



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

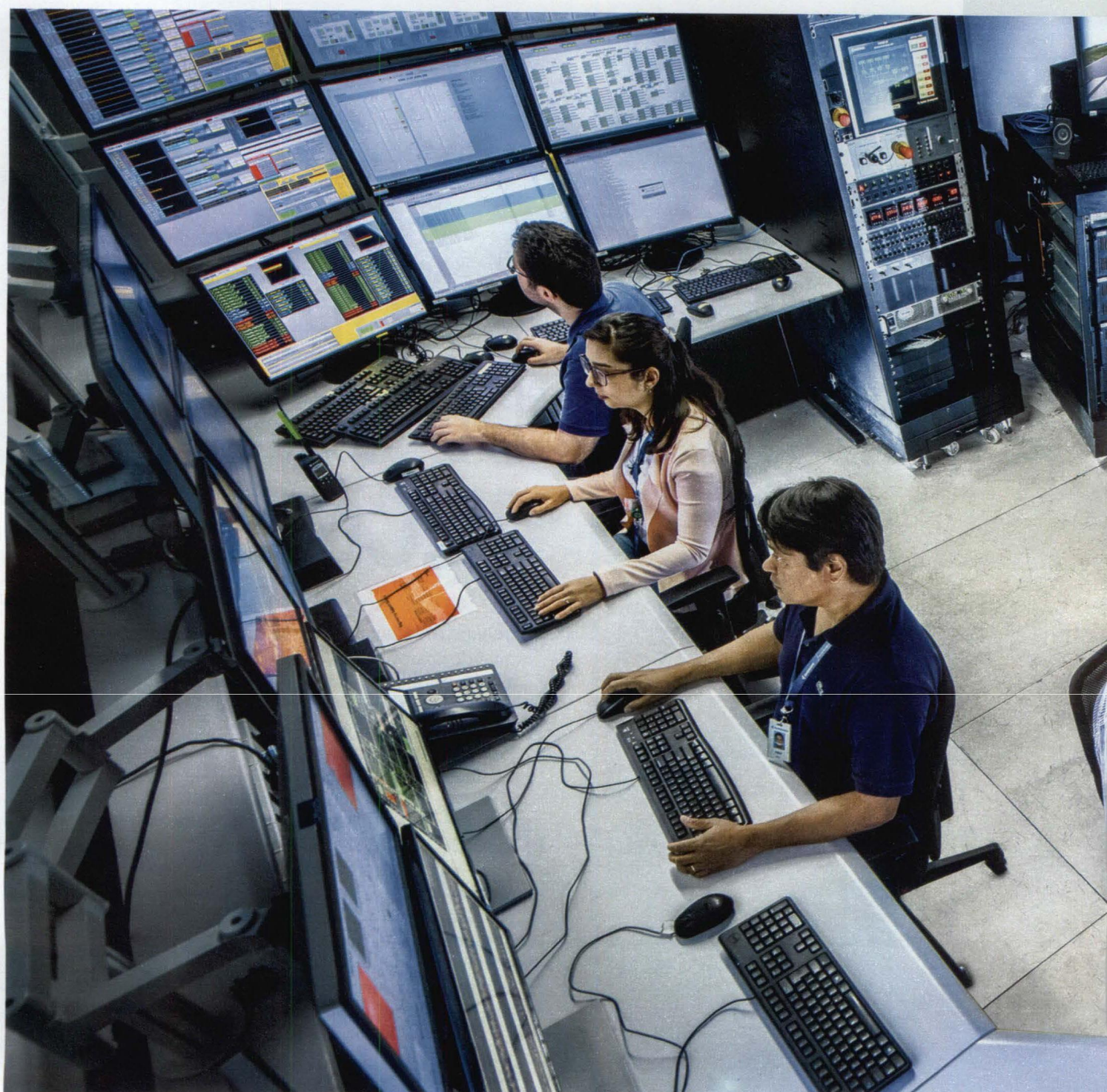


COMO CONSTRUIR O BRASIL 4.0

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

CAPA | TECNOLOGIA



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

GERMÃO LUDERS

CAPA | TECNOLOGIA

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-



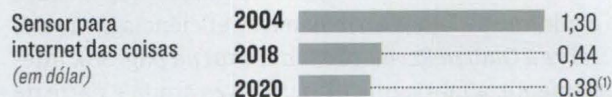
LEONARDO RODRIGUES/VALOR/FOLHA PRESS

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 admittam publicamente, o estágio avançado da manufatura da brasileira interessou os americanos. A parceria agora depende de um acordo com o governo brasileiro.

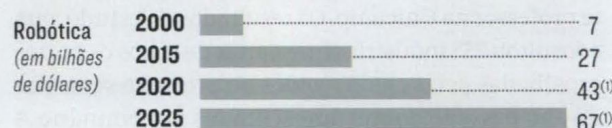
A OPORTUNIDADE DE UM SALTO PARA O FUTURO

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

1. CUSTO DOS INSUMOS



2. GASTO COM NOVAS TECNOLOGIAS



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

CAPA | TECNOLOGIA

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; Besaliele 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*).

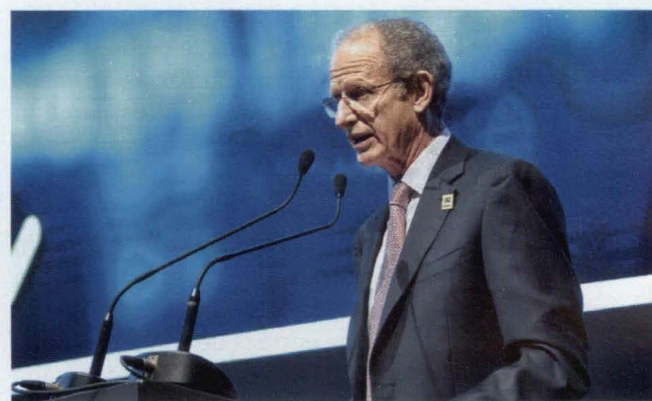
A discussão no seminário *A Indústria do Futuro* girou em torno de uma pergunta central: como preparar a massa de empresas brasileiras para a Quarta Revolução Industrial, e tornar mais comuns histórias de sucesso como a da Embraer? Há um bom caminho a percorrer até o Brasil atingir a maturidade de países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



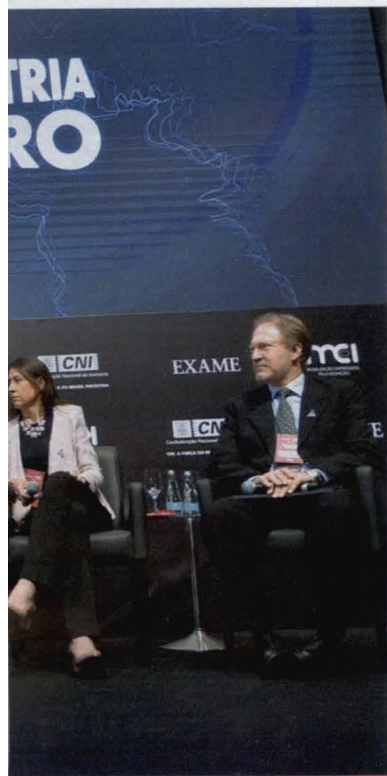
FOTOS: FABIO RIZZATO

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 afora



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 Iochpe-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

CAPA | TECNOLOGIA

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/GETTY 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

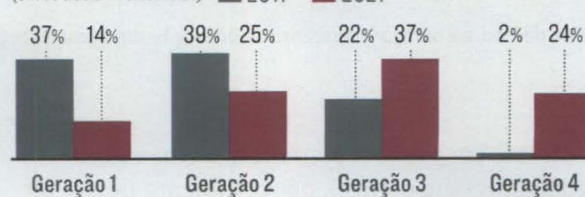
Já integrou os sistemas de criação com os de execução no chão de fábrica

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.

CAPA | TECNOLOGIA



AIZAR BALDES / AFP PHOTO

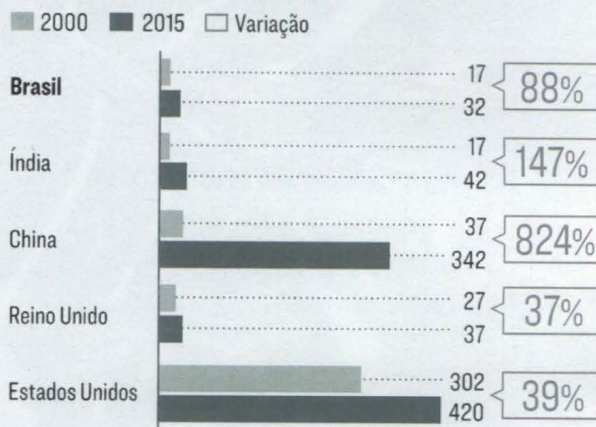
Mina de lítio, na Bolívia: o aumento da produção diminuiu o preço de baterias

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)



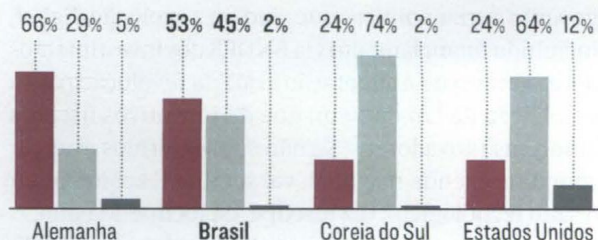
Divisão do orçamento estatal para pesquisa (em %)

■ Aplicada à necessidade da indústria
■ De base



Gasto com pesquisa e desenvolvimento (em % do total)

■ Governo ■ Empresas ■ Outros



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

CAPA | TECNOLOGIA



TONY AVELAR/AP PHOTO

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

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. ■

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