



DEPARTAMENTO DE ECONOMIA,  
COMPETITIVIDADE E TECNOLOGIA

# Indústria 4.0

**José Ricardo Roriz Coelho**

Diretor titular do Departamento de Economia, Competitividade e Tecnologia da FIESP

2º Vice Presidente da FIESP e CIESP

# **Indústria 4.0: conceitos gerais e aplicações**

# O que é a Indústria 4.0:

**Conceito**: abrange várias **tecnologias** que se integram **verticalmente** na organização interna da empresa (do chão de fábrica ao administrativo) e **horizontalmente** na cadeia de conhecimento.

**Tecnologias**: Big Data, digitalização, inteligência artificial, Internet das Coisas, manufatura aditiva (impressão 3D), realidade aumentada, robótica, sensores inteligentes e simulações virtuais.

**Perfil do investimento**: a maior parte do tipo ***brownfield***, que é investir em plantas que já existem; por exemplo, tornar fábricas que já existem em fábricas inteligentes.

# O que NÃO é a Indústria 4.0:

- **Não é** aquisição de máquinas em massa
- **Não é** apenas inteligência artificial
- **Não é** aquisição de software
- **Não é** apenas robótica
- **Não é** implementar solução pronta

# Benefícios da Indústria 4.0



# Conceitos e aplicações gerais

- Produção em série/escala



+

=

- Produção sob encomenda/flexibilidade



## Indústria 4.0

- Combinação escala com flexibilidade
- Customização
- Menores custos / maior produtividade
- Redução do *lead time*
- Redução do *time to market*
- Maior valor agregado aos produtos (inclusive intangíveis)
- Integração horizontal e vertical

# Quais as principais aplicações da Indústria 4.0?

Produção

Transportes

Lar

Medicina

Cotidiano



# Aplicação da Indústria 4.0 na produção

## Transformação: Fábricas inteligentes



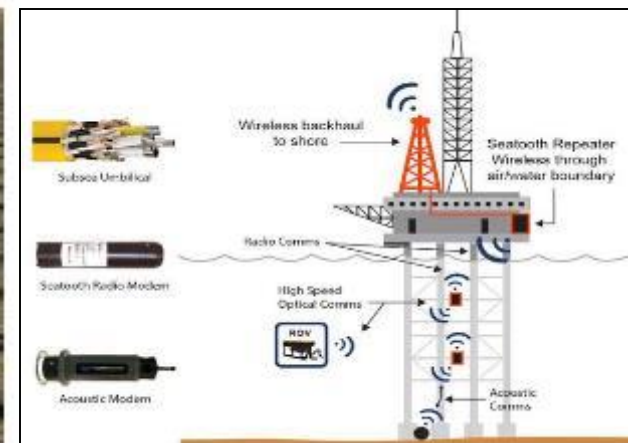
Fonte: [www.industryweek.com](http://www.industryweek.com)

## Alimentos: Equipamentos agrícolas avançados



[www.fortune.com](http://www.fortune.com)

## Extrativo: Petróleo e Gás



[www.energyfuse.com](http://www.energyfuse.com)

# Aplicação da Indústria 4.0 nos transportes

## Veículos autônomos



Fonte: [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)

## Entrega com drones



[www.amazon.com](http://www.amazon.com)

## Navios inteligentes



Fonte: Maritime Reporter & Engineering News



# Aplicação da Indústria 4.0 no lar

## Termostato inteligente NEST



Fonte: [www.nest.com](http://www.nest.com)

## Professores-robôs



[www.ipalrobot.com](http://www.ipalrobot.com)

# Aplicação da Indústria 4.0 na medicina

Cuidados médicos digitalizados



Fonte : [www.technologyadvice.com](http://www.technologyadvice.com)

Órgãos impressos em 3D



[www.ipwatchdog.com](http://www.ipwatchdog.com)

Manipulação genética



[www.id-hub.com](http://www.id-hub.com)

# Aplicação da Indústria 4.0 no cotidiano

## Cafe X



Fonte: [www.homecrux.com](http://www.homecrux.com)

## Amazon Go

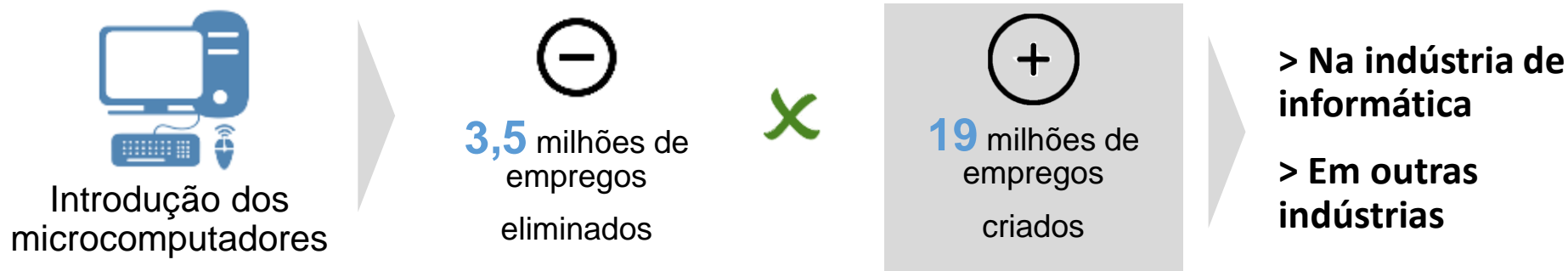


[www.usatoday.com](http://www.usatoday.com)

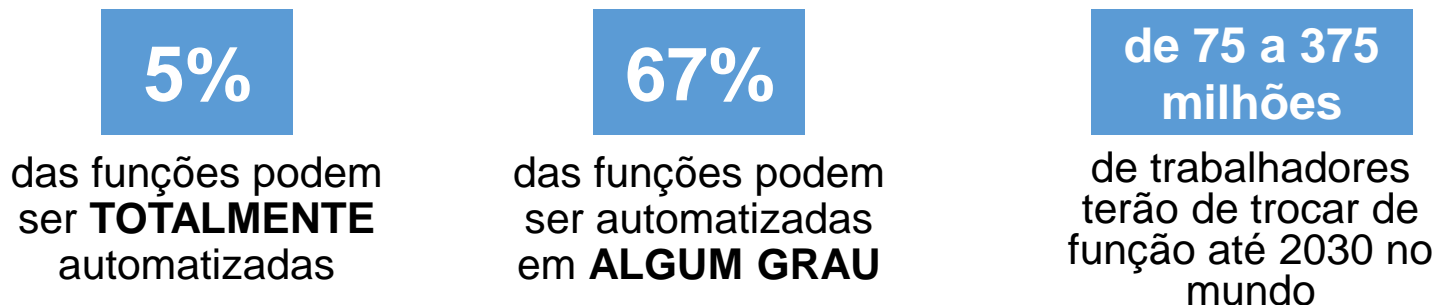
# **Impactos esperados da indústria 4.0: No emprego, na educação e nos negócios**

# Os impactos no emprego

Robôs não chegarão tomando todos os empregos. Nenhuma revolução industrial o fez subitamente



O que existirá, então, é uma adaptação gradual às mudanças e realocação de funções





# Os impactos na educação



Tradicional



Digital

Voltada para o trabalho  
Foco em controle de qualidade  
Rígida  
Proximidade aluno-professor  
Escuta ao professor

Intensiva em conhecimento  
Pensamento crítico  
Colaborativa  
Localização é menos significativa  
Flexibilidade cognitiva

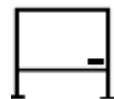
# Os impactos nas competências

Estima-se que **65%** das crianças que estão no ensino primário hoje trabalharão em profissões/ ocupações que ainda não existem



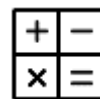
Devemos preparar pessoas para:

- Trabalhar em ocupações que não existem;
- Manipular tecnologias que não foram desenvolvidas;
- Resolver problemas que ainda não existem.



## Formação

Alfabetização  
Habilidades em dados  
Habilidades em ciência  
Habilidades em tecnologia



## Competências

Pensamento crítico  
Criatividade  
Comunicação  
Colaboração



## Qualidades

Curiosidade  
Iniciativa  
Persistência  
Adaptabilidade  
Liderança  
Consciência social e cultural

# “Cliente é o dono da produção”

As máquinas conectadas permitem que produtos personalizados sejam fabricados em escala industrial. Na fábrica da **Maserati, em Modena (Itália)**, essa tecnologia é empregada na produção de um carro que tem nada menos que 70 mil possíveis configurações.



# Redução do Custo Logístico

A conectividade está mudando a relação entre as fábricas e seus fornecedores. Na Bosch, em **Blaichach (Alemanha)**, toda caixa de matéria-prima tem um sensor. Quando chega à fábrica, ela “avisa” isso aos operários. Quando sai, “pede” sozinha a reposição do item. “Não existem pessoas movimentando componentes na planta”.





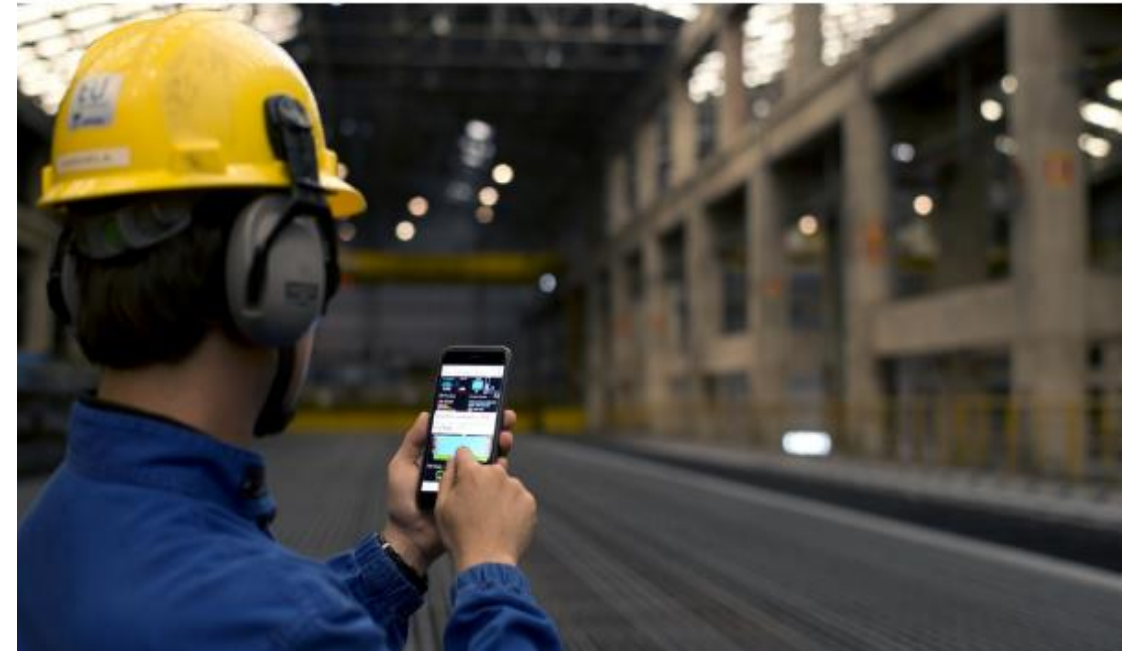
# Produção digitalizada

**PROCESSOS DIGITAIS - Fábrica da Embraer, em São José dos Campos (SP):** diversas etapas da fabricação dos aviões foram digitalizadas. Quando os engenheiros desenham as peças das aeronaves no computador, os operários recebem esses projetos por meio de tablets industriais. Depois, os chefes da fábrica podem acompanhar essa montagem em tempo real.



# Maior disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos

A Gerdau tem o Projeto Usina Digital em parceria com **General Electric (GE)**. Instalação de 30 mil sensores em mil máquinas das suas 11 unidades produtivas no Brasil. Os sensores informarão a temperatura, a velocidade e a vazão de cada máquina, o que permitirá fazer a manutenção preditiva de acordo com a condição real do equipamento. Espera-se evitar panes não previstas.



# Conectividade



**BIG DATA E AUTOMAÇÃO – Fábrica da Siemens, em Amberg (Alemanha): é uma típica indústria digital.**

**As máquinas trabalham de forma conectada, o que provocou um salto de produtividade: em pouco mais de duas décadas, a produção cresceu 8 vezes.** Os dados recolhidos no processo – ou big data industrial – permitem prever panes e evitar paradas nas linhas.



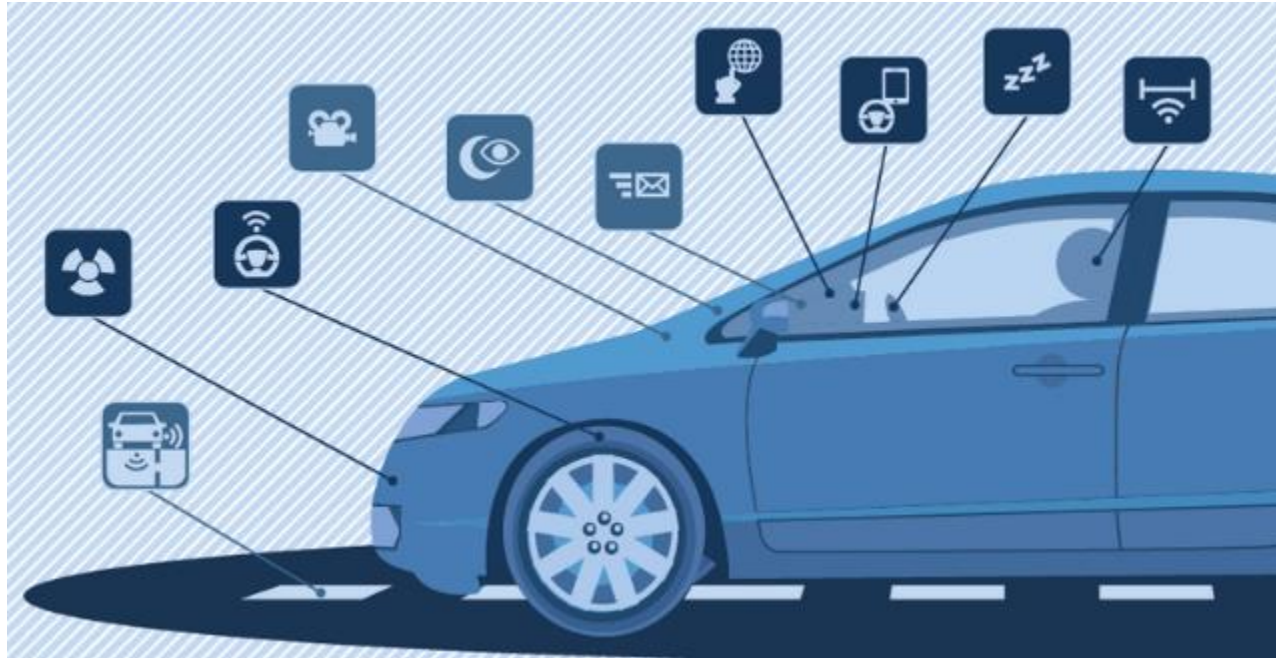
# Blockchain

- Rastreabilidade barata e rápida com o uso do **Blockchain**, evitando, por exemplo, contaminação em massa na área de alimentos.

Parceria



# Integração indústria com serviços



Em automóveis, “o carro agora é um computador sobre rodas, sua parte eletrônica representa cerca de 40% do custo de um carro”.

# Integração indústria com serviços

- **Amazon.com** se dedica ao comércio eletrônico, e para isso, utiliza-se de parcerias com seus fornecedores.
- **Vantagem para os fornecedores:** ampliação da rede de distribuição e do seu alcance, diminuindo os intermediários e alcançando territórios internacionais.
- **Empresa que mais cresceu valor de mercado**

Empresa	2006 Valor (\$B)	2016 Valor (\$B)	2018 Valor (\$B)	06 - '18 % Variação
	\$14.3	\$0.9	\$0.3	-98%
	\$18.1	\$1.7	\$1.2	-94%
NORDSTROM	\$12.4	\$7.7	\$8.9	-28%
	\$24.2	\$7.1	\$11.2	-54%
	\$24.2	\$7.1	\$9.3	-62%
	\$28.4	\$18.5	\$21.4	-25%
	\$51.3	\$31.7	\$40.9	-20%
	\$214.0	\$243.9	\$262.9	23%
	\$17.5	\$474.4	\$726.3	4050%

# Outros impactos esperados

- ❑ **Reorganização das cadeias globais de valor** devido à automatização de processos, ao encurtamento nas cadeias de fornecimento (impressão 3D p.ex.) e à reindustrialização dos países desenvolvidos
- ❑ **Cadeias produtivas totalmente conectadas** e monitoradas em tempo real
- ❑ Combinação de **escalas de produção, flexibilização e customização** de produtos
- ❑ Elevados investimentos em **cibersegurança**
- ❑ **Aumento da concorrência**, uma vez que as barreiras à entrada, à comercialização, e ao aprendizado vão diminuindo



# Principais Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil



# Desafios do Brasil para a Indústria 4.0

1. **Financiamento**
2. **Infraestrutura**
3. **Regulação**
4. **Patentes**
5. **Segurança Jurídica**
6. **Capacitações**
7. **Plataformas**
8. **Fatores Locacionais**
9. **Tributação**

# 1. FINANCIAMENTO

**O Brasil tem uma das taxas de juros mais altas do mundo.**

**O país tem o maior spread do mundo (entre os países comparáveis).**

**Nos investimentos de maior risco, dificuldades com garantias exigidas.**

## **2. INFRAESTRUTURA**

**Falta de infraestrutura tecnológica robusta, a exemplo de banda larga eficiente e acessível em todo o país.**

**Oscilações da energia elétrica derrubam Internet das Coisas.**

**O país ainda não tem uma rede de 5G.**

# 3. REGULAÇÃO

**Risco de que a NR 12 prejudique as interações de robôs com seres humanos.**

**Mais flexibilidade no ambiente de trabalho.**

**Privacidade dos dados.**

**Leis de trânsito com carros autônomos.**



## 4. PATENTES

**O tempo de avaliação de uma patente no Brasil é de 95 meses, enquanto na Índia são 64, no México 36, na China e na Europa 22, e na Rússia 9 meses.**

# 5. SEGURANÇA JURÍDICA

**Nos investimentos de maior risco, problemas com a desconsideração da personalidade jurídica.**

# 6. CAPACITAÇÕES

**Preparar as escolas desde o ensino básico.**

**Adequar cursos de engenharia e de tecnologia da informação.**

**Fortalecer o SENAI.**

# 7. PLATAFORMAS

**As empresas que conseguirem que seu modelo, produto ou tecnologia seja a principal referência do mercado têm o domínio da demanda.**

**Essa é uma disputa que envolve países.**



# Plataformas

As maiores empresas do mundo não são mais exclusivamente fabricantes de produtos, mas provedores de um **ecossistema** em torno de seu nicho de negócio, colocando a marca e a integração com o cliente no centro de seu negócio. Um número crescente de clientes não compra e não possui objetos físicos, mas optam por pagar pela entrega de um serviço subjacente que será acessado através de uma plataforma digital.



Apesar da existência de softwares livres, a Microsoft mantém-se como principal plataforma do setor, com empresas desenvolvedoras externas produzindo produtos e serviços que utilizam seu produto como referência principal.

A Uber não fabrica carros, mas, ao invés disto, oferece serviços de transporte, intermediando a relação entre motoristas e passageiros.



A Apple diferenciou-se de concorrentes como BlackBerry e Nokia ao oferecer aparelhos eletrônicos capazes de se transformar em múltiplas ferramentas através de aplicativos que só funcionavam na mesma plataforma (iPhone, iPad, iPod)

## 8. FATORES LOCACIONAIS

**Cenário é desafiador para países de baixa renda: risco de migração das fabricantes mundiais para economias avançadas caso o acesso a baixos salários deixe de ser fator de competitividade.**

# Fatores locacionais - exemplos

**HOLANDA:** a Philips produz barbeadores elétricos em uma fábrica com 128 robôs e apenas 9 trabalhadores.

Os braços trabalham tão rapidamente que devem ser colocados em gaiolas de vidro para que os supervisores não sejam lesionados. Trabalham três turnos por dia, 365 dias por ano.



**ALEMANHA:** Adidas trouxe de volta sua fábrica de tênis, mas com alta tecnologia.

- Outra unidade está sendo construída em Atlanta (EUA).
- A motivação vai além do custo trabalhista. As pessoas querem sapatos da moda imediatamente. Não estão dispostas a esperar de três meses.
- Na speedfactory, como tem sido chamada, nem todos os trabalhos são automatizados. Há 160 postos de trabalho na produção, enquanto na fábrica da Ásia são mais de mil.



# 9. TRIBUTAÇÃO

**Governos devem se preparar e pensar em como a Política Tributária funcionará com a Indústria 4.0**



# Tributação

As transformações que acontecerão com a 4ª revolução industrial colocam muitas questões:



Como ficarão as contas da **previdência** conforme aumenta a **automatização e robotização**?

Haverá **tributação** sobre os produtos fabricados em **impressoras 3D residenciais**?



Perderemos **oportunidades** em **Internet das Coisas** por conta de **tributos e taxas**? Tecnologias baratas que podem ser tornar economicamente inviáveis no Brasil por conta da tributação.

# O estágio de implementação da indústria 4.0 no Brasil

# FIESP Sondagem sobre Indústria 4.0 (2017)

Amostra: 227 empresas

- 40% tinham *lean manufacturing*.
- 32% nunca ouviram falar em Indústria 4.0.
- 80% reconhecem que a Ind. 4.0 impactará o modelo de negócios.
- 5% se sentem “muito preparadas” para a Indústria 4.0.
- 23% se sentem “nem um pouco preparadas” para a Indústria 4.0.
- 30% já deram início a esse processo e 25% estão planejando.
- 31% já sofreram ataques cibernéticos.

**A maioria das empresas reconhecem a importância da indústria 4.0 mas poucas empresas se sentem bem preparadas para as mudanças.**

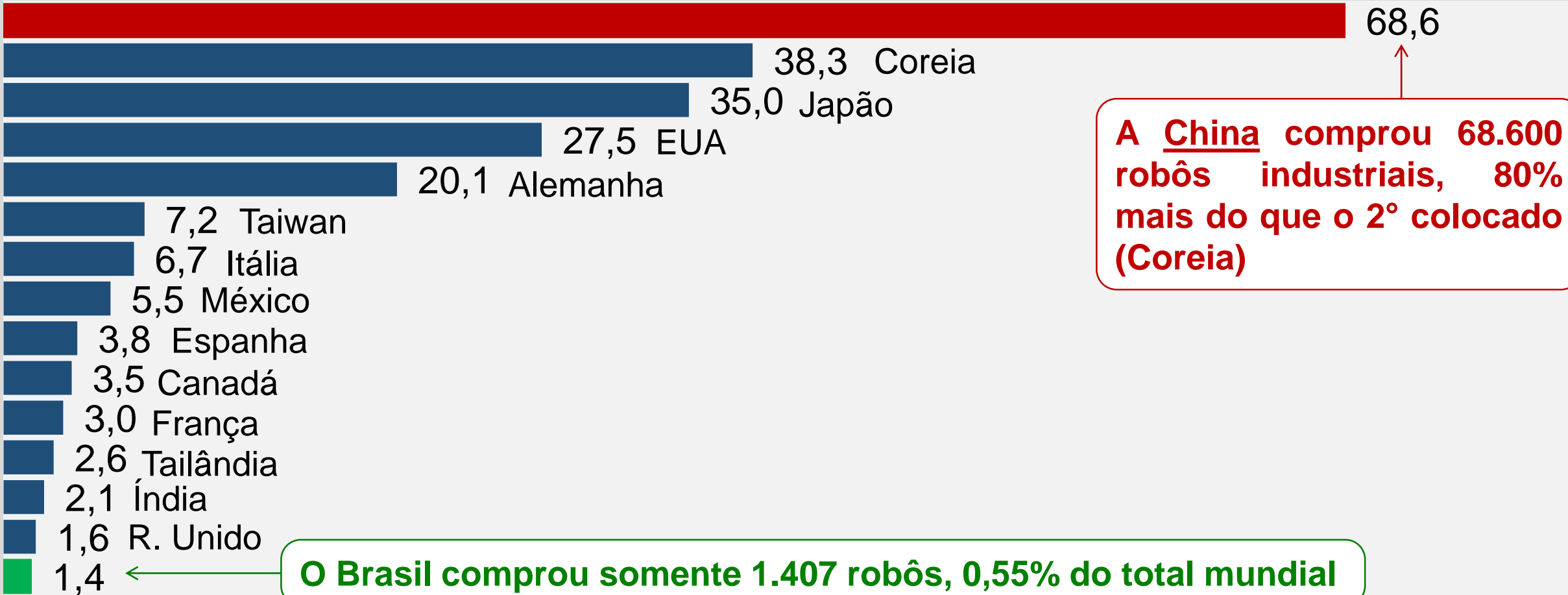
# CNI SONDAGEM ESPECIAL – dez tecnologias digitais (2016)

Amostra: 2.225 empresas

- 58% conhecem a importância das tecnologias digitais para a competitividade.
- 48% utilizam pelo menos uma das tecnologias digitais.
- Quanto maior a intensidade tecnológica da atividade industrial, maior é o uso das tecnologias digitais.
- Porém, **43% não identificaram quais tecnologias, dentre as 10 opções, têm o maior potencial para impulsionar a competitividade.**
- Principais benefícios esperados: reduzir custos operacionais (54% das empresas) e aumentar a produtividade (50%).
- Principais barreiras: custo de implantação (66%) e falta de clareza na definição do retorno sobre o investimento (66%).
- Principais barreiras externas à empresa: justificativas difusas

# Enquanto atravessávamos a pior crise da nossa história, o resto do mundo já caminhava rumo à quarta revolução industrial

## Aquisição de robôs industriais (2015, em milhares)



Fonte: WR Industrial Robots 2016. Elaboração: DECOMTEC/FIESP.



# Apesar disso, há oportunidades para o Brasil

## □ Pontos favoráveis:

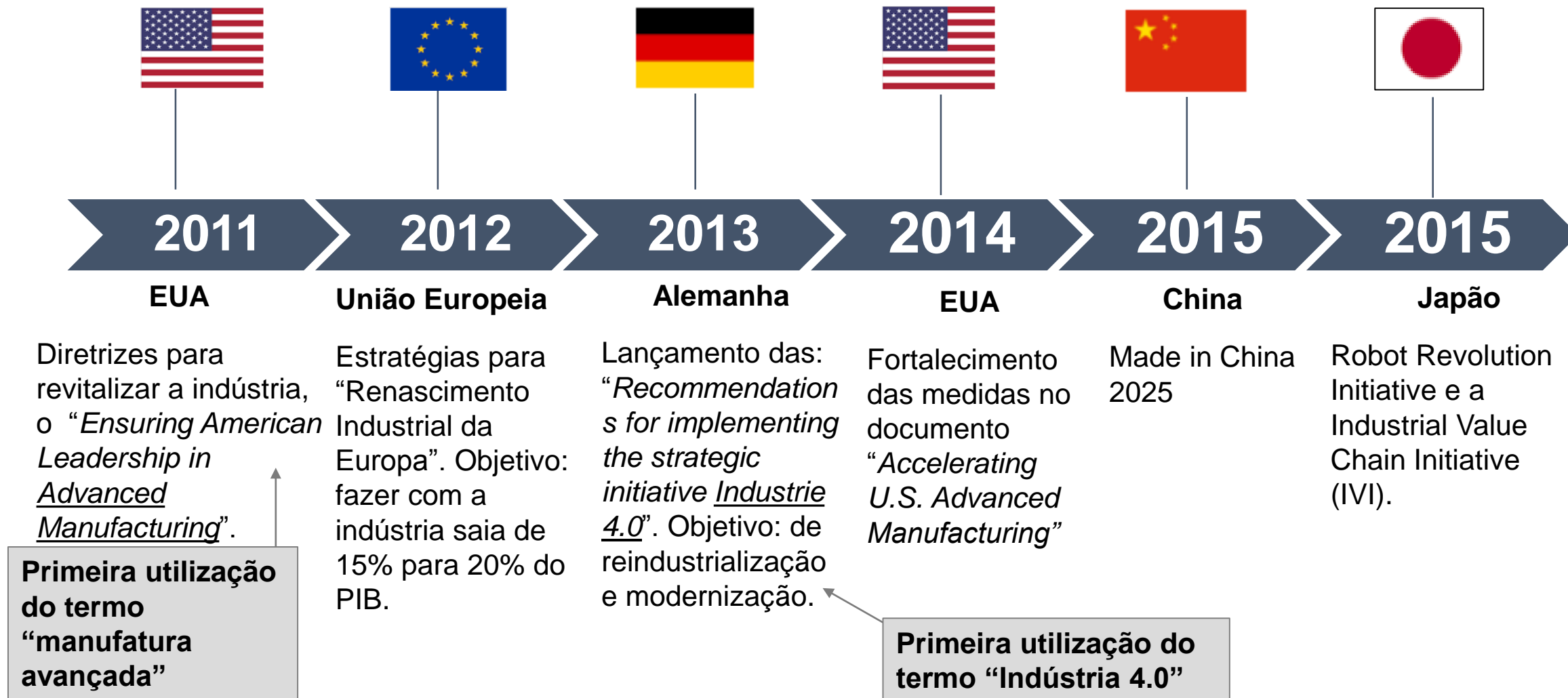
- **70% do investimento privado em P&D** tem origem na indústria de transformação
- Possui uma **indústria diversificada**
- Presença de **unidades fabris de empresas líderes da Indústria 4.0** das principais economias

## □ Oportunidades setoriais:

- Agroindústria
- Aeronáutico
- Plásticos
- Alimentos processados
- Energia
- Petróleo e Gás
- Minerais
- Papel e celulose
- Cosméticos
- Medicamentos
- Equipamentos médico-hospitalares

# Políticas de apoio à indústria 4.0 em outros países

# O objetivo comum a todos os países é ter uma indústria pujante e de alta tecnologia. Esse processo retomou forças a partir de 2011



# Em muitos países, diversas medidas de reindustrialização e apoio à indústria 4.0 continuam importantes

## Reindustrializar



Estados Unidos



França



Reino Unido

## Assegurar competitividade



Alemanha



Japão



Coreia do Sul

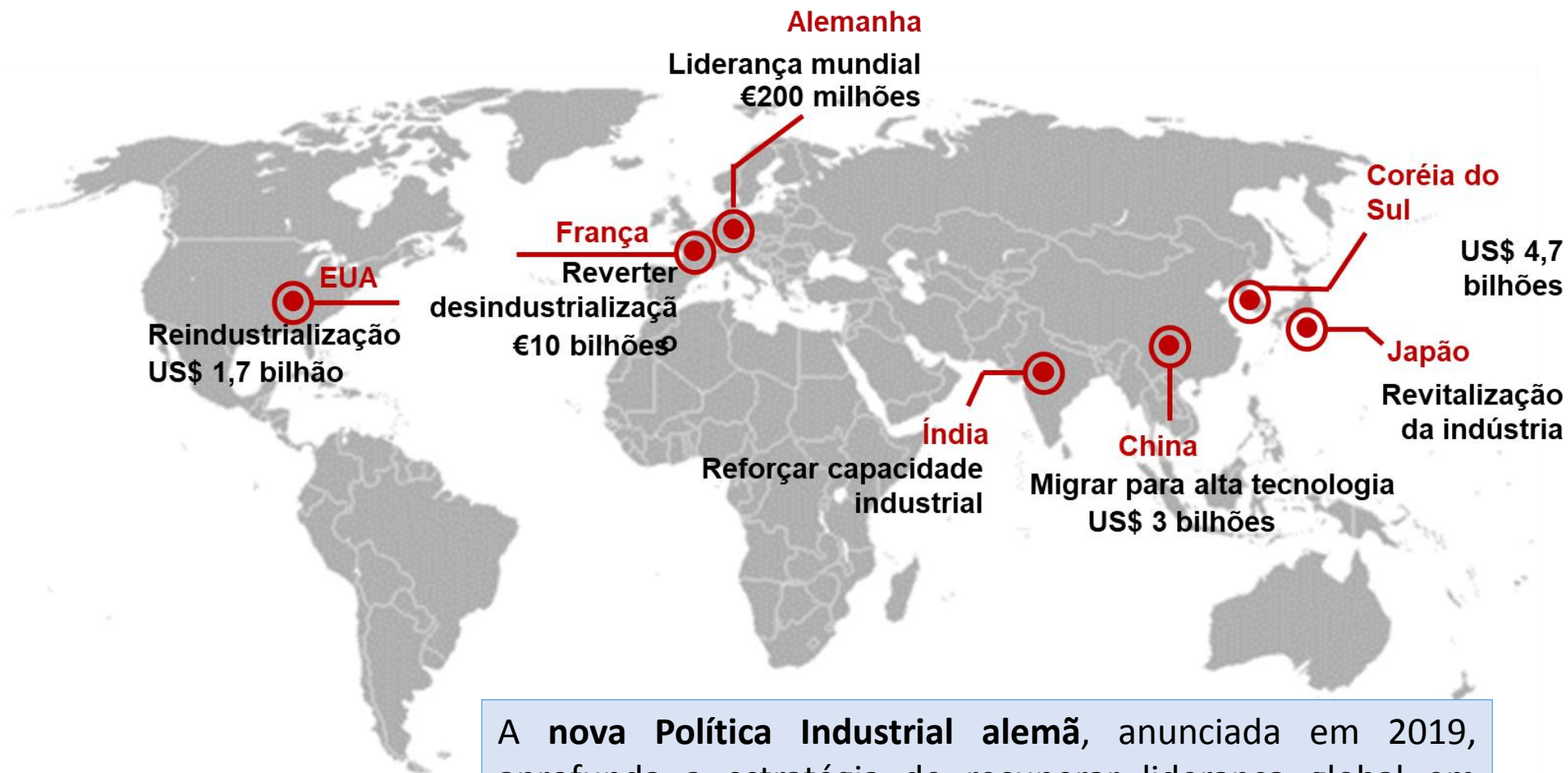
## Meta de desenvolvimento



China



Índia



A nova Política Industrial alemã, anunciada em 2019, aprofunda a estratégia de recuperar liderança global em indústrias de alta tecnologia.

# Iniciativas de apoio à indústria 4.0 no Brasil

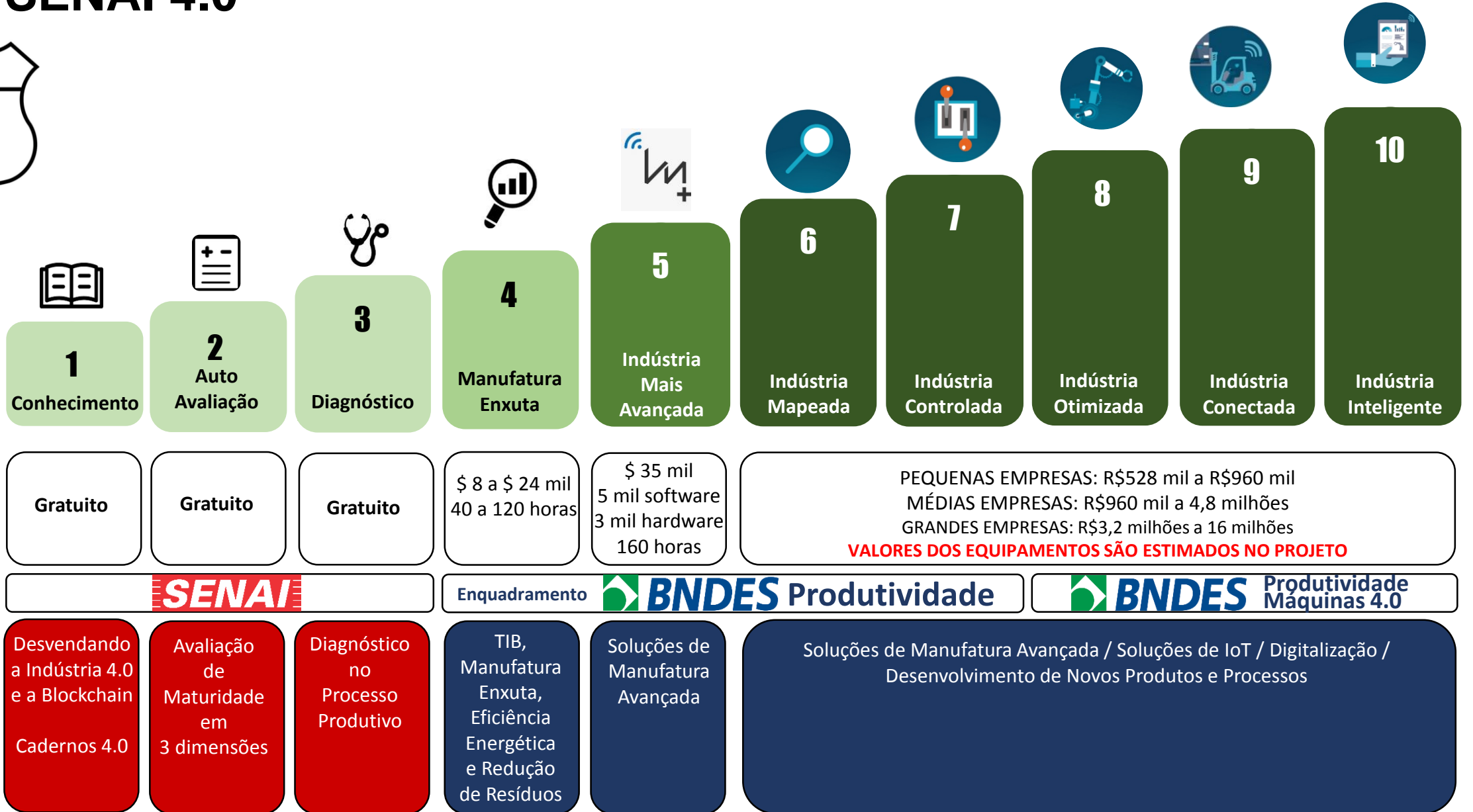


# Câmara Brasileira da Indústria 4.0

- Câmara deverá atualizar e aperfeiçoar a agenda do Governo e formular diretrizes para integração e harmonização das iniciativas existentes.

CONSELHO SUPERIOR						
Presidência: SEPEC (ME) e SE (MCTIC)		Coordenação: SEMPI (MCTIC) e SDIC (ME)				
Integrantes						
	• MCTIC • ME • CNI	• FINEP • CNPq • BNDES	• ABDI • SEBRAE • EMPRAPII			
Atualizar e aperfeiçoar a agenda do Governo e formular diretrizes p/ integração e harmonização das iniciativas.						
GRUPOS DE TRABALHO						
SECRETARIA EXECUTIVA	Coordenação: MCTIC e ME	Função Suporte às instâncias da Câmara.	<b>Desenvolvimento Tecnológico e Inovação</b>  Coordenação: MCTIC • MCTIC • ABINEE • ME • CONFAP • CNI • ANPEI • SENAI • ANPROTEC • FINEP • ABIPTI • BNDES • ABIMAQ • EMBRAPII • ABDI • P&D Brasil	<b>Capital Humano</b>  Coordenação: MCTIC • MCTIC • ME • MEC • CNI / IEL • CAPES • CNPq • SENAI • ANDIFES (Federais) • ABREUM (Estaduais) • CRUB • CONIF	<b>Cadeias Produtivas e desenvolvimento de Fornecedores</b>  Coordenação: ME • MCTIC • ME • CNI / DDI • SENAI • SEBRAE • BNDES • FINEP • ABIMAQ • ABINEE • ABIQUIM • ABIT • ABDI • ANFAVEA	<b>Regulação, Normalização Técnica, Infraestrutura e Investimentos</b>  Coordenação: ME • MCTIC • ME • CNI • ANATEL • BRASSCOM • INMETRO • ABINEE • SinditeleBrasil • SOFTEX • FINEP • ABNT • CNPq • BNDES • ABII • ABIMAQ
			Função Apresentar soluções técnicas aos temas da Agenda indicados pelo Conselho Superior.			

# Rota SENAI 4.0



**SENAI**

Enquadramento

**BNDES** Produtividade

**BNDES** Produtividade Máquinas 4.0

Desvendando a Indústria 4.0 e a Blockchain  
Cadernos 4.0

Avaliação de Maturidade em 3 dimensões

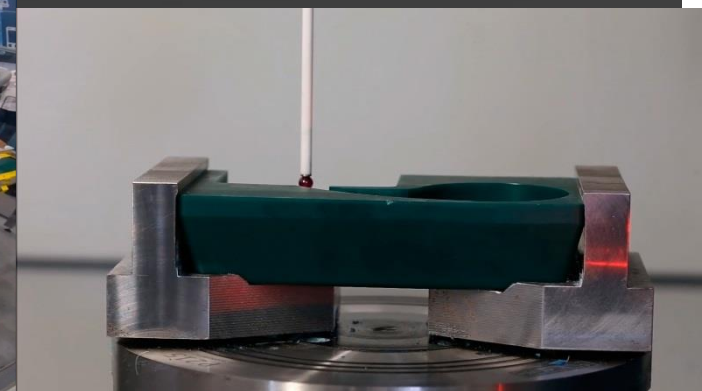
Diagnóstico no Processo Produtivo

TIB, Manufatura Enxuta, Eficiência Energética e Redução de Resíduos

Soluções de Manufatura Avançada

Soluções de Manufatura Avançada / Soluções de IoT / Digitalização / Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos

# Testbed no SENAI São Caetano do Sul



# Propostas de políticas para indústria 4.0 no Brasil



# Governança

- ❑ Definir uma **política única** com metas de longo prazo.
- ❑ **Articulação com os Estados** para que as iniciativas sejam homogêneas no país.
- ❑ **Cultura para Indústria 4.0** → similar ao Programa da Qualidade.

# Setores

- ❑ Considerar nas políticas as diferenças entre **setores ofertantes e demandantes** priorizando aqueles mais preparados.



# Extensão tecnológica

- ❑ **Brasil Mais Produtivo** → expandir, em especial, o *lean manufacturing*.
- ❑ **Consultorias** (do SENAI, p.ex.) → dar mais escala considerando que não há uma solução padrão para todas as empresas.
- ❑ **Projeto Unidades Móveis (Prumo)** (diagnosticar e levantar as correções necessárias; aproximar das unidades demonstradoras).
- ❑ **Testbeds** → implementar mais unidades em parceria com o SENAI.

# Instrumentos de Apoio

- ❑ **Lei do Bem** → que contemple investimentos de Indústria 4.0
  
- ❑ **Compras governamentais**
  - Considerar margens de preferência, exigência de contrapartida e tratamento preferencial para pequenas e médias empresas.
  - Estabelecer uma definição legal para média indústria.
  - Garantir rigoroso monitoramento.
  
- ❑ **BNDES e FINEP**: linhas específicas e taxas diferenciadas.
  
- ❑ **Startups de Indústria 4.0** → definir instrumentos de apoio.

# Instrumentos de Apoio

- ❑ **Bônus tecnológico** → implementar conforme previsto no novo marco legal da inovação (subvenção para pequenas empresas utilizarem infraestrutura e serviços tecnológicos).
- ❑ **Encomenda tecnológica** → implementá-la efetivamente conforme já previsto no Art. 20 da Lei da Inovação priorizando PMEs inovadoras.
- ❑ **Projetos estruturantes entre empresas e instituições.**

# OBRIGADO!

## José Ricardo Roriz Coelho

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA, COMPETITIVIDADE E TECNOLOGIA

+55 (11) 3549-4513

[cdecomtec@fiesp.org.br](mailto:cdecomtec@fiesp.org.br)