



DECOMTEC  
DEPARTAMENTO DE  
COMPETITIVIDADE E TECNOLOGIA

*Cadernos FIESP sobre Manufatura Avançada e Indústria 4.0*

**1º Caderno:**

**A quarta revolução industrial já chegou!**

**Agosto de 2017**

## Estrutura

<b>1</b>	<b>Definição e características.</b>
<b>2</b>	<b>Investimentos esperados e análise SWOT.</b>
<b>3</b>	<b>Como as empresas do mundo todo têm reagido a essas mudanças?</b>
<b>4</b>	<b>Próximas publicações da FIESP sobre Manufatura Avançada e Indústria 4.0.</b>

## Estrutura

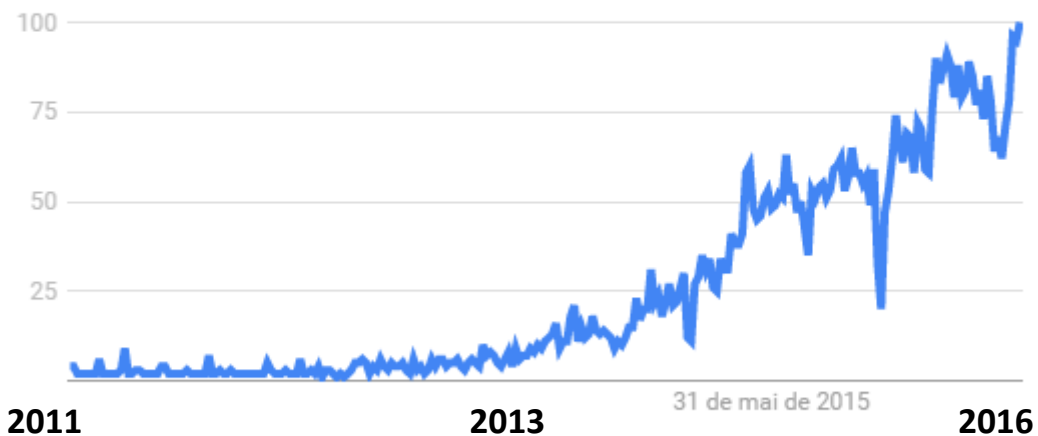
<b>1</b>	<b>Definição e características.</b>
2	Investimentos esperados e análise SWOT.
3	Como as empresas do mundo todo têm reagido a essas mudanças?
4	Próximas publicações da FIESP sobre Manufatura Avançada e Indústria 4.0.

Nos últimos anos, houve um crescimento significativo pelo termo “Industry 4.0” no google trends. Indústria 4.0 é a definição alemã para a quarta revolução industrial.

Interesse com o passar do tempo

Google Trends

● Industry 4.0

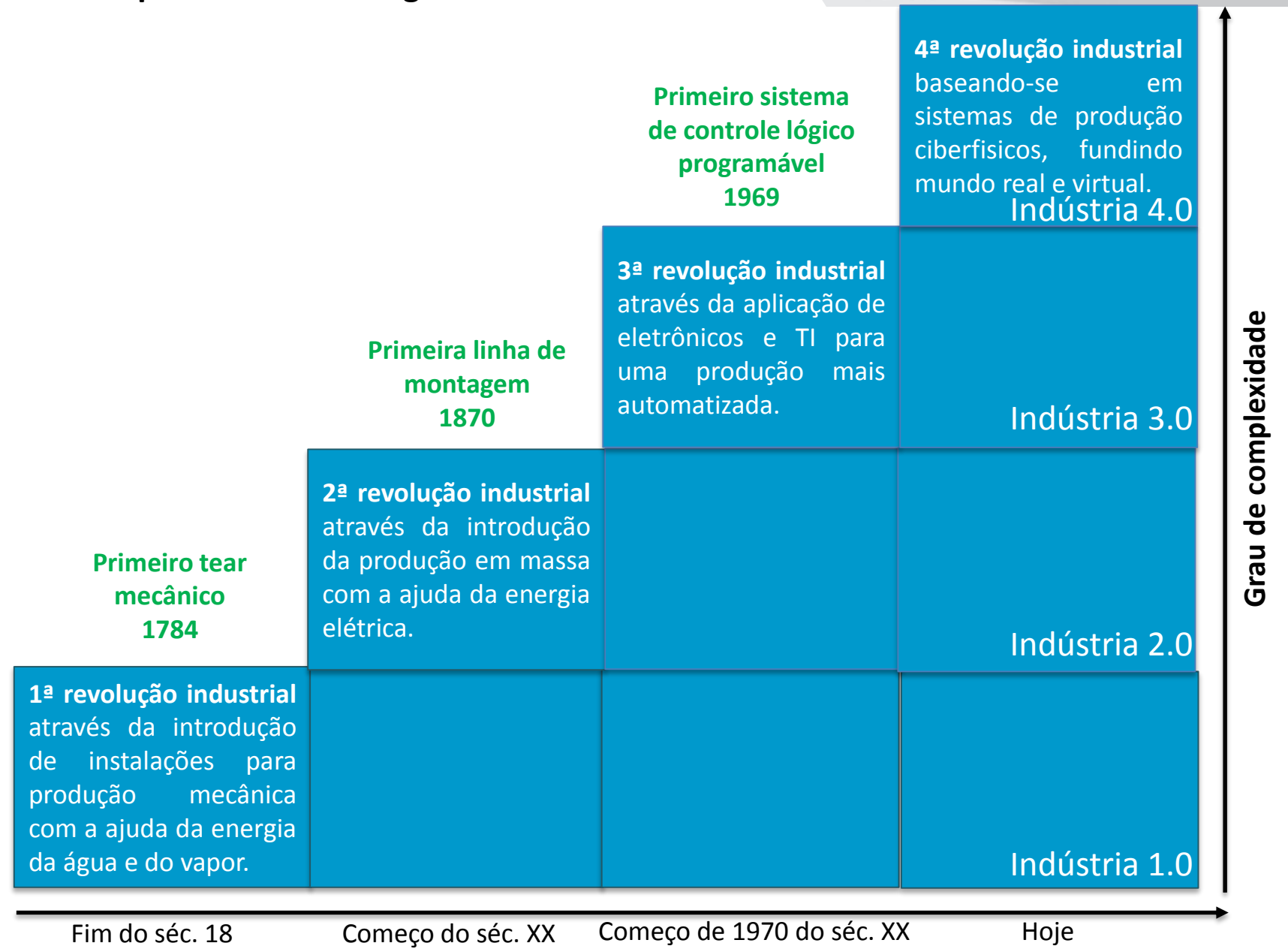


Todo o mundo. Nos últimos 5 anos.

Interesses por região ?



O histórico das revoluções industriais, desde o tear mecânico, mostra que a quarta revolução industrial tem o maior nível de complexidade tecnológica da história.



Fonte: Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Deloitte, 2015.

- É resultado de combinações de tecnologias que já existem, **disponibilizadas de uma nova maneira, e que permitem diversas possibilidades quanto aos níveis de organização e produção na empresa.**
- **Expectativas:**
  - Dar escala e massificar o uso dessas tecnologias.
  - Desenvolvimento de serviços e de novos modelos de negócios por meio da disponibilidade de dados em massa.
- **A maior parte do investimento será do tipo brownfield, que é investir em plantas que já existem; e, neste contexto, o melhor exemplo é tornar fábricas que já existem em fábricas inteligentes.**

A substituição do maquinário será apenas parcial porque a quarta revolução industrial trabalha em sua maior parte com tecnologias já existentes. Estima-se uma substituição em torno de 40% a 50% nos próximos 10 anos (Mckinsey, 2015).

Revolução industrial	Drive	Substituição	Substituição de equipamentos (%)
1ª	Vapor	Substituição do tear completo.	100%
2ª	Eletricidade	Pouca substituição dos equipamentos, somente as esteiras foram necessárias.	Entre 10% e 20%
3ª	Automação	Alto nível de substituição dos equipamentos por máquinas.	Entre 80% e 90%
4ª	Sistemas ciberfísicos	Máquinas existentes conectadas. Há somente uma substituição parcial dos equipamentos.	Entre 40% e 50%

Fonte: Statistisches Bundesamt; Deutsche Bundesbank; Prognos; Thomas Nipperdey; Mckinsey.

- É a organização do processo de produção baseada em **tecnologia e dispositivos autônomos que se comunicam entre si ao longo da cadeia de valor.**
- Sistemas de computador monitoram processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam **decisões descentralizadas** baseando-se em **mecanismos auto organizáveis.**
- O conceito leva em conta o aumento da informatização na manufatura, onde objetos físicos são perfeitamente integrados em redes de informação. Como resultado, o sistema de manufatura está **verticalmente** conectado com o processo de negócios dentro das empresas, e **horizontalmente** conectado às cadeias de valor dispersas geograficamente e que podem ser gerenciadas em tempo real – do momento em que o pedido é tomado, até a logística de saída.
- As **diferenças entre indústria e serviços tornam-se menos relevantes** conforme tecnologias digitais estão conectadas com produtos e serviços (híbridos), que não são nem bens nem serviços exclusivamente.
- A quarta revolução industrial traz um novo **conceito ou abordagem** para alcançar resultados que não eram possíveis há 10 anos, mas que se tornaram factíveis graças aos avanços tecnológicos da última década.
- Refere-se a uma combinação de tecnologias e não há solução pronta para todas as empresas.



- **INTEROPERABILIDADE:** sistemas ciberfísicos permitem que seres humanos e fábricas inteligentes se conectem e se comuniquem.
- **VIRTUALIZAÇÃO:** uma cópia virtual da fábrica inteligente é criada por meio da conexão entre os dados dos sensores com modelos de plantas virtuais e modelos de simulação.
- **DESCENTRALIZAÇÃO:** capacidade dos sistemas ciberfísicos de tomar suas próprias decisões e produzir localmente graças a tecnologias como a impressão 3D.
- **CAPACIDADE EM TEMPO REAL:** a capacidade de recolher e analisar dados e fornecer os insights imediatamente.
- **ORIENTADO A SERVIÇOS:** oferta de serviços através da Internet.
- **MODULARIDADE:** adaptação flexível das fábricas inteligentes aos requisitos para substituir ou expandir módulos individuais.

## Termos relacionados à quarta revolução industrial.

- **Manufatura avançada:** denominação norte-americana.
- **Indústria 4.0:** denominação alemã.
- **Internet Industrial (II):** ainda que tenha ênfase na indústria, seu objetivo é difundir a web para outras atividades econômicas. O termo surgiu na General Electric.
- **Internet of Services:** refere-se a serviços internos, e vão além da organização. Seus *drivers* são big datas e *cloud computing*.
- **Sistemas ciberfísicos (CPS):** *software* incorporado no hardware, tais como sensores, processadores e tecnologias de comunicação, podem autonomamente trocar informações, desencadear ações e controlar uns aos outros de forma independente.
- **'Fábrica inteligente' e 'fábrica do futuro':** exemplificam algumas das inovações no âmbito da quarta revolução industrial, como a integração das TIC no processo de produção e como elas poderiam atuar na prática.

## Estrutura

1	Definição e características.
<b>2</b>	<b>Investimentos esperados e análise SWOT.</b>
3	Como as empresas do mundo todo têm reagido a essas mudanças?
4	Próximas publicações da FIESP sobre Manufatura Avançada e Indústria 4.0.

- **Mundo:** pesquisa realizada em 2016 pela PWC com duas mil empresas de 26 países mostra que elas investirão em Indústria 4.0 o equivalente a **USD 907 bilhões** por ano até 2020 (cerca de 5% da receita), e esperam ver uma redução de custo de USD 421 bilhões e ganhos de receita de USD 493 bilhões por ano.
- **Europa:** planeja gastar cerca de **€ 1,35 trilhões** ao longo de 15 anos. Deste total, € 250 bilhões serão das empresas alemãs (Fonte: Roland Berger).
- **China:** planeja investir **€ 1,08 trilhões** nos próximos anos para modernizar sua indústria (Fonte: Citigroup).
- Não há dados consolidados disponíveis para os Estados Unidos, nem para o Brasil.

A União Europeia fez a análise SWOT da Indústria 4.0. Apesar do viés regional, ela pode ser útil no entendimento do fenômeno. Inspirada nela, fizemos a análise SWOT para o caso brasileiro (disponível à frente).

## Forças

Aumento da produtividade, da eficiência, da competitividade (global), e da receita.

Crescimento de empregos bem pagos e altamente qualificados.

Melhoria da satisfação do cliente e surgimento de novos mercados por meio do aumento da customização e da variedade de produtos.

Flexibilidade e controle de produção.

## Fraquezas

Elevada dependência da robustez das tecnologias e das redes de internet: pequenas interrupções podem ter grandes impactos.

Dependência de uma série de fatores para ter sucesso (p. ex., normas e padrões, excelente infraestrutura, competências adequadas da oferta de trabalho, investimentos em P&D).

Elevados custos de desenvolvimento e implementação.

Potencial perda de controle sobre a empresa.

Desemprego semiqualficado.

Necessidade de importar mão de obra qualificada e integrar imigrantes.

## Oportunidades

Fortalecer a posição da Europa como líder mundial na manufatura (e outras indústrias).

Desenvolver novos mercados para produtos e serviços.

Lutar contra o crescimento demográfico negativo da União Europeia.

Reduzidas barreiras à entrada para algumas PMEs participarem dos novos mercados e ficarem conectadas às novas cadeias de valor.

## Ameaças

Segurança cibernética, propriedade intelectual, e privacidade dos dados.

Trabalhadores, PMEs, indústrias e economias nacionais não terem o conhecimento suficiente ou os meios para adaptar-se à Indústria 4.0 e, conseqüentemente, ficarem para trás.

Vulnerabilidade e volatilidade das cadeias de valor globais.

Adoção da Indústria 4.0 por concorrentes estrangeiros neutralizando as iniciativas da União Europeia.

### **Forças - Brasil**

**Tem uma das indústrias mais internacionalizadas do mundo.**

**Principais empresas que estão à frente da quarta revolução industrial tem filiais no país.**

**Tamanho do mercado consumidor.**

Aumento da produtividade, da eficiência, da competitividade (global), e da receita.

Melhoria da satisfação do cliente e surgimento de novos mercados por meio do aumento da customização e da variedade de produtos.

Flexibilidade e controle de produção.

### **Fraquezas - Brasil**

**Falta de infraestrutura tecnológica, a exemplo de banda larga ineficiente em todo o país.**

**Ausência de linhas de financiamento apropriadas.**

Elevados custos de desenvolvimento e implementação.

Potencial perda de controle sobre a empresa.

**Falta de trabalhador qualificado.**

**Desemprego em todos os níveis.**

**Reduzida renda per capita e perfil de consumo determinado pelo preço.**

### **Oportunidades - Brasil**

**Modernização do parque fabril e massificação no uso de tecnologias da fronteira.**

**Ter posicionamento estratégico no comércio mundial em setores em que o país é competitivo.**

**Atrair empresas da fronteira tecnológica por ser um dos maiores mercados consumidores.**

Desenvolver novos mercados para produtos e serviços e integração entre eles.

**Redução no tempo de entrega devido à proximidade com o mercado consumidor.**

**Crescimento da demanda por empregos na área de engenharia, matemática e outras exatas.**

### **Ameaças - Brasil**

**Ambiente de negócios avesso ao investimento.**

**Risco de que a NR 12 prejudique a colaboração entre robôs e seres humanos.**

Segurança cibernética, propriedade intelectual, privacidade dos dados.

Trabalhadores, PMEs, e algumas indústrias não terem o conhecimento suficiente ou os meios para adaptar-se à Indústria 4.0 e, conseqüentemente, ficarem para trás.

Vulnerabilidade e volatilidade das cadeias de valor globais.

**Brasil pode se tornar apenas cliente de tecnologias e não desenvolvedor.**



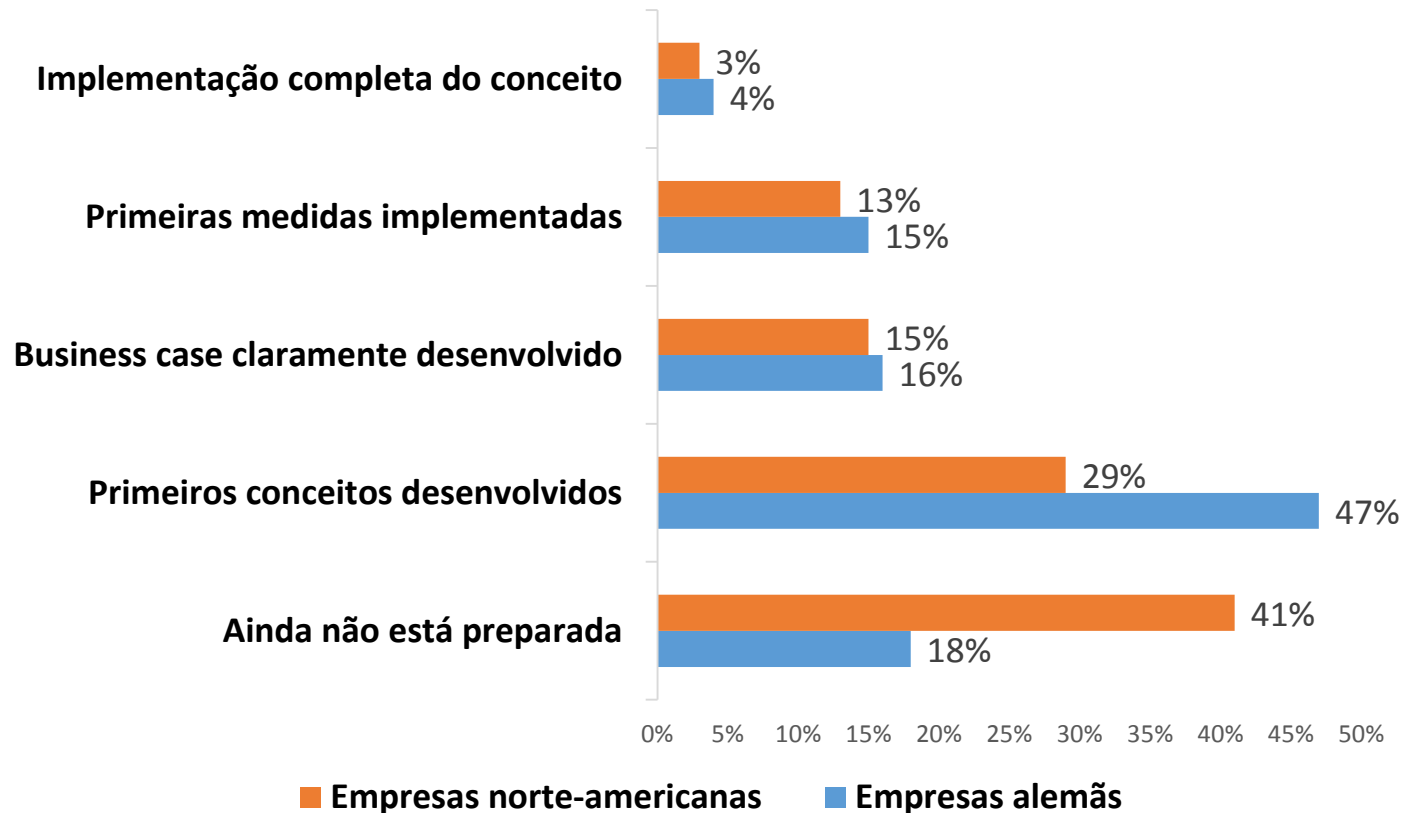
## Estrutura

1	Definição e características.
2	Investimentos esperados e análise SWOT.
<b>3</b>	<b>Como as empresas do mundo todo têm reagido a essas mudanças?</b>
4	Próximas publicações da FIESP sobre Manufatura Avançada e Indústria 4.0.

O momento é de transição, pois, até mesmo nos países que lideram essa transformação, as empresas não estão completamente preparadas para os novos desafios.

## Quão preparada está sua empresa para a introdução de novas tecnologias da Indústria 4.0?

% dos respondentes



(Fonte: Industry 4.0: Building the digital enterprise. PWC, 2016)

### ❖ Qual a importância que a coleta, análise e utilização dos dados tem para a tomada de decisão na sua empresa?

Setores	Alta importância hoje	Alta importância daqui a cinco anos
Total	50%	83%
Aeroespacial, defesa, e segurança	39%	82%
Automotivo	49%	84%
Química	60%	88%
Eletrônicos	60%	89%
Engenharia e construção	40%	72%
Floresta, papel e embalagem	55%	83%
Manufatura industrial	54%	88%
Metais	49%	83%
Transporte e logística	50%	90%
Outros	43%	83%

(Fonte: Industry 4.0: Building the digital enterprise. PWC, 2016)

**❖ Quão maduros são os recursos de análise de dados na sua empresa?**

18% avançado

52% médio

22% pobre

**❖ Como você classificaria o nível atual de digitalização e integração das áreas da sua empresa? Quais os níveis que são esperados para os próximos cinco anos?**

<b>Região</b>	<b>Nível de digitalização hoje</b>	<b>Nível de digitalização em cinco anos</b>
América	32%	74%
Ásia Pacífico	36%	67%
Europa, Oriente Médio e África	30%	71%

**Pesquisa com 300 experts da indústria dos EUA, Japão e Alemanha, sobre as perspectivas da quarta revolução industrial (Mckinsey, 2016).**

Principais resultados:

Percentual de empresas que concordam com a afirmação abaixo.			
Afirmação	Americanas	Alemãs	Japonesas
Indústria 4.0 representa mais oportunidade do que risco.	90%	92%	78%
Indústria 4.0 aumentará a competitividade da empresa.	57%	50%	54%
Minha empresa está preparada para a Indústria 4.0.	71%	68%	36%
Minha empresa tem uma estratégia para Indústria 4.0	27%	20%	17%
Minha empresa designou responsabilidades claras para implementar Indústria 4.0	30%	31%	10%
Minha empresa tem um <i>road map</i> claro para Indústria 4.0.	20%	19%	15%
Custos, receitas e investimentos			
Variáveis	Americanas	Alemãs	Japonesas
Indústria 4.0 reduzirá os custos em torno de:	12%	10%	12%
Indústria 4.0 aumentará a receita em torno de:	14%	10%	10%
% do orçamento de P&D que é investido em projetos da Indústria 4.0:	17%	13%	10%
% do orçamento de P&D que foi investido em projetos da Indústria 4.0 que não deram certo ou o sucesso foi limitado:		8%	
% do orçamento de P&D que foi investido em projetos da Indústria 4.0 que obtiveram um bom progresso:		18%	

## O maior desafio não será adquirir máquinas e tecnologias, mas sim ter uma GESTÃO EFICIENTE.

- Haverá um grande número de tecnologias trabalhando de forma autônoma, conectadas às cadeias de valor, e gerando uma enorme quantidade de dados a ponto de, no limite, torná-los inclusive subutilizados.
- Falhas de gestão e falhas técnicas, devido a problemas de infraestrutura ou oscilações de internet, por exemplo, serão cada vez mais onerosas. Por exemplo:
- Exemplos que mostram a importância de se evitar falhas, e a necessidade de se proteger de ciberataques:
  - O custo por um dia de parada na indústria automotiva é de € 28 milhões.
  - **Risco de perda de qualidade:** em 2014, 60 milhões de carros foram chamados para *recall* nos EUA.
  - **Ciberataques:** prejuízo anual para a indústria alemã foi de € 50 bilhões.

Fonte: Source: McKinsey Industry 4.0 Global Expert Survey 2015.

- “Um ciberataque em escala global, como jamais foi visto até hoje, pode gerar um **prejuízo médio de astronômicos US\$ 53 bilhões** (R\$ 167,5 bilhões) aos cofres privados – um valor muito próximo do estimado para a catástrofe causada pelo furacão Sandy, em 2012. A simulação prevê um ataque que atinja os principais provedores de serviços na nuvem e se esconda por cerca de um ano antes de espalhar códigos maliciosos para todos os usuários da plataforma, potencializado em múltiplas vezes seu poder de fogo e alcance.”

Fonte: Lloyd's of London. Publicado no jornal The Guardian (17/07/2017).

## Impactos dos oito principais drivers da quarta revolução industrial .

Oito Drivers	Estimativas
<p><b>1. Recursos/processos:</b> consumo inteligente de energia; internet das coisas; otimização do processo em tempo real.</p>	<p><b>Aumento de produtividade de 3% a 5%.</b></p>
<p><b>2. Utilização de ativos:</b> flexibilidade de rotas; flexibilidade de máquinas; controle e monitoramento remotos; manutenção preditiva; realidade aumentada para manutenção, reparação e operações.</p>	<p><b>Redução do tempo de inatividade total das máquinas entre 30% e 50%.</b></p>
<p><b>3. Trabalho:</b> colaboração homem-robô; controle e monitoramento remotos; gestão digital do desempenho; automatização do conhecimento do trabalho.</p>	<p><b>Aumento da produtividade pela automação do trabalho: de 45% a 55%.</b></p>
<p><b>4. Inventários:</b> impressão 3D no local; otimização da cadeia de valor; produção de um produto (customização).</p>	<p><b>Custos devem diminuir entre 20% e 50%.</b></p>
<p><b>5. Qualidade:</b> controle estatístico do processo; controle avançado do processo; gestão digital da qualidade.</p>	<p><b>Custos podem ser reduzidos de 10% a 20%.</b></p>
<p><b>6. Matching de oferta e demanda:</b> previsão de demanda <i>data-driven</i> ; concepção do valor <i>data-driven</i> .</p>	<p><b>A precisão das previsões deve chegar a 85% ou mais.</b></p>
<p><b>7. Time to Market:</b> co-criação com consumidores/<i>open innovation</i> ; engenharia simultânea; rápida experimentação e simulação.</p>	<p><b>Redução no <i>time to market</i> entre 20% e 50%.</b></p>
<p><b>8. Serviço/Pós-venda:</b> manutenção preditiva; manutenção remota; orientação virtual <i>self-service</i>.</p>	<p><b>Redução nos custos de manutenção entre 10% e 40%.</b></p>

## Estrutura

1	Definição e características.
2	Investimentos esperados e análise SWOT.
3	Como as empresas do mundo todo têm reagido a essas mudanças?
4	<b>Próximas publicações da FIESP sobre Manufatura Avançada e Indústria 4.0.</b>



2ª. Tecnologias e exemplos da quarta revolução industrial.

3ª A corrida tecnológica rumo à indústria do futuro: quem está na *pole position*?

4ª. A quarta revolução industrial e os impactos no mercado de trabalho.

5ª. Desafios da gestão na era da indústria digital.

6ª. Como preparar sua empresa para a quarta revolução industrial?



DECOMTEC  
DEPARTAMENTO DE  
COMPETITIVIDADE E TECNOLOGIA

*Cadernos FIESP sobre Manufatura Avançada e Indústria 4.0*

**1º Caderno:**

**A quarta revolução industrial já chegou!**

**Agosto de 2017**