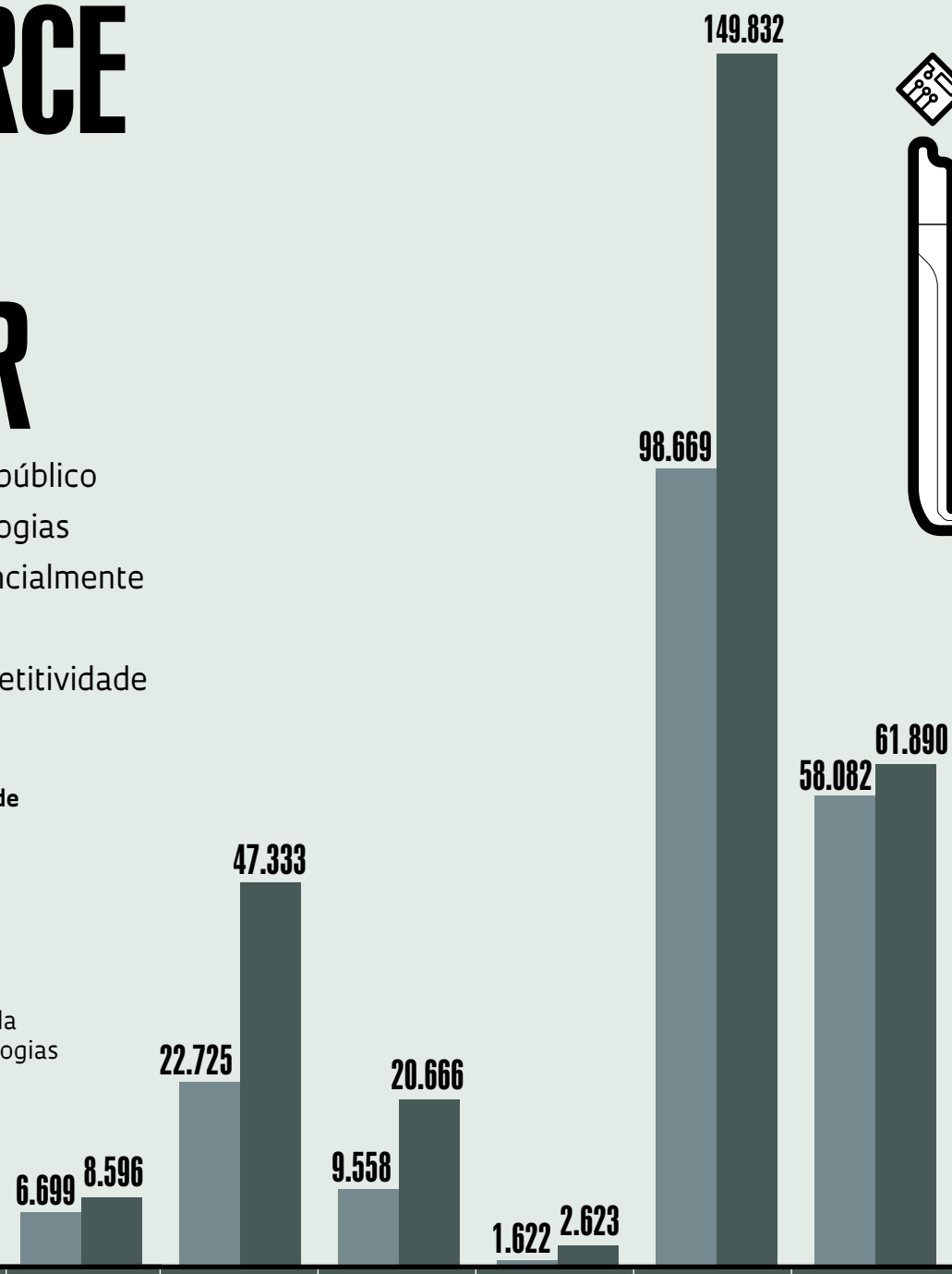
ALICERCE PARA INOVAR

Baixo investimento público e privado em tecnologias estratégicas e potencialmente disruptivas pode comprometer competitividade industrial brasileira

Rodrigo de Oliveira Andrade

ESFORÇO GLOBAL

Número total de artigos da base Scopus sobre tecnologias transversais* publicados em 2015 e 2019

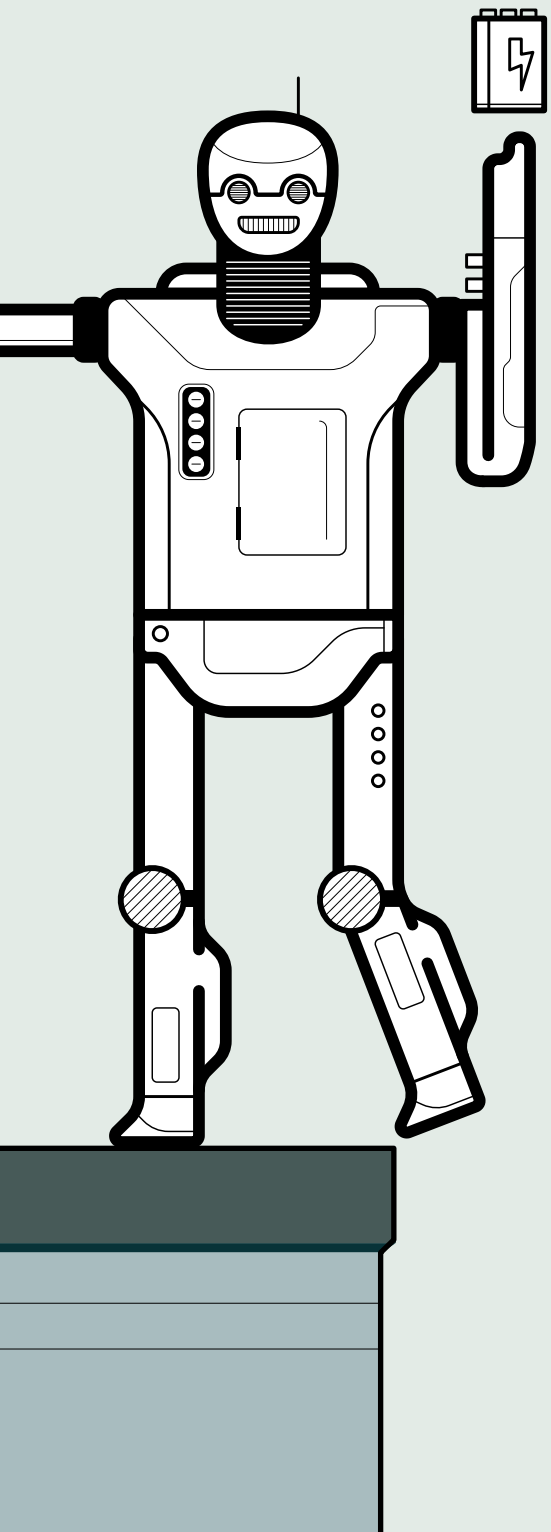


	BRASIL	ÍNDIA	RÚSSIA	ÁFRICA DO SUL	CHINA	ESTADOS UNIDOS
Participação Global em 2015 (%)	1,91%	6,47%	2,72%	0,46%	28,08%	16,53%
Participação Global em 2019 (%)	1,84%	10,12%	4,42%	0,56%	32,02%	13,23%

* Inteligência artificial e robótica, biotecnologia, energia, materiais, nanociência e nanotecnologia e optoeletrônica

FONTE UNESCO SCIENCE REPORT: THE RACE AGAINST TIME FOR SMARTER DEVELOPMENT

INFOGRÁFICOS ALEXANDRE AFFONSO



Em um ambiente econômico cada vez mais competitivo, vários países estão aumentando seus investimentos nas chamadas tecnologias transversais, que têm potencial de atravessar e transformar diferentes setores produtivos. Um relatório recém-publicado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) analisou o desempenho de países em seis tecnologias transversais consideradas estratégicas para o futuro da indústria – inteligência artificial e robótica, biotecnologia, energia, materiais, nanociência e nanotecnologia, e optoeletrônica – e mostrou que o Brasil não está conseguindo acompanhar esse esforço global. O estudo *Unesco science report: The race against time for smarter development* se baseou em dados da produção científica extraídos da base Scopus, da editora Elsevier. Seus resultados apontam para um cenário de estagnação – e, em alguns casos, retração – da produção de conhecimento nessas áreas no país. O Brasil saiu de um patamar de 6.699 artigos em 2015 para 8.596 em 2019 – um aumento de 28,3%, mas o pior desempenho entre as nações emergentes do Brics, do qual fazem parte também Rússia, Índia, China e África do Sul. Os números representam um recuo na já tímida contribuição brasileira para a produção internacional nessas áreas: o Brasil respondia por 1,9% das publicações sobre tecnologias transversais em 2015; esse percentual caiu para 1,8% em 2019.

As seis tecnologias selecionadas têm importância estratégica para a competitividade científica e econômica, superioridade tecnológica e segurança das nações – não por acaso, representaram 18% da produção científica internacional em 2019. O destaque mais negativo do Brasil se deu em optoeletrônica, fundamental para o aprimoramento da capacidade de transmissão de dados e para atender a próxima geração de sistemas de comunicação, como o 5G. O Brasil apresentou retração de 16% no número de publicações no período: de 405, em 2015, para 341, em 2019. A situação é igualmente delicada em nanociência e nanotecnologia. Foram 293 publicações nessa área em 2019, 37 a mais do que em 2015. "Essas áreas envolvem a concepção de dispositivos complexos e dependem de uma indústria eletrônica e de materiais que não se estabeleceu no Brasil", diz o físico Osvaldo Novais de Oliveira Junior, do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP).

O desempenho brasileiro foi um pouco melhor em biotecnologia. O país registrou um aumento de 51% no número de trabalhos nessa área, saindo de 684 artigos em 2015 para 1.032 em 2019. Esses números representam um ligeiro aumento da participação do país no esforço internacional nesse segmento de pesquisa. Em 2015, o Brasil contribuiu com 4,1% dos estudos em biotecnologia no mundo; em 2019, esse percentual subiu para 5,5%. Para Carlos Alberto Moreira-Filho, professor da Faculdade de Medicina da USP, "a performance brasileira se deve mais a pesquisas em áreas de interesse da agroindústria – como controle biológico de pragas, melhoramento genético de cultivares – e, em menor medida, aos desdobramentos modernos desse campo na medicina, com estudos sobre DNA recombinante e anticorpos monoclonais, por exemplo". Para Oliveira, do IFSC-USP, os números refletem a consolidação da base tecnológica agroindustrial brasileira, com instituições produzindo estudos com inversões contínuas e de longo prazo, e intensa cooperação com empresas, o que não se aplica a outras áreas.

A evolução da produção de artigos científicos sobre tecnologias transversais no mundo nos últimos anos pode ser compreendida como um termômetro da preocupação das nações em fazer com que suas empresas operem no que se considera ser a fronteira tecnológica – a chamada manufatura avançada, ou indústria 4.0, com processos fabris integrados, conectados e inteligentes –, de modo que consigam aumentar sua competitividade e potencial exportador. "A universidade não gera demanda, mas responde às necessidades da sociedade, oferecendo conhecimento e mão de obra qualificada", diz Renato Pedrosa, professor do Departamento de Política Científica e Tecnológica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Ele explica que países com baixa atividade industrial demandam menos nesse sentido. "O baixo desempenho do Brasil na produção científica sobre essas tecnologias não surpreende,

já que não há financiamento adequado à pesquisa no país e tampouco demanda interna de companhias produtoras de bens de alta tecnologia competitivas internacionalmente."

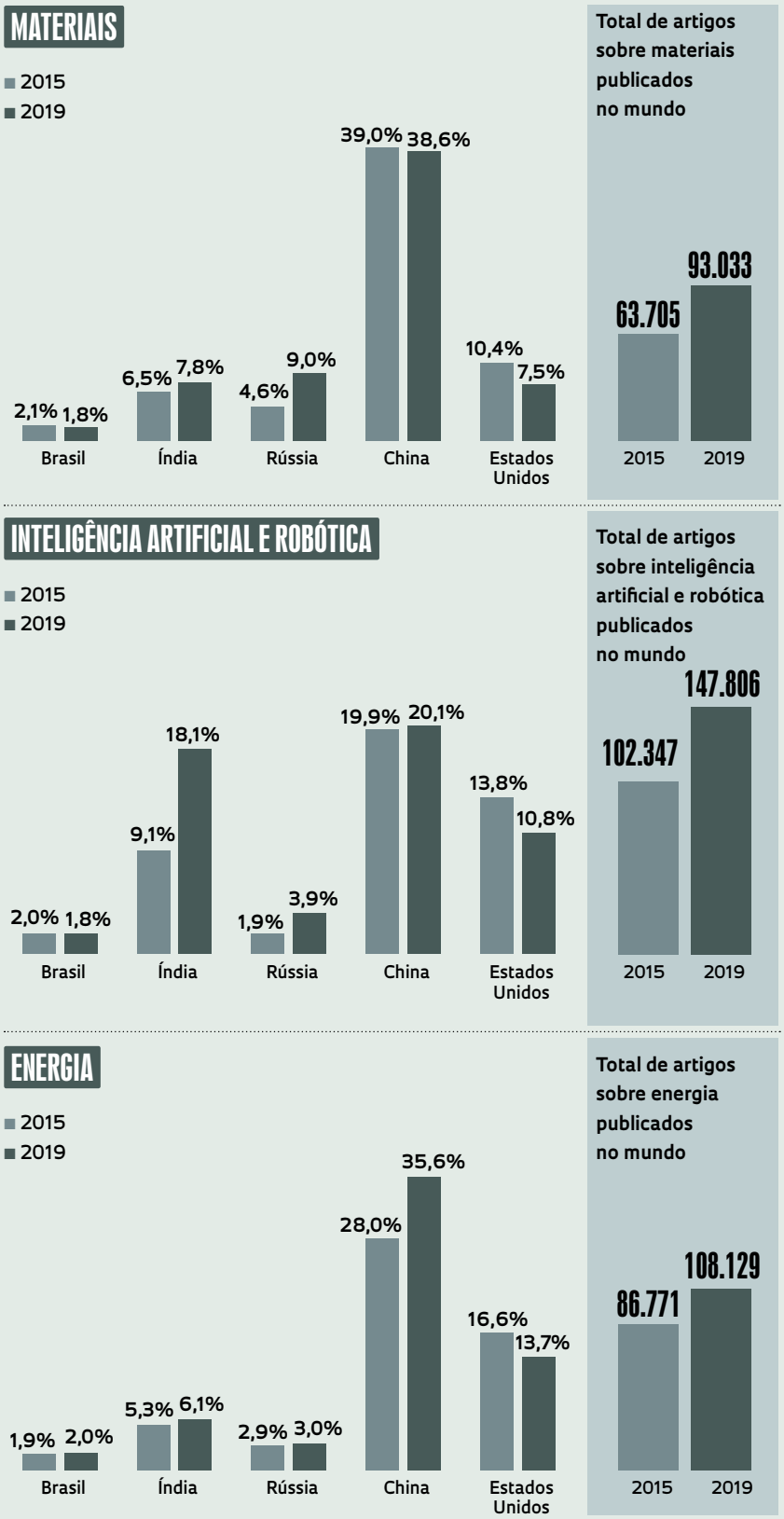
Em contraste com a situação brasileira, nos Estados Unidos parece haver consenso entre as diferentes alas do governo de que é preciso revitalizar suas empresas para fazer frente à ameaça da China e de outras nações à sua liderança econômica e tecnológica. O país tem priorizado uma série de plataformas tecnológicas em setores estratégicos, como o de inteligência artificial, computação quântica e tecnologia avançada de redes móveis. Uma das principais medidas adotadas pelo governo norte-americano foi o Manufacturing USA, rede de institutos criada em 2014 para promover a cooperação entre empresas e instituições acadêmicas em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novas tecnologias e processos de manufatura avançados, além de treinamento de mão de obra. Os Estados Unidos criaram 16 institutos desde 2012, cada um focado em um processo ou tecnologia. Eles abarcam 1.291 organizações, das quais 844 são empresas de manufatura e 65% fabricantes de pequeno e médio porte. Estima-se que a estratégia contribua anualmente com US$ 2,3 trilhões para a economia norte-americana ao ajudar a criar mais de 12 milhões de empregos e impulsionar parte expressiva das pesquisas no setor privado em campos tecnológicos estratégicos para o futuro industrial daquele país.

Mais recentemente, o Congresso norte-americano começou a discutir o Endless Frontier Act. A iniciativa propõe a criação de um departamento de tecnologia e inovação na National Science Foundation (NSF), principal agência de fomento à ciência básica daquele país, com aportes de mais de US$ 100 bilhões nos próximos cinco anos em pesquisas em áreas como inteligência artificial e robótica, energia, computação quântica, tecnologias de comunicação avançada e gerenciamento de dados (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 304*).

A China também percebeu a importância das tecnologias transversais e há

DESEMPENHO ACANHADO

Contribuição brasileira e de outros países para a produção científica internacional em três áreas do conhecimento



FONTE UNESCO SCIENCE REPORT: THE RACE AGAINST TIME FOR SMARTER DEVELOPMENT, COM DADOS DA BASE SCOPUS

INFOGRÁFICOS ALEXANDRE AFFONSO

décadas investe em mecanismos institucionais para promover seu desenvolvimento e adoção por empresas. A estratégia levou à formação de grandes conglomerados empresariais – como a Huawei, na área de tecnologia da informação e comunicação, e a Yingli Green Energy e Mingyang, na de energia –, que hoje disputam a liderança mundial em diversos setores estratégicos. Esse esforço foi intensificado em 2015 com o lançamento de uma política industrial para reduzir a dependência dessas e de outras empresas de fornecedores externos de alta tecnologia até 2025. A expectativa do governo chinês é que suas companhias expandam ainda mais sua participação no mercado global de carros elétricos, tecnologias agrícolas, engenharia marítima e aeroespacial, materiais sintéticos, biomedicina, infraestrutura ferroviária e robótica.

O país asiático almeja, ainda, tornar-se um centro mundial de inovação em inteligência artificial até 2030, assim como a Índia, que aumentou em 189% a produção científica nessa área entre 2015 e 2019. "O interesse das nações por essa tecnologia vai além de suas aplicações nos setores produtivos", informa a engenheira elétrica Roseli Francelin Romero, do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da USP. "Há também a possibilidade de combiná-la com tecnologias de redes de comunicação e análise de grandes quantidades de dados, dando lastro a soluções de cibersegurança." Para Oliveira, do IFSC-USP, "a ideia de segurança nacional não se resume mais apenas à capacidade bélica dos países, mas também ao desenvolvimento de tecnologias que garantam a segurança cibernética e diminuam sua dependência para a obtenção de recursos estratégicos".

O Brasil demorou para perceber a importância dessas tecnologias. "A indústria brasileira, predominantemente baseada na absorção de soluções geradas no exterior, encontra-se em uma fase exploratória de incorporação dessas tecnologias", diz o economista Mariano Laplane, do Instituto de Economia da Unicamp. Segundo ele, isso se deve ao baixo nível de investimento do setor na ampliação e modernização de suas plantas de produção, o que está ligado ao encolhimento do mercado interno e à dificuldade das empresas brasileiras de competir internacionalmente. Um levantamento realizado entre novembro de 2019 e junho de 2020 por pesquisadores da Unicamp e das federais do Rio de Janeiro (UFRJ) e Fluminense (UFF) ilustra esse quadro. Apenas 5% das 982 empresas avaliadas operam na fronteira tecnológica. "Quase metade delas trabalha com soluções digitais obsoletas e não tem planos para mudar isso nos próximos anos", destaca o economista João Carlos Ferraz, do Instituto de Economia da UFRJ, um dos autores do trabalho. "As que estão em melhor situação são de grande porte, realizam P&D, treinamento de pessoal e exportam."

O país dispõe de mecanismos para financiar a transição tecnológica de empresas nacionais, sobretudo as de pequeno e médio porte, para ambientes produtivos e de prestação de serviços baseados em tecnologias digitais. Dois deles são oferecidos pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep): o Finep Inovacred 4.0 e o Finep IoT, operados com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e concedidos na forma de empréstimo com juros. No entanto, dado o quadro de retração da atividade industrial, as empresas tendem a não querer esses recursos porque precisarão devolvê-los depois, mesmo que as tecnologias nas quais investiram não resultem no retorno esperado. "Companhias maiores conseguem superar esse obstáculo com mais facilidade porque investem em P&D ou contratam agentes intermediários para desenvolver soluções modulares para problemas específicos", completa Laplane.

Essa situação traz riscos para o futuro da indústria brasileira. A falta de um plano estratégico que estimule a criação de firmas de base tecnológica e a modernização de companhias existentes pode agravar a vulnerabilidade tecnológica do país. "A criação e a implementação de políticas que estimulem o desenvolvimento de tecnologias transversais e facilitem seu uso pelas empresas tendem a levar à formação de competências e consolidação de uma base tecnológica própria, capaz de definir tendências globais", diz o sociólogo Glauco Arbix, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, ex-presidente da Finep. "Ao deixar de investir na sua indústria, o Brasil abre mão de se tornar um elo importante nas cadeias globais de valor, restringindo-se a mero consumidor de produtos e exportador de *commodities*."

Mas ainda há tempo para mudar esse cenário. A influência dessas tecnologias é considerada disruptiva no curto prazo em poucos segmentos industriais. Na maioria deles, a transformação será gradual, segundo dados do relatório *Indústria 2027*, feito por economistas da Unicamp e UFRJ para a Confederação Nacional da Indústria – CNI (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 264*).

O governo federal lançou em 2019 a Câmara Brasileira da Indústria 4.0, que, sob coordenação dos ministérios da Economia e de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), promove o diálogo entre o setor público e representantes da indústria e da academia para implementar iniciativas voltadas à adoção de tecnologias transversais pela indústria brasileira. "O MCTI também se articula para dar impulso a pesquisas sobre essas tecnologias", diz Paulo Alvim, secretário de Empreendedorismo e Inovação do ministério. Em maio, o órgão anunciou, em parceria com a FAPESP e o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br), a criação de seis centros de pesquisa em inteligência artificial no país com foco nas áreas de saúde, agricultura, indústria e cidades inteligentes.

Há, é certo, obstáculos no caminho, a começar pela crise de financiamento do sistema nacional de CT&I, que compromete não apenas o desenvolvimento de pesquisas nessas áreas, mas também a formação de recursos humanos qualificados para desenvolvê-las e incorporá-las aos processos fabris. "Esperamos aumentar os investimentos assim que o FNDCT for desbloqueado", diz Alvim, referindo-se ao imbróglio que impede a liberação de seus recursos (*ver reportagem "Futuro incerto" na edição on-line de* Pesquisa FAPESP). "O plano é investir até R$ 100 milhões este ano em tecnologias transversais nas universidades e empresas por meio de chamadas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do programa de subvenção econômica da Finep." ■