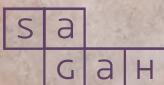


INDÚSTRIA 4.0

Marcelo Quadros



SOLUÇÕES
EDUCACIONAIS
INTEGRADAS

Arranjos produtivos na Indústria 4.0

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Caracterizar os arranjos produtivos voltados à Indústria 4.0.
- Conceituar as principais tendências nas linhas de produção.
- Analisar os impactos da implementação da Indústria 4.0 nos arranjos produtivos.

Introdução

A Indústria 4.0 se caracteriza por integração e controle da produção, que se dá por meio da utilização de sensores inteligentes e equipamentos conectados em rede, estabelecendo a fusão do mundo real com o virtual. Esses sistemas anexos às novas tecnologias computacionais são denominados sistemas ciber-físicos e viabilizam o emprego da inteligência artificial, agregando inteligência e conectividade. Permite, dessa forma, a criação das fábricas do futuro, o que se conhece como Indústria 4.0.

Essas plantas industriais, células automatizadas e máquinas inteligentes conectadas à tecnologia da Indústria 4.0 são capazes de tomar decisões autonomamente, com alta flexibilidade de produção, permitindo a customização em massa, dentro de critérios aceitáveis de custo, tempo e qualidade, conforme as necessidades dos clientes.

Neste capítulo, a partir do estudo dessa nova Revolução Industrial, você vai aprender a caracterizar os arranjos produtivos voltados à Indústria 4.0, conhecendo os seus seis principais arranjos produtivos, além de conceituar as principais tendências nas linhas de produção, com destaque para os conceitos de *compliance*, os sistemas ciber-físicos (CPS, do inglês *Cyber-Physical Systems*); os sistemas de execução da manufatura (MES, do inglês *Manufacturing Execution System*) e os

modelos de referência para arquitetura da indústria 4.0 (RAMI, do inglês *Reference Architecture Model Industry 4.0*). Por fim, conhecendo os três pilares da indústria 4.0, você vai analisar os impactos da implementação da Indústria 4.0 nos arranjos produtivos.

Os arranjos produtivos voltados à Indústria 4.0

O termo **Indústria 4.0** teve sua origem em uma das edições da feira de Hanover, na Alemanha, e foi incentivado pelo governo alemão, juntamente a empresas de tecnologia, universidades e centros de pesquisa. Sendo considerado a Quarta Revolução Industrial, esse novo modelo mudou a forma pela qual as indústrias operam atualmente, reunindo inovações tecnológicas na automação, no controle de dados e na tecnologia de informação. A Figura 1 apresenta as fases de cada uma das quatro Revoluções Industriais.

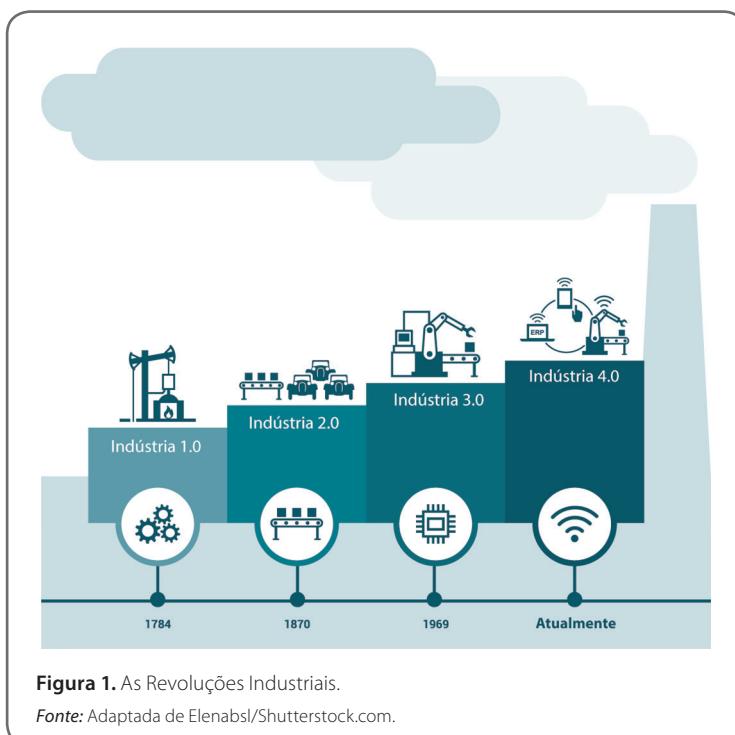


Figura 1. As Revoluções Industriais.

Fonte: Adaptada de Elenabsl/Shutterstock.com.

Essa automação da indústria conectada à utilização de máquinas para a produção de produtos cada vez mais personalizados e baseados em dados tem como característica seis arranjos produtivos voltados a Indústria 4.0. Veja, a seguir, cada um desses arranjos.

- **Interoperabilidade:** é a capacidade de comunicação dos sistemas ciber-físicos, de forma que humanos e fábricas inteligentes tendem a se comunicar por meio dessa nova tecnologia. O termo interoperabilidade remete a sistemas ciber-físicos que tenham a capacidade de operar de forma distribuída, conversando entre si de maneira padronizada e possibilitando que novos sistemas, máquinas, pessoas, entre outros, tenham a capacidade de integrar essa grande e complexa rede. Na Figura 2, você pode ver a interoperabilidade da Internet das Coisas.

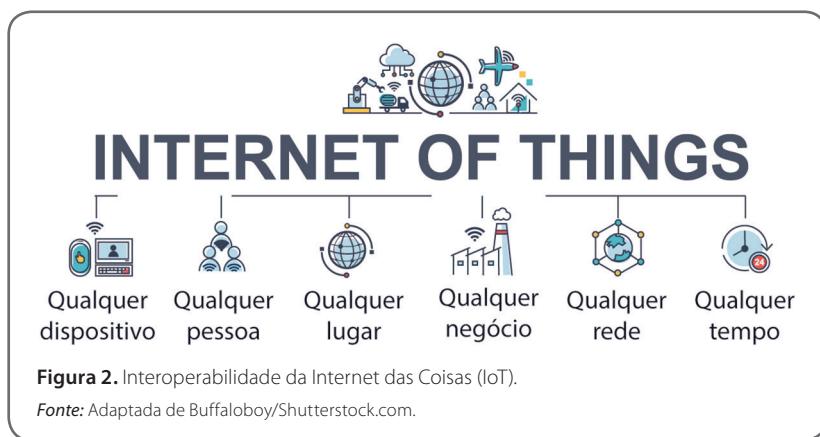


Figura 2. Interoperabilidade da Internet das Coisas (IoT).

Fonte: Adaptada de Buffaloboy/Shutterstock.com.

- **Virtualização:** conhecida como *Cyber-Factory*, é o projeto virtual da fábrica inteligente, que, por sua vez, propõe uma cópia virtual das fábricas inteligentes, permitindo a rastreabilidade de todos os processos desenvolvidos a partir das informações obtidas em tempo real, por meio de sistemas de monitoramento dos processos e operações, gerados pelos inúmeros sensores dispostos ao longo de toda planta industrial. Com o aumento do uso da tecnologia computacional dentro da indústria, conceitos como o da Internet das Coisas (IoT) e o uso da tecnologia

da informação estão sobrepondo-se à tecnologia operacional, criando um suporte para ambientes e infraestruturas cada vez mais complexos. Realizando a integração de sistemas, concentrando essa integração em uma única plataforma e aplicando a virtualização desses sistemas, estaremos criando nossa *Cyber-Factory*. Veja, na Figura 3, uma ilustração do processo de virtualização.



Figura 3. Virtualização na indústria.

Fonte: elenabsl/Shutterstock.com.

- **Descentralização:** processo obtido por meio dos sistemas autônomos e desenvolvido em ambientes ciber-físicos (Figura 4). Auxilia na tomada de decisões dentro das fábricas inteligentes e opera de acordo com as necessidades da produção em tempo real, permitindo que se analisem dados e se tomem decisões de forma independente. Além disso, as máquinas são autônomas, já que não apenas recebem comandos, mas fornecem informações sobre seu ciclo de trabalho e, em alguns casos, desenvolvem sua própria regulagem. Esta autonomia dos sistemas

ciber-físicos envolve monitoramento, previsão de falhas, planos de manutenção e ações corretivas, impactando diretamente na melhoria da qualidade dos produtos e dos serviços.



- **Capacidade de operação em tempo real:** é a capacidade na aquisição e tratamento de dados instantaneamente nos sistemas físicos da cadeia de suprimentos (Figura 5). Essa capacidade ocorre porque as estações de trabalho nas indústrias se conectam e se comunicam por meio da Internet das Coisas, construindo um ambiente ciber-físico e permitindo a tomada de decisões em tempo real.

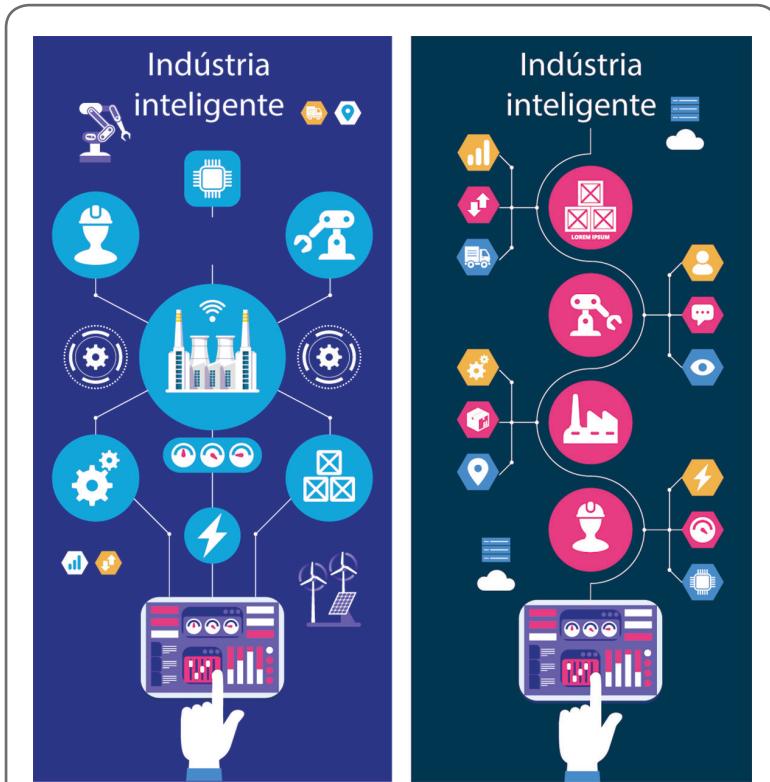


Figura 5. Operação de toda indústria em tempo real.

Fonte: Adaptada de Ico Maker/Shutterstock.com.

- **Orientação dos serviços:** também conhecida como *Internet of Services*, tem sua utilização nas arquiteturas de *software* orientadas aos serviços, ou seja, tem como finalidade integrar a oferta de serviços ao cliente, via internet, ao ambiente ciber-físico, agilizando o atendimento de suas necessidades.
- **Modularidade:** tem como finalidade a fácil adaptação às demandas do mercado, de forma flexível, por meio de módulos individuais, para que sua produção seja desenvolvida conforme a demanda. Geralmente, é realizada por meio do acoplamento e desacoplamento de módulos na produção, oferecendo flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas com facilidade.



Link

Para conferir trabalhos de pesquisa sobre a indústria 4.0, acesse o site a seguir.

<https://qrgo.page.link/8wJe>

As principais tendências nas linhas de produção

Dentre as tendências de produção das fábricas inteligentes da indústria 4.0, estão os conceitos de *compliance* estratégico, as estruturas modulares, os sistemas ciber-físicos (CPS — *Cyber-Physical Systems*), os sistemas de execução da manufatura (MES — *Manufacturing Execution System*), os modelos de referência para arquitetura da Indústria 4.0 (RAMI — *Reference Architecture Model Industry 4.0*) e as decisões descentralizadas. A seguir, acompanhe a definição de cada uma dessas tendências.

Compliance

Compliance tem como objetivo assegurar a sobrevivência da empresa e gerar valor ao negócio, representando a conduta da empresa e sua adequação às normas dos órgãos de regulamentação. *Compliance* deriva dos grandes impactos financeiros, que são ocasionados por fatores como:

- ausência de orientações normativas;
- desalinhamentos às legislações aplicáveis;
- falta de ferramentas preventivas adequadas;
- falhas na gestão de processos;
- operações sem um estruturado sistema de informação.

Conforme Fraporti e Barreto (2018), durante muito tempo, as organizações trabalharam seus riscos e seus processos para conformidade como aspectos independentes, separados. Atualmente, o foco de atuação organizacional está direcionado para a integração das áreas, unindo técnicas de governança corporativa com a gestão dos riscos corporativos e conformidade (*compliance*).

A globalização e a economia influenciam diretamente na forma como as organizações executam suas atividades. Assim, a partir de atividades de *compliance*, é possível reduzir custos e despesas, aumentando o rendimento operacional das empresas e evitando perdas. Estejam estáveis ou não, as empresas, operando com grandes ou pequenos riscos, passaram a realizar previsões e projeções de situações diante da instabilidade que seus fornecedores e seus clientes enfrentam atualmente.

As organizações, portanto, precisaram fazer o gerenciamento de riscos, e passaram a fazer isso de forma consciente e estruturada, ao implantar modelos organizacionais que façam a identificação, a priorização e a elaboração de medidas para os riscos concretizados, ou inconsciente e desestruturada, quando executam o tratamento dos riscos à medida que eles ocorrem. Além disso, com as conformidades das leis, a transparência dos processos se torna uma realidade mais consolidada, o que traz maior confiança ao mercado de atuação.

Sistemas ciber-físicos (CPS — *Cyber-Physical Systems*)

Os sistemas ciber-físicos (CPS) compreendem componentes digitais, analógicos, físicos e humanos interativos projetados para funcionar por meio de física e lógica integradas. Por meio desses sistemas, a Indústria 4.0 comprehende a base da infraestrutura, de forma a desenvolver os avanços tecnológicos em diversas áreas, como a industrial, aeroespacial, médica, rural, entre outras. As tecnologias diretamente relacionadas a esse sistema incluem:

- *Smart Building* (construção inteligente ou automação predial);
- *Smart Grids* (rede elétrica inteligente);
- *Smart Logistic* (logística inteligente);
- *Smart Product* (produção inteligente);
- *Smart Mobility* (mobilidade inteligente).

Um CPS típico deve ser capaz de se adaptar e evoluir constantemente em resposta a mudanças no ambiente por meio de reconfiguração em tempo real, isto é, deve-se monitorar continuamente e melhorar sua própria performance, além de se recuperar de falhas.



Saiba mais

O sentido da classificação “inteligente” para um dispositivo ou sistema implica dizer que esse dispositivo possui algumas habilidades que são alcançadas por meio de processamento de informação, comunicação e computação. A inteligência pode ser descrita como a capacidade cognitiva para uma atuação eficiente no alcance de objetivos, tendo em vista as diversas condições às quais um dispositivo ou sistema pode estar submetido.

Sistemas de execução da manufatura (MES — *Manufacturing Execution System*)

Segundo Jacobs e Chase (2012, p. 582), “[...] a programação das operações está no coração do que é geralmente chamado de Sistemas de Execução da Manufatura (MES — *Manufacturing Execution Systems*)”.

Para fazer o gerenciamento da planta de forma mais ágil e estratégica, é preciso avaliar as informações do processo em tempo real e também as informações passadas. Um sistema de execução da manufatura integra os níveis de automação de chão de fábrica com os sistemas de negócios, fazendo a leitura das informações e guardando-as em uma base de dados, que podem ser acessadas por meio de funções e utilizadas em indicadores, planilhas de organização, agendas, etc.

“Um MES é um sistema de informações que programa, entrega, rastreia, monitora e controla a produção no chão de fábrica. [...] Um grande número de projetistas especializados em *softwares* desenvolvem e implementam o sistema MES como parte de uma caixa de ferramentas de *software*” (JACOBS; CHASE, 2012, p. 582), determinada pela extensão do envolvimento físico do cliente com a organização de serviços. “As características comuns de qualquer grande sistema são um banco de dados central que contenha todas as informações relevantes sobre a disponibilidade de recursos e clientes e uma função de controle de gestão que integre e supervisione todo o processo” (JACOBS; CHASE, 2012, p. 582).

Referência para arquitetura da Indústria 4.0 (RAMI — *Reference Architecture Model Industry 4.0*)

Os modelos de referência para arquitetura da Indústria 4.0 (RAMI — Reference Architecture Model Industry 4.0) consistem em um modelo tridimensional (Figura 6) que mostra como abordar a questão da Indústria 4.0 de uma forma estruturada nas aplicações de soluções de conectividade para todos os projetos. Esse modelo tem como função gerar um ecossistema cibرنético de toda cadeia

produtiva, garantindo a colaboração de todos os participantes envolvidos nas discussões da Indústria 4.0.

Essa arquitetura orientada a serviços combina todos os elementos e componentes de TI em uma camada e ciclo de vida modelo e divide processos complexos em pacotes fáceis de entender, incluindo privacidade de dados e segurança de TI.

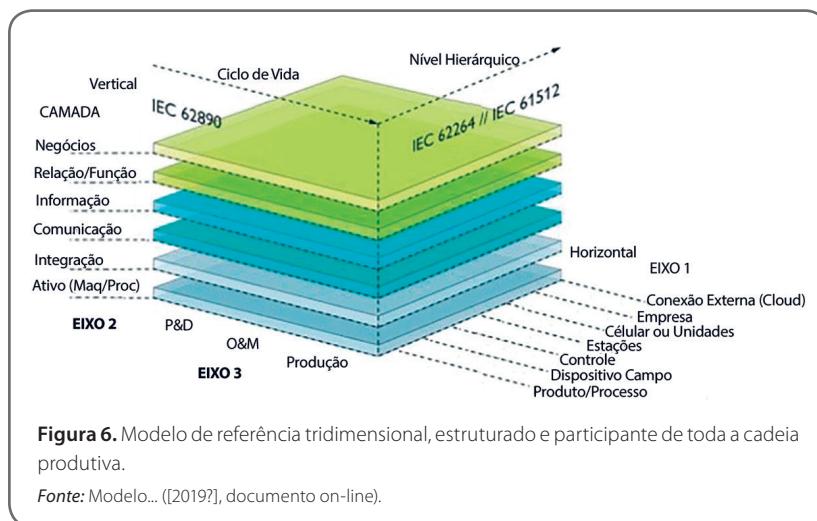


Figura 6. Modelo de referência tridimensional, estruturado e participante de toda a cadeia produtiva.

Fonte: Modelo... ([2019?], documento on-line).

Os impactos da implementação da Indústria 4.0 nos arranjos produtivos

Para analisarmos os impactos da implementação da indústria 4.0, é preciso, inicialmente, conhecer os três pilares que tornam possível esses arranjos tecnológicos e que impactam diretamente no campo do desenvolvimento, da tecnologia da informação e do mercado de trabalho, quais sejam: a Internet das Coisas (*Internet of Things*), *Big Data* e a segurança nas informações.

A **Internet das Coisas (*Internet of Things*)** é um termo bastante utilizado na concepção da nova Indústria 4.0 e que, resumidamente, refere-se à conexão em rede de inúmeros objetos físicos, como células de manufatura, máquinas, equipamentos, dispositivos, mecanismos e componentes industriais por meio de sistemas eletrônicos, permitindo a total coleta e, consequentemente, a troca de dados.

Big Data é um termo amplo, utilizado para designar conjuntos de dados tão grandes e complexos que se tornaram difíceis de manipular com *softwares* estatísticos tradicionais. É geralmente associado a um grande volume de dados, mas não somente, já que também se refere à heterogeneidade dos dados (estruturados e não estruturados). Atualmente, essa grande e heterogênea quantidade de dados é gerada diariamente por praticamente todos os dispositivos digitais utilizados na vida cotidiana e no dia a dia empresarial, desde celulares a aparelhos de medição de máquinas industriais.

Essa nova tecnologia da Indústria 4.0 consiste em toda a estrutura de dados de alta complexidade que são capturados, analisados e gerenciados pela tecnologia da informação. A Indústria 4.0 atende, com a tecnologia de *Big Data*, aos seguintes requisitos:

- conexão em alta velocidade em redes industriais;
- computação em nuvem (*cloud*);
- sistemas ciber-físicos.

A **segurança** é um dos principais desafios que irão impactar diretamente na concepção da nova indústria 4.0. Sendo considerada a chave dos sistemas de informação, os possíveis defeitos na transmissão ou na comunicação entre plantas, células ou, ainda, entre máquina e componentes podem gerar eventuais defeitos e atrasos do sistema e a iminente parada de uma linha de produção de toda fábrica ou, até mesmo, de todas as plantas de um aglomerado de indústrias.



Fique atento

Ter diferentes configurações e aplicações sendo executadas em servidores individuais pode resultar em um uso ineficiente do processo e gerar falhas nos diagnósticos e nos reparos. Além disso, é necessário ter um profissional capaz de conseguir trabalhar nessas diferentes plataformas.

Agora que você conhece os três pilares da Indústria 4.0, pode analisar os principais impactos gerados por essas tecnologias. Destacaremos, aqui, os que são considerados como os três mais impactantes e que tendem a alterar toda a natureza do processo de produção, desde a origem da mercadoria até a entrega final para o consumidor. São eles:

- impacto no modelo de negócios;
- impacto na área de segurança da tecnologia da informação;
- impacto em relação à mão de obra qualificada, para interação homem-máquina.

Impacto no modelo de negócios

A transformação global de sistemas produtivos será desafiadora. O impacto no modelo de negócios é considerado por especialistas como um dos maiores impactos a serem causados pela nova Indústria 4.0 e que afetará o mercado como um todo. Essa mudança consiste na criação de novos modelos de negócios em um mercado cada vez mais exigente, no qual muitas organizações já se adaptaram para adequar o produto às necessidades e preferências específicas do cliente.

Esse novo formato de negócios da Indústria 4.0 deve beneficiar o mercado empresarial e a população com igualdade social e estabilidade econômica; para tanto, as fábricas inteligentes passarão a levar em consideração a personalização de cada cliente, adaptando-se às preferências dos consumidores.

Diversas mudanças irão transformar as formas como os produtos serão manufaturados, a partir das fábricas inteligentes, impactando diversos setores do mercado. A Indústria 4.0 marca a descentralização do controle dos processos produtivos e a multiplicação de dispositivos inteligentes interconectados ao longo de toda a cadeia de produção e logística.

Impacto na área de segurança da tecnologia da informação

Outro grande impacto da Indústria 4.0 que vem preocupando muitos desenvolvedores, analistas e engenheiros da área da tecnologia da informação, em especial os profissionais do campo de segurança no desenvolvimento da tecnologia da informação, é o impacto na área de segurança da tecnologia da informação. Como todo sistema produtivo será digital, problemas como falhas de transmissão na comunicação máquina-máquina ou até mesmo eventuais oscilações do sistema podem causar transtornos na produção ou até a parada total do sistema.

Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para adaptar as empresas a esse novo padrão de Indústria 4.0. Dentro dessa estrutura, na qual todos os sistemas utilizam a conectividade, tornam-se necessários sistemas de segurança que protejam os dados das empresas, contidos nos arquivos de controle dos processos e dos produtos. Para tanto, a segurança e a robustez dos sistemas

de informação vêm sendo consideradas como alguns dos principais desafios para o sucesso dessa nova indústria mundial.

A segurança da informação é garantida por meio de diversas camadas, como, por exemplo:

- **primeira camada:** utilização de senha pessoal;
- **segunda camada:** utilização de uma verificação biométrica com base na retina, identificação facial ou da digital da pessoa;
- **terceira camada:** sistema para monitorar as atividades das duas camadas anteriores e para garantir o acesso de determinadas informações somente às pessoas autorizadas;
- **quarta camada:** para garantir uma transmissão de dados segura, é utilizada a criptografia.



Fique atento

Além de roubo de informações, muitos ataques são realizados para congestionar servidores, tornando-os inacessíveis àqueles que dependem de seus serviços. Um dos maiores perigos está ligado a ataques em sistemas de controle de processos, os quais podem gerar danos financeiros e também físicos, como incêndios e explosões em plantas industriais por falhas nos sistemas de segurança hackeados.

Impacto em relação à mão de obra na interação homem-máquina

Os empresários, assim como as escolas técnicas e as universidades, estão prevendo que haverá, dentro de um curto prazo de tempo, um grande impacto em relação à mão de obra qualificada para a nova Indústria 4.0. Com a necessidade do aperfeiçoamento de competências e habilidades no desenvolvimento de trabalhos dessa indústria inovadora, os profissionais tecnicamente capacitados deverão ter formação multidisciplinar para compreender e trabalhar com a variedade de tecnologia que compõe uma fábrica inteligente.

Dessa forma, a consequência lógica da geração de empregos exigirá, além de novos profissionais, profissionais que já trabalham na indústria, que precisarão se adaptar, pois, com empresas ainda mais automatizadas, novas demandas surgirão, enquanto algumas deixarão de existir. O ponto central desse grande impacto é a capacitação de pessoal, que precisará

ser adaptada, de forma a desenvolver essas competências, promovendo o potencial humano nas organizações e, assim, atingindo os anseios dessa inovadora indústria do futuro.



Saiba mais

Profissionais de recursos humanos vêm desenvolvendo com urgência duas principais estratégias: uma relacionada à aprendizagem e à inovação no ambiente de trabalho; a outra, à necessidade de reformulação nos sistemas educacionais, unificando os interesses públicos, privados e científicos.

O profissional da Indústria 4.0 deve compreender essa nova realidade: não é possível ser especialista em todas as áreas que a Indústria 4.0 abrange, mas é importante que se entenda que essas tecnologias existem e que, obrigatoriamente, será necessário interagir com elas.

Poucas empresas contam com profissionais qualificados para passar por essa transição de forma tranquila; muitas vezes, é necessário contratar consultores especializados para apoio e manutenção dos diversos serviços que integram e fazem parte dessa revolução.



Referências

FRAPORTI, S.; BARRETO, J. S. *Gerenciamento de riscos*. Porto Alegre: Sagah, 2018.

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B. *Administração de operações e da cadeia de suprimentos*. Porto Alegre: McGraw-Hill; Bookman, 2012.

MODELO de arquitetura de referência tridimensional RAMI 4.0. *Phoenix Contact*, São Paulo, SP, [2019?]. Disponível em: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/bri?ldmy&urile=wcm:path:/brpt/web/offcontext/insite_landing_pages/1323f37f-e566-4009-8645-661c715cea23/6ddf5dfb-dbcb-47c8-8f1a-dc915d263cd3/605016fb-ed97-4b22-a6fb-de1f93556226/605016fb-ed97-4b22-a6fb-de1f93556226. Acesso em: 3 abr. 2019.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

Conteúdo:



SOLUÇÕES
EDUCACIONAIS
INTEGRADAS