesquita Soares
<b>Bibliotecária:</b>	Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347
<b>Capa:</b>	Designed by vectorpouch / Freepik
<b>Diagramação:</b>	Ana Lucia Ribeiro Soares
<b>Revisão:</b>	Os Autores

## Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreia Antunes da Luz - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daiane Maria De Genaro Chiroli - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. Gilberto Zammar - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues - Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Jorge Soistak - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leozenir Mendes Betim - Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues - Universidade Norte do Paraná

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes - Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Pauline Balabuch - Faculdade Sagrada Família

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda - Centro Universitário Santa Amélia

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Negri Pagani - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Rudy de Barros Ahrens - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>a</sup> Ma. Sílvia Aparecida Medeiros Rodrigues - Faculdade Sagrada Família

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sílvia Gaia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

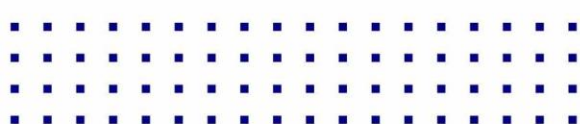
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sueli de Fátima de Oliveira Miranda Santos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thaisa Rodrigues - Instituto Federal de Santa Catarina



© 2020 O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição *Creative Commons* 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.



## ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E A INDÚSTRIA 4.0 2

<b>Editor Chefe:</b>	Profº Dr. Adriano Mesquita Soares
<b>Bibliotecária:</b>	Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347
<b>Capa:</b>	Designed by vectorpouch / Freepik
<b>Diagramação:</b>	Ana Lucia Ribeiro Soares
<b>Revisão:</b>	Os Autores

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, São Paulo, Brasil)

E576      Engenharia de produção e a indústria 4.0. - 2/ Luiz Henrique Domingues  
(organizador). -- Ponta Grossa: Aya, 2020. 78 p.. -- ISBN: 978-65-88580-13-4

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
DOI 10.47573/aya.88580.2.7

1. Engenharia da produção. 2. Internet das coisas. 3. I. 4. Revolução industrial. 5..  
Automação industrial. 6. Tecnologia da informação. 7. Agroindústria I. Domingues, Luiz  
Henrique . II. Título

CDD: 658.5

### AYA Editora©



+55 (42) 3086-3131



contato@ayaeditora.com.br

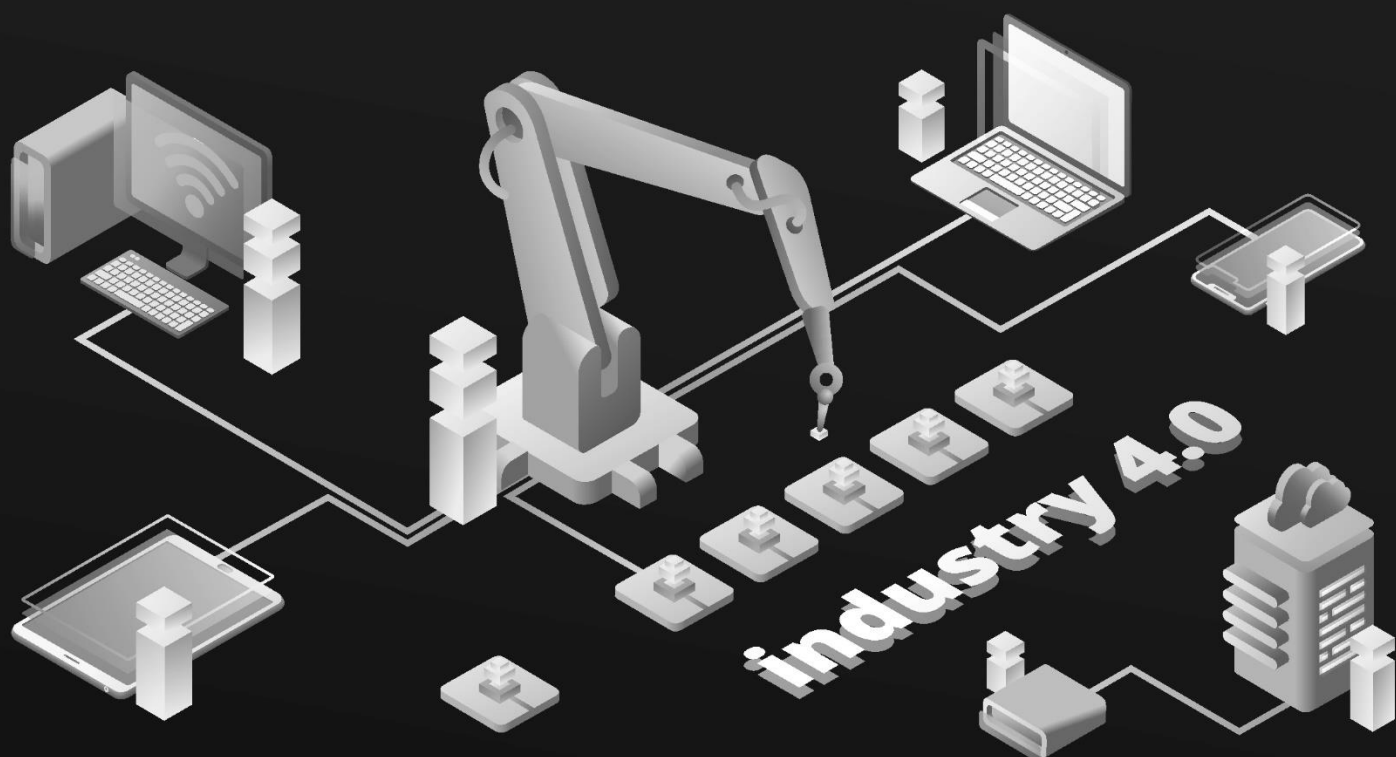


<https://ayaeditora.com.br>



Rua: João Rabello Coutinho, 557  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
84.071-150

# Engenharia de Produção e a **INDÚSTRIA 4.0** 2



**LUIZ HENRIQUE DOMINGUES**  
(ORGANIZADOR)

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>07</b>	<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>28</b>
<b>Implantação de fundamentos da Indústria 4.0 em máquinas legado de uma empresa especializada na fabricação de fitas adesivas: Estudo de Caso</b>		<b>A utilização de sistemas MES para melhorar KPIs de produção – Estudos de caso Industrial Brasileiro</b>	
Walter Prado de Souza Guimarães Roberto Higino Pereira da Silva Francisco Assis Barros de Oliveira Rafael Barbosa de Carvalho Atila Martins Lucas		Alexandre Acácio de Andrade Júlio Francisco Blumetti Facó Ricardo Reolon Jorge Luis Fernando Quintino Kevin Branciforti de Medio	
<b>DOI: 10.47573/aya.88580.2.7.1</b>		<b>DOI: 10.47573/aya.88580.2.7.2</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>44</b>	<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>59</b>
<b>Indústria 4.0: uma análise da indústria brasileira perante o mundo</b>		<b>Indústria 4.0 e sua aplicação no agronegócio</b>	
Luiz Henrique Domingues		Emanuel Alceu Almeida Fabiano Scheffer Adriano Mesquita Soares	
<b>DOI: 10.47573/aya.88580.2.7.3</b>		<b>DOI: 10.47573/aya.88580.2.7.4</b>	
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b>	<b>74</b>	<b>ORGANIZADOR</b>	<b>77</b>

# APRESENTAÇÃO

Um dos pontos mais comentados quando o assunto é gestão e automação é a indústria 4.0, também chamada de Quarta Revolução Industrial. Para que esse tema seja contextualizado, é necessário elencar que a Primeira Revolução Industrial ocorreu há mais de 200 anos e foi considerada um marco histórico para a humanidade. A indústria 4.0 teve sua primeira menção pública em 2011, em Hanover. Ela é baseada em um complexo tecnológico com o objetivo de automatizar os métodos industriais por meio de conceitos de transformação digital, como a computação em nuvem ou a Internet das Coisas. Ou seja, o enfoque aqui são as fábricas inteligentes, as quais tornam os processos produtivos autônomos, eficientes e customizáveis. Esse conceito, então, surgiu para transformar a vida das pessoas, por meio do crescimento econômico, da geração de empregos qualificados e da elevação da qualidade de vida. No entanto, é preciso analisar quais são os impactos da indústria 4.0 e como ela pode mudar as relações, tanto comerciais como pessoais, no mundo globalizado. Ela promete revolucionar o modo como os processos industriais são desenvolvidos. Por isso, é preciso saber lidar exatamente com essa realidade que já faz parte do futuro da humanidade. Pensando nisso, preparamos este livro para que você entenda exatamente quais serão os reflexos da indústria 4.0 na sociedade e no âmbito empresarial. Confira agora!

No primeiro capítulo deste livro é discutido algumas práticas de Indústria 4.0 voltadas à adequação de maquinário legado, visando a diminuição das perdas por paradas de máquina e a simplificação e a melhoria contínua dos processos. O segundo capítulo traz estudos de casos da implantação do *Manufacturing Execution System* (M.E.S.) em plantas de produção industrial brasileiras. O terceiro capítulo trata da Indústria 4.0 e uma análise da indústria brasileira perante o mundo. Já o quarto e último capítulo deste livro demonstrar o crescimento em que a indústria 4.0 está se desenvolvendo em todas as partes do mundo, com o foco também no benefício da área do agronegócio, na facilitação do desenvolvimento para os produtores e agricultores.

**Luiz Henrique Domingues**

Mestre em Engenharia de Produção pelo PPGE/UTFPR

# CAPÍTULO

# 1



## **Implantação de fundamentos da Indústria 4.0 em máquinas legado de uma empresa especializada na fabricação de fitas adesivas: Estudo de Caso**

**Átila Martins Lucas**

**Francisco Assis Barros de Oliveira**

**Rafael Barbosa de Carvalho**

**Roberto Higino Pereira da Silva**

**Walter Prado de Souza Guimarães**

*Universidade do Estado do Amazonas (UEA)*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.7.1

# CAPÍTULO 1

**Resumo:** O presente trabalho discute algumas práticas de Indústria 4.0 voltadas à adequação de maquinário legado, visando a diminuição das perdas por paradas de máquina e a simplificação e a melhoria contínua dos processos. O presente artigo aborda a implementação de um sistema informatizado que integra horizontalmente diversos setores do processo produtivo, incorpora técnicas de IoT, *Big Data* e *Analytics* e altera o processo de controle de produção de fitas adesivas em algumas máquinas selecionadas na empresa.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. IoT. *Big Data*. *Analytics*. Integração.

## INTRODUÇÃO

Avanços tecnológicos têm produzido um grande crescimento na produtividade industrial desde o advento da Revolução Industrial. A máquina a vapor e a força hidráulica movimentava as fábricas na 1ª Revolução Industrial no século 19, a eletrificação levou a uma produção em massa no começo do século 20 e a automação industrial deu seus primeiros passos na década de 1970. Nas décadas que se seguiram, contudo, os avanços tecnológicos na indústria foram apenas de característica incremental.

Atualmente, contudo, estamos vivenciando uma quarta onda de avanços tecnológicos caracterizada por uma nova tecnologia industrial digital conhecida como Indústria 4.0, no qual consiste em uma transformação fundamentada em nove pilares de avanços tecnológicos (BCG, 2015, *apud* CARDOSO, CHEBAR, BELTRÃO, 2018). Nesta nova abordagem toda a cadeia produtiva é interligada, as máquinas interagem umas com as outras, autoconfiguram-se ao se adaptar às mudanças, ferramentas de software são empregadas para simular processos e para analisar dados e prever falhas. Ou seja, Na Indústria 4.0 busca-se tornar os processos mais eficientes, flexíveis, descentralizadas para uma produção sob demanda de produtos personalizados, de baixo custo e com alta qualidade (PISCHING *et al.*, 2017).

Para acompanhar, organizações de todos os setores buscam transformar seus modelos de atuação se preparando para assumir riscos, conquistar a inovação e responder às novas demandas. Porém, essa não é uma tarefa simples para as indústrias de manufatura, pois exige uma modernização do seu sistema/maquinarío legado de forma a integrá-las aos novos sistemas e tecnologias de rastreamento de



# CAPÍTULO 1

dados lógicos das máquinas utilizando a digitalização e Internet das Coisas (REPULO, 2019).

Ao perceber esta necessidade, a direção da Indústria de Fitas adesivas deste estudo de caso, utilizou-se da verba de P&D para realizar mudanças nos processos e operações, incluir novas tecnologias no escopo de trabalho, e sobretudo, implantar uma estrutura tecnológica e um sistema de acompanhamento da produção e de parâmetros de máquinas com o intuito de preparar seu processo produtivo para o novo paradigma de fabricação contemplado pela indústria 4.0 e assim permanecer no mercado competitivo.

Assim sendo, o objetivo geral deste estudo é desenvolver e implantar um sistema de hardware e software com base nos conceitos e fundamentos da Indústria 4.0 em uma indústria de Fitas Adesivas. Para isso, tem-se como objetivos específicos: mapear os processos produtivos, determinar máquinas e processos produtivos a serem pilotos e desenvolver meios para integrá-las, coletar, armazenar, processar e analisar os dados e por fim gerar informações a serem visualizadas e tratadas pelo setor produtivo.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O termo “Indústria 4.0” foi usado pela primeira vez na feira Hannover Messe sediada em Hannover na Alemanha por Kagermann *et al.* (2011), uma associação composta por representantes da indústria, da política e das universidades, como uma forma de fortalecer a competitividade da indústria alemã. Em abril de 2013, novamente na Feira de Hannover, o relatório final do Grupo de Trabalho da Indústria 4.0 foi apresentado em Kagermann *et al.* (2013), proporcionando uma verdadeira revolução colaborativa nos processos produtivos, criando cadeias de valor agregado revolucionárias.

O conceito da Indústria 4.0 envolve as inovações tecnológicas nos campos de automação e da tecnologia da informação para manufatura. Com o objetivo base de criar processos mais rápidos, flexíveis e eficientes, promover a união dos recursos físicos e digitais, conectando máquinas, sistemas e ativos a fim de produzir itens de maior qualidade a custos reduzidos. Para alcançar estes resultados, é necessário

# CAPÍTULO 1

gerar um alto nível de articulação entre as principais tecnologias que formam o conceito, os chamados pilares. Os principais pilares da Indústria 4.0 (ver Figura 1), segundo Gerbet *et al.* (2015), são os seguintes:

**Análise de dados:** Análise e gestão de grandes quantidades de dados que propicia o aumento de performance e otimização dos processos industriais, ensejando uma melhor leitura de cenários e tomadas de decisão mais velozes. Existem duas ferramentas fundamentais para atingir essa meta que são o *Big Data* e o *Analytics*.

**Robótica:** Ao incorporar robôs inteligentes aos processos da indústria, o setor ganha em desempenho e disponibilidade, deixando a execução das tarefas de produção repetitivas a cargo das máquinas. Além de reduzir os custos, esses robôs representam um importante aumento na produção.

**Simulação:** Na Indústria 4.0, a simulação computacional é usada em plantas industriais para análise de dados em tempo real, aproximando o mundo físico e virtual, e no aperfeiçoamento nas configurações de máquinas para testar o próximo produto na linha de produção virtual antes de qualquer mudança real, gerando otimização de recursos, melhor performance e mais economia. Esse conceito é representado pela ferramenta chamada de *Cyber-Physical-Systems* (CPS) que é uma forma de representar no mundo virtual processos e máquinas e a partir de simulações inferir condições e comportamentos.

**Integração de sistemas:** Atualmente, nem todos os sistemas são totalmente integrados, faltando uma coesão entre empresa-clientes e até mesmo o processo de produção de uma indústria carece de uma integração plena. A indústria 4.0 propõe uma melhor harmonia entre todos que façam parte do ecossistema, garantindo uma gestão integral de experiência para que cadeias de valor sejam realmente automatizadas.

**Internet das Coisas (IoT):** A internet das coisas (em inglês, *IoT – Internet of Things*) consiste na conexão entre rede de objetos físicos, ambientes, veículos e máquinas por meio de dispositivos eletrônicos embarcados, permitindo uma coleta e troca de informações mais rápida e efetiva. Na indústria de produtos e serviços, a IoT representa a integração de tecnologias que antes não estavam conectadas e que agora estão interligadas por meio de uma rede baseada em IP.

# CAPÍTULO 1

**Cibersegurança:** A indústria do futuro demanda que todas as áreas da empresa estejam conectadas, tanto as redes corporativas (TI) quanto as de automação e operacionais (TA). Desta forma, é fundamental que as empresas contem com sistemas de cibersegurança robustos para proteger sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas que podem causar transtornos na produção.

**Cloudcomputing:** O número de tarefas relacionadas à produção de bens e serviços na Indústria tem crescido cada vez mais, demandando o uso de aplicativos e dados compartilhados entre diferentes localidades e sistemas para além dos limites dos servidores de uma empresa. A computação em nuvem fornece recursos que refletem em uma importante redução de custo, tempo e eficiência na execução destas tarefas.

**Manufatura aditiva:** Também conhecida como impressão em 3D, este pilar envolve a produção de peças a partir de camadas sobrepostas de material, normalmente em forma de pó, para se obter um modelo 3D. Esta estratégia pode ser utilizada para criar produtos personalizados que oferecem vantagens de construção e desenhos complexos.

**Realidade aumentada:** Utilizando os recursos deste pilar, é possível, por exemplo, enviar instruções de montagem via celular para o desenvolvimento de peças de protótipo e utilizar óculos de realidade aumentada para a gestão e operação de determinadas máquinas, melhorando procedimentos de trabalho.

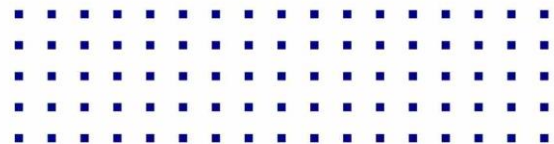


Figura 1 – Pilares da Indústria 4.0



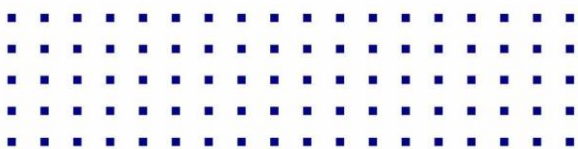
Fonte: Gerbert *et al.* (2015)

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foram adotados procedimentos metodológicos explicitados nesta seção. A característica essencial do método é a investigação organizada, o controle rigoroso das observações e a utilização de conhecimentos teóricos.

Foi utilizada a pesquisa qualitativa para obtenção de dados descritivos sobre os funcionários, os lugares e processos interativos pelo contato direto dos pesquisadores com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo (NASCIMENTO, 2008).

Foi utilizado um procedimento exploratório e descritivo, na qualidade de parte integrante da pesquisa principal, como o estudo preliminar com a finalidade de melhor



# CAPÍTULO 1

adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer. Quanto aos meios, o estudo foi conduzido por meio da pesquisa bibliográfica no qual foi possível a elaboração do sistema de *Hardware* e *Software*.

Esta pesquisa trata-se de um estudo de caso realizado em 2019 com duração de nove meses. Inicialmente foram levantados os requisitos do sistema, todos validados pelo diretor da indústria.

O desenvolvimento do *Hardware* ocorreu os seguintes procedimentos: estudo do maquinário legado por meio de visitas técnicas e leitura dos manuais, pesquisa, concepção e dimensionamento de infraestrutura tecnológica para a coleta, processamento e a transmissão dos dados referentes a parâmetros elétricos e mecânicos das máquinas.

O desenvolvimento do *Software* consistiu nas seguintes etapas: projeto de implementação da infraestrutura básica de comunicação, implementação de banco de dados, do sistema de visualização e motor de análise preditivas.

Na análise do processo, foram coletados os tempos de processamento para os principais produtos. Assim como nomes e matrículas de todos os operadores, código e nome de todos os produtos a serem inseridos no sistema.

Por fim, ocorreu a integração do *Hardware* e *Software*, realização de ensaios, ajustes e entrega do sistema. Para concluir a pesquisa, acompanhou-se o sistema em funcionamento e posteriormente foi feita uma triangulação entre o suporte teórico, os dados obtidos e a percepção do autor.

## ESTUDO DE CASO

A empresa estudada é uma organização de capital inteiramente nacional é especializada em fabricação de fitas adesivas localizada no Polo Industrial de Manaus – PIM. A meta da empresa é tornar-se líder nacional no setor de fitas adesivas e para isso, busca fornecer produtos e serviços com padrão de qualidade global para os seus clientes.

As células estudadas referem-se às linhas de produção de fitas adesivas representadas pelas máquinas de rebobinamento, corte e rebobinamento/corte a

# CAPÍTULO 1

serem descritas a seguir por apresentarem características, parâmetros e funcionamento distintos, o que ensejará possíveis soluções tecnológicas diferenciadas.

A fatiadeira FH-1.3M-GAWAN é adequada para corte variado de fitas adesivas. O processo inicia quando o operador alimenta a máquina com os logs (rolo de fita adesiva) que estão dispostos em um carrinho, podendo ser 2, 3 ou 4 logs dependendo das condições do eixo. Posteriormente o operador aciona o botão Start para início do corte.

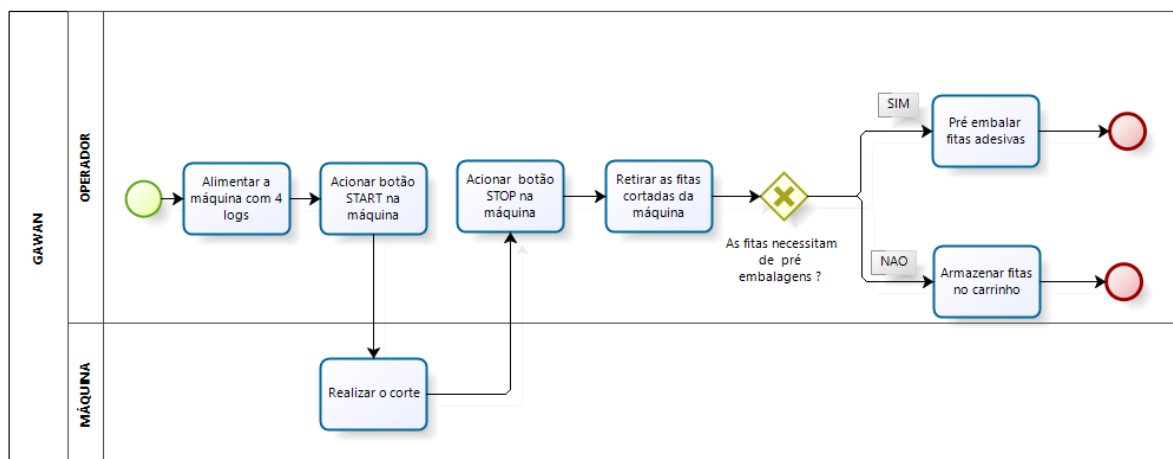
Durante o corte, o operador tem a função de observar se a máquina necessita de ajuste no eixo, na lâmina ou nas fitas, além de dispor as pré-embalagens na mesa (Figuras 2 e 3). E após a conclusão do corte, o operador interrompe a rotação e avanço da lâmina e retira os produtos da máquina para dispor na mesa de pré-embalagem ou em carrinho.

**Figura 2 – Sequência de operação da FH-1.3M-GAWAN**



Fonte: Autores (2019)

Figura 3 – Modelo do processo produtivo da FH-1.3M-GAWAN



Fonte: Autores (2019)

A Rebobinamento HY-GM-WEBTEC é usada na fabricação de máscaras, fitas de dupla face, OPP e PET. Seu processo inicia com o operador alimentando a máquina com um tubete, acionando o botão do ar comprimido responsável por prender o tubete no eixo e pressionando o botão de start na máquina.

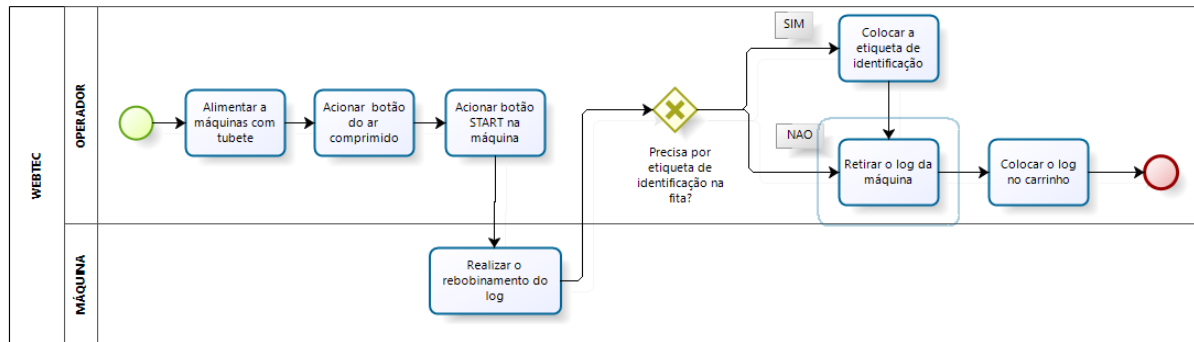
Quando o rebobinamento se encerra, o operador retira o *log* da máquina e armazena no carrinho que será destinado ao processo de corte posteriormente (ver Figuras 4 e 5).

Figura 4 - Sequência de operação da HY-GM-WEBTEC



Fonte: Autores (2019)

**Figura 5 – Modelo do processo produtivo da HY-GM-WEBTEC**

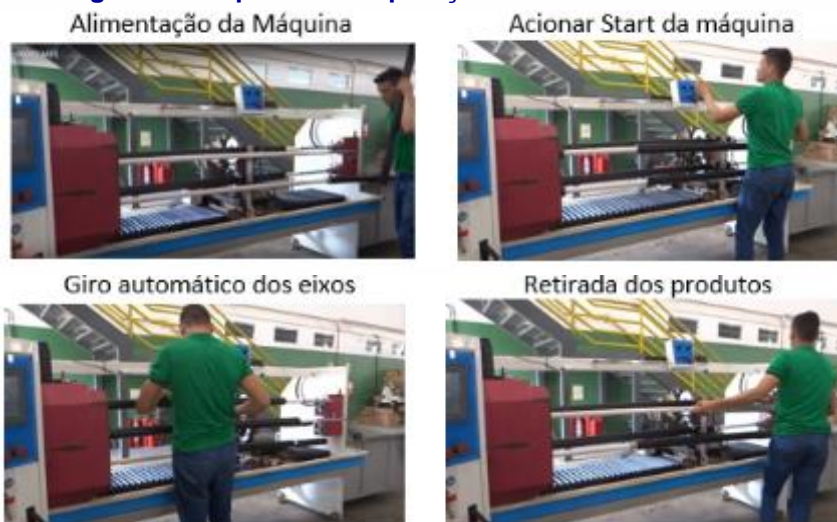


Fonte: Autores (2019)

A Cortadeira FD-1600-FURIMACH é usada para fitas adesivas BOPP, PVC, PE, dupla face, de tecido, industrial, filme de proteção, entre outras fitas. Seu processo de corte inicia quando o operador alimenta a máquina com logs que estão dispostos em um carrinho próximo e aciona o botão para a máquina iniciar o corte.

No termino do ciclo, a máquina automaticamente gira seu eixo para realizar o corte de mais dois logs enquanto o operador retira as fitas cortadas e realimenta a máquina com novos log. Caso as fitas cortadas necessitem de pré-embalagem, o operador as leva para a mesa de pré-embalagem, caso contrário, as fitas são transportadas para setor de embalagem ou armazenadas no carrinho (Figuras 6 e 7).

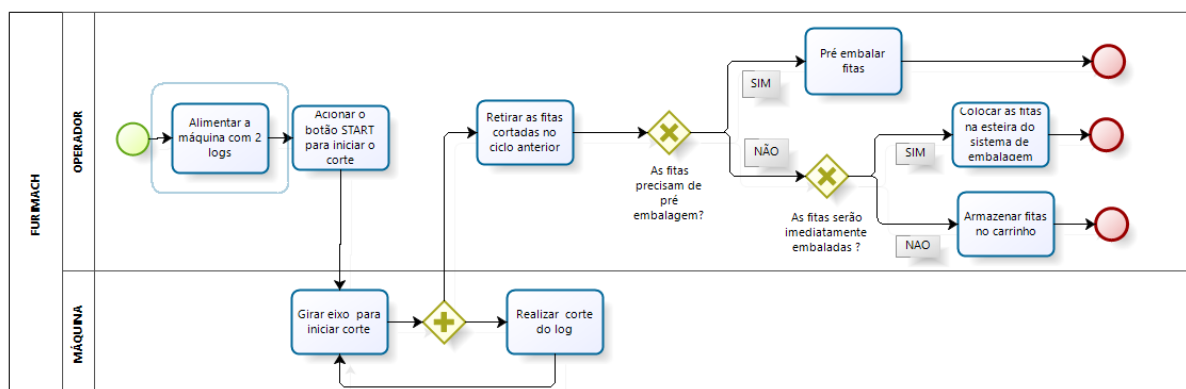
**Figura 6 - Sequência de operação da FD-1600-FURIMACH**



Fonte: Autores (2019)



Figura 7 – Modelo do processo produtivo da FD-1600-FURIMACH



Fonte: Autores (2019)

A máquina de Corte/Rebobinamento RS-180-GHEZZI&ANNONI é adequada para a produção de rolos BOPP e *Maskin Tape* (Figura 8).

Figura 8 – Máquina RS-180-GHEZZI&ANNONI



Fonte: Autores (2019)

Por se tratar de um maquinário altamente tecnológico, as operações são realizadas de forma automatizada. Os tubetes são transportados por meio de esteira até a máquina que os organiza e insere nos dois eixos, que por sua vez são posicionados para serem rebobinados. Por fim, o eixo é deslocado para liberação das fitas na esteira do processo de embalagem.

O operador fica responsável por observar a máquina e se necessário realizar ajustes, como retirar fitas engatadas ou lubrificar os eixos, além de manter a alimentação dos tubetes.

O foco deste estudo é a adequação à Indústria 4.0 do maquinário legado mencionado. A partir de um levantamento inicial, foi verificado que todas essas máquinas não possuíam recursos de comunicação. Apesar de isoladas uma das outras, todas elas dispõem de controladoras (CLP) que monitoram e processam os

# CAPÍTULO 1

sinais (informações) de operação. No entanto, tais sinais são em sua totalidade indicadores de status das suas etapas de operação e não servem como parâmetro para indicar ou inferir tendências, mas quando alguns ocorrem, já sinalizam que houve algum problema ou mau funcionamento da máquina.

## Sistema de *Hardware* e *Software*

O sistema de *Hardware* proposto (ver Figura 9) consiste em coletar, enviar e armazenar os dados dos principais parâmetros das máquinas legado, captados por meio de sensores e outros dispositivos de hardware, e também os dados de produção inseridos pelo operador de forma manual, via tablet. O envio desses dados é feito por meio de comunicação não cabeada e o seu armazenamento ocorre em um banco de dados do servidor de aplicação. Esses dados são formatados, analisados e processados por um software de controle e de supervisão e geram gráficos e/ou telas que são apresentados em monitores de TV, instalados em pontos estratégicos da fábrica. Outrossim, o *software* possui algoritmos de análise e predição de parâmetros (motor de análise preditivas) para tentar vislumbrar tendências ou futuros eventos na operação da máquina.

Dentre os dados de produção inseridos manualmente pelo operador, constam o número da ordem de produção, o código do produto, a quantidade a ser produzida, o código do operador e também, ocasionalmente, motivos de paradas da máquina. Dentre os dados coletados automaticamente por sensores, consta a duração do ciclo de produção no qual é comparada com o tempo padrão de produção (designado de receita), previamente configurado e armazenado no banco de dados, para a determinação do status de produção da máquina, em tempo real. Desse modo, é possível saber se o ritmo de produção é compatível com a meta a ser atingida.

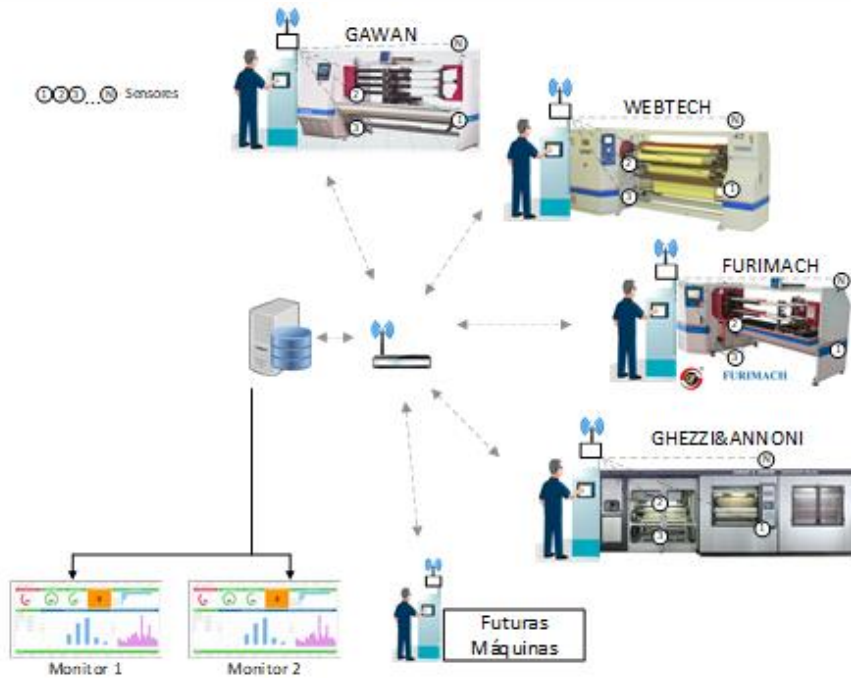
O *Hardware* proposto (ver Figura 9) foi inserido na máquina para a coleta automática dos seus parâmetros elétricos e mecânicos consiste basicamente de sensores, dispositivos de condicionamento de sinais e de um transmissor sem fio.

O tipo e a função do sensor usado, depende das especificidades da máquina, mas de uma forma geral foram utilizados sensores para medir parâmetros como

# CAPÍTULO 1

tensão e corrente de alimentação, consumo, corrente ou torque, pressão pneumática, temperatura, vibração mecânica de eixos dos motores e servomotores, temperatura e umidade ambiente, dentre outros (ver Figura 10) .

Figura 9 – Sistema proposto.



Fonte: Autores (2019)

Figura 10 – Exemplo de sensores/dispositivos usados



Fonte: Autores (2019)

# CAPÍTULO 1

Foram usados, por exemplo, o dispositivo analisador de energia modelo DPCM520, sensor de corrente modelo E83-2050, o sensor de vibração modelo VTV-121, o medidor de pressão pneumática modelo DPA-10PP, o transmissor de temperatura modelo BRT TCH1, dispositivo termohigrômetro (mede temperatura e umidade), sensor ultrassônico modelo UA18CAD09, conversor de sinais analógicos para padrão MODBUS RS-485 modelo TCP517A, dentre outros.

Para a transmissão automática dos parâmetros da máquina e implementar a funcionalidade de IoT (Internet das coisas), usando o protocolo MQTT, foram empregados módulos IoT Wireless WISE da empresa Advantech, (Figura 11). Um grupo desses dispositivos foi empregado para cada máquina para receber e transmitir os dados captados pelos sensores.

**Figura 11 – Módulo IoT Wireless WISE da empresa Advantech**

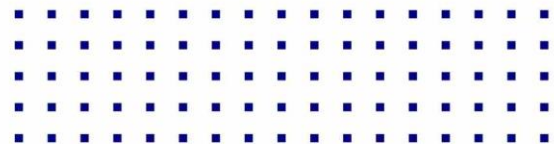


Fonte: Advantech (2020)

Esses módulos possuem algumas características que o tornam adequado para uso em IoT para Indústria 4.0, como:

- Opera em 2.4 GHz no padrão IEEE 802.11b/g/n WLAN;
- Gera e transmite pacotes de dados em format JSON que é próprio para uso em Internet das Coisas (IoT);
- Opera com os seguintes protocolos: Modbus/TCP, TCP/IP, UDP, DHCP, HTTP, MQTT;
- Alimentado com tensão de 10 a 30VDC;
- Configurado via página WEB no padrão HTML5.

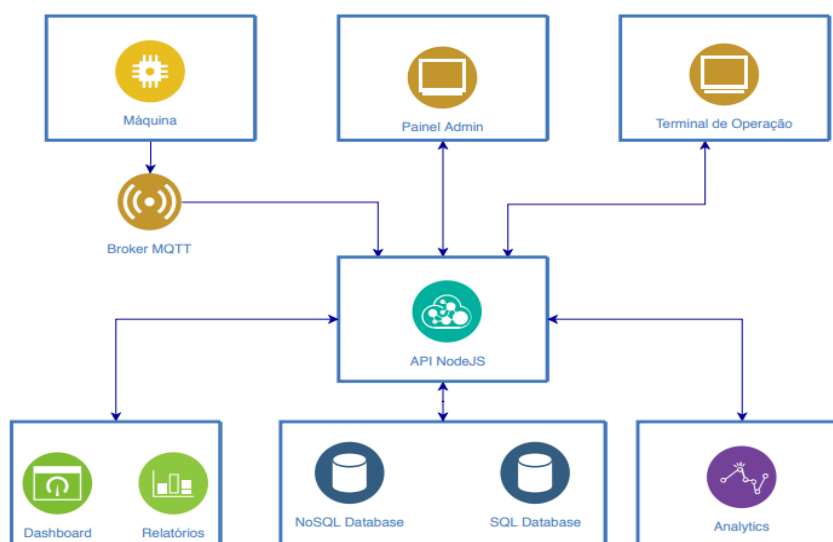
# CAPÍTULO 1



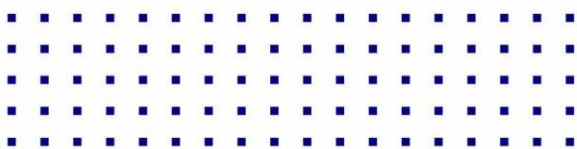
Já o *Software* do sistema desempenha basicamente as funções de sistema supervisorio e de sistema de predição e de controle. A sua arquitetura é (Figura 12) é formada pelos seguintes componentes:

- Máquina: Máquinas legado da fábrica que enviam os dados fazendo um *publish* para o *Broker*;
- Broker MQTT: Broker utilizado para perfazer a “ponte” entre receber (*subscriber*) e enviar (*publisher*) mensagens;
- *NoSQLDatabase*: Banco de dados utilizado devido à sua flexibilidade de formato de dados e alta escalabilidade. Recebe os dados vindos das máquinas através do *Broker*.
- *SQL Database*: Banco de dados utilizado para armazenar informações de usuários, produtos e receitas;
- API NodeJS: Aplicação utilizada para se comunicar com os bancos de dados e construir as páginas com informações do sistema;
- *Analytics*: Análise de dados para tomada de decisões, como previsão de produção e manutenção preventiva.

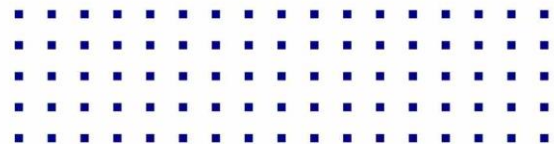
Figura 12 – Arquitetura do módulo de software do sistema



Fonte: Autores (2019)



# CAPÍTULO 1



O Módulo Terminal de Operação é um sistema *WEB* que é acessado pelo tablet (usado pelo operador da máquina). Este módulo tem como objetivo coletar informações da ordem de produção (OP) e pela inserção dos códigos das pausas.

O Módulo Administrativo é responsável pelo cadastro do dispositivo transmissor de dados (WISE), associado à sua respectiva máquina, cadastros de operadores, das máquinas, dos códigos de fitas, das receitas de produto (duração da sequência de operação) e dos códigos de paradas (ver Figura 13). Responde também pela geração de relatórios de produção e de paradas de máquina.

**Figura 13 - Cadastro de receita realizada no sistema de administração de dados**

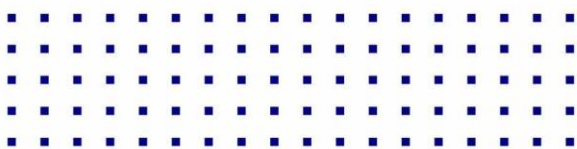
The screenshot shows a web form titled 'Receita' with the following fields and values:

- Produto:** 2300TRA - FT POLIP. - 18mm X 50m - AMAZON
- Máquina:** Máquina XPTO
- Tempo de ciclo:**
  - Minutos: 0
  - Segundos: 30
- Rolos por ciclo:** 25
- Rolos por minuto:** 50

A red trash icon is located at the bottom left, and a blue 'Salvar' button is at the bottom right.

**Fonte: Autores (2019)**

O Módulo Dashboard (ver Figuras 14 e 15) é uma plataforma na qual é possível acompanhar/visualizar o índice percentual de obtenção da meta e o tempo de operação e de paradas das máquinas que estão sendo monitoradas pelo sistema. Além disso, é possível analisar dados mais detalhados de uma dada máquina, como a velocidade de produção de rolos por minuto. O módulo é atualizado periodicamente e exibido nas TV's, Tablets, etc.



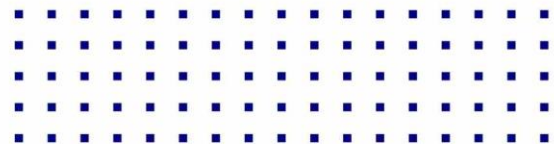
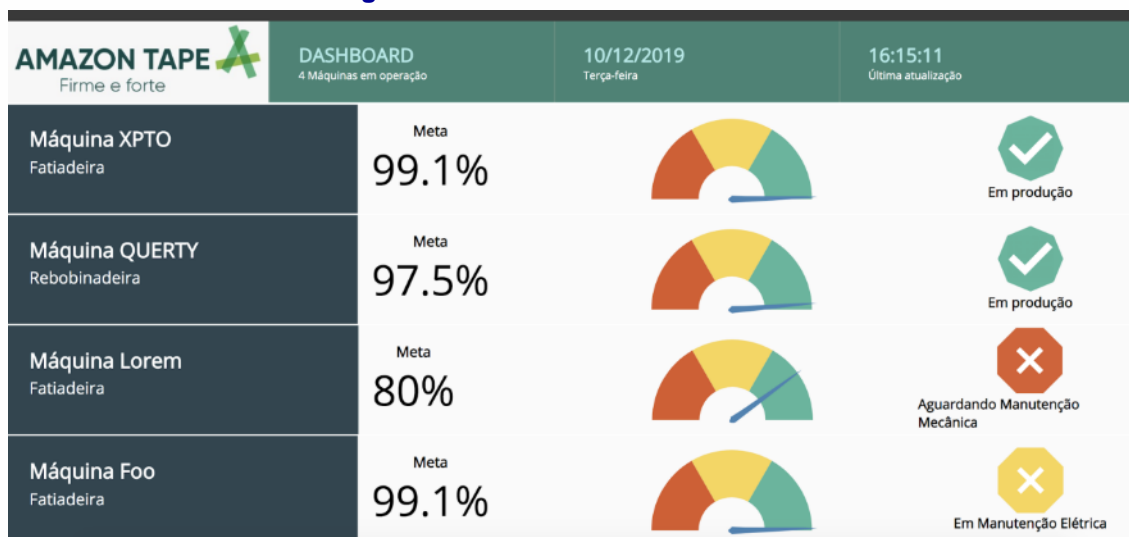
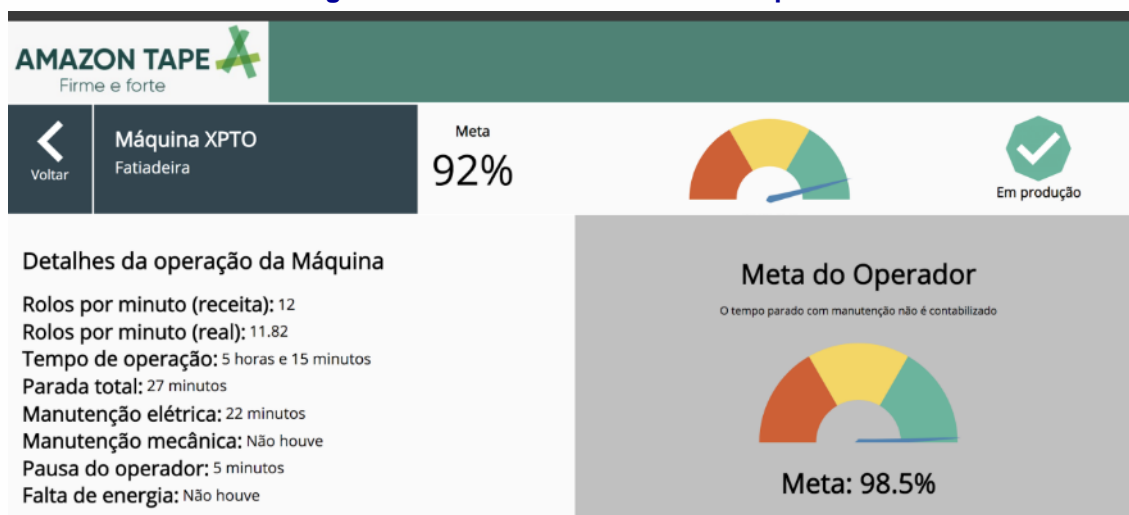


Figura 14 – Tela inicial do Dashboard



Fonte: Autores (2019)

Figura 15 – Tela com detalhes da máquina.

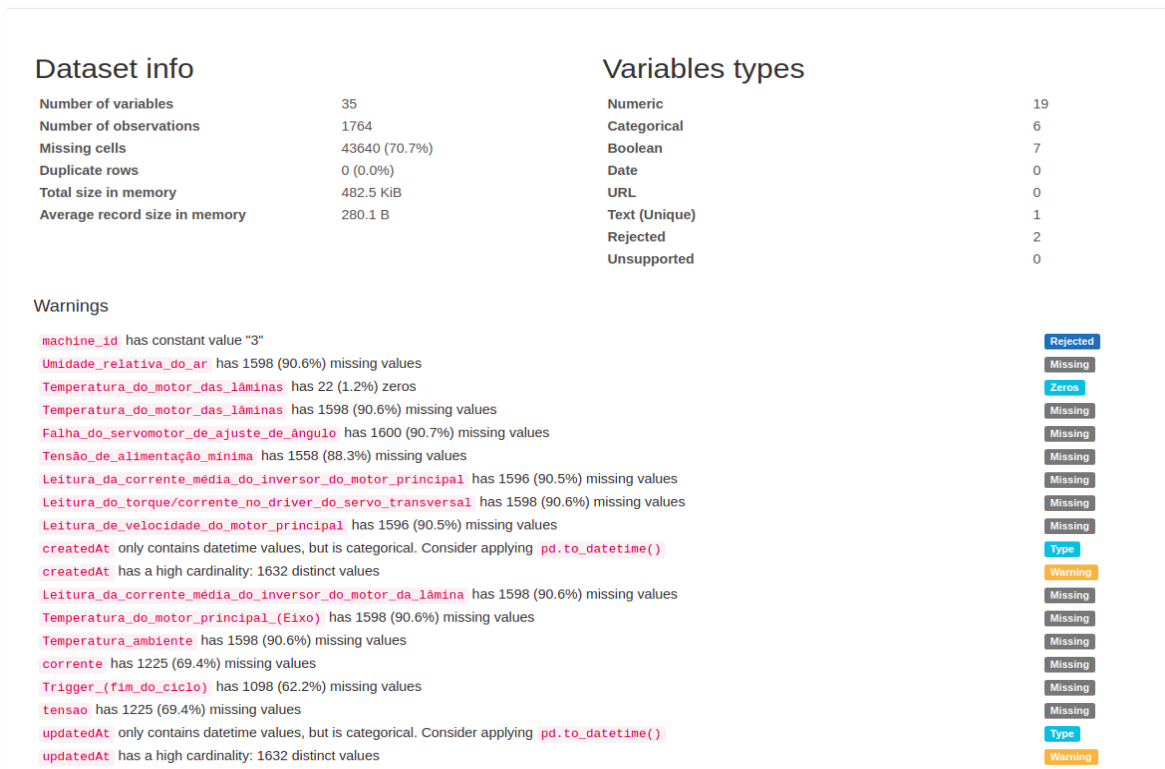


Fonte: Autores (2019)

O módulo *Analytics* (ver Figura 16 e 17) perfaz uma análise dos dados de acordo com filtros selecionados, identificando, por exemplo, valores máximos, mínimos, média, dentre outros. Os dados são apresentados em uma página *WEB*, contendo uma listagem das características identificadas para cada um dos parâmetros.

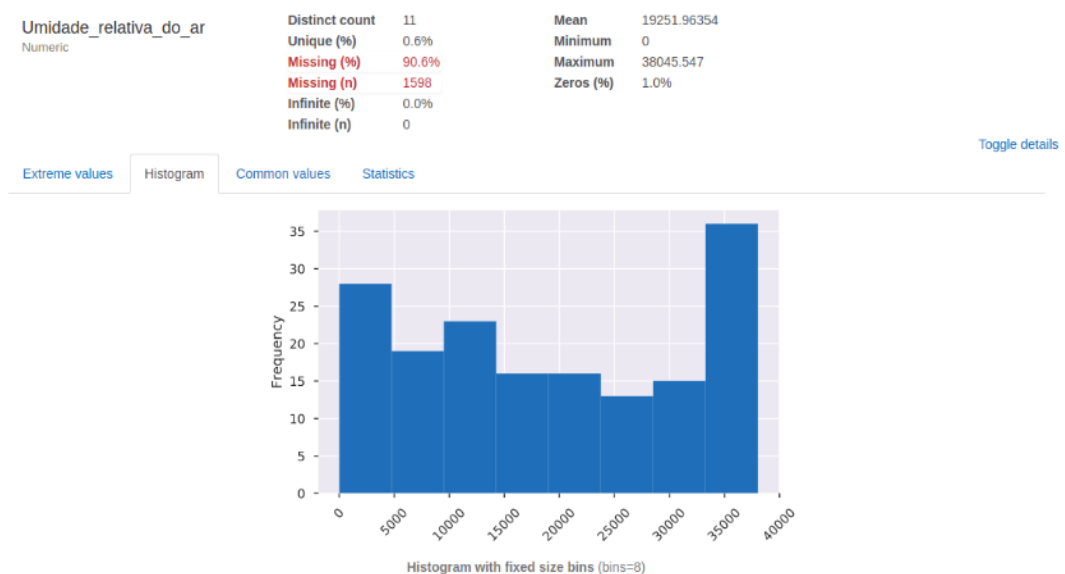


Figura 16 - Análise de parâmetros selecionados no módulo *Analytics*



Fonte: Autores (2019)

Figura 17 - Análise detalhada de um dado parâmetro no módulo *Analytics*



Fonte: Autores (2019)



# CAPÍTULO 1

## RESULTADOS OBTIDOS

A presente solução possibilitou uma série de resultados positivos, como adequação do referido maquinário ao conceito de IoT (Internet das coisas) com a utilização de módulos de transmissão sem fio, capazes de receber os dados de parâmetros das máquinas, seja no formato de tensão (de 0 a 10V), seja no formato de corrente (de 4 a 20 mA) ou seja no formato digital (0V ou 24V), e publicá-los em um Broker MQTT (função *Publisher*) em formato de pacotes de dados JSON. Esses dados são acessados pelo aplicativo de supervisão e controle (função *Subscriber*) para gerar telas, gráficos, relatórios ou para prever ações de manutenção preditiva, com base em inferência de tendências ou potenciais problemas de funcionamento. O armazenamento contínuo dessas informações em um banco de dados ao longo dos anos, permitirá que, em um futuro próximo, os dados históricos possam embasar análises mais completas e complexas de aprendizado de máquina (*Machine learning*) tornando os resultados mais precisos e eficazes.

O fato de integrar essas máquinas a um servidor de aplicação possibilitou também o controle e o gerenciamento da produção em tempo real. Os dados pertinentes às ordens de produção, ao ritmo de produção, aos tempos de operação e de parada e outros eventos, estão disponíveis a qualquer tempo e podem ser visualizados em pontos estratégicos da fábrica pelo pessoal responsável. As ocorrências de anormalidades podem ser tratadas imediatamente pelo setor correspondente, seja em caso de redução do ritmo de produção, da falta de insumos, por ausência de operador, por problemas na máquina ou por outro problema qualquer.

Este controle e supervisão mais automatizado da produção também possibilita a diminuição das perdas com parada de máquina, o que irá automaticamente gerar aumento na produtividade. Além disso a produção irá operar de uma maneira mais estável, em uma taxa de produção mais constante.

A incorporação dessa nova cultura de produção faz com que todos os atores do processo produtivo estejam mais integrados e partícipes, incluindo a alta gestão, o controle de produção, os supervisores de fábrica, os operadores de máquinas e o setor de manutenção. A responsabilidade pelo bom ou mau desempenho da produção fica mais visível a todos.

# CAPÍTULO 1

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

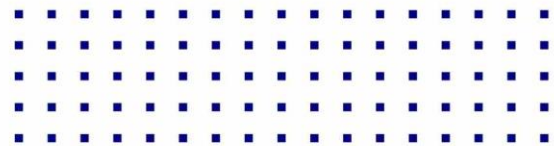
O presente trabalho tratou da adoção de fundamentos do Indústria 4.0 por parte de uma empresa de manufatura de fitas adesivas, mostrando um estudo de caso real.

Em resposta aos objetivos da pesquisa, foram identificadas dificuldades derivadas da ausência nas máquinas legado de sensores e de hardware de rede de comunicação. A solução veio com a adoção de novos dispositivos de hardware para a captação de sinais correspondentes aos parâmetros das máquinas e para a adequação e transmissão desses mesmos sinais usando protocolo MQTT, que é o mais utilizado em IoT, um dos pilares da Indústria 4.0 (GERBERT *et al.*, 2015).

A colocação de um servidor local de aplicação e de banco de dados permitiu a centralização das informações e o acesso dos dados de uma forma mais segura. Os aplicativos desenvolvidos na forma de páginas *WEB* podem ser acessados em diversas plataformas de hardware, incluindo *Smart TV*, *Tablets*, *Notebooks* ou *Computadores*. O banco de dados armazena informações de produção e dos parâmetros funcionais das máquinas e, ao longo dos anos, serve como base de dados (*Big Data*) para apoio à aprendizagem de máquina (*Machine Learning*).

Com base nos resultados, conclui-se que a o emprego dessa forma de controle e supervisão integrada, automatizada, compartilhada com base nos pilares da Indústria 4.0 permite a padronização da produção, a redução de perdas, a estabilidade no ritmo de produção e ações de gestão mais rápidas e eficazes.

Como sugestão para trabalhos futuros, dar continuidade à implantação da Indústria 4.0 a partir na empresa analisada com a ampliação de recursos tecnológicos de *Analytics* (atendendo ao requisito de *Machine Learning*) ao inserir ferramentas de análise de paradas e/ou interrupções de produção e de correlação de múltiplas variáveis do sistema monitorado a fim de extrair inferências e previsões.



## REFERÊNCIAS

- ADVANTECH. WISE-4012:** 4-ch Universal Input and 2-ch Digital Output IoT Wireless I/O Module. Disponível em: <<https://advdownload.advantech.com/productfile/PIS/WISE-4012/Product%20-%20Datasheet/WISE-401220180910102043.pdf>> Acesso em 10/12/2019.
- CARDOSO, Danilo Alexandre Lima; CHEBAR, Iam Estebanez; BELTRÃO, Maria Julia Coutinho. **Estudo de Aplicabilidade de Ferramentas da Indústria 4.0 em uma planta de geração de energia a partir da reforma do biogás.** Niterói, RJ: [s.n.], 2018. 95 f. Projeto Final (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal Fluminense, 2018.
- CHIZZOTTI, Marco Tavares. **Normas técnicas para o trabalho científico.** 16 ed. Porto Alegre: Dáctilo Plus, 1995.
- GERBERT, P., LORENZ, M., RUBMANN, M., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P. e HARNISCH, M. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.** Boston Consulting Group, 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 10/12/2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 12. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- KAGERMANN, H., LUKAS, W. e WAHLSTER, W. **Industrie 4.0: Mit dem Internet de Dinge auf dem Weg zur 4.** Industriellen Revolution.VDI nachrichten, 13. 2011.
- KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. e HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of Industrie 4.0 Working Group.** 2013
- LAKATOS, E .M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas. 2011.
- NASCIMENTO, Dinalva Melo do. **Metodologia do trabalho científico: teoria e prática.** 2. ed. São Paulo: Fórum, 2008.
- PISCHING, M. A.; ARTHUR A. T.; MARCOSIRIS A. O. P.; FABRÍCIO J. P E. M.. **Arquitetura para desenvolvimento de sistemas Ciber-Físicos aplicados na Indústria 4.0.** Porto Alegre: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 11., Porto Alegre, 2017.
- REPULO, Rodney. **Indústria 4.0, desafio para os sistemas de legados da produção.** 15/12/2019. Disponível em <https://www.industria40.ind.br/noticias/19216-industria-40-desafio-para-os-sistemas-de-legados-da-producao>. Acesso em: 25/02/2020.
- YIN, R.K. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005.



# CAPÍTULO

# 2



## **A utilização de sistemas MES para melhorar KPIs de produção – Estudos de caso Industrial Brasileiro**

**Alexandre Acácio de Andrade<sup>1</sup>**

**Júlio Francisco Blumetti Facó<sup>1</sup>**

**Ricardo Reolon Jorge<sup>1</sup>**

**Luis Fernando Quintino<sup>2</sup>**

**Kevin Branciforti de Medio<sup>1</sup>**

Universidade Federal do ABC (UFABC)<sup>1</sup>

Faculdade Sequencial<sup>2</sup>

DOI: 10.47573/aya.88580.2.7.2

## CAPÍTULO 2

**Resumo:** O objetivo deste trabalho consiste em estudos de casos da implantação do *Manufacturing Execution System* (M.E.S.) em plantas de produção industrial brasileiras. O M.E.S. é um sistema computadorizado usado para controlar e gerir um processo de manufatura inteiro, que inclui máquinas e serviços pessoais e de suporte, às aplicações práticas na indústria ainda estão em estágio incipiente. A arquitetura de um M.E.S. é definida pelo MESA-11 *Model* que são as 11 principais funções do sistema. Aplicações M.E.S. rastreiam atividades e recursos, conectam o nível administrativo com as atividades do chão de fábrica e são geralmente integrados a outros sistemas e aplicações usadas no meio industrial, como por exemplo sistemas de controle de inventário, de manutenção, agendamento e de controle das máquinas. Os dados empíricos aqui levantados, mostram os principais ganhos que a instalação desses sistemas proporcionam para sistemas industriais de diversos ramos. Conclui-se que ao ser implantado o sistema, permite uma operação com maior controle, eficiência e agilidade para responder a mudanças.

**Palavras-chave:** KPIs de Produção, M.E.S. MESA-11 *Model*, Casos brasileiros.

## INTRODUÇÃO

A implementação da automação nos segmentos industriais trouxe, na maioria dos casos, uma maior eficiência do controle de qualidade através da compensação automática de deficiências do processo, maior flexibilidade e rapidez na mudança dos parâmetros, inovações nos produtos, aumento da produtividade, utilização dos recursos de uma forma mais sustentável, além da segurança no trabalho em condições adversas e a redução de custos. No modelo tradicional de Pirâmide da Automação Industrial (ANDRADE, 2007) os sistemas de *Manufacturing Execution System* (MES) tem um papel discreto (FROHM, 2008) mas fundamental de interligação entre os níveis mais baixos “Chão de fábrica” e os níveis de gerenciamento de produção mais elevados a pirâmide.

O MES é um sistema de execução de manufatura (HWANG, 2006). Este responsável por controlar e gerir todos os processos envolvidos na manufatura, visando maior controle e acompanhamento dos processos (MESA, 1997) em todos os níveis, assim como integração da informação dos níveis inferiores com os superiores (MESA, 2020). Desta maneira temos um sistema capaz de receber informações para produção dos níveis superiores, traduzir esta informação em processos a serem realizados nos níveis inferiores, e durante a realização destes processos, acompanhar e reportar todos os indicadores para os níveis gerenciais e técnicos que forem necessários.

## CAPÍTULO 2

Este artigo visa compreender, por meio de estudos de caso, as funções do MES e analisar dados de implantações do mesmo na indústria, comparar indicadores de processos (SANTOS *et al.*, 2020) e resultados de produção anteriores e posteriores a implantação do sistema para desta maneira analisar o real impacto na manufatura.

### METODOLOGIA

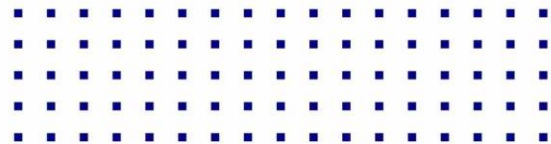
Neste trabalho será adotada a metodologia de estudo de caso a qual possui como principais etapas:

- Compreensão do MES e entendimento de suas principais funções no processo de automação;
- Determinação das características da manufatura sendo analisada;
- Descrição da implantação do MES e das mudanças relativas a esta implantação;
- Análise dos resultados obtidos com o novo sistema em comparação com os resultados da manufatura pré-implantação
- Avaliação dos benefícios e precauções necessárias para o projeto.

Primeiramente será analisada os processos de automação do caso a ser explorado, levantando suas características, tecnologias empregadas, equipamentos e outros dados de importância para a implantação do MES Levando em consideração estes dados se dá início o processo de compreensão da implantação do MES no caso estudado, mudanças decorrentes, resultados visíveis e processos modificados. Por fim analisa-se, a partir dos dados levantados, qual o real impacto da implantação do sistema e quais seus benefícios, custos e dificuldades envolvidas.

Um estudo de caso é uma metodologia de pesquisa na qual estudamos situações específicas difíceis de serem reproduzidas em laboratório ou simulações. Como este trabalho busca analisar o impacto da implantação do MES em uma planta de automação industrial, o estudo de caso (FARIAS *et al* 2020) é o método mais indicado.

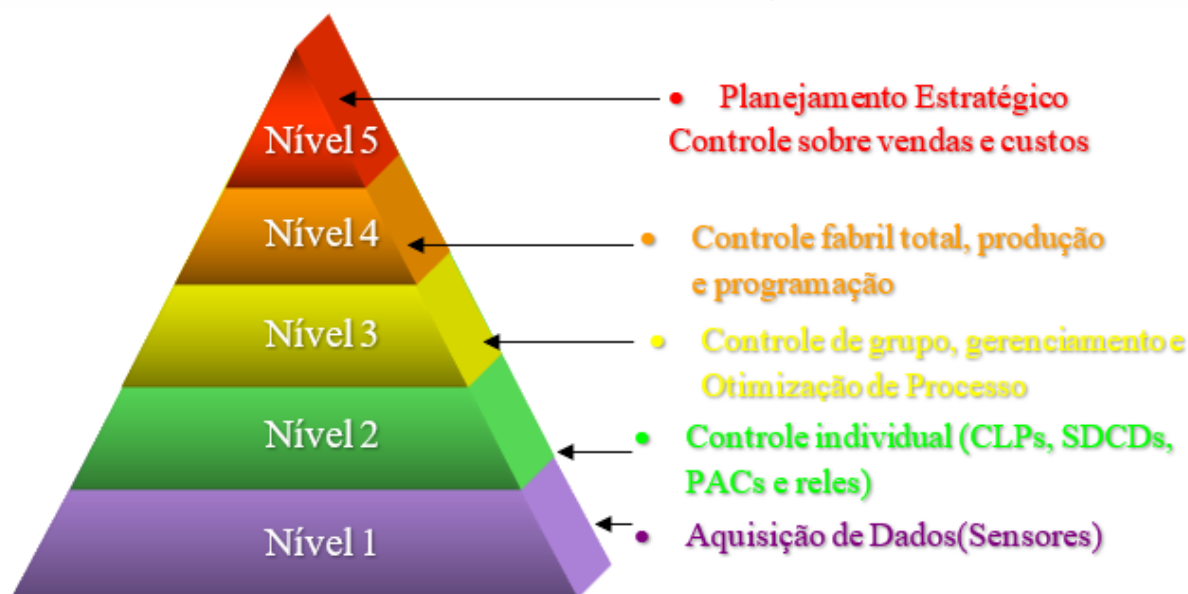
# CAPÍTULO 2



## PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO

A Pirâmide de Automação (Figura 1) foi criada nos anos 1980 e ilustra os diferentes níveis de automação encontrados em uma planta industrial, de acordo com a sua atuação no processo. (SILVEIRA; LIMA, 2003)

Figura 1 - Pirâmide da Automação



Existe um software ou conjunto de softwares entre os níveis 3 e 4, que são responsáveis por sua conexão, esses softwares são o MES e devido a sua importância será mais detalhado.

### ***Manufacturing Execution System (MES)***

O MES é um sistema de informações que controla complexos sistemas de manufatura e o fluxo de data no chão de fábrica. O principal objetivo do MES é assegurar uma execução efetiva das operações da manufatura (DA COSTA *et al.*, 2021) e aumentar a produção. Um MES ajuda a atingir este resultado rastreando e reunindo informações em tempo real de todo o ciclo de vida da produção, desde a emissão da ordem de produção até a entrega do produto. (ROSE, 2020).



## CAPÍTULO 2

A Associação de Soluções Empresarias de Manufatura, MESA (*Manufacturing Enterprise Solutions Association*), foi a primeira organização (MESA, 2020) a se dedicar ao tema do MES, com diretrizes contendo informações sobre os tópicos de gerenciamento de produção, criação de produtos, gerenciamento da qualidade e otimização de produção para fábricas e fornecedores de soluções, com ênfase na integração de sistemas orientados para a produção. A MESA divide o MES em 11 grupos funcionais, sendo que todos esses grupos ou uma combinação razoável dos mesmos podem formar solução total de MES (KLETTI, 2007).

### Arquitetura do MES

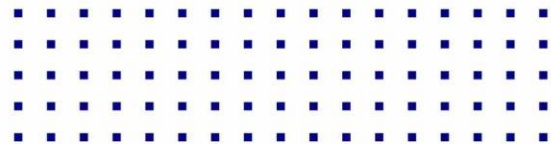
A *Manufacturing Enterprise Solutions Association* (MESA) International, definiu o escopo do MES em 1997 através do modelo “MESA-11” nos primeiros modelos do sistema e indicou 11 principais funções de um MES:

- a) Sequenciamento detalhado das operações.
- b) Alocação e status de produto.
- c) Expedição de unidades produzidas.
- d) Análise de performance.
- e) Gerenciamento da manutenção.
- f) Gerenciamento dos processos.
- g) Gerenciamento da qualidade.
- h) Aquisição de dados.
- i) Rastreamento e genealogia do produto.
- j) Gerenciamento do trabalho.
- k) Controle de documentos.

O padrão ANSI/ISA-95 (*International Society of Automation*) uniu o modelo MESA-11 com o *Purdue Reference Model*, criando uma hierarquia funcional. Neste modelo o MES foi estabelecido no nível intermediário 3, entre o planejamento de recursos empresariais (ERP) no nível 4 e controle de processos no nível 0, 1 e 2.



# CAPÍTULO 2

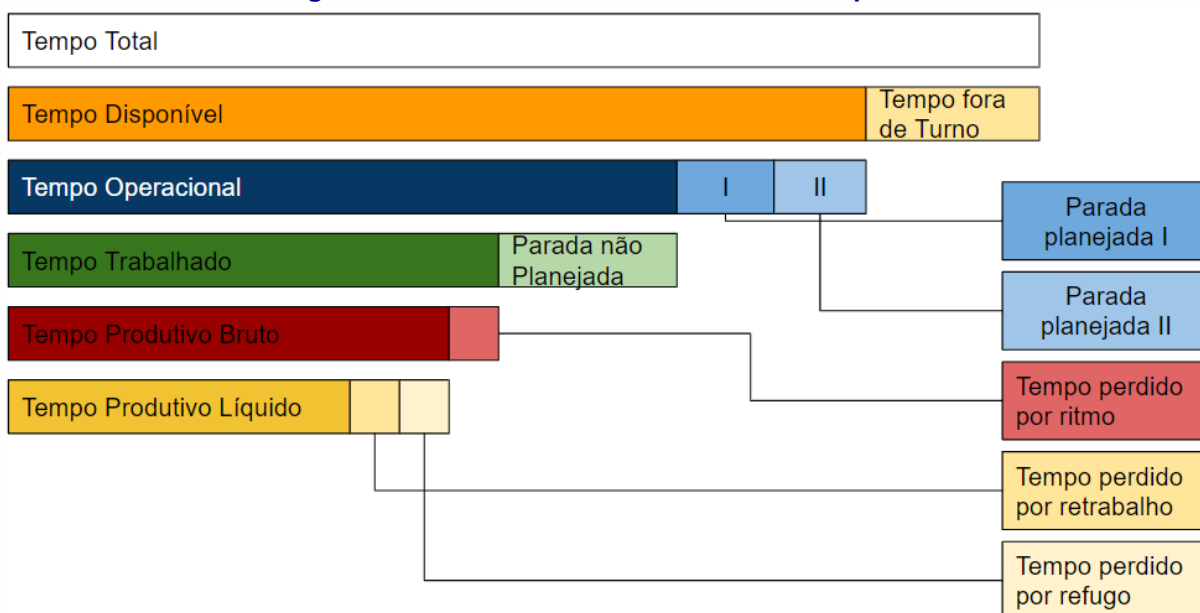


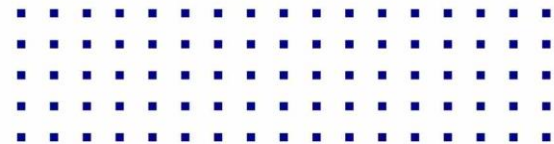
## Indicadores de desempenho

Uma ferramenta de gestão que permite de forma mais direcionada analisar os resultados de processos. Com estes é possível saber se as metas foram alcançadas, se o uso dos recursos foi eficaz, quais falhas ocorreram nas respectivas etapas do processo. Com estes dados a gestão da produção pode identificar quais as ações mais eficazes a serem tomadas, assim como identificar rotas mais eficientes e a origem de desperdícios de recursos.

O cálculo dos indicadores é feito a partir de alguns dados da produção, estes dados são obtidos de diversas maneiras dentro da produção, alguns exemplos de dados e como são obtidos estão apresentados na Figura 2. Os indicadores são calculados a partir destes dados, alguns exemplos apresentados na Tabela 1

**Figura 2 - Conceito de Indicadores de Desempenho**





**Tabela 1 - Indicadores de Desempenho e método de cálculo**

Indicador	Cálculo
AE (Asset Effectiveness)	$T.\text{Produtivo Liq.} / T.\text{Total}$
Disponibilidade	$T.\text{Trabalhado} / T.\text{Disponível}$
Eficiência	$T.\text{Produtivo Liq} / T.\text{Trabalhado}$
FTT (First Time True)	$T.\text{Produtivo Liq.} / T.\text{Produtivo Bruto}$
Metas de Quebras	T. de Parada de Manutenção
OEE (Overall Equipment Effectiveness)	$T.\text{Produtivo Liq} / T.\text{Disponível}$
Performance	$T.\text{Produtivo Bruto} / T.\text{Trabalhado}$
PNP	Parada Não Planejada / T.Operacional
PP-I	Parada Plan. I / T.Disponível
PP-II	Parada Plan. II / T.Disponível
Produtividade	$T.\text{Produtivo Liq.} / T.\text{Operacional}$
Qualidade	$(T.\text{Refugo} + T.\text{Retrabalho}) / T.\text{Produtivo Bruto}$
Utilização	$T.\text{Trabalhado} / T.\text{Operacional}$

Fonte: própria

## ESTUDO DE CASO

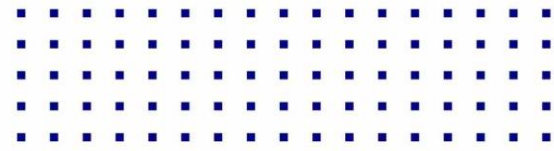
A metodologia de pesquisa deve ser escolhida se baseando em dois critérios básicos: O que esta pesquisa busca responder qual será o método de abordagem utilizado (SILVEIRA *et al.*, 2017), seja este qualitativo ou quantitativo. As abordagens qualitativas buscam a compreensão de um tema através de método empírico como estudo de casos (SILVA, 2018), relatos e interações, enquanto os métodos quantitativos buscam analisar os dados de maneira mais detalhada com uso de técnicas estatísticas. (CESAR, 2005).

O uso do estudo de caso se enquadra como uma abordagem qualitativa que é frequentemente usada para coletar dados nas áreas de estudos organizacionais. Segundo Yin (2001), “o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Assim como caracterizado anteriormente, é a melhor estratégia a se seguir quando se busca compreender (DA SILVA, 2018) de algum tema o qual possui-se pouco controle.

Os casos apresentados a seguir foram colhidos a partir de parceria com empresa brasileira atuante na área de MES e se caracteriza por abrangem diversas áreas industriais.

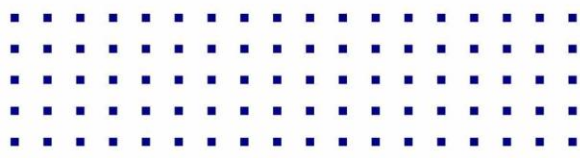


## CAPÍTULO 2



### Tabela 2 - concentradora dos estudos de caso

A Tabela 2 copila as principais variáveis qualitativas de 17 casos implementados na indústria brasileira, devido a sua complexidade, os benefícios foram separados em Estratégicos e operacionais.



# CAPÍTULO 2

**Tabela 2 - Indicadores concentrados dos estudos de caso**

Empresa	Principais desafios	Soluções implantadas	Benefícios Estratégicos alcançados	Benefícios Operacionais alcançados
Alstom Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitorar a performance da produção em tempo real;</li> <li>● Obter dados de todas as fases do processo de produção para movimentação de material;</li> <li>● Identificar materiais através de código de barras;</li> <li>● Unificar banco de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tecnologia de Coleta;</li> <li>● Módulos para rastreamento de performance e materiais;</li> <li>● Movimentação integrada e online dos materiais;</li> <li>● Controle das ordens de produção e gerenciamento da mão-de-obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Maior acurácia no apontamento da produção</li> <li>● Aumento da produtividade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ganho de OEE</li> <li>● Redução de 10% das paradas totais</li> </ul>
Bauducco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução de apontamentos em papel e controles em planilhas;</li> <li>● Controlar o real consumo de materiais;</li> <li>● Gerar rastreabilidade eletrônica completa do processo;</li> <li>● Redução de sobrepeso do produto;</li> <li>● Automatizar controle do OEE;</li> <li>● Automatizar reporte para o ERP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Módulos de Material Tracking (controle de ordem de produção e rastreabilidade);</li> <li>● Módulo de Resource Status (controle de paradas, refugo e retrabalho);</li> <li>● Módulo de Performance Analysis (monitoramento de desempenho e controle de OEE);</li> <li>● CEP on-line;</li> <li>● Coletores de dados (leitores barcode, PCs, balanças, conversores e impressoras);</li> <li>● Integração SOA com ERP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumento da produtividade;</li> <li>● Aumento do rendimento do material;</li> <li>● Controle do custo real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Rastreabilidade do produto e processo;</li> <li>● Redução de sobrepeso;</li> <li>● Aumento do OEE.</li> </ul>
Black & Decker do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reduzir as diferenças de inventário;</li> <li>● Implantar sistema de controle de produção simples e confiável com base nos fundamentos do Lean Six Sigma;</li> <li>● Melhorar OEE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitoramento on-line da produção;</li> <li>● Identificação de semi-acabados com BarCode;</li> <li>● Estratificação das principais perdas de produção;</li> <li>● Gerenciamento dos principais indicadores de desempenho;</li> <li>● Módulos de production tracking, resource status e performance analysis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução de inventário;</li> <li>● Aumento da produtividade;</li> <li>● Melhoria na qualidade;</li> <li>● Aumento do retorno sobre os ativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução em 32% na ocorrência de paradas;</li> <li>● Redução de 12% das paradas planejadas;</li> <li>● Redução de 70% das paradas não-planejadas;</li> <li>● Redução de 76% do refugo;</li> <li>● Aumento do OEE em 20 pontos percentuais.</li> </ul>
Premier Pet	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Evitar Erros operacionais;</li> <li>● Assegurar maior qualidade ao produto final;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Modelagem de acompanhamento de variáveis de processo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Acompanhamento sistemático de todo o processo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Manuseio simplificado;</li> <li>● Minimização de erros primários;</li> </ul>

## CAPÍTULO 2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitorar todos os recursos no chão de fábrica;</li> <li>● Aprimorar os processos de produção;</li> <li>● Detectar mais rapidamente as falhas nos processos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Definições de relatório específicos substituindo apontamentos manuais;</li> <li>● Módulos de Material Tracking, Production Tracking e Resource Status.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Melhoria da produtividade dos recursos existentes;</li> <li>● Redução de custos diversos;</li> <li>● Redução das perdas;</li> <li>● Auxílio na tomada de decisões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ganho de 17% de produtividade;</li> <li>● Redução de custos de energia elétrica.</li> </ul>
Indab	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumentar a confiabilidade das informações sobre o uso dos equipamentos e apontamento manual de produção;</li> <li>● Assegurar maior eficiência na entrega e aprimorar controle de custos;</li> <li>● Aumentar a capacidade produtiva;</li> <li>● Averiguar as reais causas de utilização das máquinas, moldes ferramentas e operador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Coleta de dados sensorizada;</li> <li>● Controle online do consumo e produção das linhas com históricos;</li> <li>● Monitoramento do OEE, controle de paradas, ritmo refugo e retrabalho;</li> <li>● Módulos de Material Tracking, Production Tracking, Resource Status e Performance Analytics.</li> </ul>	<p>Ganho de espaço para novos produtos;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumento da capacidade produtiva;</li> <li>● Aumento da produtividade;</li> <li>● Total controle sobre a produção;</li> <li>● Agilidade na tomada de decisões;</li> <li>● Retorno após 6 meses de implantação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução de 20% no maquinário com aumento de produtividade;</li> <li>● Redução de custos fixos devido ao reaproveitamento da depreciação de equipamentos.</li> </ul>
Sotreq - Centro de Remanufatura de Componentes - CRC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Obter informações rápidas e seguras do chão de fábrica;</li> <li>● Controle e melhoria da produtividade de mão-de-obra;</li> <li>● Controle e rastreabilidade dos materiais nos processos de montagem e desmontagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Módulo production tracking, material tracking, resource status e performance analysis;</li> <li>● Integração padrão com o ERP e o preactor APS;</li> <li>● Usuários View Web.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Atendimento de 500 solicitações normais + 300 Solicitações emergenciais/dia;</li> <li>● Processos de produção pré-lavagem, desmontagem, lavagem, metrologia, montagem, testes e pintura;</li> <li>● Controle de materiais, rastreabilidade. endereçamento e armazenamento de mais de 18 mil endereços e 20000 itens de estoque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Confiabilidade e qualidade das informações;</li> <li>● Agilidade na obtenção de informações gerenciais;</li> <li>● Identificação e controle total de mão de obra como consequência;</li> <li>● Racionalização de operações através da otimização das atividades ao longo do dia;</li> <li>● Estabelecimento de meritocracia através de relatório;</li> <li>● Rastreabilidade de material.</li> </ul>

## CAPÍTULO 2

ThyssenKrupp Bilstein Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitoramento on-line de produção e desempenho das células produtivas;</li> <li>● Aumentar a agilidade de obtenção da informações relevantes para o ERP e a gestão;</li> <li>● Implantar a geração de indicadores de desempenho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Transformar o view web do MES como a única ferramenta de gestão da produção;</li> <li>● Introdução de indicadores;</li> <li>● Modelagem do ERP desenvolvida para atender o setor de custos;</li> <li>● Sensorização do maior número de linhas possíveis para automatizar o sistema de coleta de dados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitoramento on-line da produção;</li> <li>● Confiabilidade das informações;</li> <li>● Agilidade na obtenção de informações gerenciais e precisão para atualização de custos;</li> <li>● Controle individual das máquinas através de integração do módulo de manutenção, possibilitando identificar e atacar o real problema da linha de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Melhoria da disponibilidade, performance, qualidade e aumento do OEE;</li> <li>● Redução de paradas operacionais;</li> <li>● Aumento da produtividade;</li> <li>● Redução do tempo médio de setup 16,8% em atuando em 6% do total de amostras.</li> </ul>
CBC Indústrias Pesadas S/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Obter informações do chão de fábrica de modo ágil e preciso;</li> <li>● Substituir digitações manuais por coleta de dados integrada com o sistema de gestão;</li> <li>● Criar controles de mão-de-obra, execução de inspeções e trânsito de peças.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Módulo production tracking, material tracking, resource status e performance analysis;</li> <li>● Coleta de dados com código de barras e monitoramento on-line da produção, operadores, inspeções e despachos;</li> <li>● Integração do PC-Factory MES com o sistema de gestão da empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Maior liberação de tempo dos mestres, antes consumido no controle do apontamento manual para tarefas que promovem ganho de produtividade;</li> <li>● Qualidade assegurada através do controle de inspeções.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Baixa automática de peças embarcadas com consistência on-line dos saldos e status dos materiais;</li> <li>● Maior agilidade na acuracidade das informações da produção e paradas dos operadores.</li> </ul>
Coca-Cola	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitoramento on-line da produção;</li> <li>● Obter informações do chão de fábrica de modo ágil e preciso;</li> <li>● Automação da coleta de dados;</li> <li>● Detecção automática da causa raiz das paradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Módulo production tracking, material tracking, resource status e performance analysis;</li> <li>● Integração do PC-Factory MES com os sistemas de gestão da empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Melhoria da qualidade da informação do chão de fábrica;</li> <li>● Agilidade na identificação e ajustes de desvios no processo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução de perdas de materiais e de diferenças de inventário;</li> <li>● Aumento da produtividade;</li> <li>● Melhoria de 13% do OEE.</li> </ul>
Goodyear	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Obter informações do chão de fábrica de modo ágil e preciso;</li> <li>● Controle e publicação do plano de produção e instruções de coletas de dados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Integração do PC-Factory MES com o sistemas de gestão da empresa;</li> <li>● Automação da coleta de dados do chão de fábrica;</li> <li>● Coletores de dados portáteis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Melhoria da qualidade da informação do chão de fábrica;</li> <li>● Integração do PC-Factory MES com os sistemas de gestão da empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução de perdas;</li> <li>● Agilidade na atualização de inventário.</li> </ul>
Gomes da Costa	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Automação do controle da movimentação dos estoques;</li> <li>● Rastreabilidade total;</li> <li>● Emissão de laudos de qualidade para SIF e clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Integração do PC-Factory MES com o sistemas de gestão da empresa;</li> <li>● Coleta de dados com código de barras e monitoramento on-line da produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recertificação ISO-9001;</li> <li>● Rastreabilidade de toda a produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumento de 35% na performance dos processos de recepção e movimentação de pescados;</li> </ul>

## CAPÍTULO 2

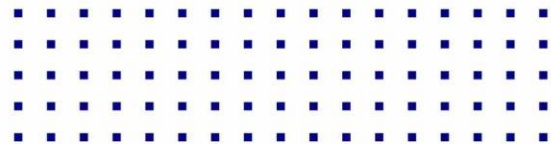
				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ganho de 50% da performance da administração de pescados.</li> </ul>
Qualitec	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitoramento online da produção;</li> <li>● Melhoria do atendimento de prazo;</li> <li>● Otimização da priorização de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de APS para melhoria do prazo;</li> <li>● Módulo de monitoramento de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Padronização das tarefas de controle de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução de paradas em 10%;</li> <li>● Melhora do setup de 15%;</li> <li>● Aumento de 7% na performance.</li> </ul>
Zaraplast	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Controle do consumo de materiais;</li> <li>● Automação da coleta de dados;</li> <li>● Gestão Online do OEE;</li> <li>● Otimização de setup.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Controle do consumo por código de barras e balança;</li> <li>● Implantação do APS para sequenciamento automático das ordens de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Controle on-line do OEE;</li> <li>● Otimização do uso da capacidade máxima das máquinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ganho de produtividade média de 22%;</li> <li>● Redução do desperdício de 18%;</li> <li>● Redução do lead time médio de 32%;</li> <li>● Aumento de OTIF de 28%.</li> </ul>
Schaeffler	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Melhorar a confiabilidade dos apontamentos no ERP;</li> <li>● Monitoramento On-line da produção, paradas, refugo e retrabalho;</li> <li>● Gerenciamento On-line do OEE;</li> <li>● Agilizar a tomada de decisões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● SAP Connector para automação da importação de ordens e reporte de produção;</li> <li>● Módulos de monitoramento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Melhoria da qualidade da informação do chão de fábrica;</li> <li>● Monitoramento de mais de 1200 máquinas;</li> <li>● Controle real dos custos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução do tempo de parada;</li> <li>● Redução dos tempos perdidos por retrabalho e refugo.</li> </ul>
Magna Cosma	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Automação da coleta de informações da produção;</li> <li>● Gerenciamento On-line do OEE;</li> <li>● Automação das requisições ao almoxarifado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Módulo de Kanban eletrônico para requisições automáticas;</li> <li>● Módulo integrado ao ERP de coleta de dados do chão de fábrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução do Lead time;</li> <li>● Redução de pessoas envolvidas na coleta de dados;</li> <li>● Redução dos erros de apontamento e compilação dos dados;</li> <li>● Melhoria da qualidade da informação da produção e inventários no ERP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução dos tempos de parada;</li> <li>● Melhoria da produtividade;</li> <li>● Aumento do OEE de 62% para 75%.</li> </ul>
Pfizer	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Automação da coleta de informações da produção;</li> <li>● Monitoramento das ordens de produção;</li> <li>● Análise de desempenho da produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Módulos de Material Tracking, Production Tracking, Resource Status e Performance Analytics.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redução de paradas dos equipamentos;</li> <li>● Monitoramento do desempenho da produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumento de 6% no OEE no recurso de Líquidos Estéreis;</li> <li>● Aumento de 20% no OEE da principal linha de embalagem;</li> </ul>

## CAPÍTULO 2

				<ul style="list-style-type: none"><li>● Aumento na velocidade de produção de frascos em 10%;</li><li>● Redução de 40% no tempo de setup de linha de embalagem.</li></ul>
MWL	<ul style="list-style-type: none"><li>● Garantir aderência do sistema aos processos internos de rastreabilidade e gestão da qualidade na produção;</li><li>● Implantar sistema de automação do apontamento de produção;</li><li>● Solução economicamente viável.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Integração com o sistema SAP dos apontamentos de produção;</li><li>● Interface simplificada e de fácil acesso.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Integração das informações tornando o processo de apuração de custos mais simples e confiável;</li><li>● Melhor controle dos estoques;</li><li>● Maior confiabilidade nos apontamentos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Redução de 67% no tempo de fechamento mensal.</li></ul>



# CAPÍTULO 2



## DISCUSSÃO E RESULTADOS

Ao compilar-se os ganhos de processo e gerenciais evidenciados na Tabela 2, ficam razoavelmente forte a hipótese que o MES traz resultados diversos para as empresas, como melhoria na qualidade do produto final, redução no custo de produção, maior controle do material, produto e da produção, padronização de processos, agilidade na tomada de decisão, entre diversos outros resultados.

Avaliando os resultados qualitativamente, fica claro que uma das maiores características do MES, e um dos maiores benefícios da implantação, é trazer um maior controle sobre a produção por meio da coleta e uso das informações e dados de maneira inteligente e eficiente na planta. Possibilitando assim um maior controle sobre a produção, que de outra forma não seria simples de se alcançar.

A implementação do MES trouxe uma gama extensa de ganhos para a produção e para a gestão, que com todas as funcionalidades e benefícios, reflexo de implantação, são capazes de alcançar um nível superior de excelência de resultados.

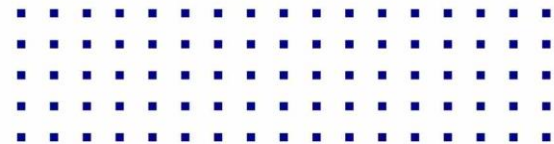
## CONCLUSÕES

Embora tenha um papel humilde no modelo de pirâmide de automação industrial, os sistemas MES tem um grande potencial de agregar valor a empresas como fica evidenciado pelos estudos de caso apresentados neste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a colaboração da empresa PPI-MULTITASK (<https://www.ppi-multitask.com.br/>), especialmente ao Sr. Norton Rodrigues. Os autores agradecem também ao Fórum de Inovação e Competitividade Sustentável da UFABC (FICS/UFABC) pelo apoio nas pesquisas.





## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.A. . **Desenvolvimento de sistema especialista com operacionalidade de aprendizado para operar em tempo real com sistemas industriais automatizados.** Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.3.2007.tde-28032008- 180226. 2007

CESAR, AMRVC. **Método do Estudo de Caso (Case studies) ou Método do Caso (Teaching Cases)? Uma análise dos dois métodos no Ensino e Pesquisa em Administração.** REMAC Revista Eletrônica Mackenzie de Casos, São Paulo-Brasil, v. 1, n. 1, p. 1, 2005.

DA COSTA Dias J.E., de Castro Filho F.G., de Andrade A.A., Facó J.F.B. (2021) **The Strategic Role of MES Systems in the Context of Industry 4.0.** In: Pereira L., Carvalho J., Krus P., Klofsten M., De Negri V. (eds) Proceedings of IDEAS 2019. IDEAS 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 198. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-55374-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-55374-6_6).

DA SILVA , Fabiano Galdino et al. **Manutenção E Correção De Falhas Inerentes A Segurança Industrial.** Revista Científica Semana Acadêmica. , v.01, p.1 - , 2018.

FARIAS, V.T ; Alexandre Acácio de Andrade ; SANTOS, J. P.; FACÓ, Júlio Francisco Blumetti; GASI, F - **Measuring the impacts of database processing utilization in innovation processes on companies.** International Journal of Development Research Vol. 10, Issue, 03, pp. 34190-34194, March, 2020

FROHM, Jürgen et al. **Levels of automation in manufacturing.** Ergonomia-an International journal of ergonomics and human factors, v. 30, n. 3, 2008..

HWANG, Yeong-Dong. **The practices of integrating manufacturing execution systems and Six Sigma methodology.** The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 31, n. 1-2, p. 145-154, 2006.

KLETTI, Jürgen (ed.). **Manufacturing Execution System-MES.** Springer Science & Business Media, 2007.

MESA, 2020. About MESA. Disponível em: <http://www.mesa.org/en/aboutus/aboutmesa.asp>. Acesso em: 30 Abr.2020.

MESA, International. MES explained: A high level vision. **MESA International White Paper6**, 1997, 1: 25.

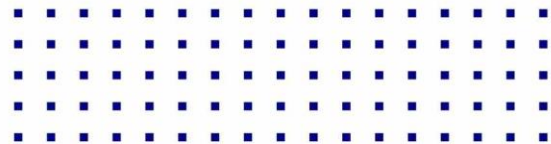
MEYER, Heiko; FUCHS, Franz; THIEL, Klaus. **Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and Deployment.** Columbus (OH): McGraw Hill, 2009.

ROSE, Margaret . **Manufacturing execution system (MES).** Disponível em: <<https://searcherp.techtarget.com/definition/manufacturing-execution-system-MES>> Acesso em: 30 Abr. 2020.

SANTOS, J. P.; Andrade, A. A.; Facó, J. F. B.; Gasi, F.; Junger, A. P. Analysis Regarding the Approach of the aspects of Resilience in the Implementation of Industry 4.0, for Employees who have had technological Unemployment. <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.76.34>, v.7, p. 271-287, 2020.



## CAPÍTULO 2



SILVA, Giovanna Debelis Rodrigues et al. **Difusão da inovação em serviços bancários: o impacto de startups de serviços.** Revista De Casos E Consultoria, v. 9, n. 4, p. e941-e941, 2018.

SILVEIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial.** Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 16, 2003.

SILVEIRA, D. S.; oliveira, e. m.; ALVES, e. f. i.; ARAUJO, f. m.; SANTOS, r. t.; SEIXAS, t. g.; OLIVEIRA, w. b.; QUINTINO, I. f.; ANDRADE, Alexandre Acácio de. **Desenvolvimento e implementação de um scada em HTML baseado na tecnologia webserver simatic. estudo de caso em processo de envase de líquido.** - <http://www.semanaacademica.org.br/artigo/desenvolvimento-e-implementacao-de-um-scada-em-html-baseado-na-tecnologia-webserver-simatic> Revista Científica Semana Acadêmica, v. 01, p. 1-15, 2017. ISSN 2236-6717

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos.** (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.





CAPÍTULO



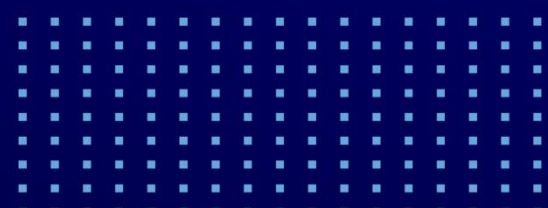
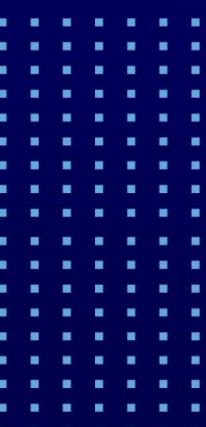
3

## **Indústria 4.0: uma análise da indústria brasileira perante o mundo**

**Luiz Henrique Domingues**

*Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR)*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.7.3](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.7.3)



## CAPÍTULO 3

**Resumo:** O presente artigo trata da Indústria 4.0 e uma análise da indústria brasileira perante o mundo. O objetivo dessa análise foi descrever o cenário atual do Brasil para elencar alternativas de investimento com o intuito de que a Indústria 4.0 fosse concretizada no país. O conceito da fábrica avançada incide sobre o conjunto de tecnologias da informação e da engenharia intitulada Pilares da Indústria 4.0. Os pilares são tecnologias inovadoras a serem implementadas nas fábricas para tornarem inteligentes. Essa implementação permite automatizar os processos, reduzindo os custos e aumentando a produtividade. Dessa forma, foram realizadas comparações do Brasil com a Alemanha (país que já possui *smart factories*). Por fim, foram extraídas considerações finais para o Brasil, de modo a enfatizar que independente do patamar em que o país se encontra, esse cenário deve ser visto como uma oportunidade de crescimento. Para isso, foi salientado que o estudo e o planejamento a longo prazo devem ser realizados, levando em consideração suas particularidades e metas de crescimento. Foi abordado a importância das políticas públicas no desenvolvimento do país, gerando lucro para as empresas, alavancando as vendas e impulsionando o crescimento do Brasil.

**Palavras chave:** Indústria 4.0. Brasil. *Smart factories*.

### Industry 4.0: an analysis of the Brazilian industry to the word

**Abstract:** This article deals with Industry 4.0 and an analysis of the Brazilian industry in the world. The purpose of this analysis was describing the current scenario of Brazil to list investment alternatives with the intention that Industry 4.0 be implemented in the country. The advanced manufactory concept focuses on the information technology and engineering entitled Pillars of Industry 4.0. The pillars are innovative technologies that are implemented in the factories to become intelligent. This implementation enables you to automate processes, decrease costs and increase productivity. In this way, comparisons were made between Brazil and Germany (a country that already has intelligent factories). Finally, final considerations were drawn for Brazil, to emphasize that, regardless of the country where the country is located, this scenario should be an opportunity for growth. For this, it was pointed out that the study and the long-term planning should be carried out considering its particularities and growth goals. The importance of public policies in the development of the country was addressed, generating profit for companies, leveraging sales and boosting the country's growth.

**Keywords:** Industry 4.0. Brazil. Smart factories.

# CAPÍTULO 3

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a indústria tem passado por transformações que a história intitula de Revolução Industrial. Na segunda década do século XXI, o mundo se prepara para viver a Indústria 4.0, caracterizada pelos avanços tecnológicos (BANZATO, 2015, p. 40). Avanços esses que afetam diretamente os processos, os produtos e o comportamento do consumidor final.

A incorporação da digitalização à atividade industrial resultou no conceito de Indústria 4.0, em referência ao que seria a 4ª revolução industrial, caracterizada pela integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas cyberfísico e viabilizando o emprego da inteligência artificial (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016).

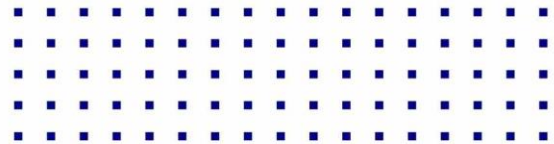
Ao que concerne indústria brasileira, o setor carece de muitos avanços tecnológicos e estruturais para acompanhar essa nova revolução. Assim, se faz necessário um levantamento da situação contemporânea, de como o Brasil está perante o mundo e como deveria ser realizado o investimento para que a Indústria 4.0 fosse concretizado no país.

Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (2016, p. 4) é preciso:

entender e identificar os impactos que influenciarão os diversos setores industriais, quais serão beneficiados, quais necessitarão de ajustes ou se algum poderá desaparecer; ou como ficará a mão de obra e os custos de produção.

Logo, o tema abordado justifica-se devido à grande importância das transformações necessárias que o setor industrial irá enfrentar ao longo dos anos e pela sua representatividade na economia brasileira. A pesquisa reportará a situação vivenciada na segunda década do século XXI, suas oportunidades e estratégias.

# CAPÍTULO 3



## INDÚSTRIA 4.0

O conceito de Indústria 4.0 surgiu pela primeira vez em 2011, na Alemanha, em um evento de tecnologia industrial (Hannover Fair), em que foi apresentado uma nova tendência: as *smart factories* (TADEU; SANTOS, 2016, p. 2).

As fábricas inteligentes incidem diretamente nos conceitos atuais de automação industrial, entretanto, com todos os processos (máquinas, pessoas e sistemas) conectados por intermédio da internet ao longo de toda a cadeia produtiva.

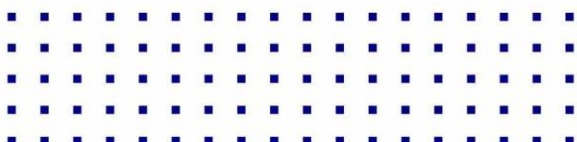
Segundo Lydon (2015), o objetivo da Indústria 4.0 “é melhorar os processos de fabricação em uma série de dimensões, incluindo eficiência, capacidade de resposta e a capacidade de satisfazer as necessidades individuais dos clientes em tempo hábil”.

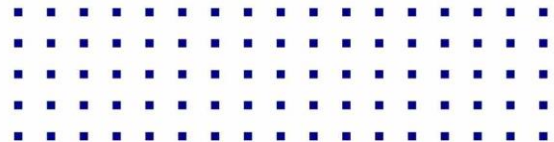
A aplicação do conceito da Indústria 4.0 fará com que as fábricas sejam inteligentes o suficiente para ter a capacidade e a autonomia para programar manutenções, antecipar falhas e adaptar aos requisitos e mudanças não planejadas no processo produtivo.

A propagação dessa manufatura avançada consiste no conjunto de tecnologias da informação e da engenharia. São os chamados Pilares da Indústria 4.0, que podem ser compreendidos no Quadro 1

**Quadro 1 – Pilares da Indústria 4.0**

<b>PILARES DA INDÚSTRIA 4.0</b>	
<b>Big data</b>	A coleta e a análise de grandes volumes de dados, por softwares avançados, são uma das principais fontes da indústria 4.0. Com o Big Data, as decisões podem ser tomadas com base em dados reais, analisados em tempo real.
<b>Internet das coisas</b>	A internet das coisas está chegando a todo o tipo de produto. No contexto da indústria 4.0, ela é conhecida como internet das coisas industriais (IIoT) e chega também às máquinas. Assim, equipamentos e dispositivos estão conectados à rede mundial de computadores, abrindo um novo mundo de possibilidades como operação remota, comunicação entre máquinas e assim por diante.
<b>Robótica</b>	Os robôs, já presentes nas fábricas, ganham novas funcionalidades e novas tecnologias. A expectativa é que eles se tornem cada vez mais autônomos e realizem as tarefas consideradas de alto risco ou desconfortáveis para o ser humano. Eles também são usados para minimizar as falhas e aumentar a produtividade.





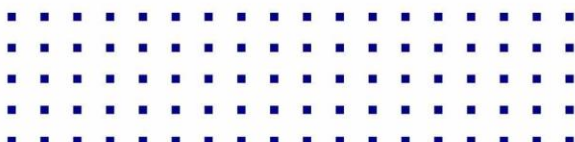
<b>Simulação</b>	A simulação computacional e as ferramentas de CAE ( <i>Computer Aided Engineering</i> ) chegam aos mais diversos setores da indústria. Processos de fabricação, performance de produtos, comportamento térmico, estático, de fluidos, acústico, entre outros, são analisados no ambiente virtual antes de se transformarem em realidade. Com isso, é possível otimizar o uso de recursos, diminuir o desperdício, desenvolver processos de fabricação mais eficientes, reduzir custos e criar produtos mais atrativos.
<b>Integração de sistemas</b>	A maioria dos gestores já sofreu com a falta de comunicação entre equipes e sistemas da empresa ou, até mesmo, com clientes e fornecedores. Por isso, na indústria 4.0, os sistemas são integrados e as informações ficam mais acessíveis.
<b>Segurança da informação</b>	Com tudo conectado e integrado, a segurança da informação se torna ainda mais importante nessa nova indústria. Soluções de segurança cibernética precisam trabalhar para manter os sistemas confiáveis e protegidos.
<b>Computação em nuvem</b>	Na indústria 4.0, a maioria dos dados e das informações compartilhadas pela internet é armazenada em nuvem. Assim, eles se tornam acessíveis de qualquer lugar, além de serem independentes da capacidade individual de computadores ou dispositivos. Com os sistemas de segurança corretos, o uso da nuvem garante a proteção dos dados.
<b>Realidade aumentada</b>	A indústria 4.0 também se caracteriza pela fusão entre os ambientes online e offline. Para isso, a realidade aumentada tem um papel importante. Apesar de seu desenvolvimento ainda dar os primeiros passos, a tendência é que ela seja aplicada a funções como manuais de montagem, operação e manutenção de máquinas.
<b>Manufatura aditiva</b>	A manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, já é uma realidade em muitas indústrias e deve ganhar ainda mais espaço. Ela é usada, por exemplo, para facilitar a construção de protótipos, agilizar a realização de modificações e permitir a criação de produtos personalizados.

**Fonte: Adaptado de Engprocess (2017)**

Entretanto, para a implementação desses pilares, Hermann, Pentek e Otto (2015, p. 11-13) descrevem seis requisitos que definem os sistemas de produção inteligentes, apresentados no Quadro 2.

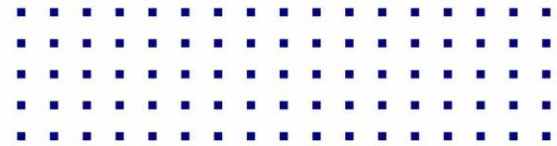
**Quadro 2 – Requisitos que definem os sistemas de produção inteligentes pilares da Indústria 4.0**

<b>REQUISITOS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO INTELIGENTES</b>	
<b>Interoperabilidade</b> ( <i>Interoperability</i> )	O Sistema Ciber-Físico ( <i>Cyber Physical Systems – CPS</i> ) e as pessoas estarão conectados à Internet das Coisas ( <i>Internet of Things – IoT</i> ) e à Internet dos Serviços ( <i>Internet of Services – ios</i> ), permitindo a comunicação entre a CPS de vários fabricantes.
<b>Virtualização</b> ( <i>Virtualization</i> )	Os CPS serão capazes de monitorar e simular processos físicos por meio de sensores que estarão interligados a modelos de plantas virtuais.
<b>Descentralização</b> ( <i>Decentralization</i> )	Os computadores conectados aos CPS serão aptos a tomar decisões de modo autônomo, com o intuito de descentralizar e aprimorar os processos produtivos.
<b>Adaptação da produção em tempo real</b> ( <i>Real-Time Capability</i> )	Os dados serão coletados e analisados do modo instantâneo, possibilitando que a produção seja redirecionada para outra máquina caso haja uma falha.





# CAPÍTULO 3



<b>Orientação a serviços</b> (Service Orientation)	Os dados e os serviços estarão disponíveis na íos, tornando-a ainda mais robusta e permitindo a customização de processos de produção e operação de acordo com as especificações dos clientes.
<b>Modularidade</b> (Modularity)	Poderão ser facilmente ajustados em caso de flutuações sazonais ou alteração nas características dos produtos, uma vez que serão capazes de adaptar-se de forma flexível a essas mudanças.

Fonte: Adaptado de Hermann, Pentek e Otto (2015)

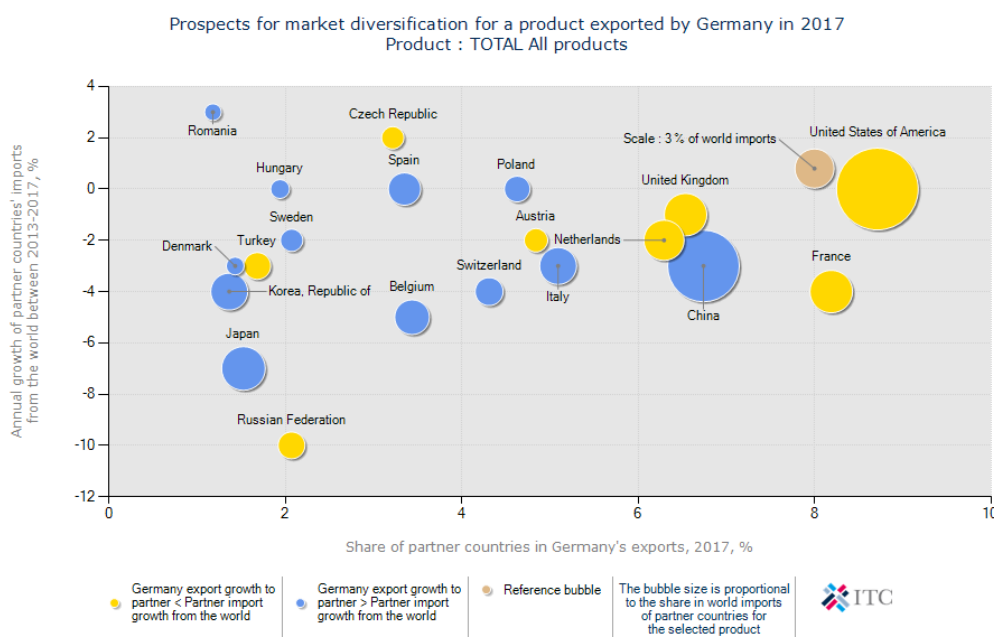
Mediante as definições que envolvem a Indústria 4.0 e seus preceitos, interessa-se por conhecer o panorama das fábricas inteligentes perante a realidade brasileira.

## O BRASIL E A INDÚSTRIA 4.0

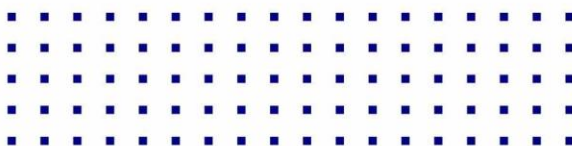
As indústrias brasileiras encontram-se atualmente, no patamar da Indústria 2.0. Ao compararmos os índices de exportação do Brasil com relação a Alemanha (país em que as indústrias já estão se adequando ao patamar da Indústria 4.0), é notório a diferença.

O Gráfico 1 apresenta as perspectivas de diversificação de mercado para todos os produtos exportados pela Alemanha. O Trade Map apontou os 20 primeiros países exportadores da Alemanha.

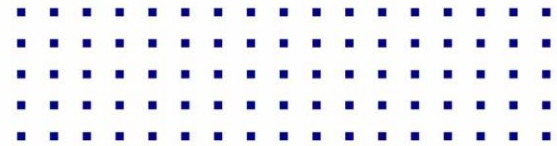
**Gráfico 1 – Perspectivas de diversificação de mercado para todos os produtos exportado pela Alemanha em 2017**



Fonte: Trade Map (2018).



# CAPÍTULO 3



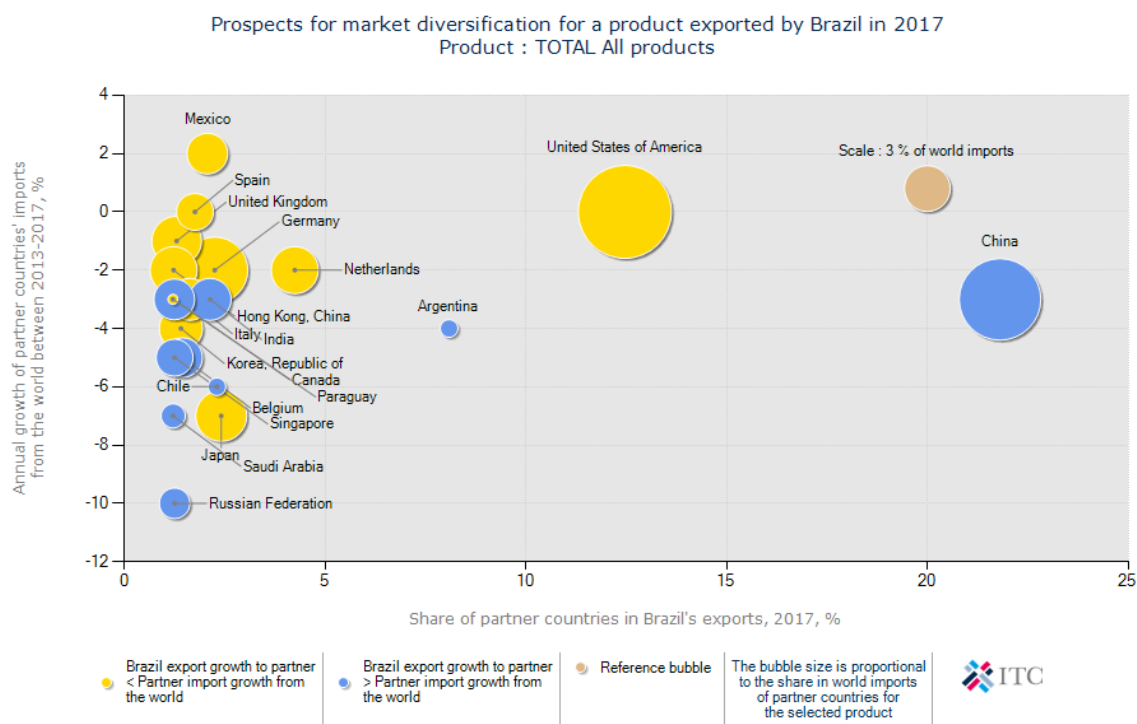
Os destaques em amarelo indicam que o crescimento das exportações da Alemanha para o parceiro é menor que o crescimento das importações de parceiros do mundo.

Os destaques em azul indicam que o crescimento das exportações da Alemanha para parceiro é maior que o crescimento das importações de parceiros do mundo.

Isto é, o Gráfico 1 relata que as exportações da Alemanha, representam, 8,2% das exportações mundiais para todos os produtos. Segundo o Trade Map, a Alemanha ocupa a posição 3 no ranking das exportações mundiais referente a todos os produtos.

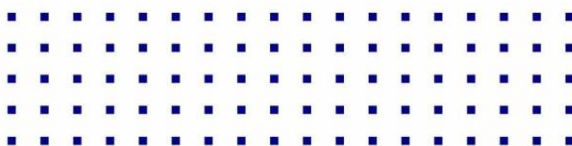
O Gráfico 2 apresenta as perspectivas de diversificação de mercado para todos os produtos exportados pelo Brasil. O Trade Map apontou os 20 primeiros países exportadores do Brasil.

**Gráfico 2 – Perspectivas de diversificação de mercado para todos os produtos exportado pelo Brasil em 2017**

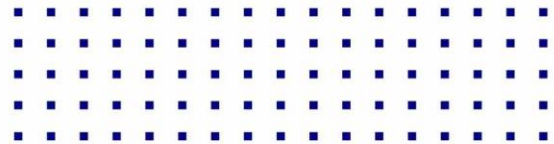


Fonte: Trade Map (2018).

Os destaques em amarelo indicam que o crescimento das exportações do Brasil para o parceiro é menor que o crescimento das importações de parceiros do mundo.



# CAPÍTULO 3



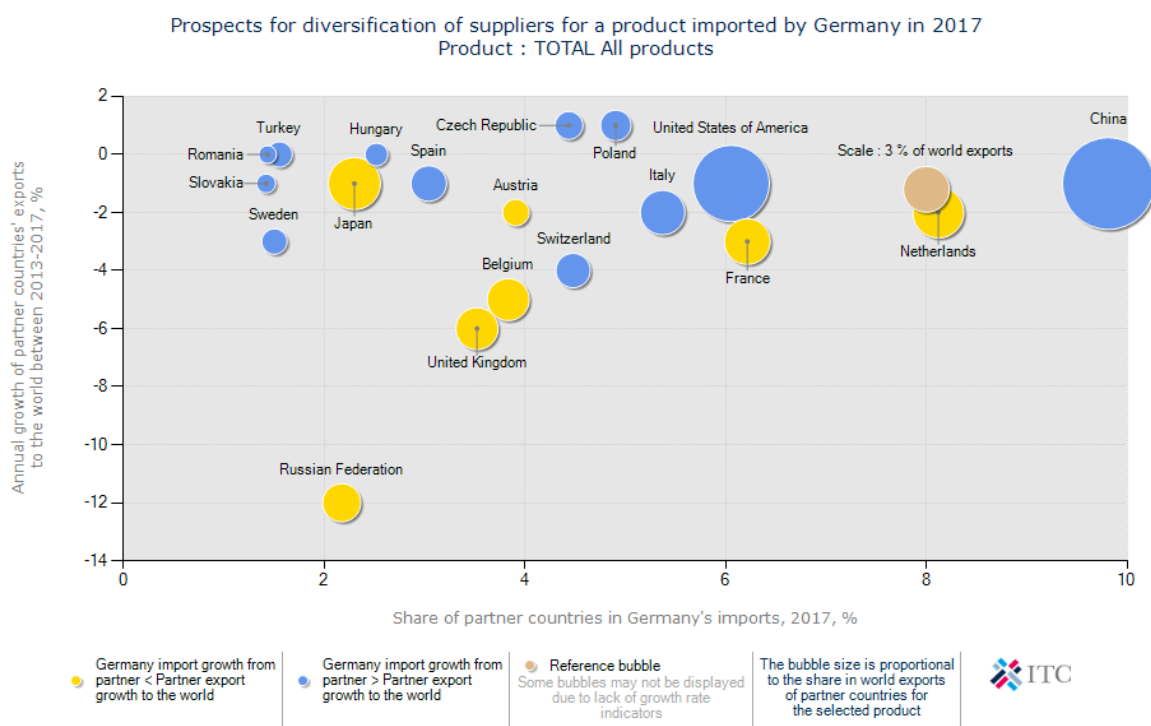
Os destaques em azul indicam que o crescimento das exportações do Brasil para parceiro é maior que o crescimento das importações de parceiros do mundo.

Isto é, o Gráfico 2 relata que as exportações do Brasil, representam, 1,2% das exportações mundiais para todos os produtos. Segundo o *Trade Map*, o Brasil ocupa a posição 25 no ranking das exportações mundiais referente a todos os produtos.

Já ao compararmos os índices de importação do Brasil com relação a Alemanha, é possível notar o atraso da indústria brasileira perante a indústria alemã.

O Gráfico 3 apresenta as perspectivas de diversificação de fornecedores para todos os produtos que foram importados pela Alemanha. O *Trade Map* apontou os 20 primeiros países fornecedores da Alemanha.

**Gráfico 3 – Perspectivas de diversificação de fornecedores para todos os produtos importado pela Alemanha em 2017**



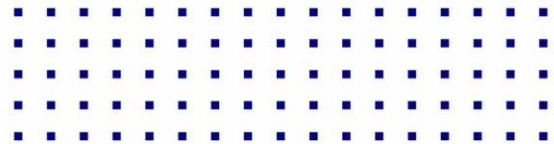
Fonte: Trade Map (2018).

Os destaques em amarelo indicam que o crescimento das importações da Alemanha para o parceiro é menor que o crescimento das exportações de parceiros do mundo.

Os destaques em azul indicam que o crescimento das importações da Alemanha para parceiro é maior que o crescimento das exportações de parceiros do mundo.



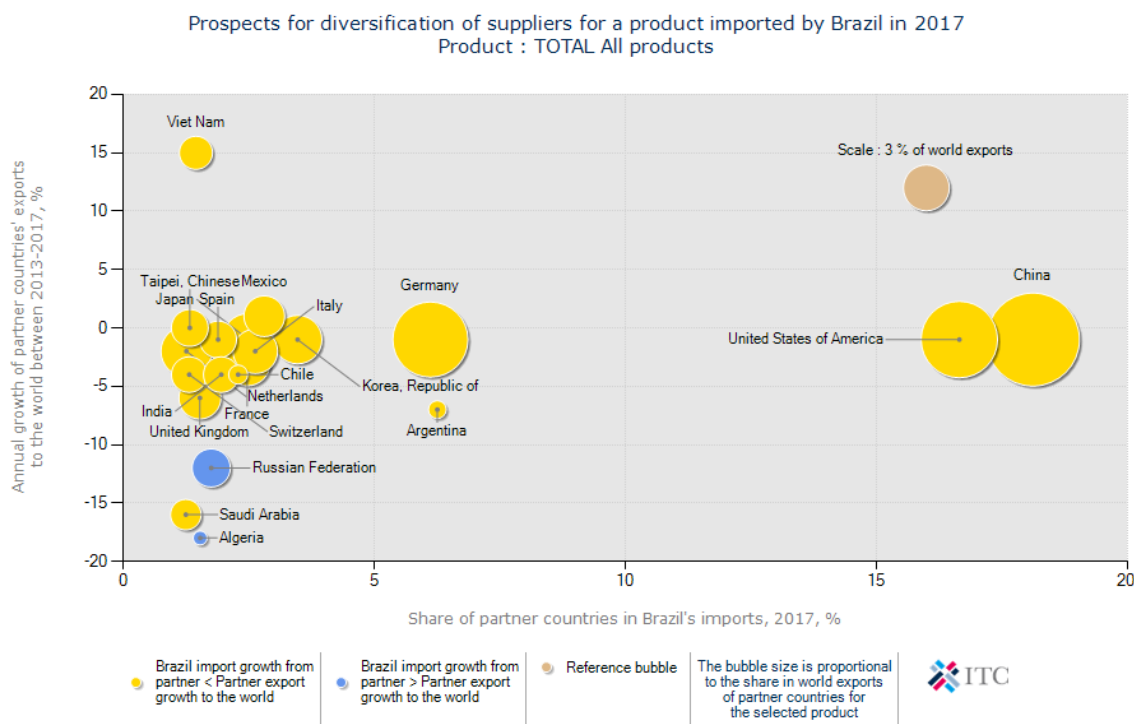
# CAPÍTULO 3



Ou seja, o Gráfico 3 relata que as importações da Alemanha, representam, 6,6% das importações mundiais para todos os produtos. Segundo o *Trade Map*, a Alemanha ocupa a posição 3 no ranking das importações mundiais referente a todos os produtos.

O Gráfico 4 apresenta as perspectivas de diversificação de fornecedores para todos os produtos que foram importados pelo Brasil. O *Trade Map* apontou os 20 primeiros países fornecedores do Brasil.

**Gráfico 4 – Perspectivas de diversificação de fornecedores para todos os produtos importado pelo Brasil em 2017**



Fonte: Trade Map (2018).

Os destaques em amarelo indicam que o crescimento das importações do Brasil para o parceiro é menor que o crescimento das exportações de parceiros do mundo.

Os destaques em azul indicam que o crescimento das importações do Brasil para parceiro é maior que o crescimento das exportações de parceiros do mundo.

Ou seja, o Gráfico 4 relata que as importações do Brasil, representam, 0,8% das exportações mundiais para todos os produtos. Segundo o *Trade Map*, o Brasil

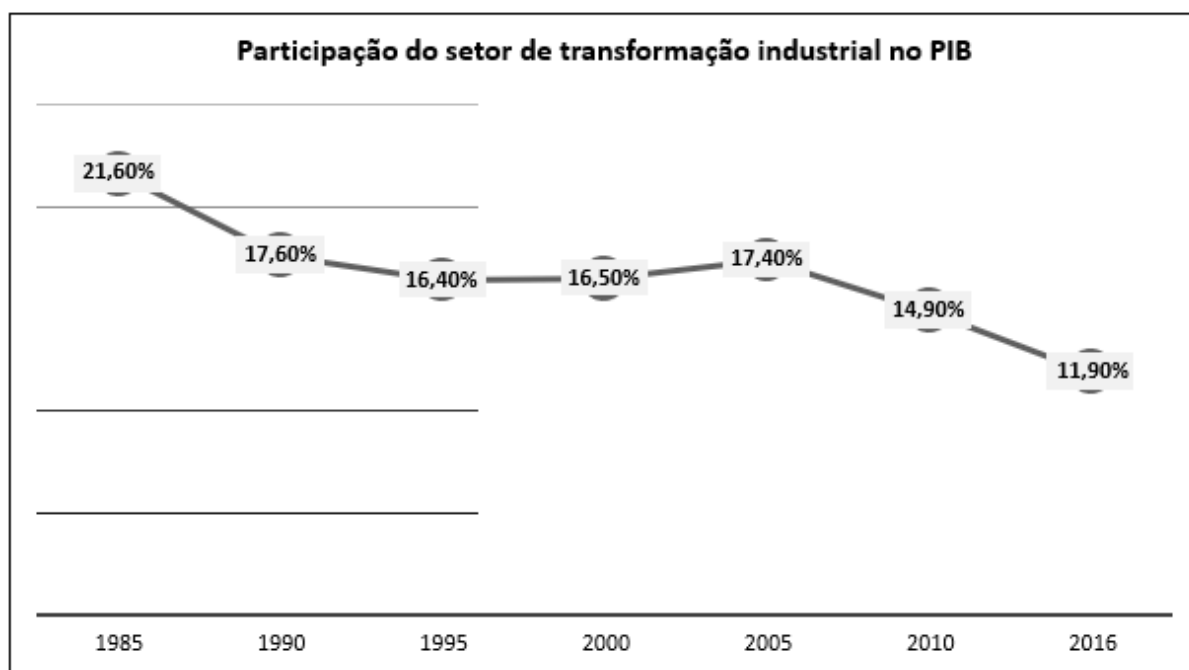


## CAPÍTULO 3

ocupa a posição 31 no ranking das importações mundiais referente a todos os produtos.

Segundo a Confederação Nacional das Indústrias (2016), a participação do setor de transformação industrial no PIB de 1985 a 2016 sofreu uma queda, em valores, percentuais, como pode ser observado no Gráfico 5.

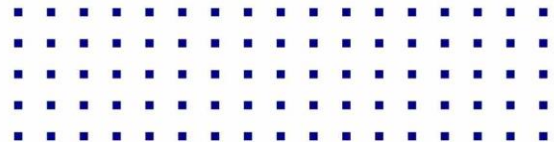
**Gráfico 5 – Participação do setor de transformação industrial no PIB (%) 1985 – 2016**



**Fonte: Adaptado de Confederação Nacional da Indústria (2016).**

A atuação da indústria de transformação no PIB, que em 1985 chegou a atingir mais de 20%, em 2016 sofreu uma queda para quase 12%, consequência das mudanças na estrutura produtiva do país e dos novos modelos de negócios.

O índice global de inovação aponta o ranking de eficiência da inovação de cada país. A avaliação é realizada pelos critérios de *performance* nos temas relacionados a inovação, crescimento da produtividade, investimento em pesquisa e desenvolvimento, educação, exportação de produtos de alta tecnologia, entre outros. Na Tabela 1, é possível verificar a posição do Brasil.



**Tabela 1 – Ranking de eficiência da inovação**

Posição	País	Pontos
1º	Suíça	67,6
2º	Suécia	63,8
3º	Países Baixos	63,3
4º	EUA	61,4
5º	Reino Unido	60,8
6º	Dinamarca	58,7
7º	Cingapura	58,6
8º	Finlândia	58,4

Fonte: Universidade Cornell, INSEAD e OMPI (2017)

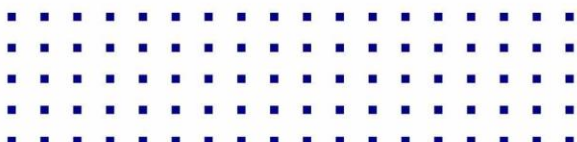
Este ranking brasileiro necessita prosperar. E os conceitos da Indústria 4.0 podem influenciar nesse objetivo. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (2016), entre os anos de 2006 a 2016, a produtividade industrial brasileira caiu mais de 7 pontos. No índice Global de Competitividade da Manufatura, o Brasil que em 2010 ocupava a 5ª posição, em 2016 passou a ocupar a 26ª posição.

Diante dessas comparações, o Brasil necessita analisar a viabilidade e os impactos que cada tecnologia terá nas fábricas para que os seus índices e o seu patamar avancem em comum acordo com os pilares da Indústria 4.0. A transição é uma oportunidade de melhorar processos, otimizar os recursos e inovar.

## ESTRATÉGIAS E OPORTUNIDADES

A inclusão de novas tecnologias como estratégia para o desenvolvimento das indústrias brasileiras será primordial para garantir a competitividade e aumentar a participação do Brasil no mercado mundial. Entretanto, as indústrias brasileiras encontram-se no patamar da Indústria 2.0, o que não impede em avançar pois:

Em relação ao Brasil, dado o nosso atraso tecnológico, temos a oportunidade de pular algumas etapas e migrarmos direto para a indústria 4.0. Contudo, os riscos são enormes. Primeiramente, precisamos capacitar a nossa mão de obra e habilitá-la a atender às demandas dessa nova indústria. Ademais, necessitamos criar novos mecanismos regulatórios para que essa indústria possa se desenvolver. No entanto, dado o novo arranjo econômico em que “*winner takes all* (o vencedor leva tudo)”, corremos um sério risco de termos a nossa indústria ainda mais deteriorada, uma vez que empresas estrangeiras inseridas nessa cadeia global de suprimentos serão mais competitivas e terão maior possibilidade de conquistar mercados hoje protegidos por governos locais (FERREIRA, 2017).



## CAPÍTULO 3

Com o conceito e a implantação da Indústria 4.0 no Brasil, será possível competir com as grandes potências mundiais, devido a esse conjunto de tecnologias e suas vantagens. Entretanto, para que isso venha a ocorrer, os maiores desafios estão concentrados em fatores como:

obter políticas estratégicas inteligentes, incentivos e fomentos por parte do governo; reunir empresários e gestores da indústria com visão, arrojo e postura proativa; dispor de desenvolvimento tecnológico e formação de profissionais altamente qualificados por parte das instituições acadêmicas e de pesquisa, preferencialmente em grande proximidade com a indústria (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2016, p. 17-18).

De acordo com o IEL – Instituto Euvaldo Lodi (2018), é necessário a construção de prioridades e estratégias nacionais, centradas nas decisões das autoridades executivas de cada país, conciliando o público com o privado e a sua devida realocação dos recursos, sejam substantivas e/ou previsíveis. Para isso, metas são criadas para direcionar os países rumo as conquistas, como pode ser observado no Quadro 3.

**Quadro 3 – Metas dos principais países da Indústria 4.0**

<b>Estratégias Digitais</b>	<b>Meta</b>
<b>Alemanha</b>	<b>Meta:</b> ser a maior referência em fábricas inteligentes, com manufatura integrada.
<b>China</b>	<b>Meta:</b> alcançar o investimento americano até 2025 e tornar-se uma superpotência até 2049.
<b>Estados Unidos</b>	<b>Meta:</b> manter a liderança em inovação e recuperar a ponta em manufatura avançada.
<b>Japão</b>	<b>Meta:</b> desenvolver robôs para substituir a força de trabalho humana.
<b>Brasil</b>	<b>Desafio sugerido pela CNI:</b> elevar a fatia de indústrias acima da terceira geração de 24% a 61% do total até 2017

**Fonte: Adaptado de IEL (2018).**

As estratégias de cada país apresentado no Quadro 3 está diretamente relacionada com o investimento em inovação que cada país pretende desembolsar. É necessário compreender que o avanço para alcançar as metas propostas depende da atuação de cada empresa/país, bem como a situação econômica, financeira e tecnológica.

A ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, o Ministério da Indústria, Comércio e Serviços e o Governo Federal, com o apoio da FGV - Fundação Getúlio Vargas na área de projetos, criaram uma plataforma nomeada “Agenda brasileira para a Indústria 4.0 – O Brasil preparado para os desafios do futuro”, que

## CAPÍTULO 3

pode ser acessado no link [industria40.gov.br](http://industria40.gov.br). Nela, é possível conhecer o conceito da Indústria 4.0, bem como os desafios, as *expect* ativas, os impactos, a retomada do crescimento econômico em 2018, o grupo de trabalho da Indústria 4.0, a estrutura de governo, as premissas e as medidas rumo a indústria 4.0.

A edição especial da Revista Exame, criou um guia simples, mas prático do passo a passo de como inserir a empresa na Indústria 4.0.

**ENXUGUE:** antes de digitalizar os processos, avalie a situação da empresa para adotar práticas gerenciais como eficiência energética, lean manufacturing e medidas para reduzir desperdícios.

**QUALIFIQUE:** as tecnologias da Indústria 4.0 demandam profissionais especializados, com conhecimento de robótica e análise de dados. É válido estimular a criatividade e o empreendedorismo.

**SIMPLIFIQUE:** inicialmente, adote medidas simples e de baixo custo, como sensoriamento, internet das coisas, computação em nuvem e big data, para ter ganhos rápidos e se preparar para os próximos passos.

**INOVE:** invista em pesquisa e desenvolvimento com o objetivo de implantar fábricas inteligentes, flexíveis e ágeis, com capacidade de customização da produção em massa. (REVISTA EXAME, 2018).

Dessa forma, é possível avançar, aos poucos, na busca das boas práticas, fazer mais com menos, preservando a produção, reduzindo os custos e aumentando a segurança das informações. Ademais, é preciso estar atentos as oportunidades para que as fábricas e os processos não se tornem obsoletos.

Investir é preciso, porém, é necessário um bom estudo e um planejamento adequado para cada fábrica, identificando as suas deficiências e buscando as melhorias para reduzir custos, aumentar a produtividade e alcançar o patamar da Indústria 4.0.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A posição das indústrias brasileiras no âmbito mundial da tecnologia, inovação, automatização de processos e qualidade nos serviços ainda está muito aquém do esperado para alcançar o patamar da Indústria 4.0. Novas premissas e ideais ainda necessitam ser apresentadas e entendidas para obter uma boa produtividade, com baixo custo.



## CAPÍTULO 3

A realidade do Brasil perante os demais países foi vista como uma oportunidade de crescimento, não somente na economia, mas social. É possível descobrir novas formas de trabalho, gerando qualidade de vida para a população, diminuindo o desperdício e produzindo com mais qualidade. Ademais, os empreendedores devem olhar esse cenário atual como uma alavanca para os seus negócios.

A busca por melhorias gera lucro, aumenta as vendas e impulsiona o desenvolvimento do país. Assim, é necessário que políticas públicas e iniciativas privadas trabalhem em conjunto em busca desse desenvolvimento nacional.

Investir em pesquisa e desenvolvimento é o caminho para alcançar o patamar da Indústria 4.0. Os investimentos são necessários, porém, é preciso um estudo, um planejamento a longo prazo, com metas reais e ações incisivas sobre os problemas e oportunidades de melhorias.

Assim, com o uso da tecnologia e aplicação dos pilares da indústria 4.0, é possível promover uma mudança nos negócios, com redução de custos, flexibilidade de produção e personalização de produtos em todos os setores.

## REFERÊNCIAS

BANZATO, Eduardo. **Indústria 4.0: Com a IoT (“Internet of Things”) se consolida mais uma nova revolução industrial, que demanda tecnologia e mudança no modelo de negócio**. Revista Logística, São Paulo, n. 229, p.40-44, set. 2015. Disponível em: <<https://www.imam.com.br/logistica/artigos/serie-tecnologia-da-informacao/2278-industry-4-0>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

COMO CONSTRUIR O BRASIL 4.0. **Revista Exame**, São Paulo: Abril, 2018. Edição especial.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasília). **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016. 37 p. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

ENGPROCESS. **Indústria 4.0 – como seus pilares podem afetar sua empresa?** out. 2017. Disponível em: <<http://engprocess.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (Rio de Janeiro). **Indústria 4.0**. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2016. 20 p. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

## CAPÍTULO 3

FERREIRA, Pedro Guilherme. **A oportunidade da Indústria 4.0 para o Brasil**. Blog do IBRE – Fundação Getúlio Vargas, 2017. Disponível em: <<http://blogdoibre.fgv.br/posts/oportunidade-da-industria-40-para-o-brasil>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. 2015. Disponível em: <[http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4\\_0-Scenarios.pdf](http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2018.

INSTITUTO EUVALDO LODI. Núcleo Central. **Síntese dos resultados/Instituto** Euvaldo Lodi, Luciano Coutinho, João Carlos Ferraz, David Kupfer, Mariano Laplane, Caetano Penna, Luiz Antonio Elias, Fernanda Ultremare, Giovanna Gielfi, Carolina Dias, Jorge Nogueira de Paiva Britti, Julia Ferreira Torracca - Brasília: IEL/NC, 2018. 193 p. il. (Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas). Disponível em: <[https://bucket-gw-cni-static-cms-i.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/d0/53/d053291b-3f0f-4c54-add9-5c2a2dc2dcd2/nota\\_tecnica\\_-\\_sintese.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-i.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d0/53/d053291b-3f0f-4c54-add9-5c2a2dc2dcd2/nota_tecnica_-_sintese.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2018.

LYDON, Bill. Industry 4.0: **Should you bet on it?** Automation.com, 2015. Disponível em: <<https://www.automation.com/automation-news/article/industry-40-should-you-bet-on-it>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

TADEU, Hugo Ferreira Braga; SANTOS, Eduardo Stock dos. **O que seria a Indústria 4.0?** Fundação Dom Cabral. Alphaville, p. 4. 2016. Disponível em: <[https://www.fdc.org.br/professoresepesquisa/nucleos/Documents/inovacao/digitalizacao/bol-etim\\_digitalizacao\\_fevereiro2016.pdf](https://www.fdc.org.br/professoresepesquisa/nucleos/Documents/inovacao/digitalizacao/bol-etim_digitalizacao_fevereiro2016.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2018.

TRADE MAP. **Trade statistics for international business development. Monthly, quarterly and yearly trade data. Import & export values, volumes, growth rates, market shares, etc.** Disponível em: <<https://www.trademap.org/Index.aspx>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

UNIVERSIDADE CORNELL, INSEAD E WIPO (2017): **Índice Global de Inovação de 2017: A Inovação Nutrindo o Mundo**, Ithaca, Fontainebleau e Genebra. Disponível em: <[https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII%202017%20Portuguese%20translatitr\\_WEB.pdf](https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII%202017%20Portuguese%20translatitr_WEB.pdf)>. Acesso em 21 ago. 2018.

# CAPÍTULO



# 4

## **Indústria 4.0 e sua aplicação no agronegócio**

**Emanuel Alceu Almeida**

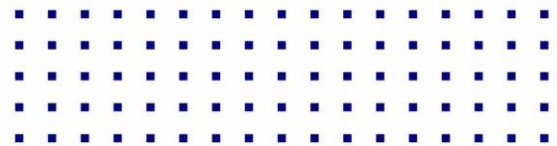
**Fabiano Scheffer**

**Adriano Mesquita Soares**

Faculdade Sagrada Família (FASF)

DOI: [10.47573/aya.88580.2.7.4](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.7.4)

# CAPÍTULO 4



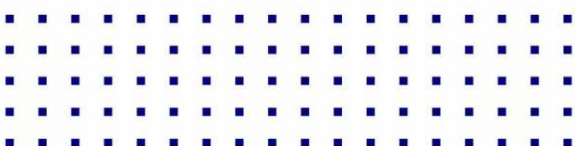
**Resumo:** O objetivo da pesquisa foi demonstrar o crescimento em que à indústria 4.0 está se desenvolvendo em todas as partes do mundo, com o foco também no benefício da área do agronegócio, na facilitação do desenvolvimento para os produtores e agricultores. Este artigo metodologicamente foi baseado em pesquisas feita de forma bibliográfica, com natureza básica, sendo feita a pesquisa em livros, artigos e sites, afim de alertar o crescimento do novo segmento tecnológico. Expressando como foi o progresso durante os anos desde a primeira revolução em 1760 com a criação da máquina a vapor e ferrovias, a segunda revolução na segunda metade do século XIX com o avanço da tecnologia e o crescimento de novas indústrias, a terceira revolução com a inovação digital ou do computador, ou no processo de linha de montagem, até a quarta revolução, a Indústria 4.0 que é o avanço da tecnologia para as empresas nos seus processos, como na produção com a redução de custos, aprimorando a forma de trabalhar nas indústrias. Os benefícios em relação a antiga forma da indústria, para o crescimento industrial nelas apresentadas, favorecendo a valorização dos processos implantados. Essa inovação vem para agregar e estimular as empresas buscar estar sempre em alerta para o crescimento, de forma a qual as mesmas vão estar em constantes mudanças buscando a valorização do seu produto ou serviço.

**Palavras chave:** Indústria 4.0, agronegócio, revolução industrial.

## Industry 4.0 and its application in agribusiness

**Abstract:** The objective of the research was to demonstrate the growth in which industry 4.0 is developing in all parts of the world, with a focus also on the benefit of the agribusiness area, on facilitating development for producers and farmers. This article was methodologically based on research done in a bibliographic way, with a basic nature, being made the research in books, articles and websites, in order to alert the growth of the new technological segment. Expressing how progress has been over the years since the first revolution in 1760 with the creation of the steam engine and railways, the second revolution in the second half of the 19th century with the advancement of technology and the growth of new industries, the third revolution with the digital or computer innovation, or in the assembly line process, until the fourth revolution, Industry 4.0, which is the advancement of technology for companies in their processes, as in production with cost reduction, improving the way of working in industries. The benefits in relation to the old form of the industry, for the industrial growth presented in them, favoring the valorization of the implemented processes. This innovation comes to aggregate and stimulate companies to seek to be always on the alert for growth, so that they will be in constant change seeking to enhance their product or service.

**Keywords:** Industry 4.0, agribusiness, industrial revolution.



# CAPÍTULO 4

## INTRODUÇÃO

A Primeira Revolução Industrial teve início por volta dos anos 1760, com a criação da máquina a vapor, e ferrovias, onde teve sua inciativa na Inglaterra, mas logo se espalhou para o mundo, teve marco com a mudança do sistema feudal para o capitalismo.

De acordo com Sousa (2020, [online]), destaca que “a principal características dessa fase é a mudança do processo produtivo”. Onde o processo pré-revolução, era efetuado por crianças, mulheres e homens, artesãos, no qual o processo era feito a mão, seja nas suas casas ou nas oficinas. Com a revolução o desenvolvimento operacional passou a ser feito nas fabricas por meio das maquinas, aumentando a capacidade de produzir e ao mesmo tempo reduzindo o tempo de trabalho, onde o trabalho manualmente demandava de várias horas, com as maquinas foi otimizado o tempo.

A Segunda Revolução Industrial teve início por volta da segunda metade do século XIX, com os processos científicos, ou seja, com o avanço na tecnologia com o crescimento de novas industrias.

Para Bezerra (2018, [online]), “a descoberta e o aproveitamento de novas fontes de energia - o petróleo (no motor a combustão), a água (nas usinas hidrelétrica), o urânio (para a energia nuclear), revolucionaram ainda mais a produção industrial”, foram excelentes potencias pra impulsionar essa nova revolução, no qual aumentou o número de invenções e descobertas representando maior conforto para o ser humano.

Com essa revolução todos os países que não acompanharam essa nova revolução científica e tecnológica ou industrial, passaram a depender dos demais países como Inglaterra, França, Alemanha, Estados Unidos, Itália, Bélgica, Japão. Comprando, utilizando e consumindo os produtos já industrializados pelos demais pelo mundo todo (BEZERRA, 2018 [online]).

A Terceira Revolução Industrial surgiu em meados do século XX, após o término da segunda guerra mundial, revolução digital ou do computador, acredita-se que foi descoberta nos Estados Unidos, com a utilização da energia nuclear do átomo. Para outros dizem que foi com a inovação da robótica na linha de montagem dos

## CAPÍTULO 4

automóveis em 1970, e outros em 1990 com a utilização dos computadores e internet (BEZERRA, 2018 [online] e SOUSA, 2020, [online]).

Bezerra (2018, [online]) nos mostra que “a Terceira Revolução Industrial ganhou destaque a partir dos avanços tecnológicos e científicos na indústria, mas também abrange progressos na agricultura, na pecuária, no comércio e na prestação de serviços.” Essa nova revolução veio não somente para determinadas áreas de processos, mas sim para quase todas, se não todas as áreas, ganhando novas atenções e tecnologias para seus procedimentos.

A Quarta Revolução Industrial nasceu aproximadamente em 2010, na Alemanha. Com a nova tecnologia que vem se formando, destacado por Schawb (2016, p. 8) que essa tecnologia traz com ela mais “velocidade, amplitude e profundidade” junto com “a fusão de tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos”, se distinguindo das demais revoluções.

Diante do crescimento das empresas, vemos que as mesmas devem estar em constantes mudanças para não ficar atrás das concorrentes, e diante dessa nova realidade. A indústria 4.0 apresenta-se de grande valia para as empresas e seus processos produtivos, além de reestabelecer e ressignificar o conceito de controle das empresas, buscando assim obter novas tecnologias, reforçar suas propostas e proporcionar vários benefícios em relação a ideia tradicional.

Com o crescimento tecnológico, as empresas procuram se adaptar para estar bem estruturada, e por meio dessas novas tecnologias buscam manter em alto nível, e o setor do agronegócio também está se tornando bem adepto as novas tecnologias.

Segundo Fantim (2020, [online]), salienta que “o avanço das tecnologias digitais vem influenciando os diferentes setores da economia”, e também que “diversas empresas buscam, por meio dessas inovações, garantir eficiência, sustentabilidade e praticidade”. Diante dos fatos, ele também cita que “o setor de agronegócio não fica de fora desse cenário e também vem apresentando, cada vez mais, opções tecnológicas aos produtores rurais e empresários do setor agrícola”.

Desta forma, esta pesquisa apresenta a seguinte problemática: O que tem sido produzido de conhecimento científico sobre a indústria 4.0 e sua aplicação no agronegócio?

## CAPÍTULO 4

Para responder a problemática da pesquisa, será necessário atingir o objetivo geral, que é investigar na literatura sobre a indústria 4.0 e sua aplicação no agronegócio.

Segundo levantamento da ABDI, (2020, [online]) “a estimativa anual de redução de custos industriais no Brasil, a partir da migração da indústria para o conceito 4.0, será de, no mínimo, R\$ 73 bilhões/ano.” Completando com “essa economia envolve ganhos de eficiência, redução nos custos de manutenção de máquinas e consumo de energia.” Sendo eles, R\$ 34 bilhões/ano em ganho em eficiência, R\$ 31 bilhões/ano na redução de custos de manutenção de máquina, e R\$ 7 bilhões/ano na economia de energia.

Neste estudo empregou-se metodologia de natureza básica, no qual foi buscado expor alguns aspectos em relação referente as revoluções e a indústria 4.0, e também na área do agronegócio. Esta pesquisa é descritiva, com o objetivo de demonstrar as vantagens da implantação das novas tecnologias no campo para o agricultor e empresários do ramo, apresentando alguns novos métodos já utilizados em outros países que já facilitam o trabalho para os mesmos.

Conforme seu procedimento, é de forma bibliográfica, sendo feito pesquisas em livros, artigos referentes ao tema, sites no qual demonstravam informações sobre o assunto tratado, optando pelas melhores informações adquiridas nos meios buscados.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### As Revoluções

#### Primeira Revolução Industrial

De tamanha importância até os dias atuais, a primeira revolução desencadeou uma série de oportunidades para as empresas no seu crescimento, onde teve início na Inglaterra por volta dos anos 1760, com a inovação de máquinas nas empresas,

## CAPÍTULO 4

onde por sua vez veio para beneficiar a forma de produção adotada. Antes o produto feito à mão, agora se tornara feito pelos maquinários, dando ênfase a mudança de processo produtivo.

Sousa (2020, [online]) nos descreve que, “com o avanço tecnológico, foi possível desenvolver máquinas capazes de otimizar o tempo, possibilitar a produção em maior escala e, conseqüentemente, o aumento do lucro”. Onde a partir desses novos processos, as empresas adotaram o método de divisão de trabalho. Cada funcionário passa a exercer uma função no processo da empresa, e não todo o processo como antes feito à mão, “a principal característica da Primeira Revolução Industrial é a substituição da manufatura pela maquina fatura”.

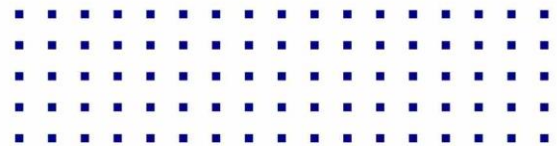
Sousa (2020, [online]) completa “cada trabalhador passa, então, a exercer apenas uma etapa da produção e não todas as etapas (da matéria-prima à comercialização), como era feito anteriormente”. Neste mesmo período nasce o trabalho assalariado, onde antes o trabalho de modo feito à mão pelo trabalhador, ele passa a ser um colaborador dentro da empresa, recebendo um pagamento pela sua produção e horas trabalhadas, “sendo assim, a mão de obra passa a ser vendida”.

Bezerra (2018, [online]) agrega nos fatores do crescimento da época, como “a mecanização se estendeu do setor têxtil para a metalúrgica, para transportes, para a agricultura e para outros setores da economia. Diversos inventos revolucionaram as técnicas de produção e alternaram o sistema pode econômico”. Com a transição da atividade comercial para a industrial, viera se tornar a vantajosa fonte de riquezas, em que ponto há quem desenvolvesse a produção desta feita sucederia a liderança no mundo. E foi nesta posição em que a Inglaterra se encontrou, sendo a primeira na utilização referente a máquina de produção, amostra desse desenvolvimento revolucionário existente na época, foi a modificação da roca para a máquina de fiar, “que transforma em fios as fibras têxteis de algodão, seda e lã, para o fabrico de tecidos”. Esse acontecimento transformou a Inglaterra na maior produtora de fios para tecidos. “O tear mecânico, inventado em 1785, em substituição ao tear manual, aumentou de forma considerável a produção de tecidos, colocando a Inglaterra na liderança mundial da época”.

[...] a máquina a vapor, cujo uso na indústria de tecido, nas usinas de carvão mineral, na industrialização do ferro, nas embarcações (navios a vapor), nas estradas de ferro (locomotiva a vapor), entre outras, representou uma revolução no transporte de passageiros e cargas. (BEZERRA,2018, [online])



# CAPÍTULO 4



## Segunda Revolução Industrial

Silva e Gasparin (2009, p. 5) nos apresentam que “no século XIX por volta de 1860, a Revolução Industrial assumiu novas características e uma incontida dinâmica, impulsionada por inovações técnicas”, completando sua teoria, apresentando essas novas inovações como “a descoberta da eletricidade, a transformação do ferro em aço, o surgimento e o avanço dos meios de transporte e, mais tarde, dos meios de comunicação, o desenvolvimento da indústria química e de outros setores”.

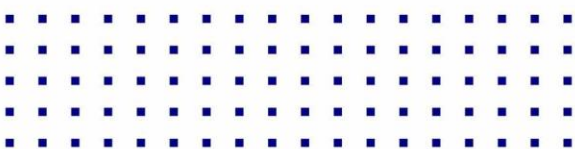
Nascia, assim, a Segunda Revolução Industrial e, com ela, na busca de maiores lucros em relação aos investimentos feitos, levou-se ao extremo a especialização do trabalho; ampliou-se a produção, passando-se a produzir artigos em série, o que barateava o custo por unidade produzida. Surgiram as linhas de montagem, esteiras rolantes por onde circulavam as partes do produto a ser montado, de modo a agilizar a produção. (SILVA, GASPARIN, 2009, p. 5)

Bem como Silva e Gasparin (2009, p.5) caracterizam, “Taylor e Ford foram os principais expoentes dessa nova forma de produção material dos bens de consumo.” Integraliza de forma que “cada qual desenvolveu suas teorias e práticas numa sociedade capitalista na qual a supremacia burguesa estava estabelecida na esfera econômica, o crescimento urbano era favorecido pelo êxodo rural acelerado e, desta forma, o aumento da classe operária era consequência natural”.

Bezerra (2018, [online]) demonstra em relação a indústria automobilística do empresário Henry Ford, introduzida nos Estados Unidos, “foi a primeira a fazer uso das esteiras que levavam o chassi do carro a percorrer toda a fábrica”. Expressa que “os operários montavam os carros com as peças que chegavam em suas mãos em outra esteira. Esse método de racionalização de produção foi chamado de fordismo”.

Bezerra (2018, [online]) preenche “essa forma de produção integrada as teorias do engenheiro norte americano Frederick Taylor, o taylorismo, que visava o aumento da produtividade, controlando os movimentos das máquinas e dos homens no processo de produção”. Perante as referências, acrescenta também qual a “toda essa revolução propiciou o surgimento de grandes indústrias e a geração de grandes concentrações econômicas, que formaram as holdings, trustes e cartéis.

Sousa (2020, [online]) salienta o qual “a inserção de novas técnicas, o aprimoramento de novos meios de produção e o aumento das fábricas, apesar de



## CAPÍTULO 4

terem impulsionado o desenvolvimento industrial e o aumento da produtividade e os lucros”, ocasionando diversos desempregos durante aquele período, enfraquecendo a classe trabalhadora. Onde constata-se que “a mão de obra foi substituída por máquinas, processos automatizados e correias transportadoras. Ou seja, a manufatura deu lugar à maquinofatura”.

### Terceira Revolução Industrial

Para Junior (2000, p. 2) nos apresenta a qual, “o período que compreende o fim da Segunda Guerra Mundial até a crise do petróleo em 1973 representou a época de ouro para o capitalismo mundial, que cresceu sob a égide norte-americana” Também acrescenta como “esse processo proporcionou a expansão econômica com a integração dos sistemas produtivos mundiais, amparados em um padrão tecnológico e produtivo relativamente estável” Agrega ainda que, “e com essa relação capital-trabalho mediana e controlada pelo Estado e por um padrão de consumo que resultasse na venda da produção de bens e serviços ofertados pelas empresas capitalistas”.

Coutinho (1995, p. 71) nos demonstra sete tipos de tendências na época visando o aumento da expansão eletrônica:

(1) o pedaço crescente do complexo eletrônico, (2) um novo paradigma de produção industrial; (3) revolução nos processos de trabalho;(4) transformação das estruturas e estratégias empresariais; (5) as novas bases de competitividade;(6) a “globalização” como aprofundamento da internacionalização;(7) as “alianças tecnológicas” como forma de competição. (COUTINHO, 1995, p. 71)

### Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0

#### Conceitos da Indústria 4.0

Conforme o SEBRAE (2018, p.4) nos retrata, “a expressão ‘Indústria 4.0’ tem suas origens na Alemanha: foi utilizada em público pela primeira vez em 2011, durante a

## CAPÍTULO 4

Hannover Fair – evento anual realizado na cidade de Hannover, com foco em inovações e novas tecnologias industriais”. Retrata no qual “sua autoria é atribuída a um grupo de pesquisadores alemães, que expunha no evento um projeto de desenvolvimento de *smart factories* (fábricas inteligentes)”. Diante do fato teve incentivo para o crescimento e ele nos demonstra de certa forma que, “apoiado pelo governo alemão e com a participação de empresas de tecnologia, universidades e centros de pesquisa locais, o projeto acenava com uma mudança de paradigma nas fábricas”.

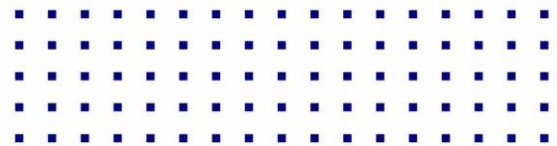
Por meio de sistemas físicos e virtuais (máquinas e programas de computador) articulados e interconectados ao longo de toda a cadeia de produção e logística, apresentava possibilidades de uma operação fabril mais autônoma, eficiente e produtiva (SEBRAE,2018, p. 4)

Esse tipo de integração possibilitou a produção seriada de vários tipos de produtos, inclusive customizados, isto é, com características determinadas pelos clientes. Além desse fato de extrema importância, os estoques de matéria-prima e insumos foram reduzidos ao mínimo possível para a produção do que está vendido. A partir da Alemanha, o conceito de indústria 4.0 foi sendo cada vez mais desenvolvido em outros países e, atualmente, tornou-se uma tendência universal. Algumas empresas já operam 100% de sua produção fabricada no modelo de indústria 4.0 e contam com um pequeno número de profissionais qualificados. (ALMEIDA, 2019, [online])

### Diferenciais da Indústria 4.0 em relação a indústria tradicional.

Segundo o SEBRAE (2018 p. 9) nos apresenta as diferenças existentes entre a indústria tradicional e a nova que vem se implantando, a indústria 4.0. Nos demonstra novas soluções para melhorar a produção e reduzir custos dentro do processo das empresas, facilitando o trabalho para todas as áreas da indústria. Diante disso ele nos apresenta as melhorias da Indústria 4.0:

Operação em tempo real – a coleta e a análise de dados precisos, mediante sistemas digitais, embasam uma tomada de decisões imediata e mais assertiva; Descentralização - a tomada de decisões fica a cargo da própria máquina, que utiliza seu banco de dados para apontar soluções de otimização e ajuste da produção; Modulação da produção - as fábricas se adaptam conforme a demanda de consumo ou a customização de produtos exigida pelo cliente, de forma autônoma; Rastreabilidade e monitoramento remoto - sensores e câmeras na planta da fábrica virtualizam todo o processo produtivo e permitem monitorar a linha de produção; Maior segurança - a documentação digital constante permite codificar e rastrear todos os processos, aumentando a segurança e a transparência da produção; e, Menos custos – barateamento da produção devido à autorregulação das máquinas, à automatização dos processos e à diminuição do componente humano. (SEBRAE, 2018, p. 9)



## Componentes chave para formação da indústria 4.0

Segundo Hermann, Pentek e Otto (2015) são quatros os pilares para fundamentais para a formação, sendo eles:

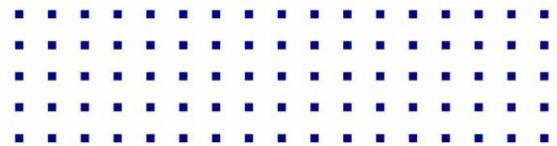
**Quadro 1 - Componentes chave para formação da indústria 4.0**

<b>Cyber physical Systems – CpS:</b>	São sistemas que permitem a conexão de operações reais com infraestruturas de computação e comunicação automatizada. Em outras palavras, são sistemas que permitem a fusão dos mundos físico e virtual, através de computadores embarcados e redes que controlam os processos físicos gerando respostas instantâneas. Compõem os CpS: uma unidade de controle, que comanda os sensores e atuadores (responsáveis pela interação com o mundo físico) tecnologias de identificação (ex. identificação por radiofrequência – rFid <sup>18</sup> ), mecanismos de armazenamento e análise de dados.
<b>Internet das Coisas (internet of Things – IoT):</b>	É a rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada para comunicar, sentir ou interagir com ambientes internos e externos. permite que as "coisas interajam umas com outras e que tomada de decisões sejam feitas. a internet das coisas é a base da indústria 4.0.
<b>Internet of Services (ioS):</b>	Quando a rede da IoT funciona perfeitamente, os dados processados e analisados em conjunto fornecerão um novo patamar de agregação de valor. novos serviços serão introduzidos ou existentes serão melhorados; a oferta por diferentes fornecedores e diversos canais produzirão uma nova dinâmica de distribuição e valor. Quando integrados, serão mais fáceis e simples de serem entendidos, já que a experiência como um todo se torna mais tangível. Quando isolados, serão mais complexos e mais difíceis de serem tangibilizados. presume-se que, com o desenvolvimento da indústria 4.0 este conceito será expandido de uma única fábrica para toda a sua rede de produção e consumo.
<b>Fábricas inteligentes (Smart Factories):</b>	Nas fábricas inteligentes, os CpS serão empregados nos sistemas produtivos gerando significativos ganhos de eficiência, tempo, recursos e custos, se comparado às fábricas tradicionais. <sup>20</sup> os produtos, máquinas e linhas de montagem comunicarão entre si, trabalharão em conjunto e se monitorarão, independentemente do local, com informações trocadas de forma instantânea. É necessário um alto nível de automação.

Fonte: Hermann, Pentek e Otto (2015)



# CAPÍTULO 4



## Os seis requisitos da indústria 4.0

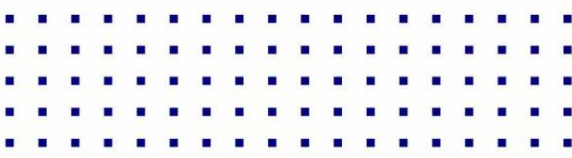
Conforme os estudos realizados na universidade alemã, *Technische Universitat Dortmund* (Universidade Técnica de Dortmund), junto com os componentes chave para formação, foram adquiridos mais seis requisitos para implementação da Indústria 4.0

I) Interoperabilidade, permitindo que todos os CPS de uma fábrica ou ambiente industrial, mesmo que descendentes de diversos fornecedores, possam se comunicar através das redes; II) Virtualização, possibilitando que os dados obtidos dos CPS nos produtos e equipamentos físicos sejam transmitidos aos modelos virtuais e em simulações, espelhando comportamentos reais no ambiente virtual; III) Descentralização dos controles dos processos produtivos, uma vez que os computadores embarcados em conjunto com a internet das coisas gerarão produtos com tomadas de decisões na manufatura e nos processos de produção em tempo real; IV) Adaptação da produção em tempo real, uma vez que os dados serão analisados no instante em que são coletados, permitindo que a produção seja alterada ou transferida para outros silos em caso de falhas ou na produção de bens customizados; V) Orientação a serviços. Dados e serviços serão disponibilizados em rede aberta, tornando a Internet of Service ainda mais robusta. Dessa forma, a customização de processos de produção e operação terá maior flexibilidade de adaptação de acordo com as especificações dos clientes; VI) Sistemas modulares dos equipamentos e linhas de produção tornarão as fábricas mais flexíveis e adaptáveis às alterações necessárias. (HERMANN, PENTEK e OTTO, 2015)

## Indústria 4.0 no Agronegócio

### A Indústria 4.0 nos agronegócios e seus impactos

Como o impacto da indústria 4.0 vem crescendo, o agronegócio está buscando cada vez mais se adaptar para não ficar de fora. A integração da tecnologia para o agronegócio visa facilitar os métodos tanto para o plantio quanto para a colheita, de forma gradativa tem tendência para o crescimento durante os próximos anos. Um exemplo desse método é explicado por Seixas e Contini (p. 2, 2017) “a Embrapa atua de forma pioneira no uso de sistemas 10T. O projeto de precisão, juntamente com a Qualcomm, usa drones para identificar remotamente pragas, condições climáticas e necessidades de fertilização seletiva de solos”. Acrescenta da mesma forma que



## CAPÍTULO 4

“startups fornecedoras de sistemas para o agronegócio, como Agrosmart e Strider, são exemplos da vitalidade do setor privado brasileiro”.

A Agrosmart, especializada em 10T e inteligência de negócios, foi fundada em 2014 e embora menos desenvolvida do que congêneres dos Estados Unidos, oferece informações baseadas na coleta remota de dados por sensores instaladas em talhões de propriedades para monitorar ambientes, solo e clima e apoiar recomendações em relação a irrigação, doenças e pragas. Essa empresa monitora 80 mil ha e exporta seus serviços para a América Latina. Outro exemplo é a startup Strider que com seu produto Tracker, monitora frotas de tratores e implementos com apoio de sensores e da rede de rádio de baixa frequência Horizon, da própria Strider, que também permite conectar estações climáticas, armadilhas digitais e outros sensores distribuídos no campo. A empresa oferece ainda o sistema de gestão Base e o Space, capaz de identificar áreas com problemas na safra com base em imagens de satélite ou drones. Hoje a Strider monitora cerca de 2 milhões de hectares no Brasil, mais de 600 propriedades rurais e fazendas na Austrália, Estados Unidos, Bolívia e México. (SEIXAS, CONTINI, 2017, p.2)

### Importância da tecnologia para o avanço do agronegócio

Diante do crescimento global que vem acontecendo, o agronegócio é um ramo que está buscando se adaptar com a tecnologia, demonstrando para os empresários ou agricultores como poderiam facilitar seu serviço no dia a dia.

Visando esse cenário, Fantim (2020, [online]) nos apresenta cinco tendências tecnológicas para o agronegócio, sendo elas os sensores, drones, *software* de gestão, agricultura vertical, *marketplace*.

**Sensores:** A instalação de sensores no campo vem sendo adotada por diversos produtores rurais, pois seu uso permite obter diversas informações importantes sobre a plantação, o solo e outros elementos fundamentais. Além de potencializar e agilizar a coleta de dados, os sensores também são capazes de realizar comandos de forma automática, executando tarefas a distância, em tempo real.

**Drones:** Os drones são um tipo de tecnologia de extrema importância e podem desenvolver diversas funções no campo, como captar imagens aéreas que permitem acompanhar o desenvolvimento da lavoura em relação ao surgimento de pragas, doenças ou outros problemas no campo.

**Software de Gestão:** O crescimento do agronegócio precisa passar pela organização da gestão de todas as operações inseridas no processo. Por isso, diversos softwares e aplicativos de gestão estão sendo disponibilizados no mercado para auxiliar o produtor, principalmente em relação aos custos de produção e tem se tornado indispensáveis para facilitar as tarefas do dia a dia e no gerenciamento do agronegócio. Um deles é o Aegro, que utiliza a nuvem, dispositivos móveis e tecnologias para a coleta de dados muito avançadas, dessa forma, ele ajuda na tomada de decisões cruciais de maneira mais assertiva, fácil e descomplicada.

**Agricultura vertical:** O conceito de agricultura vertical engloba, basicamente, um conjunto espacial destinado para a produção em camadas verticais. Essa

## CAPÍTULO 4

produção ocorre em locais que não suportam a configuração da agricultura tradicional, principalmente nos grandes centros urbanos, por isso ela tem sido vista como a tecnologia do futuro para alimentar as próximas gerações.

Marketplace: Em si, o marketplace funciona como um espaço virtual onde se faz comércio, onde vendedores e compradores realizam transações. A agricultura não fica de fora desse cenário e muitos aplicativos tem sido criado para atender a necessidade de aumentar todos os esforços aplicados na plantação para uma melhor lucratividade. Normalmente, esses aplicativos oferecem diversas opções de onde comprar os produtos disponíveis pelos produtores, assim é possível melhorar a relação de lucratividade dos produtores agrícolas e permitir uma melhor interação destes no mercado. (FANTIM, 2020, [online])

Conforme o crescimento tecnológico vem acontecendo, os produtores ou empresários do ramo do agronegócio também estão se adaptando para facilitar seus empreendimentos, de forma com que eles aumentem sua produtividade, reduzam os gastos e perdas tanto no plantio quanto na colheita, Fantim (2020, [online]) diz, “o agricultor já consegue, por exemplo, monitorar sua plantação de diversas formas, com mais facilidade e praticidade, apenas verificando as informações enviadas no seu celular”.

## CONCLUSÃO

Diante dos dados apresentados, pode-se observar que o crescimento em que a Indústria 4.0 vem tendo. Esse conceito vem para inovar os processos dentro das empresas, com o intuito de reduzir os custos, aumentando a produção, facilitando a forma de trabalhar para os colaboradores. Essa inovação não interfere apenas nas indústrias, Schwab (2016, p.51) nos aponta que para a comunidade também será de grande mudança, “a quarta revolução industrial não está mudando apenas o que fazemos, mas também o que somos”, integraliza inclusive que, “sociedade centrada no indivíduo: ao contrário do passado, a noção de pertencer, de fazer parte de uma sociedade, é hoje definida pelos interesses e valores individuais e por projetos pessoais”.

Relacionando ao agronegócio, a indústria 4.0 vem para beneficiar os agricultores e produtores, de forma a facilitar nas descobertas desde locais com pragas, divergências nos terrenos de plantação, operando a produção em tempo real de outro lugar com a coleta de dados, além da facilitação dos dados para o produtor.

## CAPÍTULO 4

Estas vantagens estão fortemente relacionadas a produção, pois o produtor não ocupa mais o tempo em lugares que não lhe afetam e foca nos que necessitam, de forma que com a distribuição dos dados, beneficiara o produtor para se direcionar diretamente aonde sua plantação poderá estar com problemas.

### REFERÊNCIAS

ABDI, **Ministério da Indústria, comércio e serviços**. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/>. Acesso em: 23 de setembro de 2020.

AUN AGÊNCIA UNIVERSITÁRIA DE NOTÍCIAS. **Agronegócio: a aplicação da indústria 4.0 na melhoria da produtividade e rendimento**. 2017. Disponível em: <https://paineira.usp.br/aun/index.php/2017/06/29/agronegocio-a-aplicacao-da-industria-4-0-na-melhora-da-productividade-e-rendimento/>. Acesso em: 07 de outubro de 2020.

ALBERTIN, MARCOS RONALDO et al. Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura. **XXIV Simpósio de Engenharia de Produção. Anais...**, Bauru, 2017.

BEZERRA, Juliana. **Terceira Revolução Industrial**. Toda Matéria. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/terceira-revolucao-industrial/>. Acesso em: 24 de setembro de 2020.

BEZZERA, Juliana. **Primeira Revolução Industrial**. Toda Matéria. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/primeira-revolucao-industrial/>. Acesso em: 24 de setembro de 2020.

BEZZERA, Juliana. **Segunda Revolução Industrial**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/segunda-revolucao-industrial/>. Acesso em: 24 de setembro de 2020.

BLOG INOVAÇÃO INDUSTRIAL. **Desvendando a indústria 4.0**: saiba tudo sobre a nova revolução industrial. 2019. Disponível em: <https://inovacaoindustrial.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-industria-4-0/>. Acesso em: 23 de setembro de 2020.

AGROBLOG. **Conheça cinco tendências tecnológicas para o agronegócio**. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/conheca-5-tendencias-tecnologicas-para-o-agronegocio/>. Acesso em: 07 de outubro de 2020.

COUTINHO, Luciano. **A terceira revolução industrial e tecnológica**. As grandes tendências das mudanças. Economia e sociedade, v. 1, n. 1, p. 69-87, 1992.

DA SILVA, Márcia Cristina Amaral; GASPARIN, João Luiz. **A segunda revolução industrial e suas influências sobre a educação escolar brasileira**. 2009.

DE ALMEIDA, PAULO SAMUEL. **Indústria 4.0: Princípios básicos, aplicabilidade e implantação**. Saraiva Educação SA. 2019.



## CAPÍTULO 4

GONÇALVES, F. M. P. **Análise Organizacional dos Requisitos da Indústria 4.0 com base em Métodos Multicritérios**. Curitiba: UTFPR, 2016. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10117/1/CT\\_COEAU\\_2017\\_1\\_17.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10117/1/CT_COEAU_2017_1_17.pdf). Acesso em: 04 de outubro de 2020.

HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. **Design Principles for industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. 2015.

JÚNIOR, Moisés Francisco Farah. **A terceira revolução industrial e o novo paradigma produtivo**: algumas considerações sobre o desenvolvimento industrial brasileiro nos anos 90. Revista da FAE, v. 3, n. 2, 2000.

MOREIRA, Ruy. **Sociabilidade e espaço: as formas de organização geográfica das sociedades na era da terceira revolução industrial-um estudo de tendências**. Agrária (São Paulo. Online), n. 2, p. 93-108, 2005.

PANORAMA DA INOVAÇÃO. **Indústria 4.0 Sistema**. FIRJAN 2016. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-1.htm>. Acesso em: 02 de outubro 2020.

"Resumo - Revolução Industrial" em Só História. **Virtuous Tecnologia da Informação**, 2009-2020. Disponível em: <http://www.sohistoria.com.br/resumos/revolucaoindustrial.php>. Acesso em: 10 de outubro de 2020.

SACOMANO, José Benedito et al. **Indústria 4.0**. Editora Blucher, 2018.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Edipro, 2019.

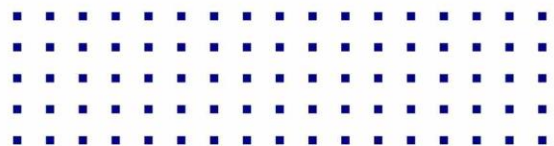
SEBRAE. **Indústria 4.0 a moda a caminho do futuro**. 2020. Disponível em: [https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Industria%204\\_0%20-%20WEB.PDF](https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Industria%204_0%20-%20WEB.PDF) Acesso em: 28 de setembro de 2020.

SEIXAS, M. A.; CONTINI, E. **Internet das coisas (IoT): inovação para o agronegócio**. Área de Informação da Sede-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE), 2017.

SOUSA, Rafaela. **"Primeira Revolução Industrial"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/primeira-revolucao-industrial.htm>. Acesso em 24 de setembro de 2020.

SOUSA, Rafaela. **"Segunda Revolução Industrial"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/historiag/segunda-revolucao-industrial.htm>. Acesso em 24 de setembro de 2020.

# ÍNDICE REMISSIVO



## A

Agronegócio .....	60, 62, 63, 69, 70, 71, 72, 73
Ameaças.....	11
<i>Analytics</i> .....	8, 10, 21, 23, 24, 37, 39
Automação .....	8, 9, 11, 29, 30, 31, 39, 40, 41, 47, 68
Automação industrial.....	29, 43, 78

## B

Banco de dados .....	13, 18, 25, 26, 36, 67
Benefícios.....	30, 35, 41, 60, 62
<i>Big data</i> .....	8, 10, 26, 47
Brasil.....	3, 36, 38, 42, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 63, 70, 73
Brasileira.....	34, 35, 45, 46, 49, 51, 54, 55, 72

## C

Clientes.....	10, 13, 38, 47, 48, 49, 67, 69
Computação .....	11, 56, 68
Conceitos.....	9, 47, 54
Crescimento .....	8, 45, 50, 51, 52, 53, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 69, 70, 71
Custo .....	8, 11, 36, 41, 56, 65

## D

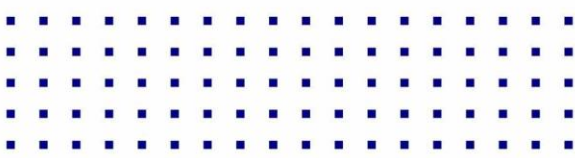
Desenvolvimento	11, 12, 13, 27, 43, 45, 48, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 73
Dispositivos .....	10, 18, 19, 20, 26, 47, 48, 70

## E

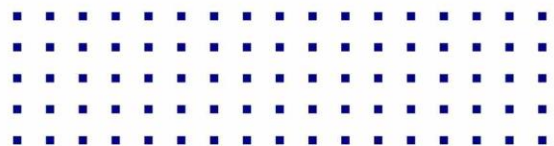
Ecossistema .....	10
Eficiência .....	11, 29, 37, 47, 53, 54, 56, 62, 63, 68
Erp .....	32, 36, 37, 38, 39
Estratégias.....	46, 55, 66

## F

Fabricação.....	9, 13, 15, 47, 48
Fitas adesivas .....	9



# ÍNDICE REMISSIVO



## G

Geração..... 22, 27, 38, 55, 65

## H

Hardware .....13, 18

## I

Indicadores ..... 18, 29, 30, 33, 36, 38

Indústria 4.0..... 8, 9, 10, 12, 17, 20, 26, 27, 45, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 66, 72, 73

Industrial .....8, 16, 29, 30, 31, 41, 46, 47, 53, 54, 57, 60, 61, 64, 66, 69, 71, 72, 73

Informações 2, 9, 10, 11, 18, 21, 22, 25, 26, 29, 31, 32, 37, 38, 39, 40, 41, 48, 56, 63, 68, 70, 71

Inovação .....8, 43, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 63, 71, 73

Integração..... 8, 10, 36, 37, 38, 40, 48

Integrada ..... 26, 36, 38, 55, 65

## K

Kpis.....29

## M

Manufatura ..... 8, 9, 26, 29, 30, 31, 47, 48, 55, 64, 66, 69, 72

Máquina..... 8, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 48, 60, 61, 63, 64, 67

Máquinas .... 8, 9, 10, 11, 13, 17, 18, 21, 22, 25, 26, 29, 37, 38, 39, 47, 48, 63, 64, 65, 66, 67, 68

*Model*.....29, 32

Mudanças .....8, 9, 29, 30, 47, 49, 53, 60, 62, 72

## O

Oportunidades..... 46, 56, 57, 58, 63

## P

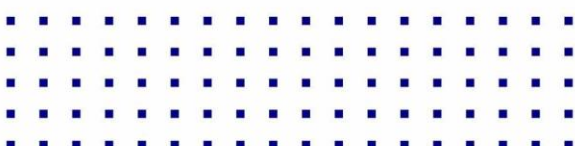
Política.....9

Processo.... 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 25, 29, 30, 31, 33, 36, 38, 40, 41, 43, 47, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 70

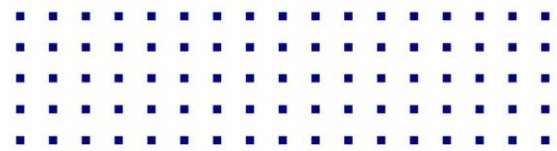
Produção ... 8, 9, 10, 11, 13, 17, 18, 21, 22, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 46, 48, 49, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72

Produtivo .....8, 9, 15, 16, 17, 25, 47, 61, 64, 66, 67, 73

Produtos ..... 8, 10, 11, 13, 14, 21, 29, 32, 37, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 61, 67, 68, 69, 71



# ÍNDICE REMISSIVO



## Q

Qualidade ..... 8, 9, 12, 13, 29, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 56, 57

## R

Revolução..... 9, 46, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 72, 73

Robôs .....10, 47, 55

## S

Serviços..... 10, 11, 13, 29, 43, 49, 56, 62, 66, 68, 69, 70, 72

Simulação.....10, 48

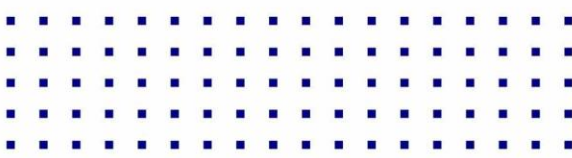
Sistemas.....8, 9, 10, 11, 27, 29, 31, 32, 38, 41, 42, 46, 47, 48, 66, 67, 68, 69

Smart factories .....45

Software ..... 8, 9, 18, 21, 31, 70

## T

Tendência..... 47, 48, 67, 69



# ORGANIZADOR

## LUIZ HENRIQUE DOMINGUES

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR/PG, linha pesquisa em Gestão da Produção e Manutenção e Grupo de pesquisa em Gestão da Transferência de Tecnologia (GTT). Possui especialização em Docência no Ensino Superior pelo UNICESUMAR, graduou em Automação Industrial pela UTFPR e graduando em Engenharia de Produção pela UNICESUMAR. Minистраção no Centro Universitário Santa Amélia em diversas disciplinas nos cursos de Gestão de Produção Industrial e Gestão de Recursos Humanos tais como, Automação para a Produção, Tópicos Especiais em Produção (Híbrida), Gestão da Produção, Segurança no Trabalho e Ergonomia e negociação (EaD). Minистраção na Universidade UNOPAR em diversas disciplinas nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica e Engenharia Civil tais como, Acionamento de Motores Elétricos, Acionamentos Elétricos Hidráulicos e Pneumáticos, Circuitos Elétricos, Controle e Automação de Processos Industriais, Conversão Eletromecânica de Energia, Eletrônica e Circuitos de Potência, Instalações Elétricas, Instrumentação Eletroeletrônica, Máquinas Elétricas e Transformadores I, Máquinas Elétricas e Sistemas Elétricos de Potência.

