



EDIÇÃO 1162 • 30/5/2018 • ANO 52 • Nº 10  
ISSN 0102288-1 R\$ 20,00  
9 770102 288002

EDIÇÃO QUINZENAL

A PRIMEIRA DE UMA SÉRIE

# EDIÇÃO ESPECIAL

# EXAME



## COMO CONSTRUIR O BRASIL 4.0

Países como Alemanha, França e Japão usam internet das coisas, inteligência artificial e realidade aumentada para ser mais competitivos. O Brasil precisa fazer o mesmo — agora — para não ficar de fora da Quarta Revolução Industrial

REPORTAGENS EM MUNIQUE, LEIPZIG, PARIS, TÓQUIO E DUBLIN

APRESENTADO POR SENAI



**MÃO NA MASSA:**

Os Institutos SENAI de Inovação desenvolveram 241 projetos para ajudar empresas a ingressar na indústria 4.0

# PLATAFORMA PARA A INDÚSTRIA 4.0

Por meio de programas e projetos do SENAI, pequenas e médias empresas descobrem que a chamada quarta revolução industrial é acessível e lucrativa

**C**RIAR MÁQUINAS INTELIGENTES, CAPAZES DE SIMULAR O PENSAMENTO HUMANO E TOMAR decisões é uma antiga fantasia da ciência. Essa aparente utopia, no entanto, está mais próxima da realidade do que se imagina. Não se trata de robôs humanoides. Mas sim de sistemas integrados que analisam as variáveis presentes no processo de fabricação e identificam potenciais situações de risco, avisando seus gestores ou realizando intervenções por conta própria. Esse tipo de tecnologia permeia o conceito de indústria 4.0. E, embora pareça complexo, a simplicidade é um dos segredos para aderir ao conceito e ser bem-sucedido. “Não é preciso, nem recomendável, dar grandes saltos. A melhor forma de se inserir na indústria 4.0 é fazendo pequenos projetos”, diz Ailtom Nascimento, vice-presidente executivo da Stefanini, empresa de tecnologia que desenvolve sistemas para a indústria 4.0.

**“A MELHOR  
FORMA DE SE  
INSERIR NA  
INDÚSTRIA 4.0  
É FAZENDO  
PEQUENOS  
PROJETOS”**

AILTOM NASCIMENTO

Considerada a quarta revolução industrial, a indústria 4.0 é um conjunto de sistemas que permite total controle e conhecimento do que acontece no chão de fábrica. Para isso são utilizados desde sensores e robôs, até softwares avançados, cujo objetivo é reunir a maior quantidade de informações possível para, em seguida, fundamentar a tomada de decisões. Entrar nessa quarta revolução industrial representa um grande salto produtivo para as empresas. Estudos da consultoria McKinsey apontam que os ganhos em produtividade podem chegar a 26%. “A indústria 4.0 é um grande desafio e uma oportunidade para o Brasil”, afirma o diretor-geral do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Rafael Lucchesi. “E o SENAI está pronto para ajudar as empresas de todos os portes e setores a



# SUMÁRIO

## ESPECIAL TECNOLOGIA

- 32 **A jornada para o Brasil digital** Um estudo inédito sobre a indústria 4.0 mostra que o país ainda engatinha na próxima onda tecnológica
- 46 **Falta ambição ao Brasil** Responsável pelo principal indicador da evolução digital dos países, o indiano Soumitra Dutta defende uma agenda nacional
- 52 **Juntos pela inovação** O Brasil gasta em inovações, mas atende pouco às demandas das empresas. Parcerias entre o governo e a iniciativa privada são chave
- 56 **Uma visão do mundo 4.0** O uso combinado de inteligência artificial, realidade mista, internet das coisas e outras tecnologias está promovendo uma mudança nos negócios no mundo todo
- 68 **Por uma década de ouro** Para Joe Kaeser, presidente mundial da Siemens, o Brasil é um ótimo lugar para investir
- 74 **O jogo mudou** Com robôs que permitem a personalização de produtos, as fábricas, aos poucos, voltam ao Ocidente
- 82 **Uma ilha na vanguarda** A Irlanda investiu em educação e passou a incentivar as pequenas e médias empresas a criar produtos inovadores
- 88 **A era das novas habilidades** As tecnologias disruptivas exigem de trabalhadores do mundo todo competências inusitadas. É mudar ou se tornar obsoleto

PATROCÍNIO



Iniciativa da CNI - Confederação Nacional da Indústria



Automação na Alemanha: produção local em vez de importação da Ásia

32



OPERAÇÃO

Escritório do Google em Dublin: mão de obra qualificada atrai multinacionais

74



Suite Pine Mountain

### O Castelo Saint Andrews,

- o único hotel "Exclusive House" do Brasil na encantadora cidade de Gramado-RS:
- Espetacular vista para o Vale do Quilombo
  - Jardins maravilhosos • Suítes luxuosas
    - Serviço de mordomia
  - Renomado Restaurante Primrose
  - Adega gourmet • Carta de vinhos premiada
    - Cigar lounge • Academia
    - Piscina Aquecida • Sauna • Spa
  - Área para eventos sociais e corporativos

CONFIRA AS NOVIDADES DO MÊS DE JUNHO:

### Love is in the Air & Outono e Inverno Romântico (durante todo o mês de junho)

O Castelo abrirá as portas para o romantismo, com uma programação encantadora e condição imperdível: até o dia 21 de junho, na compra de 7 diárias, 2 são grátis. Aproveite!

### Candle light dinner "la Vie en Rose"

(12 de junho - Dia dos Namorados)

Vivencie momentos surpreendentes e inesquecíveis, que preparamos para celebrar essa data.

### CONSULTE AS PRÓXIMAS PROGRAMAÇÕES

- FESTIVAL DOS OCEANOS (08 a 10 de junho)
- FESTIVAL DE VINHOS NATURAIS GAÚCHOS COM A VINÍCOLA ATELIER TORMENTAS (22 a 24 de junho)
- FESTIVAL CHAMPAGNE BILLECART SALMON E SELEÇÃO DE SUFLÊ (13 a 15 de julho)



### RESERVAS E INFORMAÇÕES

(54) 3295-7700 • (54) 99957-4220

saintandrews.com.br

### BRASIL

- 96 **Política** O debate eleitoral entra em campo. Na área da economia, há alguma convergência — e muita discrepância — de visões de mundo
- 102 **Agronegócio** A Embrapa enfrenta um orçamento apertado, disputas internas e mudança em sua estrutura

### NEGÓCIOS

- 108 **Varejo** Em sete anos, a receita da rede de atacarejo Assaí passou de 3 bilhões para 20 bilhões de reais

### PME

- 112 **Estratégia** A gráfica Printi chegou a 100 milhões de reais de faturamento imprimindo de uma única caneca a milhares de cartões

### GESTÃO

- 114 **Recursos humanos** Representantes da geração Z começam a chegar às empresas — e pesquisas mostram que eles refletem uma imagem ampliada das ambições da geração anterior

### NEGÓCIOS GLOBAIS

- 120 **Argentina** A crise cambial e o pedido de socorro ao FMI colocam mais pressão no presidente do país em sua tentativa de estabilizar a economia

### FINANÇAS

- 132 **Entrevista** Jenny Johnson, presidente de uma das maiores gestoras de recursos do mundo, diz por que o mercado deve mudar

### IDEIAS

- 138 **Livro** Trecho da obra do economista indiano Pankaj Ghemawat trata dos desafios que as empresas enfrentam ante a crise da globalização

### SEÇÕES

Carta de EXAME	12
Cartas & E-mails	16
Primeiro Lugar	18
Dados e Ideias	26
Vida Real <b>J.R. Guzzo</b>	106
Como Fazer	118
Visão Global	130
Seu Dinheiro	135
Sete Perguntas	142

REVISTA QUINZENA | ANO 52 | Nº 10 | EDIÇÃO 1162  
30 DE MAIO DE 2018

CAPA: ILUSTRAÇÃO DENIS FREITAS

# COMO CONTATAR EXAME

## ASSINATURAS

### Para assinar

Site: [www.assineabril.com](http://www.assineabril.com)

Grande São Paulo: (11) 3347-2145

Demais localidades: 0800-7752145

De 2ª a 6ª, das 8 às 22 horas.

Vendas corporativas, projetos especiais e vendas em lote

E-mail: [assinaturacorporativa@abril.com.br](mailto:assinaturacorporativa@abril.com.br)

Grande São Paulo: (11) 3990-2120

De 2ª a 6ª, das 9 às 18 horas.

### Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC)

Para consultar os dados de sua assinatura, comunicar alteração de endereço e tirar dúvidas sobre entrega ou pagamento, renovação e outros serviços, acesse: [www.abrilsac.com.br](http://www.abrilsac.com.br). É o site de serviços completo para você resolver online tudo sobre suas assinaturas. Fácil de navegar e útil a qualquer hora.

Grande São Paulo: (11) 5087-2112

Demais localidades: 0800-7752121

De 2ª a 6ª, das 8 às 22 horas.

Fax (11) 5087-2100

E-mail: [abril.sac@abril.com.br](mailto:abril.sac@abril.com.br)

## LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

Para adquirir os direitos de reprodução de textos e imagens de EXAME, acesse [www.abrilstock.com.br](http://www.abrilstock.com.br)

## EDIÇÕES ANTERIORES

Venda exclusiva em bancas pelo preço da última edição mais despesa de remessa. Solicite a seu jornaleiro.

## RELEASES

E-mail: [releases.exame@abril.com.br](mailto:releases.exame@abril.com.br)

## CORRESPONDÊNCIA

Comentários sobre o conteúdo editorial de EXAME, sugestões e críticas:

E-mail: [redacao.exame@abril.com.br](mailto:redacao.exame@abril.com.br)

Fax (11) 3037-2027, Caixa Postal 11079, CEP 05422-970, São Paulo, SP

Cartas e mensagens devem trazer nome completo, endereço e telefone do autor. Por razões de espaço ou clareza, elas poderão ser publicadas de forma reduzida.

## PRÉVIA EXAME

Receba por e-mail os destaques da próxima edição. Cadastre-se em nosso site: [www.exame.com.br](http://www.exame.com.br)

Anuncie em EXAME e fale com o público leitor mais qualificado do Brasil:

E-mail: [publicidade.exame@abril.com.br](mailto:publicidade.exame@abril.com.br)

Tel. (11) 3037-5922 - São Paulo

Tel. (21) 2546-8100 - Rio de Janeiro

Tel. (11) 3037-5759 - Outras praças

Tel. (11) 3037-5679 - Internacional

[www.abril.com.br/trabalheconosco](http://www.abril.com.br/trabalheconosco)



VICTOR CIVITA  
(1907-1990)

ROBERTO CIVITA  
(1936-2013)

Conselho Editorial: Victor Civita Neto (Presidente), Thomaz Souto Corrêa (Vice-Presidente), Alessandra Zapparoli e Giancarlo Civita

Presidente do Grupo Abril: Giancarlo Civita

Diretora Editorial e Publisher: Alessandra Zapparoli

Diretor de Operações: Fábio Petrossi Gallo

Diretor de Assinaturas: Ricardo Perez

Diretora de Mercado: Isabel Amorim

Diretora de Marketing: Andrea Abelleira

Diretor de Redação: André Lahóz Mendonça de Barros

# EXAME

Redator-Chefe: José Roberto Caetano

Editores Executivos: Cristiane Mano, Eduardo Salgado, Giuliana Napolitano, Lucas Amorim Editores: Ernesto Yoshida, Fabiane Stefano, Filipe Serrano Repórteres: Aline Scherer, Denyse Godoy, Flávia Furlan, Leo Branco, Leticia Toledo, Marina Filipe, Naiara Bertão, Raphael Martins, Renata Vieira, Thiago Lavado EXAME Hoje: Rafael Kato (editor) Núcleo de Revisão: Ivana Traversim (chefe), Gilberto Nunes, Maurício José de Oliveira, Vânia Baptista Valente

Diretora de Arte: Roseli de Almeida

Editora de Arte: Carolina Gehlen Editora: Carmen Fukunari Designers: Camila Santiago Santos, Maria Teresa Caeiro, Marília dos Santos Reis Fotografia: Germano Lüders (editor), Iara Brezguello (coordenadora), Fabiana Nogueira, Gabriel Correa (pesquisadores) CTI: Leandro Almario Fonseca (chefe), Carlos Pedretti, Eduardo Frazão, Julio Gomes

Site EXAME

Redator-Chefe: Maurício Grego Editora: Talita Abrantes Editores Assistentes: Anderson Figo, Camila Pati, Diogo Max, Guilherme Dearo, João Pedro Caleiro, Ligia Tuon, Lucas Agrela Repórteres: Daniela Barbosa, Gabriela Ruic, Júlia Lewgoy, Karim Salomão, Karla Mamona, Luísa Granato, Luiza Calegari, Mariana Desidério, Mariana Fonseca, Marília Almeida, Valéria Bretas, Vanessa Barbosa Infografista: Rodrigo Sanches

[www.exame.com.br](http://www.exame.com.br)

**PUBLICIDADE** Cristiano Persona (Financeiro, Mobilidade, Imobiliário e Serviços Empresariais), Daniela Serafim (Tecnologia, Telecom, Saúde, Educação, Agro e Serviços), Júlio Tortorello (Beleza, Higiene, Varejo, Indústria, Pet, Mídia e Cultura), Renata Miolli (Alimentos, Bebidas e Turismo), Rafael Ferreira (Moda, Decoração e Construção), William Hagopian (Regionais), André Beck (Colaboração em Direção de Publicidade - Rio de Janeiro) e George Fauci (Colaboração em Direção de Publicidade - Brasília) **ASSINATURAS E VAREJO** Daniela Vada (Atendimento e Operações), Ícaro Freitas (Varejo), Juliana Fidalgo (Gobox), Luci Silva (Relacionamento e Gestão Comercial), Patrícia Frangiosi (Comunicação), Rodrigo Chinaglia (Produtos) e Wilson Paschoal (Canais de Vendas) **ABRIL BRANDED CONTENT** Alessandra Zapparoli **MARKETING DE MARCAS** Carolina Fioretti (Eventos), Cinthia Obrecht (Estilo de Vida e Femininas) e Thais Rocha (Veja e Vejinhas) **ESTRATÉGIA DIGITAL** Edson Ferrão **MERCADO/BI** Rafael Gajardo **SEO** Isabela Sperandio **PARCERIAS E TENDÊNCIAS** Airtton Lopes **PRODUTO** Leandro Castro e Pedro Moreno **MARKETING CORPORATIVO** Maurício Panfilo (Pesquisa de Mercado), Diego Macedo (Abril Big Data) e Glória Porteiro (Licenças) **VIDEO** André Vaisman (Colaboração em Direção de Vídeo), Alexandre de Oliveira (Projetos Internos), Rudah Poran (Projetos Externos e Longas), Silvío Navarro (Veja) e Marie Mourad (Produção Executiva e Orçamentos) **PROJETOS ESPECIAIS** Sérgio Ruiz **DEDOC E ABRILPRESS** Adriana Kazan **PLANEJAMENTO, CONTROLE E OPERAÇÕES** Adriana Fávila e Emilene Pires **RECURSOS HUMANOS** Ana Kohl (Remuneração e Benefícios), Karina Victório (Desenvolvimento Organizacional) e Patrícia Araujo (Consultoria Interna de RH) **RELAÇÕES CORPORATIVAS** Douglas Cantu.

**REDAÇÃO E CORRESPONDÊNCIA:** Av. das Nações Unidas, 7221, 18º andar, Pinheiros, São Paulo, SP, CEP 05425-902, tel. (11) 3037-2000 **Publicidade São Paulo e informações sobre os representantes de publicidade no Brasil e no exterior:** [www.publiabril.com.br](http://www.publiabril.com.br)

**EXAME 1.162** (ISSN 0102-2881), ano 52, nº 10, é uma publicação quinzenal da Editora Abril. **Edições anteriores:** venda exclusiva em bancas pelo preço da última edição. Solicite a seu jornaleiro. Distribuída em todo o país pela Dinap S.A. Distribuidora Nacional de Publicações, São Paulo. **EXAME** não admite publicidade redacional.

**LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO:** Para adquirir os direitos de reprodução de textos e imagens de EXAME, acesse: [www.abrilstock.com.br](http://www.abrilstock.com.br)

Serviço ao Assinante: Grande São Paulo: (11) 5087-2112 Demais localidades: 0800-775-2112 [www.abrilsac.com.br](http://www.abrilsac.com.br)

Para assinar: Grande São Paulo: (11) 3347-2145 Demais localidades: 0800-775-2145 [www.assineabril.com.br](http://www.assineabril.com.br)

**IMPRESSA NA ABRIL GRÁFICA:** Av. Otaviano Alves de Lima, 4400, CEP 02909-900, Freguesia do Ô, São Paulo, SP



Presidente da AbrilPar e do Grupo Abril: Giancarlo Civita

Diretora da CASACOR: Lívia Pedreira

Diretor-Superintendente da Gráfica: Eduardo Costa

Diretor da Total Express: Ariel Herszenhorn

Diretor da Total Publicações: Osmar Lara

Diretor de Finanças e Administração: Marcelo Bonini

Diretora Jurídica: Mariana Macia

Diretora de Recursos Humanos: Renata Marques Valente

Diretor de Tecnologia: Ricardo Schultz

[www.grupoabril.com.br](http://www.grupoabril.com.br)

# CARTA DE EXAME



O futuro em discussão: líderes empresariais se mobilizam para levar as companhias brasileiras ao estágio 4.0

## Uma agenda para a inovação

Países que estão na rabeira do desenvolvimento deveriam se esforçar muito para tentar tirar o atraso em que se encontram. Idealmente, deveriam ser os mais obstinados na batalha para superar suas insuficiências e se aproximar dos mais adiantados. Educação, investimento em tecnologia e estímulo à inovação são campos correlatos e complementares em que isso deveria ocorrer. No caso do Brasil, infelizmente não dá para dizer que o país, até agora, esteja se empenhando como deveria em nenhuma dessas frentes. Ao contrário, vamos assistindo a distância aumentar em relação à fronteira do conhecimento.

O que fazer para começar a reverter esse quadro? Uma proposta desenhada no setor privado pode dar um impulso importante nesse sentido. A Confederação Nacional da Indústria encomendou um amplo diagnóstico do status das empresas manufatureiras no país, complementado com propostas para que elas possam evoluir com a digitalização nos próximos anos. O trabalho resultante, batizado de *Indústria 2027 — Riscos e Oportunidades do Brasil Diante de Inovações Disruptivas*, foi apresentado em primeira mão num evento realizado por EXAME no dia 18 de maio em São Paulo. O estudo e as discussões no palco — em que estiveram presentes empresários, autoridades e acadêmicos — mostraram que, se apenas 2% da indústria brasileira está alinhada com a revolução 4.0, a das máquinas inteligentes e conectadas, há, porém, oportunidade e disposição para elevar

o padrão da maioria num prazo razoável. É claro que nem tudo dependerá das empresas — os rumos da política e da economia podem ajudar ou atrapalhar muito essa rota.

Nas páginas desta edição especial são reunidas as principais informações do estudo e muitas ideias para o Brasil dar um salto incorporando tecnologias que vão da robótica ao big data. Uma parte das soluções pode vir do aprendizado com quem já está na ponta. E, por isso, EXAME escalou jornalistas para verificar o que está acontecendo em outros países. O editor Rafael Kato visitou empresas e ouviu especialistas em cidades alemãs como Leipzig e Munique, e em Paris, na França. O repórter Leo Branco foi ver como a logística está mudando em Tóquio. E o editor Filipe Serrano percorreu a Irlanda, conferindo por que o país se tornou a economia que mais cresce na Europa e por que suas pequenas e médias empresas se tornaram as mais inovadoras de acordo com um ranking da União Europeia.

Os indicadores de países como Japão e Alemanha denotam que, mesmo sendo líderes — ou justamente por isso —, eles não esmorecem e estão entre os que mais investem em inovação, com metas para manter a dianteira. A história da Irlanda mostra que mesmo um país que permaneceu durante muito tempo atrás pode dar uma arrancada e romper com o atraso.

As lições estão aí. Um plano de ação, agora, também há. É hora de o Brasil ambicionar um futuro melhor.

# DADOS & IDEIAS

FLÁVIA FURLAN | flavia.nunes@abril.com.br  
NAIARA BERTÃO | naiara.ber tao@abril.com.br

## NEGÓCIOS

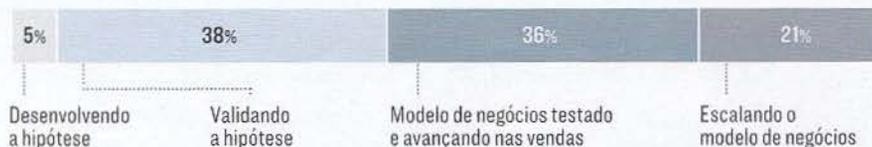
### As startups amadurecem

O ecossistema de empreendedorismo inovador está amadurecendo rapidamente no Brasil. Essa é uma das principais conclusões da primeira edição do Censo de Startup, compilado pela plataforma de conteúdo para empreendedores StartSe. Foram ouvidos 2.900 fundadores de empresas de tecnologia, investidores e outros agentes do mercado de startups no Brasil. “Ainda há pouca gente com negócios sólidos, já lucrativos, mas esse número tem aumentado rapidamente”, diz Pedro Englert, presidente da StartSe. Levando em consideração que 70% das 779 startups analisadas na pesquisa foram fundadas em 2016 e 2017, a média de idade dessas empresas é de dois anos e cinco meses. Mesmo assim, o país já tem muitos casos de empresas escalando seus ne-

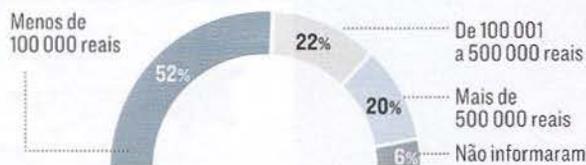
gócios e recebendo investimentos grandes. O número de startups que já provaram seu modelo de negócios ou ampliaram as vendas soma mais da metade, um indicador importante de como esse mercado está evoluindo. Outros 43% ainda estão na fase de idealização do produto ou fazendo os testes de validação do modelo de negócios. Além disso, um quinto das empresas já recebeu mais de 500.000 reais em investimentos e metade se diz pronta para operar em outros mercados. As startups que se encontram em estágios mais avançados de desenvolvimento tendem a receber mais investimentos. A maturidade também pode ser explicada pela senioridade dos executivos. Ao contrário do que se espera, os fundadores não são tão jovens — a média de idade é de 34 anos.

#### O CENSO DAS NOVATAS

A maioria das startups já provou que seu modelo de negócios dá certo e começa a escalar as vendas (em % de startups por estágio de maturidade)



Das empresas pesquisadas, um quinto já recebeu pelo menos 500.000 reais em investimentos (em % de startups por valor de investimento recebido até agora)



**92%**  
das startups têm como principal fonte de recursos o capital próprio dos sócios



Google Campus: espaços compartilhados de trabalho ajudam a promover o crescimento das startups



Grande parte do dinheiro ainda está sendo usada para financiar o crescimento. Poucas startups já conseguiram ter lucro (em %)



#### Perfil das equipes

**34**  
anos é a idade média dos fundadores

**65%**  
das startups brasileiras foram fundadas por homens



#### PERFIL DE NEGÓCIOS<sup>(1)</sup>

Os produtos e serviços oferecidos pelas startups brasileiras estão alinhados com o interesse dos investidores

##### PERFIL DAS STARTUPS

##### APOSTA DOS INVESTIDORES

##### SETORES (por ranking)

##### COM MAIS EMPRESAS

- 1º Tecnologia da informação
- 2º Comércio
- 3º Educação

##### MAIS INTERESSANTES

- 1º Tecnologia da informação
- 2º Educação
- 3º Financeiro

##### MODELOS DE NEGÓCIOS (em %)

##### MAIS POPULARES

Assinatura digital	17%
Serviços de consultoria	14%
Marketplace	14%

##### DESPERTAM MAIS INTERESSE

Softwares de serviços	15%
Assinatura digital	15%
Aplicativos para celular	13%

##### PÚBLICO-ALVO

##### PREDOMINANTES

Empresas (B2B)	34%
Consumidor final (B2C)	24%
Consumidor final e empresas (B2B2C)	22%

##### MAIS VISADOS PELOS INVESTIDORES

Outras empresas (B2B)	33%
Outros consumidores finais (B2C)	21%
Outros consumidores finais e empresas (B2B2C)	21%

(1) Foram ouvidos 550 investidores e interessados em investir, 779 startups, 331 empresas e 658 mentores de empreendedores, entre outros. A captação das informações ocorreu entre os meses de julho e dezembro de 2017. A validação e a análise das mais de 2 900 respostas foram feitas pelos pesquisadores André Cherubini Alves, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e Nathália Pufal, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fonte: StartSe



RENATA MELLO/REUTERS

Funcionários públicos: a crise afetou menos o rendimento dos servidores com ensino superior

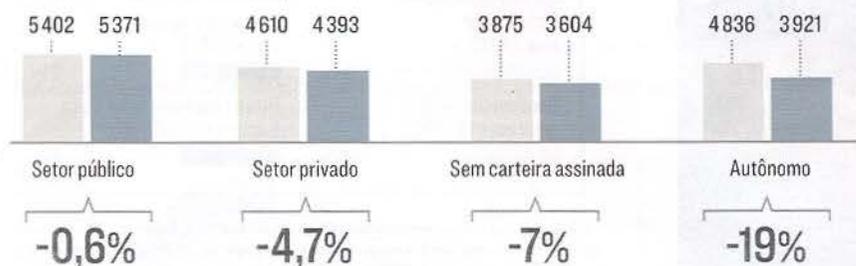
**SALÁRIOS**

**QUEM ESTÁ NO SERVIÇO PÚBLICO SOFRE MENOS**

O Brasil se recupera lentamente de uma forte crise, quando muitas pessoas ficaram sem reajustes no salário e milhões perderam o emprego. O resultado foi que o rendimento médio dos trabalhadores no país caiu bastante desde que a economia começou a degingolar. A situação, no entanto, foi bem menos dramática para os servidores públicos. Um estudo da consultoria iDados, focada em capital humano, mostra que o rendimento médio desses trabalhadores teve uma queda de 0,6% nos últimos cinco anos, já descontada a inflação. No caso do trabalhador da

iniciativa privada, a redução foi de 4,7%. Dessa forma, os trabalhadores do setor privado chegaram a 2017 com um rendimento médio que era 18% inferior ao daqueles que estavam no setor público. Pior, no entanto, foi a situação das classes menos protegidas: os informais tiveram queda do rendimento médio de 7%, e os que trabalham com registro por conta própria, de 19%. “O setor público é mais rígido: precisa abrir concursos ou contratar por salários mais baixos para registrar uma queda dos rendimentos”, diz Thaís Barcellos, pesquisadora do iDados.

Rendimento médio do trabalhador (em reais) ■ 2012 ■ 2017 □ Variação



Fonte: iDados

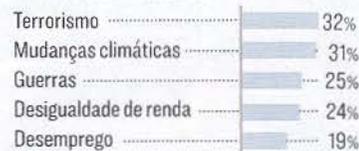
**SEGURANÇA**

**JOVENS ASSUSTADOS**

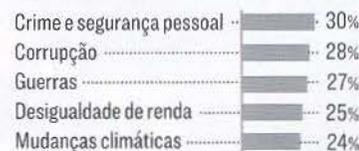
A violência é a maior preocupação dos jovens da chamada geração do milênio, nascida entre 1983 e 1994, segundo um estudo da Deloitte com 10 455 jovens de 36 países, sendo 307 deles do Brasil. Há, porém, uma diferença entre os jovens dos países desenvolvidos e os que moram em emergentes. Enquanto o primeiro grupo teme mais a violência causada por atos de terrorismo, o segundo enfatiza a preocupação com crimes e segurança pessoal. Entre os temas em comum nos dois grupos ainda estão o desemprego, as mudanças climáticas e a desigualdade de renda. Os jovens dos países desenvolvidos temem também guerras e os dos emergentes estão bastante preocupados com a corrupção.

Preocupações dos jovens da geração do milênio (em % de entrevistados)

**PAÍSES DESENVOLVIDOS**



**PAÍSES EMERGENTES**



Fonte: Deloitte Millennial Survey 2018



EROND SANTOS/FOLHAPRESS

Periferia no Brasil: temor da violência

EXAME



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA

APRESENTAM

INOVAÇÃO

# A INDÚSTRIA DO FUTURO



MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL  
PELA INOVAÇÃO

UM EVENTO



EXAME

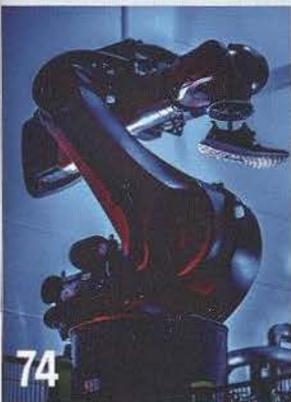
EXAMINANDO  
O BRASIL



56

JASON ALDEN/GETTY IMAGES

# É HORA DO SALTO NA TECNOLOGIA



74

DIVULGAÇÃO



46

DIVULGAÇÃO

O CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0 COMEÇOU A SE POPULARIZAR EM 2013, quando apareceu num documento com recomendações para a indústria alemã. Em síntese, a Quarta Revolução Industrial compreende a adição de inteligência às máquinas e processos para tornar as fábricas mais eficientes. São tecnologias digitais, como internet das coisas, inteligência artificial, big data, realidade aumentada e outras. Na Alemanha, um levantamento de 2016 mostra que mais de 40% das fábricas já adotaram tecnologias e processos alinhados com os padrões da indústria 4.0. No Brasil, segundo um estudo da Confederação Nacional da Indústria, estamos engatinhando: apenas 2% das fábricas estão prontas para o novo salto tecnológico. Pior: 76% das empresas se encontram ainda nos estágios 1 e 2 de adoção de tecnologias — nem sequer chegaram à indústria 3.0. Mas, conforme esta edição especial de EXAME mostra nas páginas seguintes, o momento oferece ao Brasil a oportunidade de acelerar a adoção de tecnologia. Nos próximos anos, conseguir assimilar as formas de produção e serviços 4.0 será fundamental para a competitividade das empresas brasileiras — e para o futuro do país.



88

LEO DRUMOND / NITRO

32 O caminho a percorrer pelo Brasil até 2027

46 Por que vamos mal em rankings de inovação

52 Uma parceria que está dando resultados

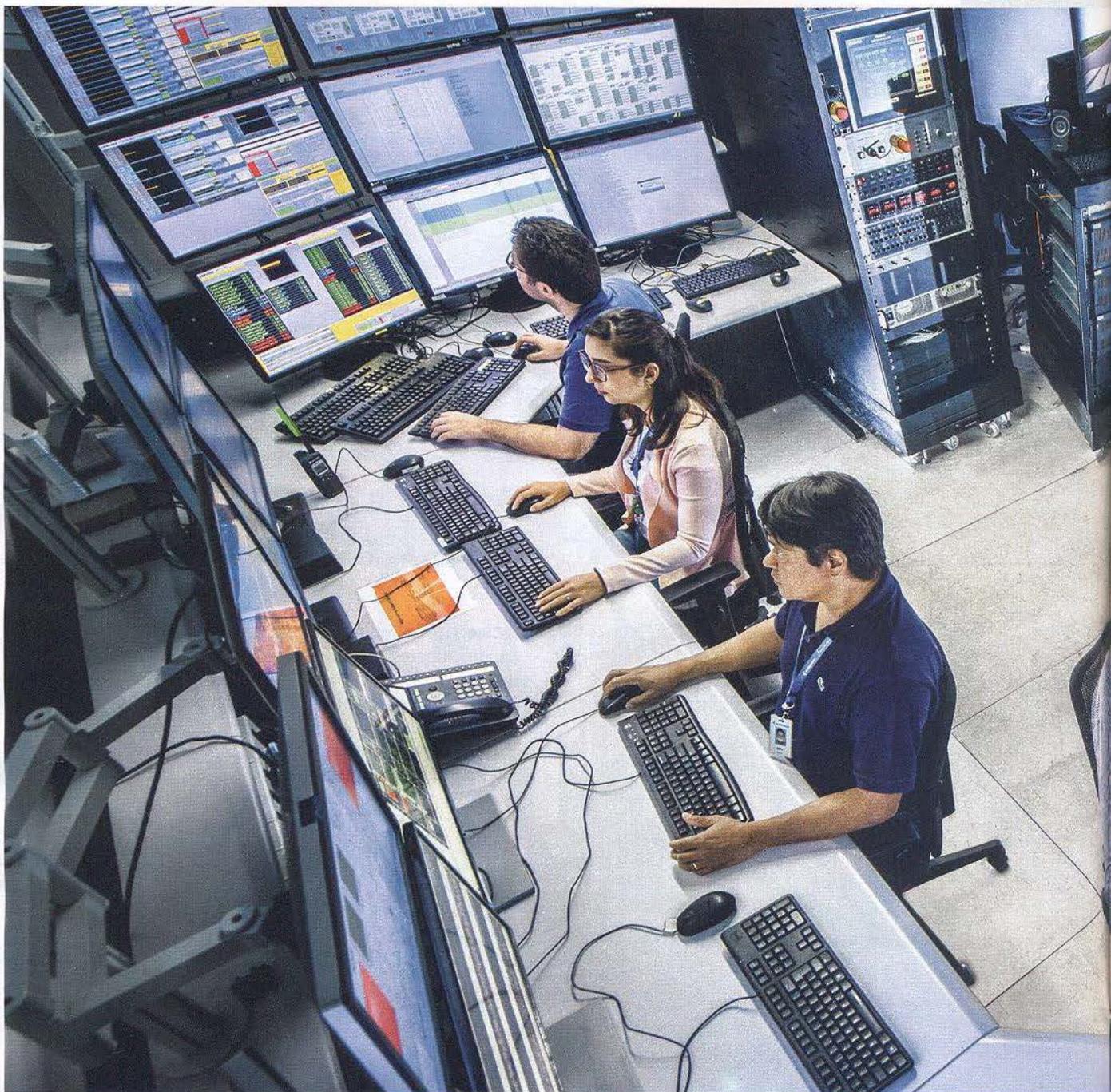
56 O impacto no mundo dos negócios

68 O Brasil na visão do CEO global da Siemens

74 A volta das fábricas ao centro consumidor

82 Como a Irlanda virou um polo de tecnologia

88 As novas exigências de mão de obra



# A JORNADA PARA O BRASIL DIGITAL

Sala de simulação da Embraer, em São José dos Campos: a fábrica inteligente permitiu investir em três linhas de aeronaves ao mesmo tempo



O país aproveitou com atraso os benefícios dos motores a vapor, da eletricidade e dos computadores. Agora, na era das máquinas inteligentes, um estudo inédito mostra que o Brasil ainda engatinha na próxima onda tecnológica. Mas o momento é oportuno para um salto de inovação

LEO BRANCO

A



Fábrica da Romi, no interior de São Paulo: a manufatura integrada reduziu custos de produção e ajudou a empresa a enfrentar a crise

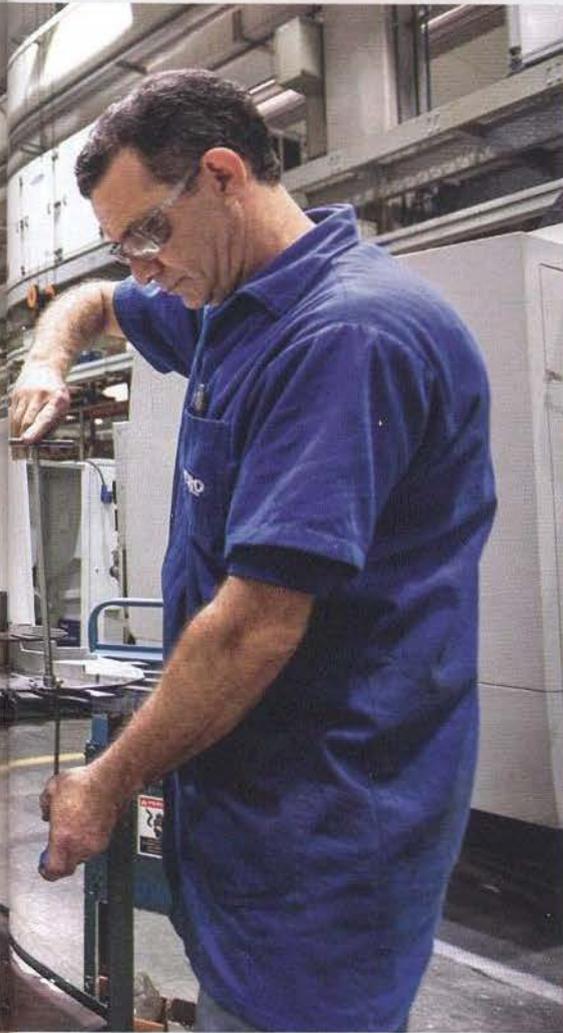
**FABRICANTE DE AVIÕES EMBRAER TEM, HOJE, O QUE EXISTE DE MAIS MODERNO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA** e — muito provavelmente — no mundo todo. Na sede da empresa, na paulista São José dos Campos, mais de 5 000 engenheiros conseguem propor soluções para erros que ainda nem existem. Graças a um software de realidade aumentada que reproduz imagens em três dimensões, as melhores cabeças da Embraer conseguem entrar num protótipo de aeronave que só aparece no mundo virtual. O motivo? Testar a aerodinâmica do modelo como se estivessem voando nele em uma porção de situações distintas, seja em momentos de turbulência pesada, seja em céu de brigadeiro. A simulação permite identificar inúmeros dados fundamentais para a companhia aérea interessada em comprar a aeronave, como o consumo de combustível e o nível de ruído do motor em cada cenário. De posse dessas informações, os engenheiros da Embraer praticamente eliminaram um problemão no desenvolvimento de

um novo modelo de aeronave: as sucessivas mudanças durante o desenvolvimento do projeto. “No passado, a gente planejava já sabendo que algo ia dar errado na linha de produção”, diz Mauro Kern, vice-presidente de operações da Embraer. As idas e vindas explicavam o porquê de uma nova aeronave demorar até oito anos para decolar. Essa espera caiu, em média, 30% desde 2015, quando entrou em funcionamento a E2, linha de fabricação onde está o simulador de voo. Agora, assim que os engenheiros concluem os testes, os operários recebem as instruções de montagem em tablets espalhados pela fábrica, eliminando a papelada. Com um toque nessas telas, é possível comandar as tarefas dos robôs, que também interagem entre si para não errar a peça que precisam montar nem repetir o trabalho já realizado por outra máquina.

O resultado de manter uma fábrica inteligente é que a Embraer conseguiu investir em três linhas de aeronaves ao mesmo tempo, um recorde por lá: a do avião co-

# A OPORTUNIDADE DE UM SALTO PARA O FUTURO

O preço dos insumos para a Quarta Revolução Industrial caiu — e o mercado deles só deve aumentar. Alguns países têm uma estratégia digital — falta o Brasil definir a sua



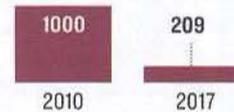
LEONARDO RODRIGUES/VALORI/FOLHA PRESS

mercial E2, cuja primeira unidade foi vendida à companhia norueguesa Wideroe em abril, a dos jatos executivos Legacy 450 e 500 e a do cargueiro militar KC-390, o maior produzido nos 48 anos da empresa e que deverá entrar em operação ainda em 2018. A agilidade na entrega de modelos bem diferentes entre si permitiu à Embraer sobreviver no acirradíssimo mercado de fabricantes de aeronaves sem receber subsídios do governo. Não é o que ocorre com as concorrentes Airbus, de um consórcio europeu, e a canadense Bombardier. Em outubro do ano passado, elas anunciaram uma aliança em virtude da má situação financeira da canadense, decorrente de atrasos na entrega de aeronaves. Dois meses depois, foi a vez da Embraer e da americana Boeing confirmarem os rumores sobre uma associação. Embora os executivos das duas companhias não admitam publicamente, o estágio avançado da manufatura da brasileira interessou os americanos. A parceria agora depende de um acordo com o governo brasileiro.

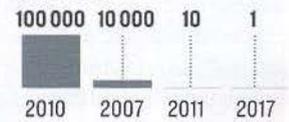
## 1. CUSTO DOS INSUMOS



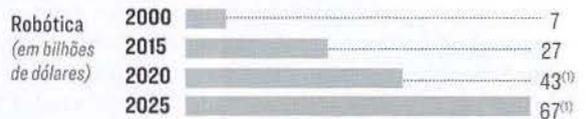
Bateria lítio-ion (em dólares por quilowatt-hora)



Genoma sequenciado (em dólares)



## 2. GASTO COM NOVAS TECNOLOGIAS



Infraestrutura para big data (em bilhões de dólares)



Impressoras 3D (em bilhões de dólares)



## 3. ESTRATÉGIAS DIGITAIS

### ALEMANHA

Meta: ser a maior referência em fábricas inteligentes, com manufatura integrada

Investimento em inovação em 2017: 105 bilhões de dólares

### CHINA

Meta: alcançar o investimento americano até 2025 e virar uma superpotência até 2049

Investimento em inovação em 2017: 279 bilhões de dólares

### ESTADOS UNIDOS

Meta: manter a liderança em inovação e recuperar a ponta em manufatura avançada

Investimento em inovação em 2017: 533 bilhões de dólares

### JAPÃO

Meta: desenvolver robôs para substituir uma força de trabalho que vem encolhendo

Investimento em inovação em 2015: 140 bilhões de dólares

### BRASIL

Desafio sugerido pela CNI: elevar a fatia de indústrias acima da geração 3 de 24% a 61% do total até 2027

Investimento em inovação em 2017: 20 bilhões de dólares

(1) Previsão Fonte: Estudo Indústria 2027/CNI

A produção da Embraer acompanha as tendências da chamada Quarta Revolução Industrial, a das máquinas e processos inteligentes, que combina tecnologias como big data, realidade aumentada, inteligência artificial e robótica numa manufatura que busca o mínimo de falhas e o máximo de eficiência (*leia mais sobre a Quarta Revolução Industrial na pág. 56*). Infelizmente, a fabricante de aeronaves ainda é parte de um seletíssimo grupo: apenas 2% das indústrias brasileiras já adotam as tecnologias características dessa revolução em seus processos produtivos. É o que diz o *Indústria 2027*, um estudo inédito realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) em parceria com pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), sob a coordenação do economista Luciano Coutinho, ex-presidente do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social e atualmente professor na Unicamp. Os resultados do estudo, que consultou 753 indústrias brasileiras de todos os portes espalhadas pelas cinco regiões no primeiro semestre do ano passado, foram apresentados no seminário *A Indústria do Futuro*, promovido por EXAME em parceria com a CNI em 18 de maio, em São Paulo. O evento, que reuniu quase 400 pessoas, teve a presença de autoridades, como o presidente da República, Michel Temer, o ex-ministro da Fazenda Henrique Meirelles; o ministro de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Gilberto Kassab; e o presidente do BNDES, Dyogo Oliveira. Da parte empresarial, estiveram no palco líderes como Robson Braga de Andrade, presidente da CNI; Pedro Wongtschowski, vice-presidente do conselho de administração do Grupo Ultra, dono da rede de postos Ipiranga; Cristina Palmaka, presidente da empresa de tecnologia SAP Brasil; Dan Ioschpe, presidente da fabricante de autopeças Iochpe-Maxion; Bernardo Gradin, presidente da fabricante de etanol GranBio; Besalíel Botelho, presidente da fabricante de equipamentos eletrônicos Bosch América Latina; e Mauro Kern, da Embraer. Esteve presente também um palestrante internacional, o pesquisador indiano Soumitra Dutta, professor de gestão empresarial na universidade americana Cornell e coordenador do Global Innovation Index, uma das principais referências mundiais em políticas públicas para inovação (*leia entrevista de Dutta na pág. 40*).

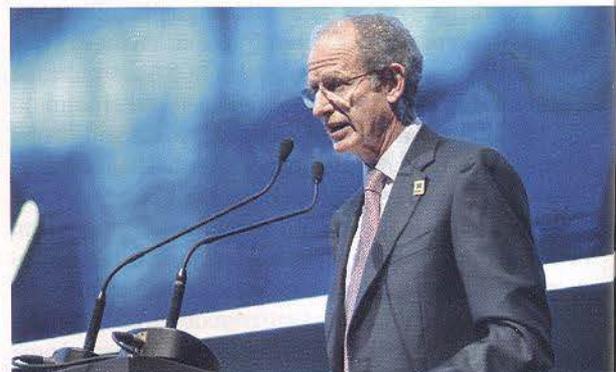
A discussão no seminário *A Indústria do Futuro* girou em torno de uma pergunta central: como preparar a massa de empresas brasileiras para a Quarta Revolução Industrial, e tornar mais comuns histórias de sucesso como a da Embraer? Há um bom caminho a percorrer até o Brasil atingir a maturidade de países como a Alemanha, onde mais de 40% das indústrias já passaram pela quarta revolução, segundo dados de 2016 divulgados pela Bitkom, associação alemã das



FOTOS: FABIO RIZIATO

## DEBATE: UMA ROTA PARA O BRASIL 4.0

Lideranças empresariais, políticas e da academia reunidas para discutir meios de acelerar a adesão às tecnologias da Quarta Revolução Industrial país a fora



SEMINÁRIO INOVAÇÃO — A INDÚSTRIA DO FUTURO: palestra de Pedro Wongtschowski, do Grupo Ultra, líder da Mobilização Empresarial pela Inovação



**SEMINÁRIO INOVAÇÃO — A INDÚSTRIA DO FUTURO:** na imagem à esquerda, Besaluel Botelho, presidente da Bosch América Latina; Bernardo Gradin, presidente da GranBio; Dan Ioschpe, presidente da Ioschpe-Maxion; Cristina Palmaka, presidente da SAP Brasil; e Mauro Kern, vice-presidente da Embraer, discutem a situação do país e o papel das empresas na digitalização



**SEMINÁRIO INOVAÇÃO — A INDÚSTRIA DO FUTURO:** à esquerda, Gilberto Kassab, ministro da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; e os economistas Luciano Coutinho e João Carlos Ferraz



**SEMINÁRIO INOVAÇÃO — A INDÚSTRIA DO FUTURO:** a partir da esquerda, Dyogo Oliveira, presidente do BNDES; Robson Braga de Andrade, presidente da Confederação Nacional da Indústria; Michel Temer, presidente da República; André Lahóz Mendonça de Barros, diretor editorial do Grupo EXAME; Henrique Meirelles, ex-ministro da Fazenda; e Soumitra Dutta, professor de gestão na Universidade Cornell, nos Estados Unidos, e responsável pelo ranking *Global Innovation Index*, discutem as estratégias para o Brasil superar os maus resultados no tema

empresas de tecnologia. Entretanto, duas razões levam a crer que a indústria brasileira tem uma oportunidade e tanto para dar um salto de qualidade nos próximos anos. Uma delas é o ritmo impressionante de queda nos preços dos insumos para a produção inteligente. O custo médio dos sensores para conectar máquinas caiu mais de 60% desde 2004 — hoje está em 44 centavos de dólar. Uma bateria de lítio-íon, a fonte de energia de boa parte desses sensores, hoje custa 200 dólares por quilowatt-hora, 20% do valor de oito anos atrás, graças ao desenvolvimento tecnológico e ao aumento da mineração no chamado “triângulo do lítio”, área comum de Argentina, Bolívia e Chile, donos das maiores reservas conhecidas do mineral. “Todas essas tecnologias, combinadas e gerando sinergias entre si, devem massificar a manufatura inteligente nos próximos anos”, diz o economista João Carlos Ferraz, professor no Instituto de Economia da URFJ e coautor do estudo *Indústria 2027*. Segundo dados que ele exibiu no evento, o investimento em robótica no mundo deverá crescer 60% entre 2015 e 2020, para 43 bilhões de dólares. Já o mercado de estruturas, como redes de fibra óptica e data centers para armazenar a informação gerada na manufatura inteligente, deverá dobrar nos próximos oito anos, para 92 bilhões de dólares.

A expansão da Quarta Revolução Industrial nos próximos anos deverá ser suficiente para forçar, por bem ou por mal, a produção brasileira a se adaptar à nova realidade — o segundo motivo pelo qual é razoável supor grandes mudanças à frente. “Para 40% dos entrevistados, é alta a chance de enfrentar um concorrente



## NO MUNDO, O INVESTIMENTO EM ROBÓTICA DEVERÁ CRESCER 60% ATÉ 2020 E CHEGAR A 43 BILHÕES DE DÓLARES

com um modelo de negócios inteligente e integrado à Quarta Revolução Industrial nos próximos dez anos”, diz Coutinho, da Unicamp. “É um sinal de que os industriais sabem o risco que estão correndo.” Por isso, boa parte dos entrevistados no levantamento *Indústria 2027* demonstra ter planos de investir em tecnologias de manufatura inteligente nos próximos nove anos. De acordo com o estudo, 24% dos dirigentes de empresas consultados pretendem chegar a 2027 totalmente adaptados à Quarta Revolução Industrial, com inteligência artificial, big data e robótica nas fábricas. Outros 37% declararam querer chegar perto disso, com a completa

integração dos softwares de produção, uma característica da Terceira Revolução Industrial, que chegou às fábricas em meados dos anos 60, mas ainda sem as máquinas inteligentes. Atualmente, 22% das indústrias brasileiras estão nesse patamar. O restante — 76% dos entrevistados — ainda se encontra nas gerações 1 ou 2 de adoção de tecnologias. O que isso significa? Essas indústrias ainda mantêm processos considerados rudimentares na era da conectividade total, como o desenvolvimento de novos produtos a mão ou a manufatura em linhas de produção sem conexão à internet ou sem robôs para complementar a mão de obra humana. A julgar pelas opiniões dos empresários presentes no seminário *A Indústria do Futuro*, adaptar o parque fabril brasileiro às novas tecnologias vai levar tempo. “Não vai dar para entrar da noite para o dia na geração 4.0”, diz Botelho, da Bosch. Por isso, uma das metas do *Indústria 2027* é ajudar 37% dos industriais brasileiros, que expressaram na pesquisa o desejo de adotar novas tecnologias, a alcançar a geração 3 de tecnologia nos próximos nove anos — o que deixaria ainda 39% da manufatura brasileira nas gerações 1 e 2 em 2027. “Queremos acele-



Montadora na Coreia do Sul: a iniciativa privada coreana é uma das que mais investem em pesquisa e inovação

SEUNGJUN CHOI/BETTY IMAGES

## ONDE O BRASIL ESTÁ — E AONDE PODE CHEGAR EM 2027

Um estudo da CNI mostra que a Quarta Revolução Industrial chegou a um grupo seletivo — em breve, nem tão seletivo assim

### A metodologia do estudo da CNI

Em 2017, líderes de 753 indústrias foram entrevistados sobre as tecnologias que adotam hoje e os investimentos previstos em dez anos. As empresas foram divididas em quatro grupos:

#### GERAÇÃO 1

Faz projetos ainda a mão. A produção é em máquinas não conectadas à internet

#### GERAÇÃO 2

Usa softwares desconectados entre si e com a manufatura

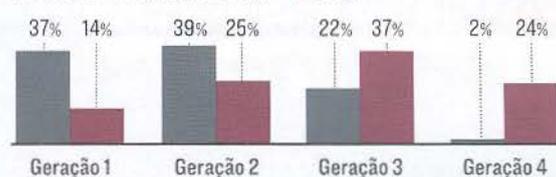
#### GERAÇÃO 3

Já integrou os sistemas de criação com os de execução no chão de fábrica

#### GERAÇÃO 4

Adota modelos virtuais, inteligência artificial e máquinas inteligentes

### Como se classificaram as indústrias brasileiras (em % dos entrevistados)



Fontes: Estudo Indústria 2027/CNI

rar a inovação no país”, diz Robson Braga de Andrade, presidente da CNI. “Nosso objetivo é, daqui a quatro anos, já ter outro ambiente para isso no Brasil.” A Confederação deve, agora, usar o estudo para pressionar o governo a criar políticas que ajudem a evolução digital, incluindo financiamento via BNDES dos investimentos necessários para a adaptação à quarta revolução para a ampliação da Lei do Bem, que dá incentivos fiscais a empresas inovadoras. “Se não conseguirmos avançar com uma agenda nacional, vai ser difícil acompanhar o salto tecnológico”, diz Ioschpe, da Iochpe-Maxion.

As potências industriais do planeta têm criado políticas públicas para adequar suas fábricas ao padrão da quarta revolução. Há cinco anos, o governo da Alemanha popularizou o termo indústria 4.0 ao divulgar, na maior feira industrial do mundo, na cidade alemã de Hannover, um documento com medidas para tornar o país a maior referência global em manufatura integrada até 2020. Entre as recomendações estão o treinamento da mão de obra para operar máquinas inteligentes e a criação de leis para lidar com a privacidade dos dados na produção industrial. Apoiada pelos alemães, uma

nova legislação sobre o assunto no âmbito da União Europeia entrou em vigor em 25 de maio, criando órgãos reguladores sobre privacidade dos dados nos 27 países-membros. Há três anos, a China divulgou sua estratégia nacional sobre o assunto, chamada *Made in China 2025*. A ambição chinesa, expressa no documento, é claríssima: chegar a 2025 com um volume de investimento em inovação igual ao dos Estados Unidos, atualmente a nação que mais gasta nessa área. Em 2017, os americanos gastaram 533 bilhões de dólares, praticamente o dobro dos investimentos chineses no mesmo ano. Mas, a julgar pela ambição da China em ser um líder global em inovação, a diferença tende a ser reduzida em breve. Desde 2005, ano em que o país investiu 86 bilhões de dólares em pesquisa e desenvolvimento industrial, o volume de recursos para o tema cresceu 224%. No Japão, terceira maior economia mundial, atrás de Estados Unidos e China, o foco é criar robôs para substituir uma mão de obra que vem diminuindo nos últimos anos com o envelhecimento da população. Para isso, os japoneses investiram 140 bilhões de dólares em inovação em 2015, uma expansão de 10% em dez anos.



AIZAR PALDES / AFP PHOTO

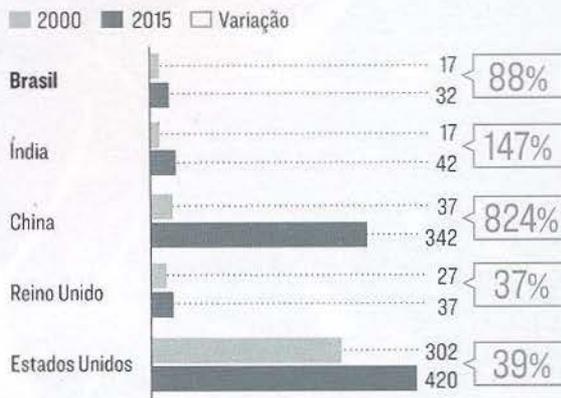
**Mina de lítio, na Bolívia: o aumento da produção diminuiu o preço de baterias**

Mesmo em países sem tradição na manufatura inteligente, como o Brasil, o investimento nessas tecnologias pode trazer benefícios já no curto prazo. É o que aconteceu com a Romi, fábrica de equipamentos industriais, como tornos e injetoras de plástico, sediada em Santa Bárbara d'Oeste, no interior paulista. Em 2014, a Romi investiu numa nova linha de produção com máquinas conectadas entre si e capazes de tomar decisões com base no fluxo do processo produtivo. O maquinário hoje entende o tamanho da demanda programada para as semanas seguintes e calcula as peças que vai demandar no trabalho. Com isso, não é mais necessário manter um estoque dos mais de 360 componentes dos produtos da Romi. Agora, a compra disso tudo ocorre quando há, de fato, o que fazer com as peças. O resultado: uma redução de 70% da área ocupada pelo parque fabril, mas mantendo a montagem de 3 500 máquinas por ano. "Diminuímos pela metade o investimento de capital na produção", diz Douglas Pedro de Alcântara, gerente de desenvolvimento de produto da Romi. O ganho de eficiência limou custos e permitiu à empresa sobreviver aos efeitos perversos da crise econômica pós-2014, que derrubou a procura por bens de capital. Os custos em queda possibilitaram à Romi ampliar a fatia de vendas ao exterior para perto de 40% do total da receita — em 2014, era de 25%. O

## SOBRA GOVERNO E FALTA FOCO

Embora tenha elevado os gastos com ciência desde 2000, o Brasil ainda investe menos do que os grandes emergentes e os países desenvolvidos

**Gasto em P&D (em bilhões de dólares)**



**Divisão do orçamento estatal para pesquisa (em %)**



**Gasto com pesquisa e desenvolvimento (em % do total)**



Fontes: Estudo Indústria 2027/CNI, India Economic Survey, Senai e OCDE

faturamento, de 750 milhões de reais no ano passado, já superou o nível pré-crise.

No longo prazo, os efeitos multiplicadores do investimento em manufatura inteligente podem beneficiar um país inteiro. É o caso da Irlanda, que até os anos 60 só exportava derivados da pecuária local para o vizinho Reino Unido. Hoje, é o décimo país mais inovador do mundo, segundo o Global Innovation Index, e viu seu



TONY AVILA/PAF PHOTO

**Singularity University, na Califórnia: o centro de inovação está instalado numa área da Nasa**

## TANTO GOVERNO QUANTO EMPRESAS NO BRASIL GASTAM POUCO EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

PIB crescer 7,8% em 2017, puxado principalmente pela pujança de pequenas e médias empresas com alto estágio de desenvolvimento (*leia mais na pág. 82*).

O caminho para a digitalização das empresas brasileiras nos próximos anos pode ser interrompido por velhas mazelas do país — notadas pelos empresários que debateram no seminário *A Indústria do Futuro*. A começar pela baixa qualidade da educação. Mais da metade dos adultos brasileiros, com idade entre 25 e 64 anos, não teve acesso ao ensino médio. O risco, agora, é que a tecnologia amplie a desigualdade de conhecimentos da população. “Não podemos deixar o Brasil cair no analfabetismo digital. A tecnologia tem de ser o facilitador dessa transformação do Brasil”, diz Cristina Palmaka, da SAP. Há problemas também no próprio gasto com inovação. Embora o investimento tenha crescido 88% desde 2000, e atualmente esteja na casa dos 20 bilhões de dólares, o Brasil ainda aplica menos

recursos — e tem visto essa curva crescer mais lentamente — do que o padrão de outros grandes emergentes. A Índia, por exemplo, aportou 42 bilhões de dólares em inovação, segundo o último dado disponível, de 2015. A quantia é 142% superior à que o país gastou 15 anos antes. Além disso, no Brasil, os recursos pouco suprem as necessidades das empresas. Aqui, apenas 27% do gasto estatal com inovação, por meio das universidades federais e centros de pesquisas públicos, são de fato aplicáveis às necessidades das indústrias. A maioria se enquadra na chamada ciência de base, que ainda precisa ser maturada até ter alguma serventia prática. É uma divisão que vai na contramão do gasto típico em países onde a ciência tem um papel central no desenvolvimento: na Coreia do Sul, 75% dos recursos de centros de pesquisa estatais vão para demandas industriais. Nos Estados Unidos, 85%. Essa proximidade público-privada no caso americano deu origem a arranjos como o da Singularity University, centro de ensino da Califórnia que é um dos principais berçários de startups ultrainovadoras, sediado dentro de uma unidade da Nasa, agência espacial do governo americano, em Mountain View, no coração do Vale do Silício. No caso brasileiro, o resultado do baixo estímulo estatal à inovação aplicada é um círculo vicioso em que as empresas se sentem pouco estimuladas a colocar recursos na área: aqui, apenas 45% do total investido em pesquisa e desenvolvimento vem das empresas. Na Alemanha, essa fatia é de 66%. Na Coreia do Sul, 74%. “Algumas universidades do Brasil têm qualidades muitas vezes superiores às dos Estados Unidos, mas a cooperação com elas é burocrática”, diz Gradin, presidente da GranBio. Uma maneira de mudar essa situação é criando arranjos público-privados em que ambas as partes colocam dinheiro no desenvolvimento de soluções para a indústria. Um exemplo disso é o que vêm fazendo os centros de inovação do Serviço Nacional de Aprendizagem, o Senai, em parceria com a Embrapii, uma organização social criada em 2013 numa parceria entre os ministérios de Ciência e Tecnologia e do Desenvolvimento, e que vêm mostrando resultados (*leia mais na pág. 44*). Pelo exemplo de empresas como a Embraer e a Romi, a capacidade das indústrias brasileiras de acompanhar a velocidade das mudanças tecnológicas é ampla. O desejo delas de aprimorar seus processos produtivos, expresso no estudo *Indústria 2027*, também é. O importante, agora, é saber se vão ser tomadas as decisões necessárias para dar impulso ao avanço da manufatura brasileira nos próximos nove anos. ■



# “FALTA AMBICÃO AO BRASIL”

Responsável pelo Global Innovation Index, principal indicador da evolução digital das nações, o indiano Soumitra Dutta defende uma agenda nacional para tirar o país do atraso

LEO BRANCO

**O** INDIANO SOUMITRA DUTTA ESTÁ ACOSTUMADO A RODAR O MUNDO EM BUSCA de exemplos bem-sucedidos de países que investiram em inovação para vencer a pobreza. Formado em ciência da computação, Dutta é professor de administração na Universidade Cornell, nos Estados Unidos, e um dos responsáveis pelo Global Innovation Index, ranking de 127 nações de acordo com o apoio a políticas de fomento à ciência e tecnologia, organizado pela Cornell em parceria com a escola de negócios francesa Insead, onde Dutta lecionou até 2012, e com a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, com sede em Genebra, na Suíça. É mais uma lista em que o desempenho do Brasil é decepcionante: em 2017, ficamos no 69º lugar, mesma posição do ano anterior, atrás de emergentes como Índia (60º) e África do Sul (57º). Um dos motivos, na opinião de Dutta, é a falta de uma visão nacional de como adotar a inovação e, por consequência, as tecnologias por trás da Quarta Revolução Industrial. O resultado é a baixa presença — e a falta de ambição — global das empresas brasileiras, enredadas nos problemas decorrentes de atuar apenas num ambiente de negócios

Dutta, de Cornell:  
“A destruição do setor privado  
no Brasil foi longe demais”

DIVULGAÇÃO

fechado como é o Brasil. A seguir, uma entrevista concedida por Dutta quando esteve em São Paulo para falar no evento “Inovação — A Indústria do Futuro”, realizado em parceria pela Confederação Nacional da Indústria e por EXAME.

### O que um país precisa para estar na fronteira da Quarta Revolução Industrial?

Mesmo economias avançadas estão começando agora a investir nessa transformação. Não há país hoje em que 100% das empresas sejam digitais. Mas boa parte deles está perseguindo quatro componentes. O primeiro é ter empresas com tecnologia de ponta em nível global, como Google, Facebook, Microsoft, Amazon e Alibaba. Depois, é preciso ter um mercado de organizações dispostas a adotar as soluções das empresas inovadoras. Outro ponto é o talento humano, desenvolvido com educação adequada às vocações locais. A Índia só tem hoje uma indústria de tecnologia de padrão global pela disposição de governo e empresas em treinar milhões de programadores desde os anos 80. Tudo isso precisa estar amarrado num quarto ponto, que é uma estratégia nacional para inovação.

### Como criar uma estratégia dessas?

Não há nenhum mistério. A inovação precisa estar na preocupação das lideranças políticas. Na França, o governo de Emmanuel Macron lançou, recentemente, uma estratégia para o país liderar os estudos em inteligência artificial. Os Emirados Árabes Unidos anunciaram a criação de um ministério para o assunto e colocaram um jovem de 27 anos na chefia. Na China, há algumas décadas as mais altas lideranças do Partido Comunista se preocupam em criar ecossistemas para aperfeiçoar tecnologias originalmente de outros países. Há 15 anos, os chineses decidiram ser uma referência mundial em trens de alta velocidade. Para isso, fizeram associações com empresas de berços da tecnologia, treinaram sua população e abriram espaço para a transferência de tecnologia para empresas locais, que hoje competem de igual para igual por clientes mundo afora. Isso nunca teria ocorrido sem uma visão do governo. Se o governo não insistir na inovação, ela não acontece. A internet não existiria hoje sem investimento das agências militares dos Estados Unidos nem as pesquisas em genoma.

### Como está o Brasil nessa corrida?

A imagem do Brasil no mundo é pouco associada a inovação. Isso decorre do fato de poucas empresas brasileiras terem uma presença global. No ranking da revista *Fortune*, que lista as 500 maiores empresas do mundo, os Estados Unidos têm 130 empresas. A China, 120. O Brasil tem sete. Para um país enorme e repleto de oportunidades, é uma representação baixíssima.

### Por que temos poucas empresas globais?

É uma combinação de fatores, públicos e privados. Há razões estruturais que dependem do governo, como o desequilíbrio macroeconômico que o país viveu por muito tempo, com inflação e juros altíssimos. Mas isso não explica a situação. Não existe país perfeito. China, Estados Unidos e outros gigantes, como o Brasil, também convivem com problemas estruturais. Nem por isso deixam de ter empresas globais. As empresas brasileiras deveriam ter mais ambição global. Para isso, uma estratégia nacional deveria identificar as áreas onde o país tem vantagem competitiva e incentivar a inovação nessas fronteiras.

### Quais são essas áreas?

O Brasil é muito forte na agricultura. A Embrapa tem sido uma tremenda fonte de inovação na chamada “agricultura digital”, que está se tornando uma área importante. O Brasil pode liderar o mundo no uso de drones e da agricultura de precisão. Além disso, a Embraer e a cadeia aeroespacial são uma tremenda força. Há só quatro países exportadores de aviões, e o Brasil é um deles. Mesmo a China não exporta



Robôs na China: o país copia — e melhora — as tecnologias de fora

MAO SHIYAN/XINHUA / EYEWITNESS IMAGES

aviões. Para a marca Brasil, ter uma Embraer é um enorme ativo — e me pergunto quanto o país perderá se a empresa for mesmo vendida à Boeing e passar a ser vista como americana.

### E onde falta ambição, e o Brasil vai mal?

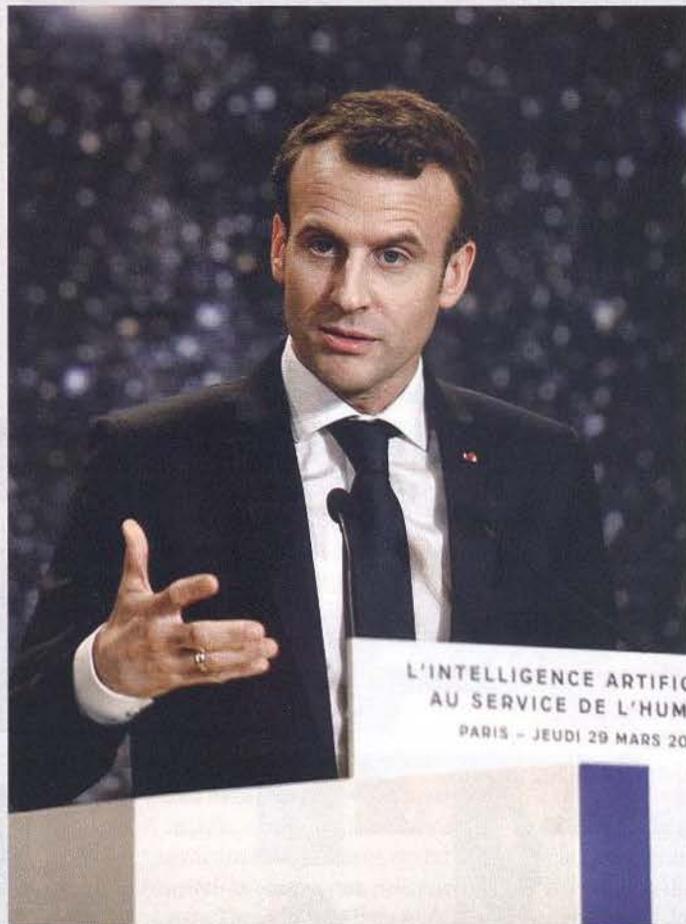
O setor de serviços poderia ser mais bem explorado. O Brasil tem uma natureza linda. Por que não há maravilhosas redes hoteleiras brasileiras pelo mundo? Ou as melhores companhias aéreas? A Índia tem gigantes como o Taj Group, com hotéis por toda a Ásia. Por trás desses grupos estão negócios na fronteira da digitalização. Há incentivos governamentais para a inovação ir a esses negócios. No Brasil, não há, mas poderá haver, basta ter a visão de criar uma integração entre governo e setor privado. A questão é ter uma liderança visionária. E ainda não é tarde demais para ter isso.

### Executar uma estratégia nacional de inovação num país que não é democrático, como a China, não é mais fácil do que numa democracia com muitas esferas de decisão, como o Brasil?

Certamente a chance de uma estratégia de cima para baixo ser seguida pelo restante da sociedade é alta num sistema político que não é exatamente democrático, como o chinês. Mas mesmo nações democráticas, e com muitas esferas decisórias, podem criar mecanismos eficientes. Na Índia, uma federação parecida com o Brasil, nos últimos anos o governo central tem estipulado as linhas gerais da inovação e delegado aos estados a execução dessas ideias. Para incentivá-los, o governo federal criou com um grupo de empresários um indicador, o Índice de Inovação da Índia, para medir a capacidade dos governos locais de oferecer um ecossistema bom para novas ideias. A nota conta pontos na hora de distribuir verbas públicas aos estados e serve de referência também para investimentos das empresas. Os mais bem colocados recebem mais recursos. O resultado é que a Índia tem conseguido levar adiante iniciativas bastante inovadoras, e que demandam muito esforço, como o cadastro digital de seus cidadãos, o Aadhaar, hoje uma comunidade com mais de 1 bilhão de inscritos, que estão tendo acesso a contas bancárias e a meios de pagamentos digitais porque estão registrados no sistema. Qual país tem uma comunidade virtual desse tamanho? Só duas empresas — Facebook e Tencent — têm algo assim.

### O Brasil acaba de passar pela maior recessão de sua história. Muitas das grandes empresas nacionais estão envolvidas em escândalos de corrupção. É possível inovar nessas condições?

A questão é: qual é a escolha do Brasil? Certamente os brasileiros sofreram muito nos últimos anos com os próprios erros. Sim, houve corrupção, e ela precisa ser



Macron: à frente da estratégia francesa para a era da inteligência artificial

corrigida, mas acho que o Brasil está prejudicando mais do que deveria sua imagem perante o mundo. Veja o que aconteceu após a revelação de que a montadora Volkswagen havia escondido os altos índices de poluição que vinham de seus motores, um escândalo trazido à tona há dois anos. Os alemães seguem comprando carros da Volkswagen. Ou mesmo o que ocorreu nos Estados Unidos após a recessão de 2008, causada por um conluio de agências de classificação de risco com agentes financeiros para dar boas notas a títulos de crédito imobiliário que vieram a se tornar insolventes. Com o estouro da bolha, muita gente perdeu o emprego e até a residência. E alguém foi preso? Ninguém. Então, o que estou questionando é se essa destruição do setor privado brasileiro não está indo longe demais. Porque levará tempo para reconstruí-lo. E, se o país perder os próximos dez anos num crescimento pífio, o que poderá acontecer? A China estará muito mais à frente do Brasil do que está hoje na adoção de tecnologias que vão mudar o jogo nos próximos anos, como inteligência artificial, robotização e big data. Cabe à indústria brasileira agora se concentrar em sua reconstrução. A inovação é parte fundamental dela. ■



# JUNTOS PELA **INOVAÇÃO**



Sala de aula do Cimatec, em Salvador: inovações para empresas como Vale, Shell e Embraer

JOSÉ PAULO LACERDA/INNOVATION

Inspirada na Fraunhofer, bem-sucedida rede de inovação da Alemanha, a organização social Embrapii tem unido centros de pesquisa e empresas para dar um senso prático à ciência brasileira. Até agora, tem dado certo

LEO BRANCO

**LOCALIZADO A POUCAS QUADRAS DA PRAIA DE PIATÃ, UMA DAS MAIS BELAS** de Salvador, o Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia, mais conhecido pela sigla Cimatec, passa facilmente despercebido como um mero campus universitário. De fato, nos quatro blocos dessa unidade do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) inaugurada há 16 anos, 2 000 alunos de nível superior cursam oito tipos de engenharia altamente demandados em linhas de produção país afora. Há desde as carreiras mais conhecidas, como civil, elétrica e mecânica, até outras, cuja demanda cresceu nos últimos anos, como computação. Outros 1 000 estudantes de nível médio aprendem ali ofícios técnicos valorizados pela indústria, como eletrônica e criação de softwares.

Até aí, nada de muito diferente da realidade de várias instituições de ensino pelo Brasil. Mas, nos últimos anos, o Cimatec vem desempenhando um papel central para acelerar o salto tecnológico tão desejado para a indústria brasileira. Além do envolvimento nos cursos regulares, boa parte dos professores e alunos dali também desempenha o papel de criadores de projetos de manufatura inteligente a pedido de empresas. Desde 2002, o Cimatec recebeu 280 milhões de reais de empresas privadas e estatais para conduzir 72 projetos de inovação. “Nossa missão é adequar nossos clientes ao que existe de mais avançado na Quarta Revolução Industrial”, diz Daniel Motta, gerente de inovação do Cimatec. Eis alguns exemplos: para a mineradora Vale, os pesquisadores e alunos criaram um sistema de sensores com GPS e câmeras que facilita aos motoristas da empresa dirigir os caminhões que carregam minérios em dias de chuva ou neblina forte — o clima ruim responde por 30% do tempo em que os automóveis ficam parados. Para a Embraer, professores e alunos do Cimatec bolaram um software de realidade aumentada que testa a resistência dos materiais usados nos aviões, aumentando, assim, a segurança desse tipo de checagem periódica das aeronaves. Em 2017, o Cimatec divulgou o protótipo do FlatFish, robô parecido com um submarino e equipado com os sensores de um carro autônomo. O equipamento é capaz de passar seis meses submerso a até 3 000 metros de profundidade. Sua função é monitorar possíveis danos causados às sondas exploratórias de petróleo na camada do pré-sal. O aparelho, desenvolvido para a petroleira anglo-holandesa Shell, deve entrar em operação em breve — em fevereiro, a Shell assinou uma parceria com a prestadora de serviços para o setor de óleo e gás italiana Saipem, que deverá fabricar a invenção do Cimatec e vender a outras petroleiras a partir de 2020. “A parceria permitiu utilizar

o estado da arte da academia para desenvolver uma tecnologia que vai reduzir custos e aumentar a segurança de nossas operações”, diz Regis Assao, gerente sênior de pesquisa e desenvolvimento da Shell. “O protótipo foi criado em dois anos. Em geral, são precisos cerca de 20 anos para a criação de uma tecnologia de impacto semelhante.”

O Cimatec é o exemplo mais bem-acabado de um arranjo público-privado que até agora vem dando bons resultados no fomento à inovação no país. Por meio dele, uma indústria pode dividir os custos do desenvolvimento de um projeto com 42 centros de pesquisa país afora — 11 deles mantidos pelo Senai, o restante também composto de institutos de alto reconhecimento, como o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações, mais conhecido pela sigla CPqD, de Campinas, no interior paulista, ou o Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo, na capital. O governo federal entra com um terço da verba necessária por intermédio da Embrapii, organização social que recebe recursos dos ministérios da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. É um sistema

## DESDE A CRIAÇÃO DA EMBRAPII EM 2013, JÁ FORAM INVESTIDOS 700 MILHÕES DE REAIS EM 400 PROJETOS

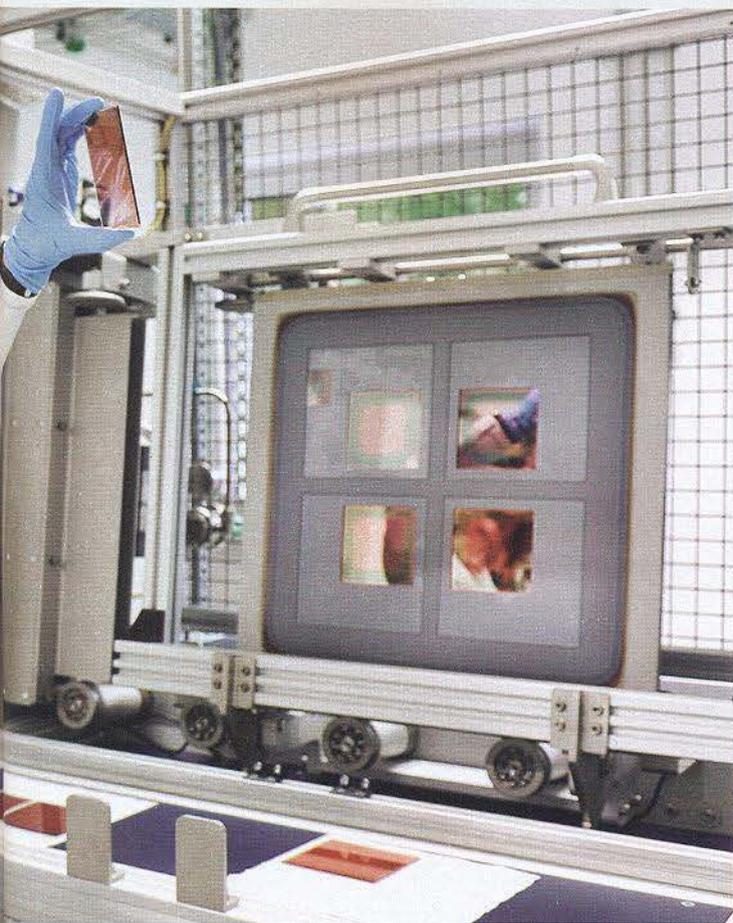
bem azeitado, que segue a lógica das melhores políticas de incentivo ao desenvolvimento no mundo. Para o governo federal, o arranjo funciona por ser o indutor de tecnologias aplicadas ao que as indústrias brasileiras mais precisam. Para os centros de pesquisa, a parceria faz sentido pelo fluxo de recursos públicos e privados aportados nos estudos. Desde a criação da Embrapii em 2013, já passaram pelo sistema mais de 700 milhões de reais em 400 projetos. Para ter uma ideia de como essa quantia faz a diferença para esses centros, as demais fontes de receita do Cimatec, unidade que mais recebeu dinheiro entre as credenciadas da Embrapii, num total de 280 milhões de reais, correspondem a um terço desse valor. Para as empresas contratantes, há duas vantagens. Como a Embrapii é uma organização social (e não uma estatal, sujeita à legislação que rege as empresas públicas), a liberação do dinheiro para o projeto acontece em questão de meses e sem as burocráticas licitações que podem arrastar as coisas por anos a fio. Outro ponto positivo é não investir em laboratórios e estruturas de apoio pa-



Laboratório da rede Fraunhofer, na Alemanha: a instituição

ra projetos muito específicos e que normalmente fogem da atividade central das contratantes — e que, portanto, correriam o risco de ficar subutilizados após o produto ser lançado. “Se a empresa não tem uma frequência de lançamento de um produto novo a cada três meses, dificilmente terá condições de investir num centro de pesquisa e desenvolvimento, cujo custo é elevado. Por isso há espaço para esse formato, que é menos arriscado”, diz o médico Jorge Guimarães, presidente da Embrapii desde 2015 e cuja trajetória profissional se desenvolveu para longe dos consultórios — e para perto da academia. Antes da Embrapii, Guimarães dirigiu durante 11 anos a Capes, instituição de avaliação de currículos de pesquisadores brasileiros, e foi pesquisador sênior do CPqD.

Em países em que o modelo de parceria público-privada agora adotado no Brasil já existe há algum tempo, os ganhos desse tipo de arranjo são mais evidentes. O melhor exemplo é a alemã Fraunhofer, uma rede de centros de pesquisas pioneira, ao lado da holandesa NTO, em executar pesquisa terceirizada para



SEPP/SPIEGEL/AGB PHOTO

tem 69 centros, 25 000 funcionários e orçamento de 2 bilhões de euros

o desenvolvimento de tecnologias para suas linhas de produção. A maciça adesão delas ao “modelo Fraunhofer” permitiu à Alemanha ter uma enorme base de pequenas e médias indústrias, as chamadas *Mittelstand*, atualmente empregadoras de 60% da mão de obra alemã e altamente competitivas — 44% delas exportam parte da produção. O sucesso alemão inspirou centros de pesquisas com o mesmo formato em nove países europeus. Uma análise da Earto, uma associação que reúne esse tipo de instituto na Europa, mostra o tamanho do impacto. Em 2015, eles geraram 285 000 empregos diretos e indiretos e alcançaram uma receita de 35 bilhões de euros (cerca de 150 bilhões de reais) em 387 estudos realizados em seus laboratórios para empresas. “Décadas de pesquisas acadêmicas mostraram que esses centros integrados de pesquisa e tecnologia tiveram papéis muito importantes nos sistemas nacionais de inovação”, diz o pesquisador Ezequiel Zylberberg, do Centro de Performance Industrial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, nos Estados Unidos.

Para países em que esses sistemas estão em desenvolvimento, como o Brasil, não há ainda uma literatura consolidada sobre o impacto econômico das iniciativas. Como se trata de um projeto que também é calcado em recursos públicos, além de privados, nada garante que o sucesso da Embrapii se mantenha no longo prazo, a exemplo das instituições similares europeias. Basta lembrar que, em meio à crise fiscal, o orçamento da pasta de Ciência e Tecnologia, uma das fontes de financiamento para os projetos da organização social, tem sido sucessivamente tucado nos úl-

## UMA FORÇA PARA A CRIAÇÃO

Como funciona a parceria entre a Embrapii e os centros de pesquisa para destravar projetos de inovação das empresas

### O QUE É

A Embrapii é uma organização social criada em 2013. Nos últimos três anos, ela fechou uma parceria com 42 centros de pesquisa, 11 deles do Senai, para testar inovações do interesse de empresas brasileiras

### QUEM PAGA

A empresa interessada paga um terço dos gastos com o projeto de inovação. O resto vem dos ministérios do Desenvolvimento e de Ciência e Tecnologia, que mantêm a Embrapii, e dos centros de pesquisa credenciados

### RESULTADOS

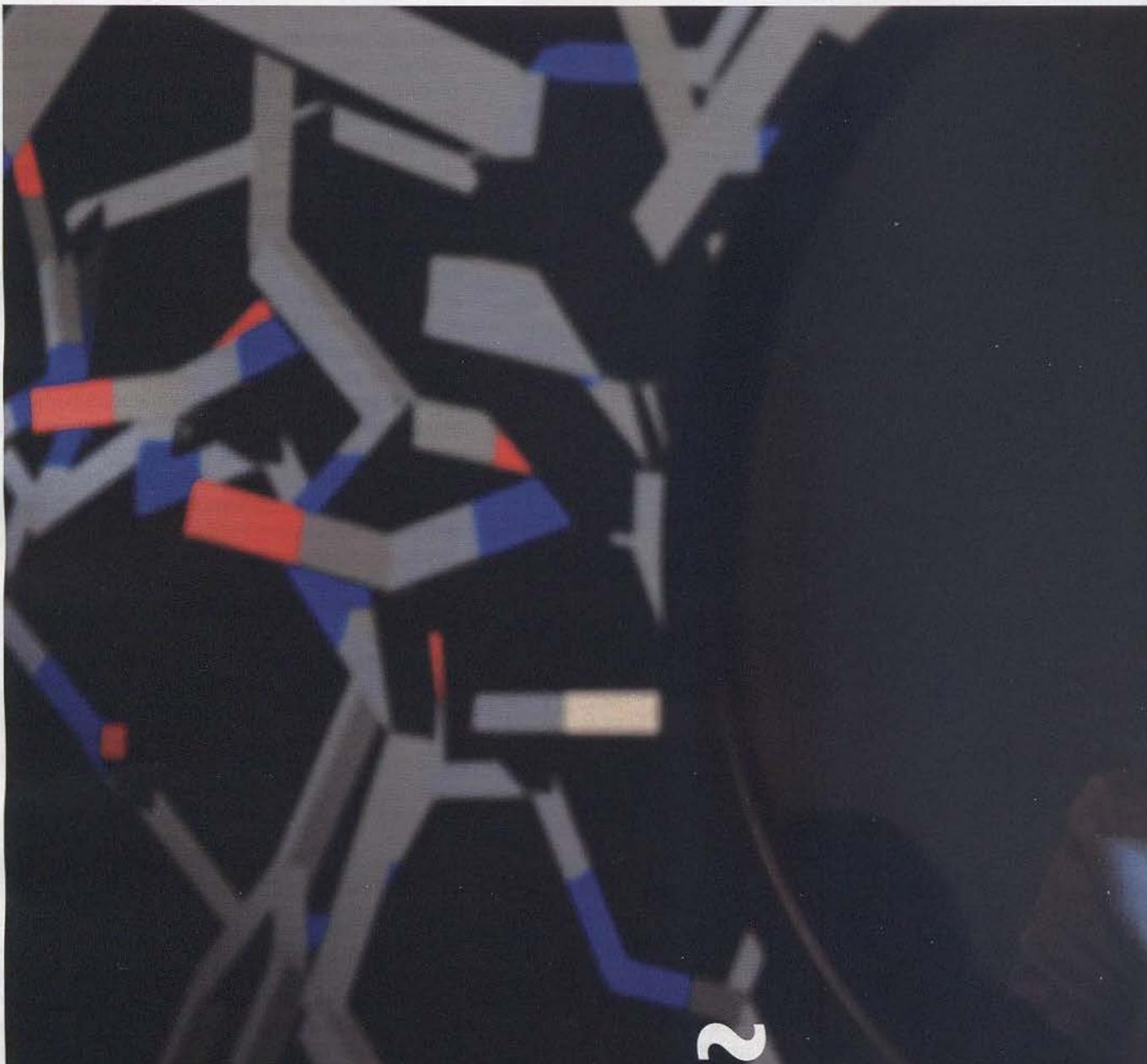
Desde 2013, 700 milhões de reais foram investidos em 400 projetos, boa parte de pequenos e médios negócios, mas também de grandes como a petroleira Shell, a mineradora Vale e a fabricante de aviões Embraer

Fontes: Embrapii e Instituto Senai de Inovação

as empresas. Fundada em 1949, na penúria do pós-guerra alemão, a Fraunhofer hoje abrange 69 núcleos de pesquisas com 25000 funcionários, entre graduados e estudantes que veem ali uma chance de se tornarem pesquisadores. Do orçamento anual de 2 bilhões de euros (cerca de 9 bilhões de reais), 70% vêm de milhares de empresas, boa parte delas pequenas e médias, que confiam aos pesquisadores da Fraunhofer

timos anos para o governo cumprir a regra de controle de gastos. A torcida é para que os bons resultados já obtidos pelo arranjo consigam ser mais fortes do que o ímpeto da burocracia de Brasília de tolher justamente uma parte do governo que funciona. Só assim a parceria pela inovação continuará produtiva. ■

Com reportagem de Flávia Furlan



# UMA VISÃO DO MUNDO 4.0



Demonstração do  
Microsoft HoloLens em Davos:  
uso para acelerar o desenho  
de novos produtos

JASON ALDEN/GETTY IMAGES

O uso combinado de inteligência artificial, realidade mista, internet das coisas e outras tecnologias está promovendo uma mudança nos negócios no mundo todo — com redução de custos, flexibilidade de produção e personalização de produtos

RAFAEL KATO, DE LEIPZIG E MUNIQUE (ALEMANHA) E PARIS (FRANÇA)



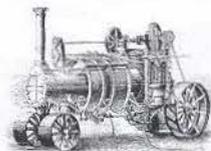
**MUSEU DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA ALEMANHA, EM MUNIQUE,** EXIBE COM ORGULHO A MAIOR COLEÇÃO mundial de máquinas inventadas pela humanidade. Fundado por uma associação de engenheiros no início do século 20, o museu expõe desde uma roda d'água da Idade Média e uma reprodução da primeira máquina a vapor do século 18 até os primeiros robôs usados em linhas de montagem nos anos 70. É uma coleção, portanto, dedicada ao mundo físico e que passa por uma grande reforma — esperada para seguir até 2025 — para responder a um desafio fundamental: como exibir invenções atuais que parecem, muitas vezes, viver no éter, como big data, inteligência artificial e internet das

## AS INOVAÇÕES DAS REVOLUÇÕES

Ao contrário dos momentos anteriores da história, a maior

### PRIMEIRA REVOLUÇÃO

Inovações:  
máquina a vapor  
e mecanização inicial  
da indústria têxtil.



1777



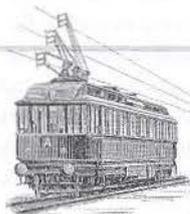
Robô maestro:  
inteligência artificial  
para movimentos sutis

LAURA LEZZA/GETTY IMAGES

## INDUSTRIAIS

parte das inovações atuais não pode ser representada por objetos do mundo real

GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO



### SEGUNDA REVOLUÇÃO

Inovações: exploração de petróleo, desenvolvimento da energia elétrica.

1850

GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

### TERCEIRA REVOLUÇÃO

Inovações: automação de processos, primeiros robôs e uso de computadores.

a partir de 1970



GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

### QUARTA REVOLUÇÃO

Inovações: simulações virtuais, inteligência artificial, realidade aumentada, impressão 3D.

a partir de 2010



coisas? Tecnologias como essas estão hoje modificando o processo produtivo e o modo de trabalho de empresas e pessoas ao redor do mundo, propiciando flexibilidade, redução de custos e maior individualização de soluções e produtos. A questão de fundo é: como definir a Quarta Revolução Industrial em um só objeto para colocá-lo na prateleira de exibição?

Nas revoluções industriais anteriores, a resposta sempre esteve clara. Na primeira, ainda no século 18, a invenção da máquina a vapor catapultou a produtividade ao mecanizar tecelagens. Na segunda revolução, de meados do século 19 em diante, o mundo se transformou rapidamente com a energia elétrica — bondes e iluminação nas cidades, por exemplo — e com outras fontes de energia, como o petróleo. Na terceira revolução, após a Segunda Guerra Mundial, surgiram os primeiros computadores e robôs: foi o início da automação. Agora, tudo parece mais confuso. A internet, por exemplo, é um arranjo de sinais elétricos típicos da Segunda Revolução Industrial e comumente utilizada num dispositivo da terceira, o computador. “A Quarta Revolução Industrial é a interseção de todas as tecnologias”, diz Zvika Krieger, diretor do Centro para a Quarta Revolução Industrial do Fórum Econômico Mundial, em São Francisco. Ele lembra que desenvolver a inteligência artificial só será possível com a internet das coisas, que, por sua vez, só tem valor se as informações coletadas puderem ser acessadas e examinadas em escala — ou, em outras palavras, com o auxílio de big data. “É o uso combinado disso tudo que faz este momento tão poderoso e único na história da humanidade.”

EXAME visitou fábricas e viu de perto soluções da Quarta Revolução Industrial na Alemanha, na França e no Brasil. Em todos os casos, há uma mescla de tecnologias. Um desses exemplos é o centro de pesquisas do conglomerado alemão Siemens no bairro de Neuperlach, em Munique. Com uma arquitetura típica dos anos 70 e um conjunto de câmaras e salas em diferentes níveis abaixo do solo, o lugar parece um cenário dos esconderijos dos vilões dos filmes de Ja-

mes Bond. Em um dos laboratórios, o engenheiro Kai Wurm e seu time trabalham no desenvolvimento de um sistema de inteligência artificial para ser usado junto com robôs industriais. Desde os anos 70, os robôs desempenham apenas tarefas pré-configuradas, e Wurm tenta fazer dois braços autômatos resolverem sozinhos qual é a melhor maneira de juntar peças que estão espalhadas sobre uma mesa. Os robôs fazem a tarefa com sucesso, mas ainda precisam ficar cercados para evitar acidentes com quem assiste à demonstração. A meta é conseguir que robôs desse tipo trabalhem lado a lado com humanos em fábricas, separando itens e realizando pré-montagens — máquinas com essa capacidade são conhecidas como *co-bots*, ou “robôs colaborativos”. A fabricante sueco-suíça de equipamentos elétricos ABB já utiliza robôs assim em sua fábrica de tomadas na República Tcheca — e o mesmo modelo de robô, por sinal, regeu uma orquestra e o tenor italiano Andrea Bocelli numa demonstração em setembro. A ideia era mostrar o que a robótica e a inteligência artificial podem fazer quando se encontram — e boa música não é exatamente a primeira resposta ao se pensar nessas tecnologias.

#### SIMULAÇÃO E REALIDADE

Em outro laboratório de Neuperlach, no tórreo, uma combinação de tecnologias pretende revolucionar o setor de transportes. O engenheiro mecânico Marcus Bauer lidera um time que trabalha no desenvolvimento de turbinas elétricas para aviões. O ambiente é dividido em duas partes. De um lado, onde estão as bancadas de trabalho, fica um cockpit de avião que poderia estar num parque de diversões. Do outro lado do vidro está a pequena turbina elétrica, cuja semelhança com um escorredor de macarrão é motivo de risadas no laboratório. Tudo muda, no entanto, quando começa a interação entre o cockpit e a turbina: se o avião acelera na tela, a turbina gira mais rápido. Esta, por sua vez, devolve informações para os computadores sobre sua performance. “Testamos o desempenho de alguns componentes e também se tudo está dentro das regulações de aviação. Isso só é possível por causa da simulação. Do contrário, teríamos de ir a campo testar num avião de verdade”, afirma Bauer.

Simulações como essa são conhecidas como gêmeo digital: tudo o que acontece na turbina real também acontece na turbina do computador. Isso gera uma enorme quantidade de dados, que, após análise, resultam em melhorias no projeto. A mesma técnica é usada para gerenciar fábricas e plataformas de exploração de petróleo. No caso de Bauer, ainda há uma sofisticação: ele utiliza óculos especiais para visualizar uma mudança antes de colocá-la em prática. Com o uso do Microsoft HoloLens, dispositivo de realidade mista da empresa americana de tecnologia Microsoft, é possível ver



## A LOGÍSTICA 4.0

Os drones aceleram as entregas de comida, bebidas e remédios mundo afora. Mas a legislação pode atrasar o avanço dessa tecnologia **LEO BRANCO, DE TÓQUIO**

O silêncio na área rural da pacata Minamisoma, cidade japonesa de 55 000 habitantes, 280 quilômetros ao norte de Tóquio, tem sido interrompido desde outubro por um zumbido que vem dos ares. Por ali, pelo menos duas vezes por semana, drones cruzam o céu para lá e para cá com pacotinhos pouco maiores do que uma caixa de sapatos e que pesam até 2 quilos. O que vai dentro? Alimentos e bebidas escolhidos entre 300 opções para consumo rápido,



Drone da Rakuten:  
noodles e frango frito  
entregues por via aérea

inovação

vendas via celular pela unidade local da Lawson, uma das maiores redes de conveniência do Japão. No cardápio, há copos de *noodles* preparados na hora, refrigerantes e até porções de *karaage*, frango frito tipicamente japonês empanado num molho com muito alho e gergelim. A entrega de comida feita pelo ar é uma aposta recente da gigante de comércio eletrônico Rakuten, fundada em Tóquio em 1997 e que hoje fatura mais de 8 bilhões de dólares por ano. Ainda na casa das dezenas por mês, as entregas vão a domicílios de idosos ou a áreas de difícil acesso na região, evacuada em 2011 após o vazamento nuclear da usina de Fukushima, a poucos quilômetros dali, e que tem sido repovoada aos poucos — por isso, faltam mercados para atender os novos moradores. “Queremos dar um senso de conveniência às pessoas nessas localidades”, diz Koji Ando, executivo da Rakuten para o desenvolvimento de novos negócios. O plano é implantar o mesmo sistema para facilitar a vida dos jogadores de golfe de Chiba, município nos arredores de Tóquio com dezenas de campos do esporte.

O investimento da Rakuten nos drones é mais um de uma revoada de anúncios sobre o uso de tecnologias de veículos autônomos em logística. Em dezembro de 2016, a concorrente Amazon realizou um teste semelhante, embora numa escala menor: apenas dois potenciais clientes numa área selecionada para o voo dos drones, escondida nos campos do interior da Inglaterra. No ano passado, o cofundador do Google, Larry Page, anunciou em carta aos investidores que a empresa divulgaria em breve “novidades excitantes” sobre entregas feitas por drones. Na China, o JD.com, segundo maior shopping virtual do país, está testando o uso de drones com capacidade para carregar até 1 tonelada em rotas fixas entre seus centros de distribuição. Em Reykjavik, capital da Islândia, cuja mancha urbana é cortada ao meio por uma baía, drones da startup israelense Flytrex sobrevoam as águas num serviço de entrega de comida e remédios. O percurso demorava 30 minutos se feito por caminhão — agora, com drone, leva apenas 5.

De acordo com uma projeção do banco de investimento Goldman Sachs, a venda de aeronaves não tripuladas para entregas deverá movimentar 9 bilhões de dólares até 2020 — 10% do mercado total estipulado para os drones no período. Embora ainda esteja levantando voo, esse é um investimento estratégico para resolver um dos maiores gargalos logísticos mundo afora: o enrosco que é atender às expectativas de um cliente cada vez mais ansioso para receber logo o que comprou pela internet. De acordo com um estudo da consultoria McKinsey, 25% dos consumidores online dos Estados Unidos e da China estariam dispostos a pagar mais de frete por uma entrega que não leve mais do que algumas horas.

A maior ameaça para esse mercado, até agora, é a falta de legislação específica ou leis muito restritivas, que podem reduzir o potencial da tecnologia. No Brasil, por exemplo, a regulamentação da Agência Nacional de Aviação Civil impede o voo de aviões não tripulados sobre pessoas — o que torna inviável o uso de drones em bairros residenciais. No Japão, por lei, as entregas aéreas da Rakuten só podem circular em trajetos preestabelecidos e monitorados, a olho nu, por um funcionário em solo. Na prática, a medida restringiu as entregas a residências a 2 quilômetros da loja da Lawson, de onde partem os produtos. E acabou com uma das belezas da logística 4.0: a automação completa do serviço. Por ora, as entregas por drones têm gerado mais expectativas do que resultados. Mas isso tende a mudar.

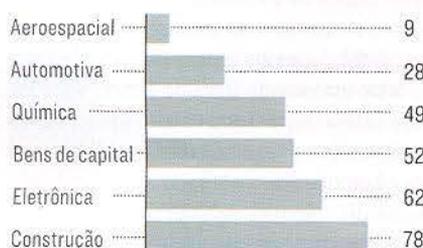
se a saída de um cabo seria mais adequada de um lado ou de outro da turbina. “O uso da realidade mista acelera o tempo de desenvolvimento, pois evitamos retrabalhos na turbina real”, afirma Bauer.

A boa notícia é que tecnologias como essas não estão restritas apenas aos laboratórios de ponta. Elas começam a fazer parte do dia a dia, inclusive de empresas com negócios mais tradicionais. A fabricante de impressoras Koenig & Bauer atravessou todas as revoluções industriais. Fundada em 1817, agora também utiliza óculos de realidade mista, como os do laboratório da Siemens, para a manutenção de suas máquinas. Quando um cliente da Koenig & Bauer tem uma falha numa impressora, basta, por meio do aparelho, entrar em contato com os técnicos da empresa

## INVESTIMENTO CERTEIRO

A adoção das novas tecnologias terá impactos diferentes em cada tipo de indústria — em comum entre elas está o retorno acelerado

Redução anual dos custos até 2020 com adoção da indústria 4.0 (em bilhões de dólares)



Tempo de retorno esperado pelas empresas que investiram em digitalização



Fonte: PwC

para ser guiado sobre como solucionar o problema. “Nossos técnicos na Alemanha veem, em tempo real, o que a pessoa está fazendo aqui no Brasil, guiando, por áudio, todo o processo”, afirma Paulo Faria, diretor-geral da Koenig & Bauer no Brasil. Essa conexão instantânea resulta numa redução do tempo de máquina parada, uma vez que não é preciso esperar o deslocamento de um técnico para o local.

Quem segue o mesmo caminho é o conglomerado alemão ThyssenKrupp, que passou a utilizar o Microsoft HoloLens para aumentar a eficiência da manutenção de seus elevadores e escadas rolantes. Os técnicos da empresa podem colocar os óculos para acessar o histórico de problemas do elevador, verificar alertas e ver um desenho esquemático do painel elétrico. Tudo isso só é possível porque há o envio de dados em tempo real para os servidores da empresa, geridos também pela Microsoft. O passo natural, com esse acúmulo de informações, é passar a usar o poder de processamento na

Plataforma em alto-mar: dispositivos conectados avisam sobre problemas



GETTY IMAGES

nuvem para descobrir padrões de elevadores que estejam prestes a quebrar e, então, agir antes que as falhas ocorram. “Isso nos permite atuar de forma preditiva e, assim, garantir mais disponibilidade, eficiência e segurança de equipamentos de mobilidade urbana”, afirma Paulo Alvarenga, presidente da ThyssenKrupp para a América do Sul. Segundo um estudo da consultoria Deloitte, o uso da tecnologia para manutenção preditiva pode diminuir os custos gerais de manutenção em até 10%. O tempo de vida dos equipamentos, por outro lado, pode ser prolongado em até 20%.

Dependendo do setor, o ganho pode ser ainda maior, uma vez que os efeitos costumam se propagar pela economia. Se, por exemplo, uma impressora de embalagens quebra, toda a cadeia de produção é paralisada e, no limite, isso significa que menos produtos estão disponíveis nas prateleiras dos supermercados — no caso de um elevador, filas se acumulam em prédios e reuniões e negócios podem ser afetados. A con-



## AS TECNOLOGIAS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL REDUZEM ATÉ 30% DOS CUSTOS — E AINDA AUMENTAM O TEMPO DE VIDA DAS MÁQUINAS EM ATÉ 20%

sultoria BCG analisou o potencial de contribuição de todas as tecnologias da indústria 4.0 para o aumento de eficiência, calculando um cenário com todo o setor manufatureiro alemão. Nessa projeção, os custos de transformação — que excluem o da matéria-prima — da indústria automotiva poderiam cair até 20%; no setor de alimentos e bebidas e de componentes, esse ganho chegaria a até 30%. Outra consultoria, a PwC, depois de coletar respostas de mais de 2 000 empresas em 26 países, concluiu que os ganhos de eficiência podem ser da ordem de 421 bilhões de dólares anualmente até 2020.

Em Paris, EXAME viu de perto como os dispositivos conectados e combinados com big data podem ser usados por indústrias das mais complexas, como a de óleo e gás. Em um estande de demonstração do grupo francês Schneider Electric, que atua na área de equipamentos elétricos e serviços, uma válvula usada em plataformas de alto-mar enviava informações em tempo real sobre sua temperatura. Mas bastou colocar a mão sobre o dispositivo por alguns instantes para que um alerta aparecesse na tela. Ao clicar no aviso, abria-se um gráfico com o histórico de variação da temperatura. Isso é

## POR DENTRO DE UMA LINHA 4.0

No ABC paulista, uma nova fábrica de caminhões reúne a tecnologia de ponta **RAFAEL KATO**

A alemã Mercedes-Benz inaugurou em março uma nova linha de montagem baseada nas tecnologias mais avançadas. Com 500 milhões de reais de investimento, realizado de 2014 a 2018, as inovações em São Bernardo do Campo, no ABC paulista, fazem com que a produção de um caminhão seja 15% mais rápida do que na linha anterior. “Temos flexibilidade total agora. Podemos fabricar qualquer caminhão e em qualquer sequência”, afirma Carlos Santiago, vice-presidente de operações da montadora no Brasil. Veja as principais mudanças realizadas.

### TRÁFEGO DE ROBÔS

Os custos de logística caíram 20% com um almoxarifado dentro da fábrica, onde há a pré-montagem de componentes. Depois, os AGVs — autômatos amarelos que se comunicam uns com os outros para evitar acidentes — distribuem as peças por toda a linha.

### TORQUE DIGITAL

Com caminhões leves, médios, pesados e extrapesados numa só linha, as apertadeiras eletrônicas ajustam sozinhas a força para rosquear os parafusos de cada tipo de veículo. Se algo estiver solto, o sistema impede o avanço para a próxima etapa de montagem.





#### • RASTREAMENTO

Como a linha permite grande personalização, leitores digitais se certificam de que cada peça corresponda ao que foi encomendado para cada caminhão. Na imagem, um painel exibe o número de série antes de aprovar a montagem de um motor no chassi. A ideia é, no futuro, liberar esse número para que clientes acompanhem a produção em tempo real.



#### • O GRANDE IRMÃO DA SEGURANÇA

Em todas as áreas em que há movimentação suspensa de materiais, scanners seguem os movimentos dos funcionários. Se alguém invadir o espaço delimitado pelas fitas zebreadas, o sistema para automaticamente a produção, reduzindo acidentes. Os operários só são autorizados a estar no local quando a peça estiver a uma altura segura.

#### TUDO SEM PAPEL

O controle de processos e de qualidade é feito por meio de aparelhos digitais similares a smartphones. É possível apontar erros com exatidão e diminuir retrabalhos. Há também um aplicativo utilizado pelos engenheiros que informa quantos caminhões já foram produzidos e quantos parafusos já foram apertados.



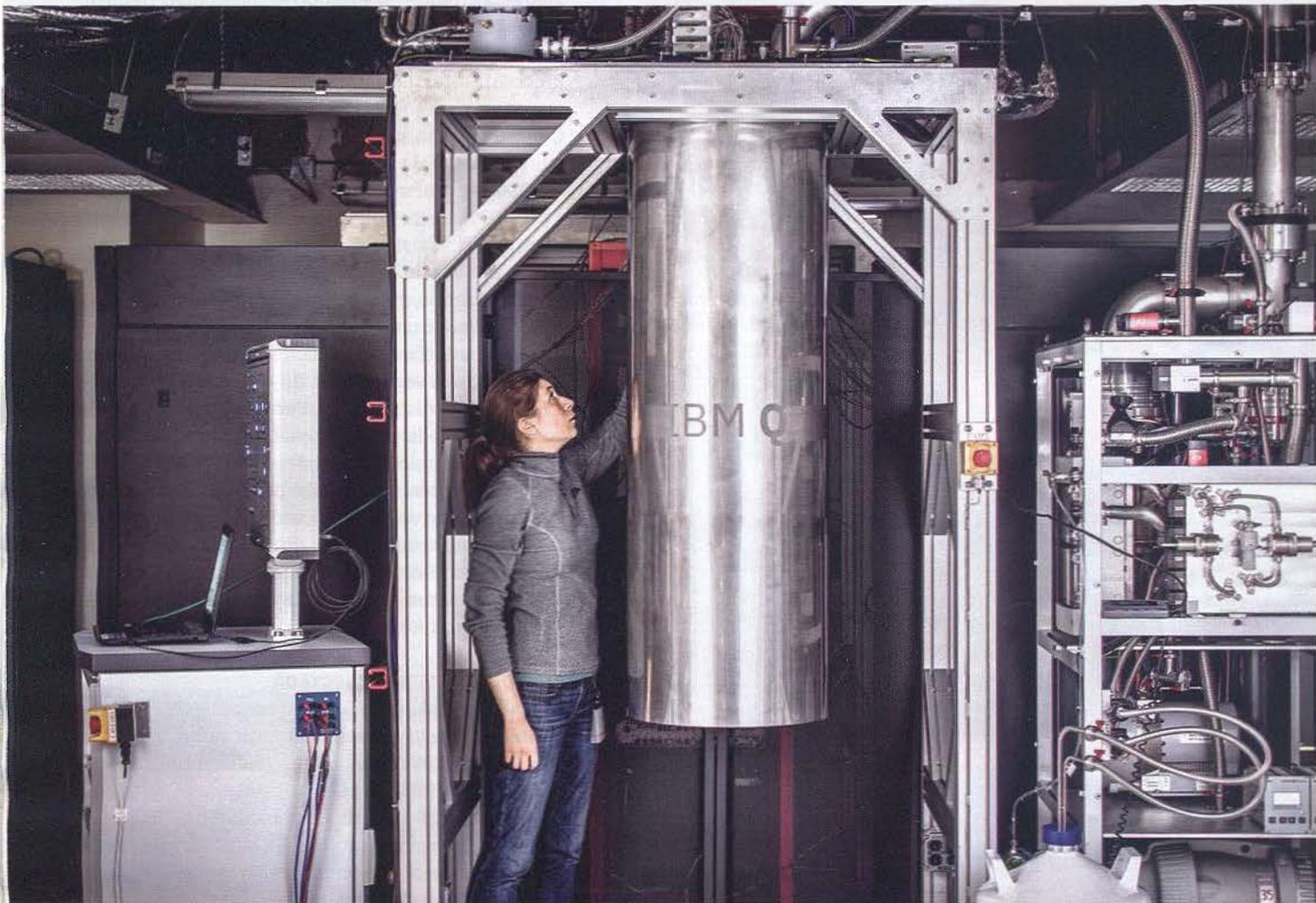
FOTOS: BERMIANO LUIZERS

especialmente útil, pois picos podem significar que algo está errado — sobretudo se forem mais frequentes. Seguindo na investigação, o sistema também oferece ao técnico responsável — que, por sinal, nem precisaria estar na plataforma — a opção de consultar quando o produto foi fabricado, comprado e instalado. Quanto mais antiga for a válvula, maior é o sinal de que realmente já está na hora de trocá-la por uma nova. O software oferece ainda o recurso de encomendar a peça. Em suma, o sistema é desenhado para que as substituições sejam feitas antecipadamente. A arquitetura dos produtos da Schneider Electric segue o princípio de que, para tirar maior proveito da indústria 4.0, o melhor é combinar as tecnologias. Há três camadas de soluções. Na primeira estão os dispositivos conectados. A segunda é a de controle e coleta dos dados desses dispositivos. Por fim, há a camada de análise e tomada de decisões. “Ao ter cada vez mais objetos conectados, do termômetro à central de energia, abre-se um novo caminho para a geração de valor e para o retorno de investimentos de qualquer empresa”, diz Emmanuel Babeau, diretor financeiro global da Schneider Electric. Para ter ideia, a empresa obtém 45% de seu faturamento de 25 bilhões de euros com serviços e produtos relacionados à internet das coisas.

#### A REVOLUÇÃO SERÁ CONECTADA

Segundo a consultoria Gartner, haverá mais de 20 bilhões de dispositivos conectados no mundo até 2020. Projeções mais otimistas, como as feitas pelas empresas de tecnologia Ericsson e Cisco, falam em até 50 bilhões de coisas ligadas à internet. E, quando se diz “coisa”, é todo tipo de cacareco mesmo. EXAME viu, por exemplo, uma ratoeira conectada que avisa não só se ela está armada ou desarmada como também se há, de fato, um rato preso nela. Invenções desse tipo estão ocasionando uma revolução nas telecomunicações. Afinal, se muitas vezes o sinal 4G dos smartphones falha em grandes cidades, como garantir que tudo esteja ligado à rede? A solução para isso é o uso de uma frequência conhecida como LoRa, uma rede de baixa frequência — opera na mesma faixa de antenas de rádio UHF — que não exige regulamentação e leilão governamental. As redes LoRa são de longo alcance e de baixo consumo de energia, ideais para ser utilizadas em sensores que não estão ligados em tomadas, como uma ratoeira. A operadora francesa de telecom Orange, por exemplo, já conectou mais de 4 000 cidades da França, portos e unidades fabris. A empresa afirma ter mais de 100 clientes corporativos utilizando o serviço e o próximo passo será conectar sua rede com a de operadores na Bélgica, na Holanda e na Alemanha.

No Brasil, a tecnologia LoRa começa a dar os primeiros passos pela American Tower, uma empresa multinacional dona de 19 000 torres de celular no país.



Computador quântico da IBM: com 50 bits quânticos, o processamento vai além do 0 ou 1 dos PCs — ele pode ser as duas coisas ao mesmo tempo

Desde o final do ano passado, ela opera em fase piloto uma rede desse tipo nas regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. O lançamento comercial do serviço está previsto para o último trimestre deste ano e o objetivo, até 2019, é estar presente em 80 cidades, com 2 000 torres e cobrir 55% do PIB nacional. “Como os sensores do tipo LoRa têm custo baixo, algo da ordem de centavos, o impacto na melhoria da vida nas maiores cidades é grande”, diz Abel Camargo, diretor de estratégia e novos negócios da American Tower. Segundo ele, os setores de agronegócio, logística e gestão de ativos podem ser os maiores beneficiados. “Sensores em tampas de galerias subterrâneas, por exemplo, poderão enviar informações toda vez que forem abertas, indicando que alguém está prestes a roubar cabos de energia, como é tão comum.”

A empresa de energia Arensis, com sede em Los Angeles, nos Estados Unidos, é a prova da transformação atual. Ela desenvolveu centrais de energia do tamanho de um contêiner para ser usadas por prédios de escritórios, fábricas e hospitais. Por meio de processos químicos, a central utiliza restos orgânicos dos clientes — como papel e resto de alimentos — para gerar um gás natural, que, por sua vez, é transformado em energia elétrica. A cada dez contêineres, a geração de energia é de 1 megawatt, energia suficiente para abastecer 200 casas. Mas, em vez de vender as centrais, a empresa vende a energia gerada por elas — e ainda cuida da manutenção. “Eu não conseguiria ter uma empresa como essa sem as tecnologias da indústria 4.0”, diz Julien Uhlig, presidente da Arensis. Ele, que mora em Los Angeles, consegue administrar

o total de energia vendido e as falhas de cada uma das centrais com um aplicativo no celular. Seus engenheiros estão na Áustria; os clientes, em lugares como Inglaterra e, em breve, Brasil.

“Muitas empresas, quando pensam na indústria 4.0, focam apenas a redução de custos. Mas acreditamos que as companhias deveriam estar olhando para as novas oportunidades de negócio”, afirma Aidan Quilligan, líder global de novas tecnologias industriais na consultoria Accenture. Foi o que fez a montadora de carros de luxo Porsche. Em sua fábrica na cidade de Leipzig, visitada pela reportagem de EXAME, a tecnologia aumentou a flexibilidade da produção com um resultado prático: é possível atender consumidores e mercados com gostos distintos. A linha de montagem

truturas que uma injeção de plástico comum não consegue fazer, como uma peça porosa. “Essa tecnologia tem o potencial de ser usada em várias áreas, como medicina, aeroespacial, automobilística, pois é possível imprimir estruturas que hoje não dá para fazer, a não ser que sejam criadas de maneira artesanal e sem escala industrial”, diz Claudio Raupp, presidente da HP no Brasil. É, portanto, uma expansão significativa das áreas em que a empresa atua.

Os analistas consultados por EXAME concordam que a revolução nos negócios será ainda maior quando os computadores quânticos estiverem em uso. A expectativa é que isso aconteça em até dez anos. Atualmente, a IBM trabalha num computador desse tipo, mas que tem pouco poder computacional. E a Microsoft já

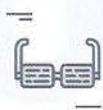
## AS TECNOLOGIAS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Apesar de cada tecnologia poder ser usada separadamente, a combinação delas é o que define o mundo 4.0



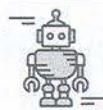
### BIG DATA

Análise de um grande volume de dados gerados por sensores para a descoberta de padrões que podem ser usados, por exemplo, para prevenir falhas.



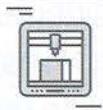
### REALIDADE MISTA

Usada com óculos especiais ou smartphones para visão raio X de máquinas, facilita a manutenção.



### INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Automatização de decisões e criação de uma leva de robôs cooperativos.



### IMPRESSÃO 3D

Impressão de peças e objetos plásticos. Possibilita economia de materiais e agilidade na produção.



### INTERNET DAS COISAS

Ligação em rede de máquinas e aparelhos, permitindo a troca de informações entre eles.



### SIMULAÇÃO VIRTUAL

Conhecida também como gêmeo digital, a simulação em computador usa dados reais para criação de cenários e melhoria de processos.

Fontes: WEF, BCG e PWC

produz de acordo com os pedidos que chegam de diferentes revendedores e incluem requintes como iniciais do futuro dono no banco de couro. Com processos digitalizados, a Porsche atendeu a uma exigência de compradores chineses que preferem carros mais compridos. A razão para isso é que os ricos do país gostam de ir no banco de trás, enquanto o motorista dirige o carro, que é feito especialmente para pistas de corrida.

Outro exemplo de mudança de modelo de negócios vem da fabricante americana de impressoras HP. Ela decidiu levar sua experiência em jato de tinta para o mundo da impressão 3D. Em vez de utilizar um filamento único de insumo, a HP desenvolveu uma impressora que utiliza reações químicas para imprimir um objeto em camadas, ganhando tempo e economizando material. A tecnologia consegue construir es-

oferece uma plataforma que permite emular algoritmos quânticos, preparando empresas e engenheiros. Quando estiver em uso, o processamento de um computador quântico deverá ser até 10 000 vezes mais rápido do que temos atualmente. Análises genéticas, por exemplo, passarão de duas semanas de prazo para ser feitas para menos de 1 minuto. Para quebrar os códigos de todos os sistemas atuais de criptografia — incluindo os dos bancos —, um computador normal demoraria 13 bilhões de anos. O quântico faria isso em horas. Imagine, então, o que um computador desses poderá fazer se for combinado com inteligência artificial. Se tudo sair como planejam os pesquisadores, com o computador quântico, o Museu de Ciência e Tecnologia em Munique terá, finalmente, um objeto símbolo do mundo 4.0 até o fim da próxima década. ■

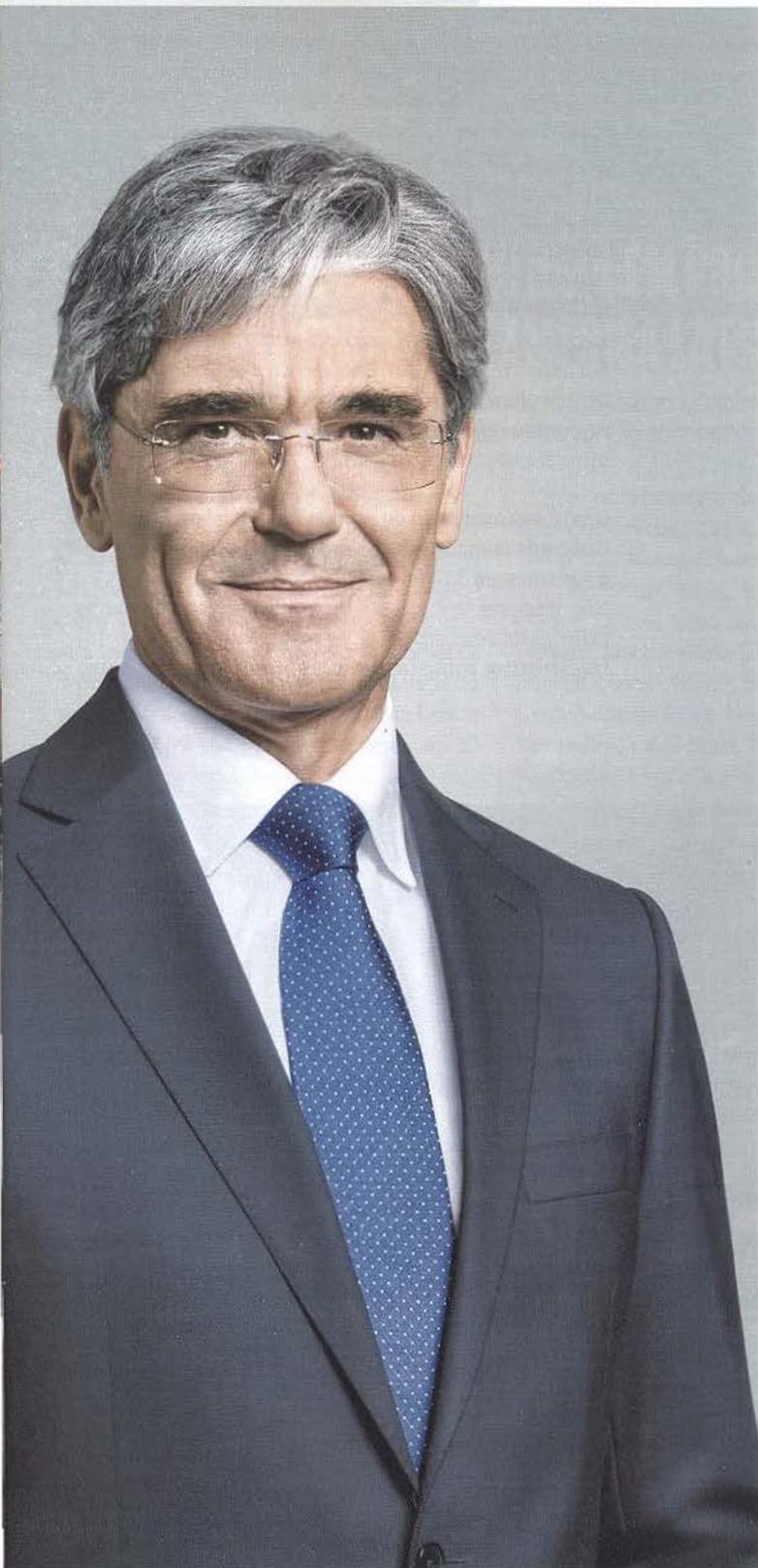
# POR UMA DÉCADA DE OURO

Para Joe Kaeser, presidente mundial da Siemens, o Brasil é um ótimo lugar para investir e a indústria aqui pode ter um futuro próspero — desde que haja, claro, estabilidade política

RAFAEL KATO

**O** ALEMÃO JOE KAESER, DE 60 ANOS, É UM DOS EXECUTIVOS mais poderosos do mundo. Como presidente do conselho de administração e presidente mundial do conglomerado alemão Siemens — cujo faturamento anual é de 83 bilhões de euros —, ele comanda 380 000 funcionários em mais de 200 países. Sua influência também avança sobre o mundo político. É frequentemente citado como um conselheiro informal da chanceler da Alemanha, Angela Merkel, que tem uma versão impressa em 3D de sua figura presenteada por Kaeser. Ela, por sua vez, o levou numa visita oficial ao presidente americano, Donald Trump, em 2017. Em março, Kaeser esteve

com o presidente Michel Temer, quando assinou um memorando de entendimento com o governo brasileiro em que afirma que a Siemens investirá até 1 bilhão de euros no Brasil nos próximos cinco anos. A ideia é construir fábricas, investir em educação profissional, em soluções energéticas e nas tecnologias da Quarta Revolução Industrial. Otimista, Kaeser diz que o país poderá se beneficiar das novas tecnologias para dar um salto de produtividade, até porque, segundo ele, não é preciso ter um parque industrial 3.0 para receber os benefícios da indústria 4.0. “O Brasil poderá ter, assumindo que haja um resultado econômico estável das eleições, uma década de ouro.” Durante sua passagem pelo país, EXAME conversou com Kaeser sobre esses assuntos e o atual momento da Siemens. A seguir, os principais trechos da entrevista.



Joe Kaeser, da Siemens: "Não há razão para confundir todo mundo sobre o que é internet das coisas"

**O senhor anunciou um investimento de 1 bilhão de euros no Brasil. O que a Siemens planeja desenvolver nos próximos cinco anos no país?**

Basicamente, anunciamos duas coisas. A primeira delas é sobre como construir uma infraestrutura para o país juntamente com o governo para que o desenvolvimento industrial possa decolar. Isso versa muito sobre energia sustentável, acessível e, é claro, confiável. Se há quatro ou cinco apagões por dia, então uma manufatura automatizada não vai funcionar. Portanto, é preciso preparar o terreno para uma infraestrutura confiável e acessível, e isso passa, necessariamente, pela eletrificação. Há também o desenvolvimento da infraestrutura de mobilidade, de transporte de pessoas e bens. Isso ajuda a reduzir a inflação porque elimina ineficiências. Muitas vezes, a inflação decorre de ineficiências, não do superaquecimento de uma economia. O que precisa ser construído pelo governo é apenas uma moldura regulatória. Não há necessidade de nos ajudar a fazer isso.

**E qual é o segundo ponto?**

Anunciamos a Aliança Brasil 4.0, que, com base nessa política, vai trazer mais manufatura para o país. Eu pedi ao nosso CEO local, André Clark, para examinar as novas necessidades de gestão de energia por aqui. O Brasil é, provavelmente, 20 vezes maior do que a Alemanha. É preciso gerenciar a infraestrutura com distâncias enormes. E, com o aumento do uso da energia renovável, não haverá mais uma usina como a de Itaipu. Haverá várias fontes de energia: do Sol, do vento, de todos os lugares. Isso tornará a rede mais volátil. Será necessário equilibrar a demanda e a oferta. Assim, a inteligência sobre a eletrificação irá para o lado da rede, e não tanto para a geração de energia. Portanto, precisamos investir, porque há uma grande demanda de serviços.

**Mas que tipo de demanda mais exatamente?**

O Brasil é um ótimo lugar para investir. Aqui há muitas empresas, como a Basf e a Nestlé. São mais de 200 milhões de pessoas. Todo mundo precisa de energia. Todo mundo precisa ir de um lugar ao outro. Todo mundo precisa se alimentar. É isso que vamos fazer: construir a infraestrutura básica, depois acelerar a automação e levar o componente digital tanto para a fábrica quanto para o design de produtos.

**A indústria 4.0 tem o potencial de impactar todos os segmentos. Mas há alguma área em que o impacto será maior no Brasil?**

O impacto vale tanto para o setor de alimentos e bebidas quanto para o de óleo e gás, incluindo a área de distribuição e a de derivados petroquímicos. Não nos esqueçamos da agricultura, porque no Brasil, assim

como em outros países da América Latina, a agricultura é industrial, com áreas de 100 000 hectares. Há projetos agrícolas que podem ser automatizados como a manufatura. É diferente no processo, mas com os mesmos ganhos de produtividade e de eficiência. O que é muito importante nisso tudo: é preciso ter as pessoas certas para fazer isso. Pouco adianta se as pessoas não são treinadas e bem instruídas. Educação é outra pedra angular de nosso investimento. Se houver apenas a transferência de mão de obra de outros países, então o país nunca desenvolverá sua capacidade. Precisamos de pessoas treinadas nas universidades. E também treinar os professores. Acredito que o Brasil poderá ter, assumindo que haja um resultado econômico estável das eleições, uma década de ouro.

**No relatório de competitividade do Fórum Econômico Mundial, o Brasil aparece numa posição intermediária, sobretudo pela falta de mão de obra qualificada. Como equilibrar esse problema da educação com a velocidade da digitalização?**

É simples, na verdade. Só existe um desafio para um país: é preciso educar seu povo em primeiro lugar.

Sente-se, relaxe, entenda as prioridades e, em seguida, faça uma coisa de cada vez. Não há nenhuma razão para confundir todo mundo sobre o que é software 4.0, internet das coisas, tecnologias que poucos sabem como aplicar. A boa notícia é que muitas empresas multinacionais sabem como aplicá-las. Pense em empresas como a montadora Daimler, a química Basf e a própria Siemens. E tantas outras de diferentes países e setores. Todas trazem muito conhecimento e são importantes nesse processo. Sei que as multinacionais alemãs aqui têm um sistema de aprendizagem. O Brasil não está completamente sem base. Há muito talento aqui. Basta estar atento ao plano de desenvolvimento da infraestrutura e, em seguida, dar um passo de cada vez no mundo industrial. Eu sou otimista em relação a isso.

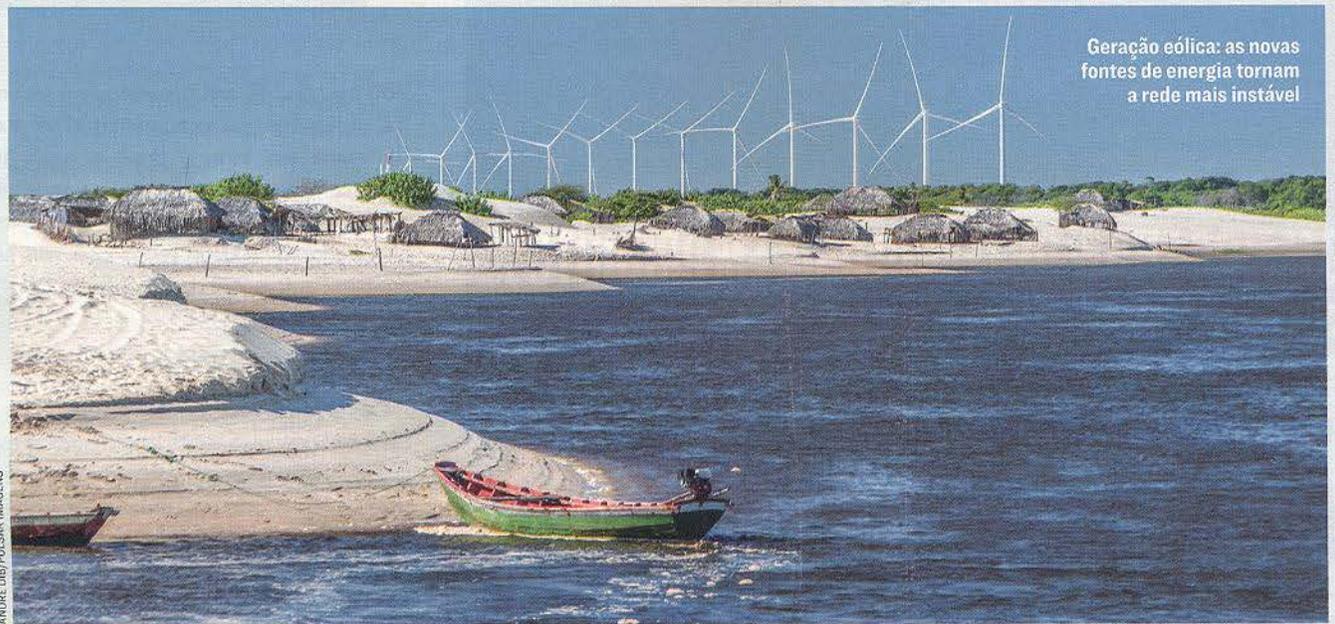
**Qual é sua avaliação do parque industrial no Brasil? Concorda com alguns analistas que dizem que não é nem mesmo 3.0, talvez seja ainda 2.5?**

Não importa se é 2.5, 3.5 ou 1.5. É preciso colocar as prioridades em ordem. E as prioridades são uma infraestrutura robusta, um plano industrial de longo



KRISTIAN BOCS/GETTY IMAGES

Fábrica de turbina a gás em Berlim: é preciso treinar as pessoas para a indústria 4.0



Geração eólica: as novas fontes de energia tornam a rede mais instável

ANDRÉ DIB/PULSAR IMAGENS

## “SÓ HÁ UM DESAFIO PARA UM PAÍS: É PRECISO EDUCAR SEU POVO EM PRIMEIRO LUGAR. RELAXE, ENTENDA AS PRIORIDADES E FAÇA UMA COISA DE CADA VEZ”

prazo como um modelo de referência para o setor, treinar as pessoas para que elas possam participar da próxima etapa da industrialização. Se atualmente é 2.5 ou 3.0, isso não é relevante. Siga essa fórmula e o Brasil alcançará os outros países rapidamente, não importa onde esteja hoje. Mas é melhor começar logo.

### Como o processo de transformação digital está afetando a própria Siemens?

Nos últimos quatro anos, ocorreu uma enorme transformação na empresa. Não há nenhuma ficção nem conversa sem substância. Precisamos conectar o mundo físico com o mundo virtual. Precisamos olhar para os métodos físicos de produção de chocolate, de carros, de móveis e, em seguida, pegar todos os dados desses processos, levá-los para a nuvem e então analisá-los para compreender o que deve ser modificado no mundo físico para tornar todos os processos mais eficazes. E, claro, mais flexíveis. Chamamos de EAD: eletrificação, automação, digitalização. Essa fórmula vertical, acredito, é a fórmula vencedora da Quarta Revolução Industrial.

### Como é levar um grande conglomerado industrial a ser uma empresa que também produz software?

Parece mais simples do que é, pois o mundo físico e o virtual são completamente diferentes em capacidades, prioridades, pessoas pensando e agindo. Exemplo: se há um grupo de pessoas que vendem disjuntores, torná-las vendedoras de software será um desastre. E o contrário também. Portanto, é uma questão muito sensível, sobre como ir ao mercado e integrar hardware e software numa coisa só. Não entrarei em detalhes sobre como fizemos. Mas vemos os clientes como o ponto mais importante, e isso unifica a empresa em torno de um propósito. Uma vez que há um sistema comum de valores e crenças, há um poder de integração. Se a empresa não fizer isso, haverá forças em diversas direções desviando o foco.

### E quais são esses valores comuns?

Chamamos de “cultura de dono”. Não importa onde a pessoa trabalha ou o que faz, ela precisa agir como se fosse sua companhia. Temos também uma cultura de falar, não importa qual seja a posição na hierarquia: diga sua opinião, faça propostas, seja ativo. ■

Automação na  
Alemanha: produção  
local em vez de  
importação da Ásia





# O JOGO MUDOU

Com robôs que permitem a personalização de produtos, as fábricas, aos poucos, voltam ao Ocidente — e a China lança uma ofensiva para não ficar para trás

RAFAEL KATO

C

**ERCA DE 46 QUILÔMETROS AO SUL DE SUA SEDE, NA QUASE IMPRONUNCIÁVEL CIDADEZINHA DE HERZOGENAURACH,** no estado alemão da Baviera, a fabricante de equipamentos esportivos Adidas abriu, em outubro de 2017, uma nova fábrica de tênis de corrida. É em Ansbach, de pouco mais de 40 000 habitantes, que robôs trabalham freneticamente para moldar, cortar e colar calçados que atendam ao gosto dos europeus. Chamado pela Adidas de Speedfactory, o centro de produção também oferece uma redução dos custos de transporte — uma vez que a fábrica bávara substituiu a importação de tênis produzidos em uma unidade industrial no Sudeste Asiático. O uso de tecnologias como os robôs está por trás de um fenômeno que poderá ser capaz de modificar a cadeia global de suprimentos e de produção: o retorno das fábricas aos centros consumidores. Chamado pelo termo em inglês de *reshoring*, esse movimento ocorre na esteira do aumento de custos na China e com a constatação de que há algo que apenas os robôs são capazes de entregar: produtos personalizados na velocidade que os consumidores atuais exigem.

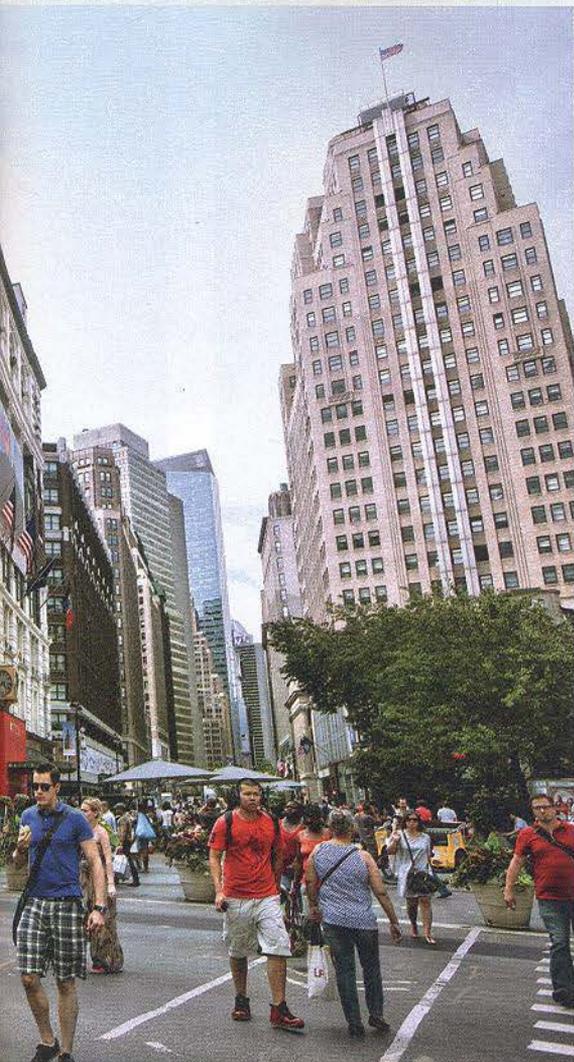
“A Speedfactory mudará a indústria, pois nos permite combinar velocidade na manufatura com flexibilidade, transformando os processos convencionais para dar aos consumidores o que eles querem, quando querem”, afirma Jan Hill, diretor sênior de engenharia do futuro e líder do projeto na Adidas. A visão da empresa é que com as mudanças será possível reduzir o tempo despendido do desenvolvimento do produto à sua chegada à prateleira da loja. O padrão da indústria é de 18 meses, mas com a nova fábrica é possível reduzir o prazo a cinco semanas — e, no futuro, a meta é ter um período ainda menor, de dias ou até mesmo de



Lojas em um cruzamento da Broadway, em Nova York: o uso de tecnologia permite

horas. Outra vantagem é que, com o auxílio dos robôs, é possível fazer edições de apenas 500 pares, quando a regra é fazer tiragens de pelo menos 50 000. Isso possibilita apostar em nichos, ampliando o sortimento de cores e estampas. “Por meio do aumento do nível de digitalização, a Speedfactory também permitirá o uso dos dados dos consumidores, como preferências e tamanho de pé, em análises para moldar e personalizar produtos. Isso é apenas o começo da jornada”, diz Hill.

**COM OS ROBÔS, A ADIDAS CONSEGUE REDUZIR O TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE SEUS PRODUTOS PARA SEMANAS, QUANDO O ANTIGO PADRÃO ERAM MESES**



que coleções de moda sejam voltadas para nichos

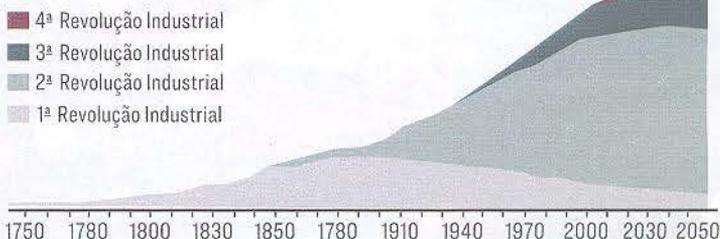
A ambição da Adidas é ampliar a participação de produtos criados por meio de projetos Speed, como o da fábrica em Ansbach — que emprega 160 pessoas e revigorou o setor logístico local —, para pelo menos metade de suas vendas líquidas até 2020. Atualmente, apenas 15% das vendas se enquadram nessa categoria. Um novo passo nesse sentido foi dado no final de abril, quando a empresa abriu sua segunda fábrica desse tipo, em Cherokee County, local próximo à cidade de Atlanta, nos Estados Unidos.

A Adidas não está sozinha nesse retorno da produção aos centros consumidores. A varejista de moda catalã Mango decidiu ampliar sua produção na Espanha, na Itália e na Turquia em detrimento da China e de Bangladesh. Mais emblemático ainda é o caso da chinesa Suzhou Tianyuan, que fornece peças de roupas

## A NOVA ONDA DO DESENVOLVIMENTO

Há uma corrida dos países para acessarem as tecnologias da Quarta Revolução Industrial, como robótica e inteligência artificial

### Contribuições das revoluções industriais para o desenvolvimento humano até 2050



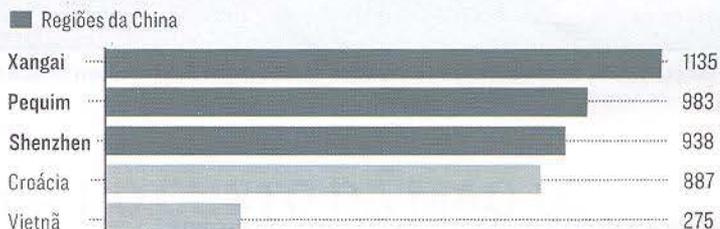
### Como os países estão na corrida da indústria 4.0

(anos de lançamento de programas nacionais)



### A China não é mais o país da mão de obra barata

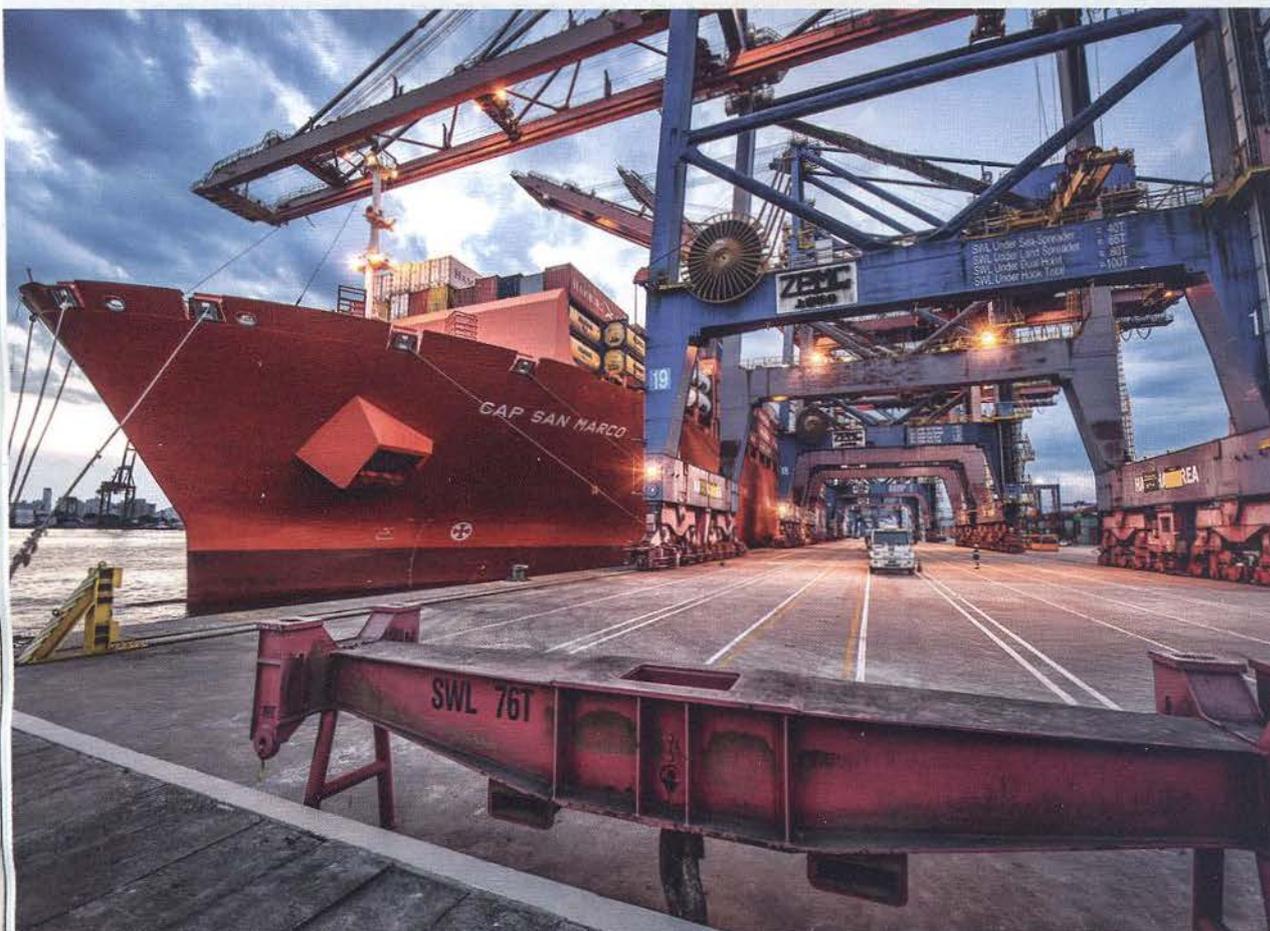
(mediana dos salários mensais em regiões da China versus países selecionados, em dólares)



Fontes: WEF, Roland Berger e Banco Mundial

para marcas como a italiana Armani e a americana Reebok. No início do ano, em vez de abrir mais um centro de produção na China, a Suzhou Tianyuan investiu 20 milhões de dólares numa fábrica no estado americano de Arkansas em que utiliza robôs inteligentes capazes de costurar camisetas e toalhas. “Nem mesmo o mercado de trabalho mais barato do mundo pode competir conosco”, disse em entrevista recente Tang Xinhong, presidente da Suzhou Tianyuan.

Além da proximidade com o mercado consumidor, as fábricas modernas, como a da Adidas e a da Suzhou Tianyuan, estão sendo abertas em países desenvolvidos em razão de outro fator: a mão de obra qualificada. O caso recente mais significativo é o da Ford. Em 2017, a montadora americana escolheu o estado de Michigan, e não o México, como destino de um investimen-



GERMANY LOUDERS

Carga no porto de Santos: entre os impactos da Quarta Revolução Industrial está o retorno da produção para países consumidores

to de 4,5 bilhões de dólares na implantação de uma fábrica de carros elétricos. Apesar de o governo do presidente Donald Trump afirmar que a mudança nos planos da Ford guarda relação com o endurecimento da política comercial do país — sobretudo com a renegociação do Acordo de Livre Comércio da América do Norte —, o real motivo para essa escolha tem a ver com o simples fato de os engenheiros de carros elétricos e outros profissionais necessários para trabalhar na nova unidade industrial estarem todos nos Estados Unidos. E sem eles seria impossível fazer a manutenção dos robôs ou enfrentar problemas que poderiam aparecer no dia a dia de uma fábrica digitalizada, como os bugs de software que todo usuário de computador conhece. Em média, ao produzir no México um carro de 25 000 dólares, há uma redução de custos da ordem de 1 200 dólares em relação a produzir nos Estados Unidos. Mas, com as novas tecnologias, essa diferença diminui e as empresas estão repensando as estratégias.

Nesse cenário, os chineses estão preocupados com a escalada de custos em seu território. Segundo a consultoria Euromonitor, o valor pago por hora a um trabalhador chinês subiu 64% de 2011 a 2016, ficando mais próximo do salário pago em lugares como Croácia e África do Sul e acima de países como Vietnã. Soma-se a isso o fato de que os custos de transporte estão atrelados, sobretudo, ao preço do barril de petróleo — que nos últimos 12 meses já acumula uma alta superior a 40%. Portanto, a vantagem competitiva de produzir longe do mercado consumidor está se estreitando. “O *reshoring* é uma realidade e os robôs, que compõem boa parte da mão de obra da indústria 4.0, têm um custo similar em qualquer lugar do mundo”, afirma Julien Imbert, sócio da consultoria BCG no Brasil. E os custos da automação estão caindo. Em 2005, um robô industrial custava, segundo a BCG, pouco mais de 67 000 dólares. Em 2015, o preço da mesma máquina já estava em 31 000. Até 2025, a queda tende a ser mais lenta, e



Xi Jinping, presidente da China: a meta é qualificar a indústria

FABRIZIO BENCINI/REUTERS

Os chineses entenderam que, para continuar seu processo de desenvolvimento, é fundamental abraçar as novas tecnologias. Segundo um estudo do Fórum Econômico Mundial, as tecnologias da Quarta Revolução Industrial vão ter um impacto cumulativo na melhoria da qualidade de vida nos próximos anos. Ficar de fora dessa onda significaria negar o passaporte rumo ao mundo desenvolvido — nas revoluções industriais anteriores, novos países conseguiram entrar no clube dos países ricos. Para não ficar para trás, além de incrementar os investimentos em educação, os chineses foram às compras. O grupo chinês de eletroeletrônicos Midea adquiriu, em 2016, 80% da empresa alemã de robôs industriais e de soluções de automação Kuka por 5 bilhões de dólares. Outra aquisição, no final de 2017, foi realizada pela fabricante de equipamentos Huachangda, que comprou a sueca RSP, uma empresa de automação surgida dentro da fabricante de robôs sueco-suíça ABB. O valor do negócio não foi divulgado.

Segundo a fabricante Kuka, as vendas de seus robôs industriais para o mercado chinês totalizarão 1,2 bilhão de dólares em 2020, o dobro do faturamento atual. Até lá, a China deverá ter 1 milhão de robôs industriais inteligentes, um terço do que é esperado de base instalada em todo o mundo — e um aumento de 230% em relação ao que o país asiático possuía em 2016. “Para quem aposta em inteligência artificial, o palpite mais certo é a China. E muitas pessoas não chegariam a essa conclusão há cinco anos”, afirma Mike Gregoire, presidente da empresa americana de software CA Technologies. “É por isso que, com as novas tecnologias, todos os países têm o potencial de se desenvolver. O jogo está aberto.”

## PREOCUPADA COM A SUBIDA DO CUSTO DA MÃO DE OBRA, A CHINA LANÇOU UM PLANO PARA ADQUIRIR MAIS ROBÔS INDUSTRIAIS E SEGUIR COMPETITIVA

o preço deve ficar pouco acima de 20 000 dólares. É por isso que, temendo a migração de fábricas para países vizinhos mais baratos ou para centros automatizados na Europa e nos Estados Unidos, o governo de Xi Jinping lançou o programa *Made in China 2025*, de investimentos em tecnologia. A ideia é o país deixar de ser conhecido pela produção em massa — e manual — de produtos baratos e começar a substituir as linhas de produção por robôs, investindo pesadamente em inteligência artificial. Essa tecnologia permitirá a criação de máquinas colaborativas e com habilidades de realizar tarefas mais complexas além daquelas para as quais foram programadas inicialmente.

Opinião similar tem Jean-Pascal Tricoire, presidente do grupo francês Schneider Electric, dono de um faturamento de quase 25 bilhões de euros na área de equipamentos elétricos e serviços. “Com o centro fabril do mundo sendo automatizado com qualidade e inovação, isso significa que todos os países precisam se mexer”, diz Tricoire (*leia entrevista completa na pág. 54*). Foi nesse contexto que o governo do presidente Emmanuel Macron anunciou no início de abril um projeto de 1,5 bilhão de euros para desenvolver empresas e pesquisas em inteligência artificial na França. A proposta contém chamadas públicas de projetos e financiamento de startups na área. O governo espera

que, com o plano estruturado, ainda consiga atrair outros 500 milhões de euros de investidores privados. “Acredito que a inteligência artificial promoverá a mudança de diferentes modelos de negócios. É a próxima disrupção. Eu quero fazer parte disso, caso contrário, ficarei sujeito a isso sem criar empregos no meu país”, disse Macron em entrevista recente.

#### PLANO NACIONAL

Executivos e consultores ouvidos por EXAME afirmam que um plano nacional como fez Macron na França é essencial para que países aproveitem a transição para voltar a atrair fábricas. “A China está se preparando muito bem para uma redução do papel industrial tradicional, reconhecendo que a cadeia toda vai se aproximar mais do consumidor. Por isso, é muito importante que o Brasil reconheça que o futuro pertence às novas tecnologias”, afirma Klaus Schwab, fundador e presidente do Fórum Econômico Mundial e uma das maiores autoridades em indústria 4.0 no mundo. Para ele, o Brasil pode dar um salto com as tecnologias, uma vez que o grande mercado consumidor interno é um atrativo para que plantas modernas se instalem aqui. Mas, para isso, é preciso haver políticos que entendam a digitalização, um desafio inerente a qualquer nação. “Os políticos estão atrasados porque é muito difícil, até mesmo para mim, entender o que realmente o blockchain e a inteligência artificial podem fazer”, diz Schwab. “Precisamos ter certeza de que temos políticos educados na Quarta Revolução Industrial.”

No primeiro trimestre deste ano, o governo brasileiro lançou sua agenda para a indústria 4.0. Além de oferecer linhas de crédito da agência de fomento à ciência e à inovação Finep e do BNDES, que somam 9,1 bilhões de reais, o governo planeja eliminar o imposto de importação de robôs industriais. A expectativa é que, ao zerar a alíquota — atualmente de 14% —, a iniciativa privada invista até 250 milhões de dólares na robotização de parques fabris nos próximos dois anos. Mas o desafio nacional vai além: é preciso promover desembaraços tributários, além de evitar exigências legais que atuem como barreira protecionista. A pressão, nesse sentido, está surgindo da iniciativa privada. A Câmara Internacional do Comércio no Brasil (ICC), por exemplo, alinhou uma aliança de empresas e de órgãos públicos preocupados com a inserção brasileira no contexto global da Quarta Revolução Industrial. “É preciso garantir que não haja, no Brasil, a adoção de padrões fora da curva tecnológica. Isso é essencial para a integração do país às cadeias globais”, afirma Gabriel Petrus, diretor executivo do ICC. Sem isso, o risco é continuar importando produtos, mas de lugares diferentes: em vez de calçados fabricados por chineses, podemos vir a comprar tênis criados por robôs feitos em qualquer parte do mundo — até nos países ricos. ■



## “A DIGITALIZAÇÃO IGUALA OS PAÍSES”

Jean-Pascal Tricoire, presidente da Schneider Electric, acha que, com as transformações na China, a produção tende a ser local **RAFAEL KATO, DE PARIS**

O francês Jean-Pascal Tricoire escolheu uma maneira incomum de exercer as funções de presidente do conselho de administração e principal executivo da Schneider Electric — conglomerado que existe desde a Primeira Revolução Industrial na França e atualmente está focado em equipamentos e software para a área de energia. Quando não está viajando, Tricoire comanda o negócio de seu escritório de Hong Kong, onde mora faz dez anos, enquanto seu diretor financeiro, o número 2 da companhia, fica em Paris. Esse arranjo, segundo ele, permite ser mais flexível num mundo em rápida transformação. Mas foi na capital francesa que EXAME conversou com Tricoire sobre como a revolução digital afetará o fluxo global de mercadorias e como os países precisam se mexer para encarar as mudanças.

#### Como a digitalização mudará o comércio global?

A China criou o plano China 2025 com base em processos digitais. É uma prioridade nacional. Esqueça o baixo custo, a mão de obra, a montagem manual. Isso não será mais

Tricoire, da Schneider Electric: "Nós colocamos a bota na lama"



MARLENE AWAAQ/GETTY IMAGES

verdade em cinco anos. Com o centro fabril do mundo sendo automatizado com qualidade e inovação, isso significa que todos os países precisam se mexer. Isso, provavelmente, vai empurrar a produção para ser mais local. Na Schneider, sempre acreditamos que a cadeia de produção tem de ser bastante regional, porque os clientes querem o produto para o dia anterior. No nosso caso, esses produtos nunca são os mesmos. É preciso estar baseado no Brasil para entregar especificações brasileiras. Mas, para quem faz produtos muito padronizados — e está na Ásia —, essa será uma mudança importante, porque as economias de escala serão menores do que eram antes.

**A França e o Brasil sofreram desindustrialização. O setor manufatureiro francês recuou de 16,2% do PIB, em 1998, para apenas 9%. A digitalização mudará essa tendência e as economias da França e do Brasil se tornarão mais industriais novamente?**

Entre as razões pelas quais as empresas deixaram alguns países estão os custos altos, as questões sociais e as regulamentações pesadas. As empresas que precisavam exportar migraram para outros lugares porque era necessário se manter competitivo em escala global. Não era mais possível exportar competitivamente, no caso de vários produtos, se a empresa estivesse num país como a França antes da digitalização. Mas a digitalização coloca todo mundo em pé de igualdade e reduz custos. Há também a personalização dos produtos. Então, sim, há uma tendência de uma produção mais local. Agora, eu não acho que os casos do Brasil e da França sejam similares.

### Por que o senhor diz isso?

Aqui, o presidente Emmanuel Macron iniciou uma reforma da economia que vai reindustrializar a França. O problema não era tecnológico. O problema era a complexidade das leis. Ele decidiu mudar isso. Como a França está no centro da Europa, ela se tornará competitiva novamente. Nós sabemos o que é operar indústrias na França e achamos a reforma bem-vinda. Não posso opinar sobre o Brasil, mas o maior problema foi a fraqueza da economia nos últimos três anos. Minha estimativa é que, pelo que temos visto até agora, haverá um novo desenvolvimento da economia.

### O senhor comentou sobre o plano de Macron. O que é uma boa política industrial hoje em dia?

A primeira coisa é realmente dar poder às empresas nas relações sociais delas. Tudo na França, por tradição, é centrado em diálogos complicados. Macron está tentando simplificar tudo ao colocar as leis e os impostos no nível do restante da Europa. Há a celebração do que ele chama de "tecnologia francesa", instigando os jovens a iniciar a própria empresa ou a trabalhar numa companhia inovadora, como a Schneider. Há um olhar renovado. Quem governa o país é uma pessoa que tem 40 anos, que entende o digital, que não é de partidos tradicionais. É um novo espírito.

### Muito se fala sobre a transformação da educação para esse novo mundo. O que é, afinal, essa nova educação e qual profissional a empresa procura?

O maior problema é que as pessoas sempre pensam da mesma maneira, mesmo quando deveriam repensar tudo. Todos devemos repensar tudo. As pessoas estão fazendo máquinas do jeito antigo, fábricas do jeito antigo, projetando cidades da maneira antiga. Empresas como a nossa, universidades e centros tecnológicos devem mudar todo o treinamento para as novas possibilidades do digital. O segundo ponto é que há uma falta de escolas profissionalizantes. Muitas pessoas são treinadas na universidade, mas, no final das contas, quem está fazendo o trabalho de verdade precisa ter treinamento técnico.

### Como a Schneider enfrenta essa necessidade?

Temos muitos aprendizes na Schneider. Entre alguém que foi educado com a teoria e alguém com treino misto, com prática e teoria, este é muito mais apto para o mundo de amanhã. Temos gente capaz de entrar em uma plataforma de petróleo ou em qualquer tipo de indústria para resolver um problema do cliente. Não ficamos numa sala branca e limpa. Nós colocamos a bota na lama. E precisamos de mais pessoas para isso. Mas a falta desse pessoal é um problema que temos em todos os lugares, na Europa, na China, nos Estados Unidos e, tenho certeza, também no Brasil.



# UMA ILHA NA VANGUARDA

Centro de Dublin:  
a antiga economia  
agrária agora é polo  
de inovação



BRILL HENSHORN/GETTY IMAGES

Para se tornar a economia que mais cresce na Europa, a Irlanda investiu em educação e passou a incentivar as pequenas e médias empresas a criar produtos inovadores. Hoje é um centro global de tecnologia

FILIPE SERRANO, DE DUBLIN  
E MONAGHAN (IRLÂNDIA)

**Q**UASE NA FRONTEIRA COM A IRLÂNDIA DO NORTE, A CIDADE DE MONAGHAN, A 130 QUILOMETROS da capital, Dublin, preserva as características típicas de uma vila do interior da Irlanda. No centro, há uma igreja gótica com uma alta torre de pedra que pode ser vista da estrada. As ruas são estreitas, e as casas, de até dois andares, têm fachada de pedra ou de tinta branca. A cidade é a maior da região, mas a população é de cerca de apenas 8000 habitantes. Sua economia depende da criação de gado e ovelhas e de produtos agrícolas, como cogumelos — a maior parte da produção é exportada. Não fosse por outro fator, a cidadezinha não teria nada muito especial. Nos arredores, foi inaugurada em abril a maior instalação industrial da Irlanda: um galpão de 46 500 metros quadrados onde são fabricadas as máquinas empilhadeiras da empresa Combilift. Fundada em 1998 por dois empreen-

dedores locais, Martin McVicar e Robert Moffett, a empresa fez sucesso depois de desenvolver uma empilhadeira que se move em quatro sentidos (uma engrenagem muda o eixo das suas rodas, algo que nenhuma outra fabricante oferece). Hoje a companhia vende desde pequenas empilhadeiras, manuseadas por pessoas de pé, até grandes máquinas para levantar contêineres. O negócio passou de aperto na crise de 2008, mas as vendas agora crescem em ritmo acelerado. Em 2017, a Combilift faturou 230 milhões de euros (970 milhões de reais) e o objetivo é dobrar o valor em cinco anos com a nova fábrica, onde trabalham 550 funcionários. A empresa de Monaghan é a 13ª maior fabricante de empilhadeiras do mundo (98% das vendas vão para o exterior) e concorre com gigantes como as japonesas Toyota e Mitsubishi e a sul-coreana Hyundai. Os bons resultados têm a ver com uma escolha: foco em inovação. A Combilift investe 7% do faturamento em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e tecnologias (a Apple, por exemplo, investe 4%). “Temos mais de 200 concorrentes. É um mercado saturado. A alternativa para competir é oferecendo produtos únicos”, disse Martin McVicar a EXAME, numa conversa na cafeteria da nova fábrica.

O caso da Combilift não é isolado: simboliza o que ocorre na Irlanda de forma disseminada. Cada vez mais as pequenas e médias empresas irlandesas têm investido em pesquisa e desenvolvimento para criar produtos diferentes da média do mercado. Num estudo elaborado pela Comissão Europeia (braço executivo da União Europeia), a Irlanda desponta como o país com as pequenas e médias empresas mais inovadoras da União Europeia. Em outras pesquisas, a Irlanda também se sai bem. É o décimo país mais inovador do mundo, segundo o Índice Global de Inovação, elaborado pela Universidade Cornell, nos Estados Unidos,



Fábrica de empilhadeiras da Combilift, na cidade de Monaghan: a

## ANTES UM PAÍS AGRÁRIO, HOJE A IRLANDA SE DESTACA NOS RANKINGS INTERNACIONAIS COMO UM DOS PAÍSES MAIS INOVADORES DO MUNDO

e pela escola de negócios francesa Insead. Os irlandeses se destacam na eficiência dos investimentos em ciência e tecnologia. Nesse quesito, o país fica em segundo lugar entre 127 nações analisadas (a China é líder e o Brasil está em 106º). A Irlanda fica ainda ao lado das economias mais ricas nos índices de competitividade e de facilidade para fazer negócio.

A situação atual contrasta com o passado recente da Irlanda. Nos anos 80, o país era chamado de “o mais pobre do mundo rico”. A Irlanda fez parte do Reino

Unido até 1922, mas, apesar da proximidade com o berço da Revolução Industrial, nunca teve uma indústria de fato. Até 1960, sua economia era agrária e dependia das exportações de carne e leite para o vizinho. O perfil começou a mudar só nos anos 60, quando o governo estabeleceu um plano para melhorar a educação depois de enfrentar uma grave crise econômica. O primeiro passo foi tornar gratuitas as escolas e universidades, que antes eram pagas. A estratégia ganhou força, com investimentos constantes para melhorar a



FILUPE SERRANO

inovação é fundamental para competir em escala mundial

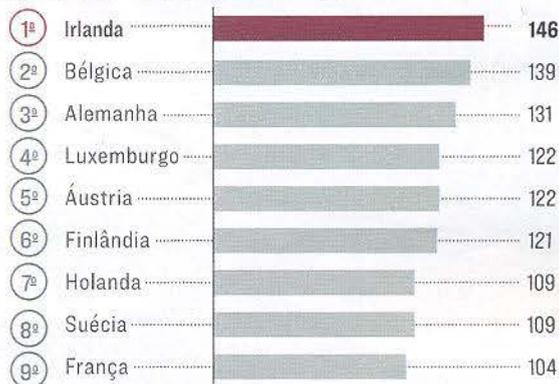
qualidade do ensino. Até então, apenas 2% dos estudantes cursavam o ensino superior. Hoje são 50%.

Logo a economia começou a deslançar. Em 1987, o centro financeiro de Dublin ganhou status de zona econômica especial, onde as empresas pagam um baixo imposto de 10% sobre os lucros. A política atraiu investimentos. Entre 1995 e 2000, a economia irlandesa cresceu, em média, 9,5% ao ano, e o país ganhou o apelido de “Tigre Celta”, em referência aos Tigres Asiáticos (Singapura, Coreia do Sul, Hong Kong e Taiwan). “Por causa dos investimentos em educação, nos anos 90, a Irlanda tinha um exército de pessoas bem capacitadas e o custo da mão de obra era baixo, se comparado ao restante da Europa. Isso levou a um forte crescimento econômico”, diz Philip O’Sullivan, economista-chefe do banco de investimento Investec, um dos maiores do país. Hoje, a Irlanda tem o segundo maior

## NA LIDERANÇA DA INOVAÇÃO

A Irlanda é o país da União Europeia onde as pequenas e médias empresas (PMEs) são mais inovadoras. E está entre as nações com mais facilidade para fazer negócio

### Ranking dos países europeus com PMEs que mais inovam (índice, nota da União Europeia em 2010 = 100)



### Ranking global de facilidade de fazer negócio (em pontos, de zero a 100)



Fontes: European Innovation Scoreboard 2017, Comissão Europeia e Banco Mundial

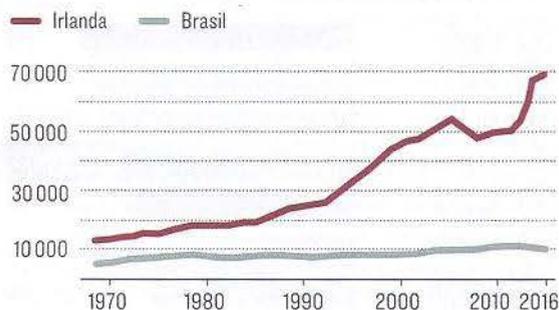
PIB per capita da União Europeia em paridade de poder de compra (69 900 dólares, sete vezes o do Brasil), ficando atrás somente de Luxemburgo. Desde 2011, a economia irlandesa é a que mais cresce na zona do euro. Em 2017, o avanço foi de 7,8%.

A Irlanda tem conseguido esses resultados também graças a uma sólida política de inovação que já dura décadas. A estratégia é baseada em três pilares: atrair investimentos estrangeiros, apoiar empreendedores locais na inovação e financiar projetos de pesquisa em universidades e centros tecnológicos. Cada um desses vetores é de responsabilidade de uma agência do governo. Uma delas é a Autoridade de Desenvolvimento Industrial, cuja função é trazer empresas estrangeiras para o país. Fundada em 1949, é um dos órgãos mais importantes do governo irlandês. Para ter ideia, a agência é uma das maiores proprietárias de imóveis comer-

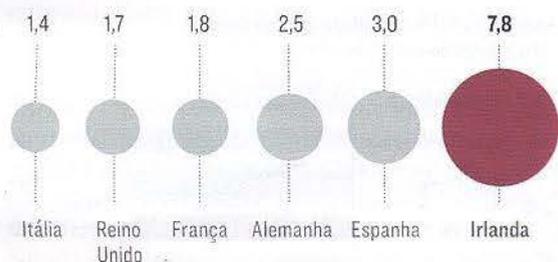
## TIGRE CELTA

Ao longo das últimas décadas, o PIB per capita da Irlanda disparou. No ano passado, a economia do país cresceu em ritmo bem superior ao das maiores economias europeias

PIB per capita (em dólares por paridade de poder de compra)



Crescimento do PIB em 2017 (em %)



Fontes: Banco Mundial e FMI

ciais, avaliados em 450 milhões de euros. O modelo de trabalho é o seguinte: a agência compra terrenos — geralmente em cidades menos desenvolvidas —, prepara os projetos e busca empresas interessadas em se estabelecer. Setores de alta tecnologia, como biofarmacêutico, equipamentos médicos, serviços financeiros, software e eletrônico são prioridade. Foi assim que a agência convenceu a empresa de tecnologia Apple a abrir um escritório em Cork, cidade de 120 000 habitantes no sul do país, ainda nos anos 80. Atualmente, a Apple emprega 6 000 pessoas no local. “Nossos impostos ajudam, mas o que faz as empresas continuarem investindo na Irlanda é a força de trabalho altamente qualificada”, diz Heather Humphreys, ministra de Negócios e Inovação, pasta que supervisiona a agência. O dinheiro obtido com os aluguéis e com as vendas de imóveis custeia a Autoridade de Desenvolvimento Industrial. Se o retorno for maior do que os gastos, o dinheiro volta para o Tesouro. Em 2016, a agência transferiu 300 000 euros para o governo.

Com bons níveis de educação e de investimentos de multinacionais, a Irlanda tornou-se um dos mais im-



Escritório do Google em Dublin: a alta qualificação da mão

portantes centros de tecnologia do mundo. Na capital, Dublin, de 1,1 milhão de habitantes, fica um dos maiores escritórios do Google fora dos Estados Unidos, onde trabalham 7 000 funcionários. Ao todo, as empresas estrangeiras empregam 210 000 pessoas — quase 10% da força de trabalho da Irlanda, de 2,3 milhões (o total de habitantes é de 4,7 milhões).

A presença das multinacionais é um incentivo para empreendedores locais — eles se tornam fornecedores dessas companhias. É aí que entra uma segunda agência, chamada Enterprise Ireland. Fundada em 1998, ela ajuda os empreendedores irlandeses a estruturar seus primeiros produtos, a encontrar clientes e a se capacitar em workshops. A agência investe até 250 000 euros por empresa. Para receber o apoio, os empresários precisam cumprir certos requisitos: o foco tem de ser obrigatoriamente a exportação e é preciso ter outros investidores. Além disso, os empreendedores devem mostrar um plano claro de como gerar pelo menos dez empregos e alcançar uma receita de 1 milhão de euros em quatro anos. Só no ano passado, a agência investiu 31 milhões de euros (133 milhões de reais) nas startups.



de obra faz com que as multinacionais invistam no país

Paul McElhone, da startup Moocall: apoio do governo para criar um sensor para gado

## A PRESENÇA DE MULTINACIONAIS DE ALTA TECNOLOGIA INCENTIVA OS EMPREENDEDORES LOCAIS A CRIAR OUTRAS EMPRESAS DE PONTA

Gente como Paul McElhone acaba se beneficiando. Ele é um dos sócios da startup Moocall, que desenvolveu um sensor para gado único no mundo. O sistema mede os movimentos do rabo dos animais e alerta o produtor quando uma vaca está prestes a parir. “Com o apoio da agência, conseguimos vender 35 000 sensores em 50 países”, diz. O Brasil é o próximo da lista. Hoje, 5 000 startups participam dos programas da Enterprise Ireland. Juntas, elas mantêm 200 000 empregos.

Outro trabalho importante da agência é financiar a pesquisa aplicada. As startups classificadas recebem uma espécie de “vale-ciência” — um auxílio de 5 000 euros para contratar um dos 14 centros de tecnologia irlandeses que fazem pesquisas para a indústria. Cada um desses centros tem uma especialidade, de tecno-

logias de processamento de laticínios à microeletrônica. Um deles é o Ceadar, que faz pesquisas em big data, liderado por Edward McDonnell. O centro fica num prédio de escritórios vizinho à University College Dublin, uma das principais instituições do país, e faz a ponte entre a academia e as empresas. O Ceadar desenvolve ferramentas de análise de dados que são então aproveitadas pelas startups para incrementar seus produtos. “O bom disso é que até as menores empresas têm acesso às melhores mentes na universidade”, diz McDonnell. Fora da Europa, a Irlanda pode ser mais conhecida por suas tradições, pela música do U2, pela literatura de James Joyce e pela cerveja do que por suas empresas com tecnologia de ponta. Mas está firme no caminho para ampliar essa percepção. ■

# A ERA DAS NOVAS HABILIDADES

As tecnologias disruptivas exigem de trabalhadores do mundo todo competências inusitadas. É mudar ou se tornar obsoleto. No Brasil, o desafio é duplo: superar a baixa produtividade que impera entre nós e qualificar milhões de pessoas para dar o salto rumo à economia digital

CRISTIANE BARBIERI

**N**A FÁBRICA DA FIAT EM BETIM, QUE COMPLETOU recentemente 40 anos, os funcionários das linhas de montagem de veículos já não olham da mesma forma para as atividades rotineiras que compõem a jornada de trabalho. Desde o fim do ano passado, os operários se tornaram “gerentes” do jogo PlantX, que simula o ambiente de fábrica virtualmente e capacita os empregados em práticas de gestão da produção. Composto de dez fases, o jogo espelha uma fábrica real do grupo FCA, dono das marcas Fiat e Jeep no Brasil. Em uma das rodadas, o desafio do jogador é melhorar o fluxo de manutenção de uma

máquina para reduzir o consumo de energia da fábrica. Conforme o processo de produção do carro evolui no ambiente virtual, os jogadores recebem relatórios de perdas ao final de uma jornada de trabalho simulada. Eles têm de investigar os problemas e tentar solucioná-los. A ideia inicial da Fiat com o PlantX era diminuir o número de horas de treinamento em salas de aula e otimizar o aprendizado. O jogo caiu no gosto dos profissionais, que passaram a fazer os treinamentos nos intervalos de turno e nos momentos de entrada e saída da jornada. Cerca de 8000 funcionários já baixaram o jogo em celulares e notebooks, o que equivale a 65% dos operários das fábricas de Betim, de Goiana, em Pernambuco (que produz os veículos da marca Jeep), e da unidade da FCA em Córdoba, na Argentina. Os ganhos são notáveis: o uso da tecnologia digital está acelerando a capacitação.

Em cinco meses de adoção do aplicativo, os trabalhadores passaram a entender mais profundamente os erros e os desperdícios do processo produtivo e como é possível corrigi-los. “Quem está na operação sabe como organizá-la para economizar tempo nas diferentes fases de produção ou evitar que um motor funcione de maneira incorreta”, afirma o engenheiro Miguel Lorenzini, coordenador do projeto do PlantX. Com o sucesso do jogo, criado em parceria com a Joy Street, empresa de Recife especializada em desenhar jogos para aprendizado, outras áreas da FCA também estão desenvolvendo soluções parecidas. Uma delas acabou de ser adotada pelo pessoal que trabalha nas concessionárias da montadora. Um aplicativo que funciona como uma rede social permite desde a comparação de preços de



A rotina virou videogame: funcionários da Fiat em Betim fazem treinamento que simula a operação da fábrica virtualmente

LED DRUMONDY / NITRO

carros da marca com os da concorrência até a conexão em tempo real dos técnicos mais gabaritados das oficinas com os engenheiros da Fiat.

As mudanças trazidas pelas habilidades do século 21 — aquelas demandadas pelas tecnologias disruptivas, transformadoras de setores e negócios — também estão virando de cabeça para baixo a gestão dos profissionais. Estejam eles nas fábricas, nos escritórios ou mesmo nas lojas. Da contratação ao treinamento, passando pela remuneração e pelo desenvolvimento de novas competências, as empresas começam a incorporar outros jeitos de lidar com os funcionários. “A indústria 4.0 depende basicamente de gente”, diz Rafael Lucchesi, diretor-geral do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai). “Já começamos a ter outro tabuleiro no qual se substitui a rotina por tarefas de maior complexidade, que exigem capacidade de análise e interpretação de dados, gerando um enorme ganho de produtividade.” Isso porque a revolução trazida por essas novas tecnologias tem causado efeitos na economia como um todo.

Se num primeiro momento a internet das coisas, a robotização, a inteligência artificial, a realidade aumentada, o big data e outras inovações estavam restritos às indústrias, rapidamente seus ganhos fizeram com que se espalhassem por outras áreas. Consigo, segundo os especialistas, trazem a exigência de novas habilidades, sobretudo as ligadas ao aprendizado ininterrupto, à resolução de problemas complexos, à cria-

## A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS PODE LEVAR 375 MILHÕES DE PESSOAS A MUDAR DE PROFISSÃO ATÉ 2030

tividade, à multidisciplinaridade, à adoção da diversidade e à inteligência emocional. “Mais que a forma e o trabalho em si, a tecnologia muda o conteúdo do trabalho”, afirma Patricia Feliciano, diretora de talentos e organização da consultoria americana Accenture. “Muitas tarefas já estão sendo automatizadas e, num prazo de dois anos, ficarão obsoletas.”

Não é exagero. A robotização de diferentes setores já é realidade — inclusive na área administrativa. Em vez de um funcionário de recursos humanos passar horas digitando os dados daquele monte de documentos exigidos de cada novo empregado contratado, softwares que agem como robôs inserem automaticamente as informações no sistema em frações de segundo. Essas ferramentas começam a ser testadas também para executar todas as tarefas burocráticas ligadas à contrata-



ção, como agendamento de exames, treinamentos e instalação do posto de trabalho. É uma tendência que se repete no jurídico, em compras, no financeiro e em outros setores das empresas. Segundo a Accenture, são atividades às quais se dedicam 30% da força de trabalho global atualmente. Com o potencial de quase todo tipo de emprego ser afetado pelas novas tecnologias, os impactos serão imensos. Outra consultoria, a também americana McKinsey, fez uma pesquisa que estima que até 2030 o desenvolvimento e a implementação de tecnologias criarão de 20 milhões a 50 milhões de novos empregos em todo o mundo. Na outra ponta, de 400 milhões a 800 milhões de indivíduos perderão o emprego (números como esses dão força nos congressos de alguns países europeus a propostas para a criação de impostos sobre a utilização em massa de robôs



Laboratório do Senai, em São Paulo: parceria com a GE para treinar técnicos em equipamentos de saúde

GERMÃO LUDERS

e de uma renda básica universal para os desempregados devido à tecnologia). Mas, entre a elite do mercado que vai abocanhar os novos empregos do futuro e aqueles indivíduos que vão sofrer na pele a extinção de seu posto de trabalho, há um contingente enorme que vai se adaptar: de 75 milhões a 375 milhões de pessoas devem mudar de categoria ocupacional e aprender novas habilidades, dependendo da velocidade na adoção dessas novas tecnologias.

Surgem, portanto, desafios de bom tamanho para as empresas. Um deles é atrair o profissional que já tem o perfil multidisciplinar exigido pelas novas tecnologias. Mas talvez o mais importante seja treinar a força de trabalho acostumada a uma rotina implantada no início do século 20 a agir de acordo com as necessidades do século 21. Trata-se de um desafio imenso para qualquer

país. Aqui, é uma tarefa hercúlea. O Brasil, que ainda não erradicou o analfabetismo — em 2017, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística contabilizava quase 12 milhões de analfabetos, enquanto boa parte do mundo civilizado erradicou os iletrados no século 19 —, precisa rapidamente dar a seus trabalhadores, que nem sequer conseguem competir no presente com os pares estrangeiros, as habilidades que serão exigidas no futuro. De acordo com um levantamento da escola de negócio Insper, de São Paulo, e da consultoria americana Oliver Wyman, em 1994, um trabalhador no Brasil gerava cerca de 25 000 dólares de riqueza por ano. O valor equivalia a 31% da produtividade americana na época, de 82 000 dólares. De lá para cá, a distância aumentou. Em 2016, ano mais recente com dados disponíveis, o brasileiro produziu o equivalente a apenas 25%

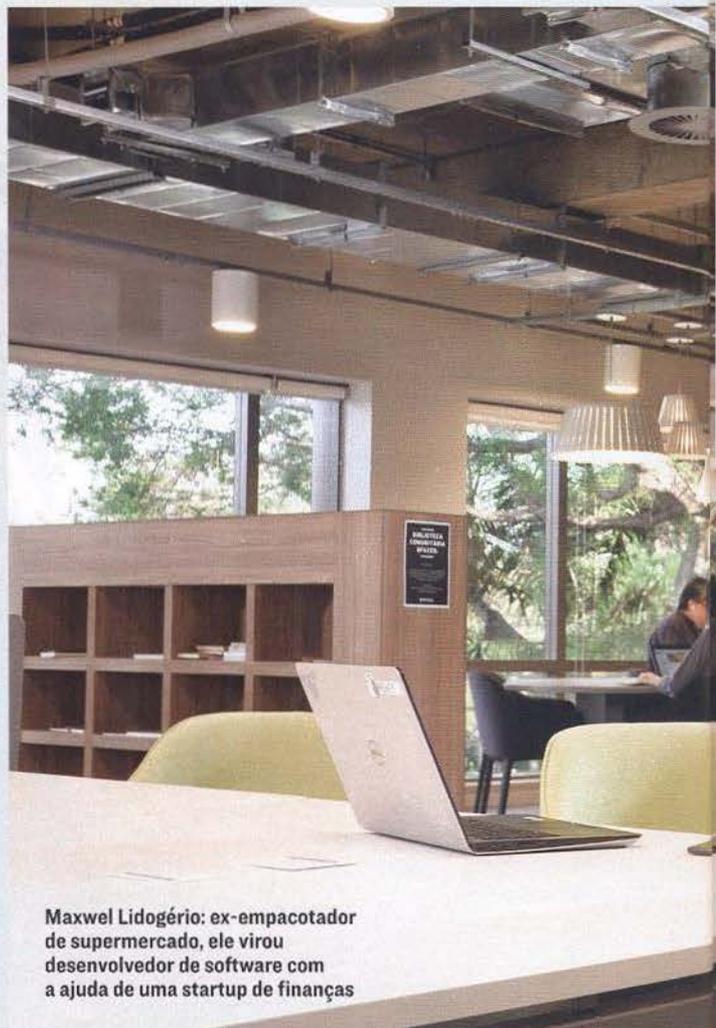
do que o americano gerava. Enquanto a riqueza criada por trabalhador aqui foi de 30 000 dólares, a contribuição de cada empregado americano chegou a 121 000. Quando comparada à média da OCDE, o clube dos países mais ricos, nossa produtividade relativa caiu de 38% para 34% no mesmo período.

O retrocesso ocorreu mesmo com o fato de a escolaridade no Brasil ter dobrado desde os anos 90, indo da média de quatro para quase oito anos de estudo. Sim, melhoramos, mas os outros continuaram avançando. Enquanto na década de 90 os cidadãos de 15 anos ou mais dos países ricos tinham, em média, nove anos de estudo, agora acumulam 11 anos de capacitação. O atraso educacional brasileiro se reflete diretamente na formação da força de trabalho. Uma pesquisa inédita da Accenture mostra que 78% dos trabalhadores aqui têm qualificação considerada média ou baixa. São essas pessoas as mais vulneráveis num momento de transição tecnológica. Por essa razão, um em cada quatro empregos corre o altíssimo risco de ser automatizado no país até 2020, de acordo com a Accenture. Outro tanto, correspondente a quase metade dos postos no mercado de trabalho brasileiro, tem chance considerada média de seguir o mesmo caminho (veja quadro na pág. 93). O prognóstico não ajuda os 14 milhões de pessoas sem ocupação no momento. “O emprego da base da pirâmide será inteiramente dizimado ou terá os salários comprimidos”, diz o economista Glauco Arbix, professor na Universidade de São Paulo e pesquisador do Observatório de Inovação e Competitividade do Instituto de Estudos Avançados.

#### O RISCO DO ATRASO

O problema de uma força de trabalho despreparada não se resume a quem vai ter ou não emprego no futuro — o que não é pouca coisa na esfera individual —, mas se o país será capaz de fazer a transição para uma economia digitalizada. “Sem a qualificação da mão de obra, a implementação da indústria 4.0 não acontecerá na velocidade necessária e corre-se o risco de não se tirar o atraso da produtividade brasileira”, afirma o alemão Bjorn Hagemann, sócio da McKinsey e líder da prática de indústrias avançadas para a América Latina. Estudos da consultoria apontam que, em algumas áreas, a implantação das tecnologias ligadas à indústria 4.0 poderia representar ganhos de produtividade de 200% no Brasil.

Diante de tantos desafios e oportunidades que a inovação disruptiva coloca ao mercado de trabalho, algumas instituições já estão se mexendo. O Senai, que treinou mais de 2 milhões de jovens no país em 2017, começou a oferecer neste ano cursos de big data, inteligência artificial, robótica, computação em nuvem, segurança digital, manufatura aditiva e internet das coisas, entre outros. Três programas diferentes, entre



**Maxwel Lidogério: ex-empacotador de supermercado, ele virou desenvolvedor de software com a ajuda de uma startup de finanças**

eles o curso Explorando o Big Data, passaram a ser ministrados em oito estados e a entidade prepara outras unidades para ofertá-los no restante do país. Uma das empresas que querem aproveitar a nova abordagem do Senai perante a indústria do futuro é a fabricante americana de equipamentos médicos GE Healthcare. “Na área de imagens, todos os anos há novos produtos, usos, aplicações e métodos de diagnósticos de altíssima tecnologia”, diz Marcos Corona, diretor da GE Healthcare para a América Latina. “Isso representa um grande desafio em relação à educação para uma cadeia complexa, como a de saúde.” Assim, para treinar técnicos, tecnólogos, médicos e engenheiros de software, além de pessoal de manutenção, a GE fez uma parceria com o Senai na qual simuladores permitem operações virtuais de equipamentos, entre outros aprendizados. A empresa investiu 300 000 reais em



OMAR PAUZZO

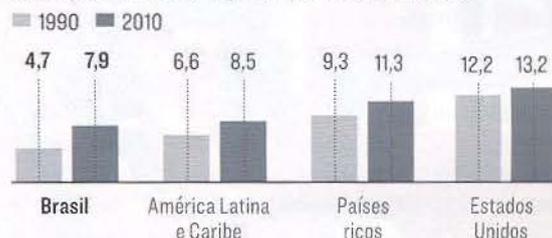
um laboratório com esses equipamentos numa escola do Senai em São Paulo. A GE usa ainda uma série de aplicativos para cada especialidade da medicina, tutoriais de procedimentos e uma plataforma online de atendimento remoto acessada por mais de 1200 alunos em treinamentos que duram 2000 horas-aula.

O uso das tecnologias 4.0, porém, vai além do treinamento e se transforma na aquisição de novos jeitos de trabalhar. Nesse formato, as especializações de cada empregado são complementadas por quem tem outro tipo de conhecimento. Oriundo do mercado financeiro, Gustavo Muller deparou com um novo habitat ao criar a Monkey Exchange, um marketplace de recebíveis. No mundo das startups, pessoas de várias tribos criam e trabalham em conjunto, até dar forma ao projeto. Desenvolvedores, especialistas em usabilidade e audiência, designers, vendedores, sócios e o

## NA MIRA DOS ROBÔS

A maioria dos trabalhadores no Brasil tem baixa qualificação e baixa produtividade. O resultado: um em cada quatro brasileiros corre o risco de ser trocado por uma máquina

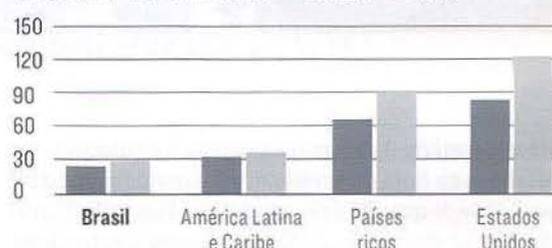
Apesar do avanço recente, a escolaridade média no Brasil é baixa se comparada à de outros países (média de anos de estudo)



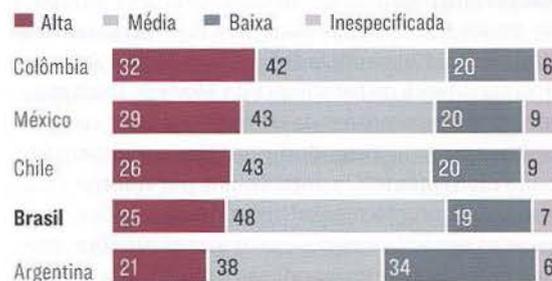
A falta de educação resulta em baixa qualificação da maioria dos trabalhadores (parcela da força de trabalho de acordo com a habilidade requerida em suas funções)



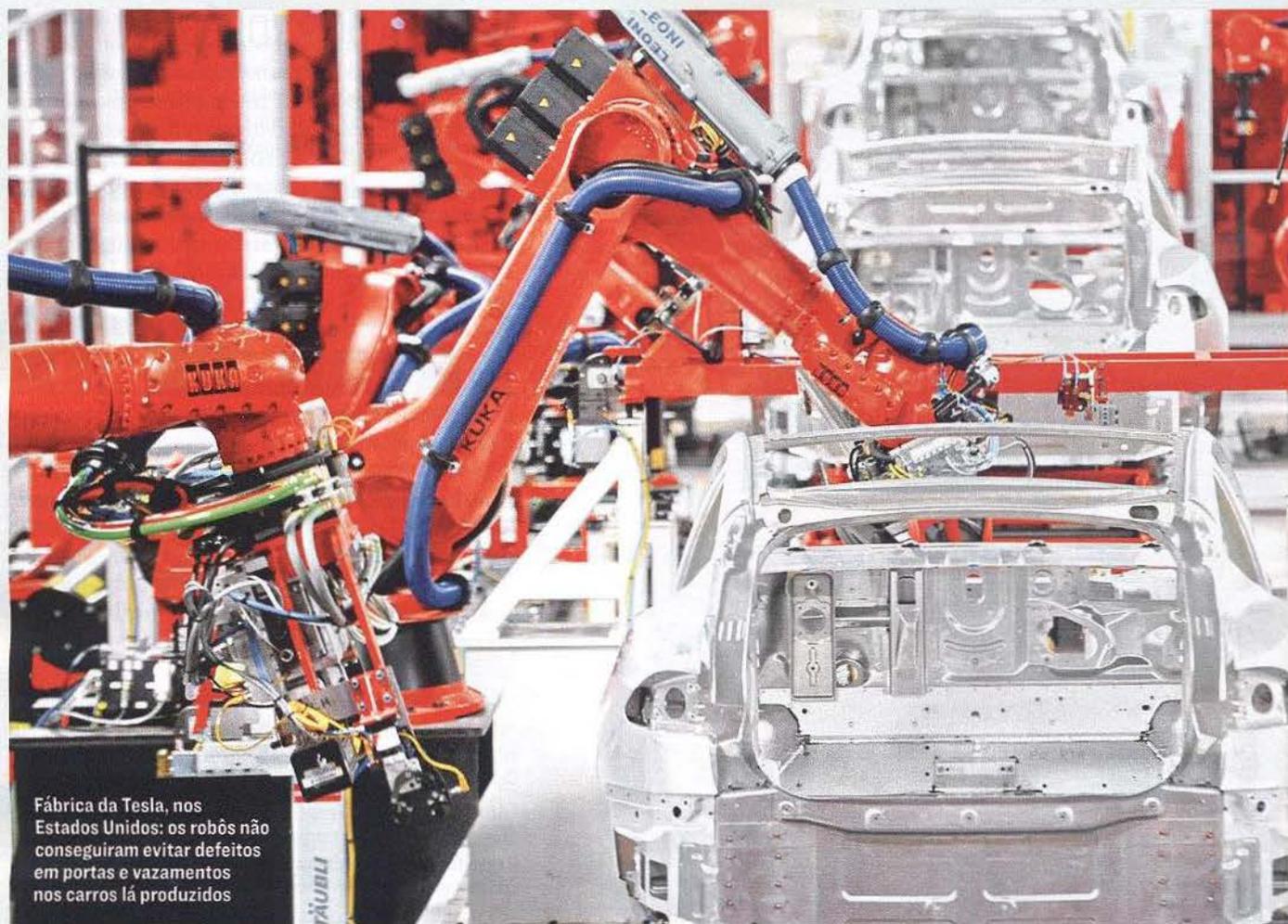
O resultado final é uma baixa produtividade do trabalho no país (PIB por trabalhador, em mil dólares)<sup>(1)</sup>



Risco de substituição de trabalhadores por máquinas na América Latina (probabilidade de automação dos empregos até 2020)<sup>(2)</sup>



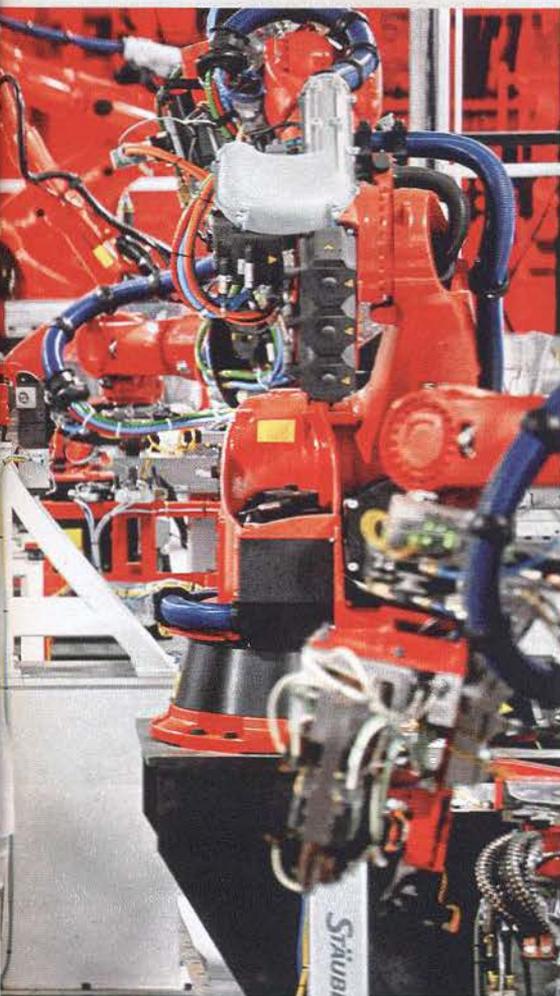
(1) PIB em dólares em 2016, ajustado pela PPP (2) Baseado em tarefas de rotina  
Fontes: Accenture e Oliver Wyman/Insper



próprio usuário dividem necessidades e soluções. “O desafio é, na hora de ganhar escala, manter a mesma qualidade de quando o projeto está na fase inicial”, diz Muller. Por essa razão, a Monkey passou a patrocinar *meetups*, como são chamados os encontros nos quais desenvolvedores dividem suas descobertas com outros profissionais de tecnologia. “Existe uma cultura de compartilhamento de conhecimento e, depois de passar meses trabalhando num projeto, é meio natural difundir esse aprendizado”, afirma Felipe Adorno, vice-presidente de tecnologia da Monkey Exchange, que criou os encontros da startup. Como os dele, há muitos *meetups* ocorrendo de maneira gratuita em São Paulo diariamente. Os organizados por Adorno recebem a cada edição mensal cerca de 80 pessoas, interessadas especificamente em desenvolvimento Java, uma linguagem de programação e plataforma computacional. Eles acontecem em lugares variados, como a escola de codificação Digital House, e em corporações,

como a filial brasileira da sueca Ericsson, fabricante de equipamentos de telecomunicações. “Temos a visão da startup, mas é muito legal entender as necessidades das empresas grandes”, afirma Muller.

Foi num desses encontros que Maxwell Lidogério, em 2015, então com pouco mais de 18 anos de idade, apareceu, querendo saber mais de Java. Morador de Cidade Tiradentes, bairro no extremo leste de São Paulo, ele havia sido empacotador na Casa Negreiros Supermercados durante um programa de Jovem Aprendiz. Esperto, tornou-se o “menino do sistema” da rede paulistana, falando ao dono que entendia do assunto. Lidogério havia feito um curso de logística numa escola técnica, achando que seguiria a profissão do pai, e lá descobriu que gostava mesmo de tecnologia. Um amigo falou sobre os *meetups*, e Max, como é conhecido, apareceu numa das reuniões da Monkey. Pouco tempo depois, foi contratado e logo foi considerado um dos melhores desenvolvedores da empresa. Tão



NOAH BERGER/REUTERS

bom que foi levado por um concorrente, mas acabou voltando porque gostava do clima e do desafio. Como é comum em startups, nem sempre tem de enfrentar a 1 hora e meia de trânsito entre Cidade Tiradentes e o bairro de Pinheiros, onde está o coworking em que fica a Monkey. Às vezes, trabalha a semana inteira em casa. “Além de programar, trabalhando numa fintech aprendi a investir e também entendo mais sobre negócios e logística”, diz Max, que hoje tem 21 anos e estuda análise e desenvolvimento de sistemas na Fatec, uma faculdade pública de tecnologia. Segundo Muller, vice-presidente da startup, esse perfil de profissional com múltiplas visões do negócio — uma exigência maior, em várias áreas — é raro. “Nos Estados Unidos, os profissionais de tecnologia vão além de sua área de atuação. Eles entendem de desenvolvimento do produto, conseguem fazer a valoração do negócio e sabem fazer um pitch para vender sua ideia”, diz. “Aqui é bem mais difícil achar pessoas com esse perfil.”

Para os especialistas, o trabalhador multidisciplinar demandado pela indústria 4.0 é um artigo escasso em qualquer lugar do mundo. Uma pesquisa da OCDE indica que 50% das empresas na América Latina não conseguem encontrar trabalhadores qualificados para lidar com as novas tecnologias, em comparação com 36% de média em outros países. Dois em cada cinco jovens na região não estudam nem trabalham e 55% dos trabalhadores estão na economia informal, sem nenhum tipo de estímulo à qualificação. “A carência de mão de obra em tecnologia é global, bem como a preocupação em treinar os trabalhadores na multidisciplinaridade”, afirma Arbix, da USP.

Não é a primeira vez que o temor da obsolescência aflige os seres humanos. Mas, toda vez que uma nova tecnologia se impõe no passado, as pessoas se adaptaram — ainda que com uma dose de sofrimento para quem estava envolvido no processo. Sim, muita gente ainda vai sofrer com as dores do progresso tecnológico. É no mínimo curioso, porém, ver que até quem está na fronteira da inovação tem enfrentado perrengues prosaicos na relação homem *versus* máquina. Recentemente, a montadora americana Tesla constatou a necessidade de ter humanos em fábricas de carros completamente robotizadas, depois de adiar sucessivas vezes a

## O PERFIL MULTIDISCIPLINAR DEMANDADO PELA INDÚSTRIA DA INOVAÇÃO É ALGO EM FALTA NO MUNDO TODO

entrega do volume prometido ao mercado de unidades do Tesla Model 3, seu carro elétrico básico. Isso porque 90% dos carros saídos de sua linha de montagem apresentaram defeitos, como portas que não fecham direito, vazamentos e peças soltas. Elon Musk, fundador da montadora que pretendia ser a mais eficiente do mundo, usou sua conta do Twitter em abril para fazer um *mea-culpa*. “A excessiva automação na Tesla foi um erro — precisamente, um erro meu. Os humanos estão sendo subestimados”, escreveu Musk na rede social. O equilíbrio entre automação e trabalho humano vem sendo testado há um bom tempo pela japonesa Toyota, criadora do processo produtivo de manufatura enxuta, um passo anterior à indústria 4.0. Ela é uma das montadoras que mais investem em automação e uma das que menos demitem. E na empresa japonesa, veja só, menos de 10% dos carros apresentam defeitos de pós-fabricação. Novamente, estamos diante de um novo mundo aberto a explorações. ■



GERMANY LEADERS

# A VEZ DA GERAÇÃO Z

Uma nova geração de profissionais, nascidos a partir de 1995, começa a chegar às empresas — e pesquisas mostram que eles refletem uma espécie de imagem ampliada das ambições da geração anterior

MARINA FILIPPE

**O**S CERCA DE 40 ESTAGIÁRIOS QUE TRABALHAM NA FABRICANTE de medicamentos, equipamentos médicos e bens de consumo Johnson&Johnson, em São Paulo, reúnem-se todos os meses. Cada encontro funciona como uma pausa na rotina, idealizada e organizada pelos jovens. Numa eleição por e-mail, todos escolhem de quem é a vez de explicar para os demais o que ele faz. A iniciativa surgiu do grupo de estagiários no final de 2016. “Participar dessas reuniões ajuda o estagiário a entender como seu trabalho faz parte do objetivo final da empresa”, diz Naila Magalhães, estagiária de engajamento científico e uma das organizadoras do projeto, chamado Conecta.

Segundo o que projetam pesquisas recentes, Naila, aos 22 anos, é uma típica



**Trainees da J&J: encontros mensais organizados pelos próprios jovens**

representante da geração Z — formada pelos nascidos entre 1995 e 2010. Parte dessa geração começa a chegar às empresas em programas de estágio e de trainee, tornando mais complexa a agenda do departamento de recursos humanos, que vinha lidando com as peculiaridades dos chamados *millennials*, ou integrantes da geração Y, nascidos entre 1981 e 1994. Uma recém-lançada pesquisa global elaborada pela consultoria Deloitte revela que a geração Z retrata uma espécie de versão ampliada das ambições e dos desejos da geração anterior. Enquanto 44% dos *millennials* prezam por flexibilidade em relação a horários ou espaço físico dos locais de trabalho, essa característica é exaltada por 50% dos Zs. Os percentuais são semelhantes também quando se trata de oportunidades para continuar

aprendendo, com 44% para *millennials* e 48% para Zs. Uma das poucas discrepâncias entre as gerações diz respeito às práticas salariais. Recompensas financeiras e benefícios são muito importantes para 63% dos *millennials*, enquanto é para apenas 51% dos Zs. “Do que já é possível observar em relação às ambições profissionais, os Zs acentuam algumas características de desejo da geração anterior”, diz Danilca Galdini, diretora da NextView People, braço de pesquisa do grupo Cia de Talentos, especializado em jovens profissionais. “Eles querem proximidade com sua equipe, liberdade para expressar seus anseios profissionais e velocidade na ascensão de carreira.”

No Brasil, EXAME teve acesso exclusivo a uma pesquisa que capta as expectativas e as ambições desse público para o merca-

## O QUE ELES QUEREM

Os aspectos que jovens de 18 a 25 anos mais valorizam no trabalho

Transparência de informações	97%
Treinamento e mentoria	96%
Propósito alinhado àquilo que acreditam	95%
Respeito à diversidade	94%

E as principais características que atribuem a um bom chefe

Saber orientar e ajudar	98%
Saber ouvir e aplicar feedbacks	97%
Criar relações de confiança e colaboração	96%

Fontes: Fundação Estudar e consultoria a.karta

do de trabalho, feita pela Fundação Estudar em parceria com a consultoria a.karta. Dos mais de 1000 jovens com idade entre 18 e 25 anos, 97% deles pregam a importância da transparência no ambiente de trabalho e 95% a relevância de perceber um propósito da companhia alinhado àquilo em que acreditam. “Esses jovens cresceram aprendendo a importância de valores como sustentabilidade e eles forçam as empresas a olhar além do lucro financeiro”, diz Anamaira Spaggiari, gerente de produtos de educação da Fundação Estudar.

Em certos casos, a reflexão sobre como atender a novas demandas resultou em algumas mudanças menos pontuais e mais impactantes. Com 4 400 estagiários e 132 trainees, o banco Itaú busca atender à expectativa de seus jovens funcionários ao iniciar um esforço para funcionário o que se tornou recentemente uma das palavras da moda entre as empresas: propósito. Em junho de 2017, após um longo trabalho que envolveu profissionais de todas as gerações, o banco anunciou seu propósito: estimular o poder de transformação das pessoas. “Em 93 anos de história sempre tivemos um propósito, mas precisávamos fortalecer essa ideia, sobretudo por uma demanda que se reforçou nos novos tempos”, afirma Sergio Fajerman, diretor de recursos humanos do

Itaú. A definição do propósito é um pontapé inicial de uma série de transformações em processos da companhia. Um exemplo é a avaliação trimestral em período de teste para 5 000 dos 90 000 funcionários em diversas áreas do banco. Para os demais, por enquanto, o desempenho continua sendo avaliado uma vez ao ano. Mas, possivelmente, o programa vai se estender para todos os funcionários do banco. “O funcionário que cresceu cercado de tecnologia não vê sentido na cultura do feedback anual”, diz Ana Karina Dias, líder da prática de organizações na consultoria McKinsey. Na pesquisa da Fundação Estudar, 97% dos jovens consideram que aplicar feedbacks é uma das práticas de bons líderes, além de ouvir e criar relações de confiança.

### MÃO DUPLA

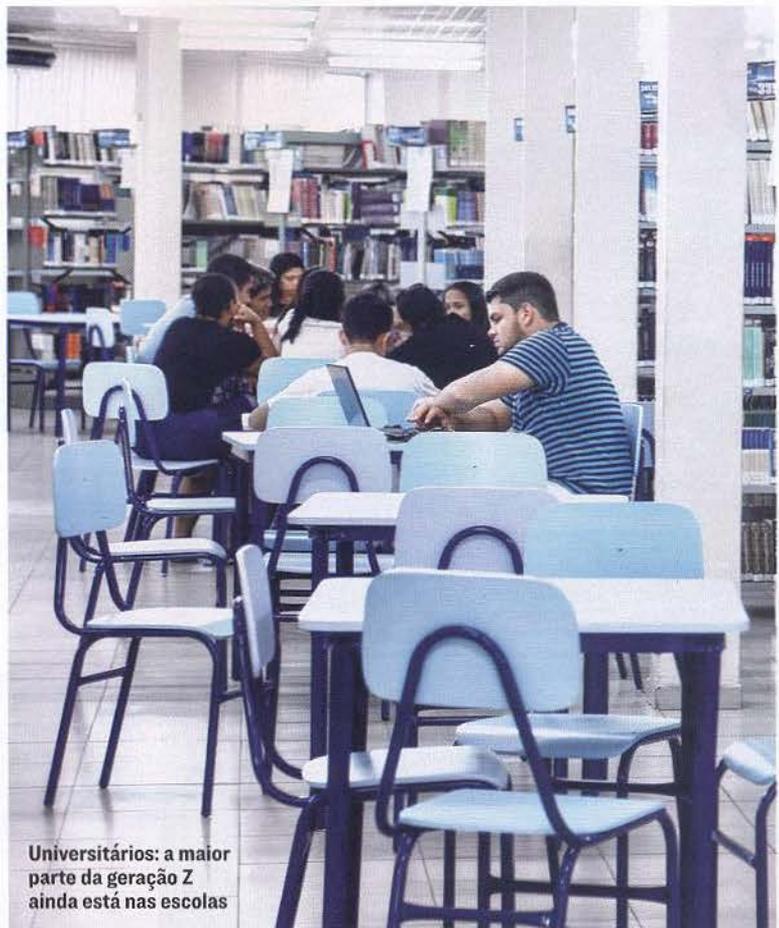
A pesquisa revela também que a maior parte desses jovens — 96% — valoriza o chefe que atua como mentor. É um caminho que, no caso de algumas companhias, já é visto como uma via de mão dupla. Nesses casos, trata-se de uma maneira de transmitir parte do conhecimento dessa primeira geração de nativos digitais para profissionais experientes. Na multinacional francesa Schneider Electric, pela primeira vez um grupo formado por sete duplas de trainees e vice-presidentes passaram a se reunir mensalmente neste ano. Nesse caso, o mentor é o jovem, mais acostumado a entender a lógica de redes sociais, por exemplo. Aos 47 anos, Rogério Osorio, vice-presidente de desenvolvimento industrial e performance da Schneider, é o organizador do projeto e exemplo dos insights que a novidade traz. “Ganhei motivação para aprimorar meus conhecimentos”, diz Osorio. Os benefícios para quem está no início da carreira são ainda mais evidentes.

Algumas das mudanças em andamento começaram a ser articuladas pelas companhias com base em demandas da geração Y. Pelo anseio por rápido crescimento, por exemplo, as empresas já vêm acelerando o caminho e a preparação do jovem funcionário até a liderança. A subsidiária brasileira da fabricante de bens de consumo Unilever, por exemplo, tem atualmente 60 jovens no programa de

trainee, que dura três anos. Desde 2015, os participantes do segundo ano do programa têm uma experiência que alia uma função de gestão com um senso de propósito. Eles passam a ser responsáveis por um time formado por universitários de instituições de ensino parceiras da ONG global Enactus, especializada em educação. Cada um dos grupos é responsável por um projeto social. Nesse período, todos os meses, o trainee da Unilever orienta seu time com dicas de carreira e coordenação de tarefas. O objetivo final é instigar o senso de gestão daqueles que devem ser os próximos líderes da companhia. “Cerca de 35% dos diretores da Unilever são ex-trainees e precisamos reforçar esse movimento”, afirma Joana Rudiger, gerente de talentos da Unilever.

Outra estratégia para acelerar o crescimento do profissional recém-chegado é fazer com que ele passe por mais áreas da empresa. Até o ano passado, o trainee da Johnson&Johnson atuava apenas no setor no qual foi contratado. Agora, quem

chegar a partir deste ano terá seus dois anos de treinamento divididos entre as três áreas da companhia, sendo o último ano na área de preferência do próprio trainee. No Itaú, a duração do programa de trainee passou de um para dois anos em 2014. A mudança foi incentivada pelos próprios contratados para o treinamento, após pedirem mais direcionamento no desenvolvimento de liderança antes de entrarem na hierarquia tradicional da companhia. De lá para cá, um trainee que levava, em média, quatro anos para atingir um cargo de gestão passou a alcançar o mesmo posto em três anos. As iniciativas dão resultado. Entre os respondentes da Fundação Estudar, 15% ocupam cargos de gestores antes dos 25 anos e 37% têm chefes com menos de 30 anos. Segundo projeções, os *millennials* — que, até onde se pode ver, dividem anseios de seus sucessores mais jovens — ocuparão 50% dos cargos de liderança até 2020 em grandes companhias americanas. Não vai faltar, portanto, pressão por mais mudanças. ■



Universitários: a maior parte da geração Z ainda está nas escolas

LUCIANA WHITAKER/POU.SAR/IMAGENS



# SER GLOBAL SAIU DE MODA?

Leia um trecho do novo livro do economista indiano Pankaj Ghemawat — um dos maiores gurus do mundo em estratégia de negócios —, em que ele trata dos desafios que as empresas enfrentam com a crise da globalização



Protesto antiglobalização em Paris: a onda de pessimismo afeta diretamente as multinacionais

STEPHANE DE SAKOTIN/AP PHOTO

Parte da negatividade reflete, é claro, os recentes choques, mais notadamente o Brexit, como o voto do Reino Unido para sair da União Europeia é conhecido, e a eleição de Donald Trump como presidente dos Estados Unidos. (Eu me refiro a esses dois eventos como *Brump*.) Mas o clima já havia azedado antes disso. Em maio de 2016, a um mês da votação do Brexit, Jeffrey Immelt, então presidente da multinacional General Electric, disse à turma de MBA da Universidade de Nova York que era hora de uma 'virada corajosa' em direção aos mercados locais em resposta ao crescente protecionismo. O *Brump* continuou a mudança: ter uma estratégia global, o que antes parecia uma necessidade absoluta, havia se tornado um risco. Apenas uma semana após a posse de Trump, em janeiro de 2017, a revista *The Economist* declarou: 'A retração da empresa global'.

Ao tentar interpretar essas opiniões e o atual estado da globalização, precisamos lembrar que a turbulência não é inteiramente nova. O processo a que agora nos referimos como globalização já tem centenas ou talvez milhares de anos. E as expectativas das pessoas sobre os impactos da globalização tendem a ultrapassar a realidade, para depois desabar. É o que eu chamo de 'efeito ioiô da globalização'.

balização'. Vale acrescentar: Thiel, um dos principais doadores da campanha presidencial de Donald Trump em 2016, concorda que, com a eleição do republicano, o ioiô da globalização está num movimento de declínio. Ele disse: 'Ninguém em sã consciência começaria uma empresa com a palavra *global* em seu nome hoje... Isso é tão 2005, parece tão datado'.

De fato, 2005 é um ano marcante. Foi quando houve um último movimento de ascensão do ioiô da globalização. Naquele ano, o livro *O Mundo É Plano*, de Thomas Friedman, foi publicado, tornando-se a obra mais vendida sobre a globalização de todos os tempos. Em meio à 'histeria do mundo plano' no período que antecedeu a crise financeira de 2008, era fácil esquecer que, menos de uma década antes, as expectativas em relação à globalização haviam diminuído, e não aumentado. No final da década de 90, a euforia após a queda do Muro de Berlim foi freada pela crise financeira asiática.

A ansiedade dos mercados financeiros e das empresas era tão alta na época que uma consultoria em estratégia de negócios reuniu um grupo de líderes empresariais no início de 2001 para examinar as implicações para os negócios. Eu me juntei a um dos sócios da consultoria para

## O SENTIMENTO EM RELAÇÃO À GLOBALIZAÇÃO TENDE A OSCILAR ENTRE OTIMISMO E DESENCANTO

Embora os ioiôs sejam divertidos de brincar, o efeito da globalização é perigoso para as empresas e para as economias. Como disse o investidor Peter Thiel em 2008: 'Nos últimos três séculos, as grandes ascensões e quedas do Ocidente acompanham os pontos altos e baixos do sentimento em relação à globalização... [como ocorre com] os picos e os vales do mercado de ações. Quase todas as bolhas financeiras envolveram nada mais, nada menos do que um grave erro de cálculo sobre a probabilidade de sucesso da glo-

estruturar uma discussão sobre o tema, que foi chamada de 'salão global'. A figura na próxima página, adaptada de nossa apresentação naquele salão, destaca muitas das questões globais que os líderes empresariais de hoje estão novamente pensando diante do atual cenário pessimista. As empresas devem abandonar a estratégia de ganhar escala global e aumentar sua capacidade de resposta em mercados locais? A presença geográfica deve ser reduzida para diminuir o risco? O poder de decisão deve ser dado aos lí-

**“Q**UANDO ESCREVI MEU PRIMEIRO LIVRO SOBRE GLOBALIZAÇÃO, *Redefinindo a Estratégia Global*, em 2007, o sentimento predominante entre os executivos era de que as empresas poderiam apostar com segurança que a globalização continuaria a crescer. Quando terminei este livro, uma década depois, alguns líderes empresariais, como o fundador da Alibaba, Jack Ma, ainda acreditavam que mais globalização é inevitável. Mas a maior parte da discussão em torno da globalização se tornou pessimista.

deres de cada região e país? As multinacionais devem agir como suas concorrentes nacionais em suas relações com governos e sociedades ao redor do mundo?

Nosso principal exemplo para levantar essas questões e as respostas a elas é a Coca-Cola, considerada então a empresa com a marca mais valiosa e com a presença geográfica mais ampla no mundo. Durante a maior parte da história da Coca-Cola, a estratégia e o modelo da companhia poderiam ser incluídos na faixa inferior da figura abaixo. Como disse James Quincey, que se tornou presidente da empresa em 2017, 'a Coca-Cola virou uma empresa global antes da globalização'. Ele continuou: 'O modelo que funcionou é o seguinte. Dizíamos para os executivos: 'Agora você está no comando do país X. Vá embora para lá. Boa sorte. Existem apenas duas regras. Você não pode mudar a fórmula e não pode roubar o dinheiro. Por favor, volte uma vez por ano e diga como está indo'. Esse foi o modelo que funcionou por cento e poucos anos'.

Mas, depois que Roberto Goizueta se tornou presidente em 1981 — à medida que a globalização ganhava impulso —, a Coca-Cola mudou a tática e adotou uma abordagem mais alinhada com a faixa superior da figura acima. Goizueta enfa-



JENS KALENE/PHOTO/GETTY IMAGES

Fábrica da Coca-Cola na Alemanha: em sua história, a companhia adotou modelos diferentes diante da globalização

## O EFEITO IOIÔ DA GLOBALIZAÇÃO

O modelo abaixo, de Pankaj Ghemawat, mostra como as empresas lidam com os altos e baixos da globalização

Expectativas sobre a globalização	ESTRATÉGIA Como competir	PRESEÇA Onde competir	MODELO Como operar	ESTRATÉGIA NÃO COMERCIAL Como se comportar
ALTA	Uso de soluções replicáveis	Busca de aumento de oportunidades	Com mais centralização	Ser um ator global
↓				
BAIXA	Foco nos mercados locais	Redução da exposição ao risco	De forma descentralizada	Ser um cidadão local

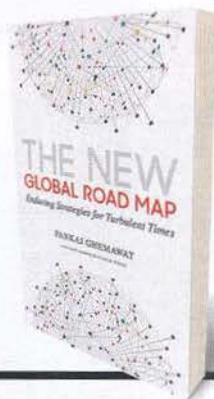
Fonte: Pankaj Ghemawat (The New Global Road Map)

tizou que o crescimento seria baseado nas megamarcas da Coca-Cola, expandiu sua presença em 160 países para quase 200 e se dedicou a uma centralização sem precedentes ao consolidar divisões e colocar as pesquisas de consumo e os comerciais de TV sob a responsabilidade de uma agência de publicidade interna da

Coca-Cola, com a ideia de padronizá-los. O preço das ações subiu, e a revista *Fortune* classificou a Coca-Cola como a empresa mais admirada dos Estados Unidos durante vários anos consecutivos.

Douglas Ivester, que assumiu o cargo quando Goizueta morreu repentinamente em 1997, continuou com a estratégia





**The New Global Road Map: Enduring Strategies for Turbulent Times**

Autor **Pankaj Ghemawat**  
Editora **Harvard Business**

**Review Press**  
272 págs.

“

*Focar mercados locais em resposta aos problemas da globalização faz sentido? Acredito que não. No longo prazo, faz mais sentido focar o sucesso da globalização do que algum apocalipse.*

”

— ‘Sem virar à esquerda, sem virar à direita’, como ele dizia. No entanto, Ivester deparou com a crise asiática e com problemas governamentais, particularmente na Europa. Os reguladores da União Europeia resistiram às tentativas da Coca-Cola de adquirir a marca de bebidas Orangina, da fabricante francesa Pernod Ricard, e um conjunto de marcas da britânica Cadbury Schweppes. Atrasos para resolver problemas sanitários causaram mais tensão. O valor de mercado da Coca-Cola colapsou de um pico de 220 bilhões de dólares para menos de 120 bilhões, uma vez que os analistas avaliaram que a exposição global era um risco, e Ivester foi demitido.

Douglas Daft assumiu a companhia no ano 2000 e retomou a estratégia voltada para os mercados locais. Com seu manifesto ‘Pense localmente, aja localmente’,

milhares de empregos foram cortados na sede e o poder decisório foi transferido de volta às regionais. Isso foi quão longe nós levamos a história da Coca-Cola na discussão do ‘salão global’ no início de 2001. Terminamos nossa apresentação com uma pergunta: as viradas extremas de estratégia, feitas em resposta a mudanças de sentimentos sobre a globalização, foram de fato recompensadoras?

Com 15 anos de história adicional, a resposta para essa pergunta da perspectiva da Coca-Cola é claramente não. Os problemas da estratégia de focar novamente mercados locais surgiram rapidamente: as vendas nas economias emergentes passaram por problemas, assim como a qualidade do marketing. Os gerentes dos países estavam simplesmente despreparados para um conjunto de responsabilidades ampliado. Em 2002, a Coca trouxe de volta à matriz a supervisão de marketing. Essa tarefa em si era um desafio, porque contratar uma nova equipe levou mais tempo do que demitir a antiga. Mas o crescimento continuou abaixo das expectativas dos investidores, e Daft renunciou ao cargo em 2004.

Coube a Neville Isdell, que substituiu Daft, encontrar o equilíbrio entre esses extremos. O que merece atenção especial, dada a semelhança entre o ioiô da Coca-Cola e algumas das recomendações que estão sendo feitas às empresas hoje, é quanto isso custou caro para a empresa. Apesar de sua força, a implementação das medidas levou boa parte de uma década, numa fase em que a economia mundial crescia, e a Coca-Cola provavelmente desembolsou dezenas de bilhões de dólares nessa recentralização.

A Coca-Cola é, claro, apenas um caso em questão, mas sua experiência não deve ser descartada. Embora a história não se repita, às vezes ela rima. Em vez de simplesmente sucumbir a mudanças de sentimento em relação à globalização e de lidar com os extremos, como a Coca-Cola fez, as empresas devem fazer uma longa e difícil reflexão sobre a globalização antes de decidir como lidar com ela.” ■

*Pankaj Ghemawat é doutor em economia pela Universidade Harvard e professor na escola de negócios Iese, da Espanha*



O economista Pankaj Ghemawat: as empresas devem deixar de lado a estratégia global?

CHRIS WATTE/REUTERS