

**VISÃO 2035:**  
**Brasil, país desenvolvido**

Agendas setoriais para o desenvolvimento

## **TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

***INFORMATION AND  
COMMUNICATION TECHNOLOGY***

Carlos Eduardo Azen Alves  
Eduardo Kaplan Barbosa  
Maria Luiza Carneiro Cunha  
Ricardo Rivera de Sousa Lima  
Rodrigo Ferreira Madeira\*

**P. 235-258**

\* Respectivamente, engenheiro, economista, engenheira, engenheiro e economista do Departamento de Tecnologia da Informação e Comunicação da Área de Indústria e Serviços do BNDES.

## Resumo

A transformação digital é uma realidade na economia global, com grande impacto nos governos, nas empresas e no bem-estar dos cidadãos. No centro dessa mudança estão as tecnologias da informação e comunicação (TIC), que englobam a infraestrutura de telecomunicações e as indústrias de *software* e *hardware*. Para que o Brasil possa se colocar na vanguarda dessa transformação são necessários investimentos e políticas públicas bem focalizadas, que aproveitem o potencial nacional e disseminem de maneira equânime as inovações do setor. Neste capítulo, são apresentadas algumas propostas que poderiam destravar, potencializar ou transformar o segmento até 2035, maximizando assim o desenvolvimento econômico e social do país. Ainda, duas aplicações relacionadas são discutidas com mais detalhes, por causa de seus grandes transbordamentos: a internet das coisas e as cidades inteligentes.

**Palavras-chave:** TIC. Telecomunicações. Hardware. Software. IoT. Cidades inteligentes. Transformação digital.

---

## Abstract

*Digital transformation is a reality in global economy, with great impact on governments, on enterprises and on the well-being of citizens. At the center of this change are the ICTs, which encompass telecommunication infrastructure and the software and hardware industries. So that Brazil can stand in the forefront of this transformation, investments and well-focused public policies are needed, to promote the national potential and disseminate innovations in the industry homogeneously. In this chapter, proposals that could unlock, optimize or transform the segment until 2035, thus maximizing the economic and social development of the country, are presented. Moreover, two related applications are discussed in more detail, due to their expressive spillovers: the internet of things and smart cities.*

**Keywords:** ICT. Telecommunications. Hardware. Software. IoT. Smart cities. Digital transformation.

## Introdução

Neste capítulo, o objetivo é fazer uma breve descrição do setor de tecnologias da informação e comunicação (TIC), explorando seus principais desafios e uma agenda de trabalho propositiva, a fim de destravar, potencializar e transformar o setor até 2035. O termo TIC, no âmbito deste texto, refere-se aos segmentos de *software*, serviços de tecnologia da informação (TI), bens eletrônicos e componentes (*hardware*) e infraestrutura de telecomunicações.

No último Fórum Econômico Mundial, realizado em janeiro de 2018, a transformação digital dominou o discurso de grandes líderes mundiais. De fato, é perceptível a crescente influência do uso das ferramentas digitais na vida das pessoas, na operação de empresas dos mais diversos setores e na infraestrutura das cidades. As TICs são habilitadoras para a transformação digital de uma economia, e sua base é dada pela existência de uma infraestrutura de telecomunicações adequada e massificada – tema abordado na seção subsequente. As indústrias de *software* e *hardware*, descritas respectivamente na terceira e na quarta seção, devem refletir as principais inovações tecnológicas, adequando-se tanto às necessidades locais quanto aos aspectos relevantes para a competitividade global.

Por fim, algumas aplicações que estão diretamente relacionadas ao uso das TICs como tecnologias habilitadoras terão, possivelmente, um grande impacto na qualidade de vida das pessoas e na produtividade da economia. A quinta seção apresenta duas dessas aplicações: a internet das coisas (do inglês, *internet of things*, IoT) e as cidades inteligentes. Por fim, a última seção discorre sobre as considerações finais.

## Infraestrutura de telecomunicações

São muitas as evidências da importância do uso de tecnologias digitais e serviços de internet para o desenvolvimento econômico e social. Segundo o Banco Mundial, dez pontos percentuais (p.p.) de aumento na penetração da banda larga (BL)<sup>1</sup> nos países em desenvolvimento podem propiciar um aumento de 1,38 p.p. no produto interno bruto (PIB) *per capita* (QIANG; ROSSOTTO; KIMURA, 2009). A internet passou a ter um caráter de essencialidade, em virtude das externalidades positivas de sua difusão. A provisão de serviços adequados tornou-se um gargalo importante a ser superado, tanto para a elevação da produtividade e da competitividade do país quanto para a redução de desigualdades.

O acesso aos serviços de telecomunicação tem impactos relevantes também nos objetivos de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONUBR, 2015), dada sua transversalidade. A expansão dos serviços está explícita como alvo no Objetivo 9, item c: “Aumentar significativamente o acesso às tecnologias de informação e comunicação

<sup>1</sup> “Banda larga – Conexão à Internet com capacidade acima daquela usualmente conseguida em conexão discada via sistema telefônico. Não há uma definição de métrica de banda larga aceita por todos, mas é comum que conexões em banda larga sejam permanentes – e não comutadas, como as conexões discadas” (CGI, 2017, p. 402).

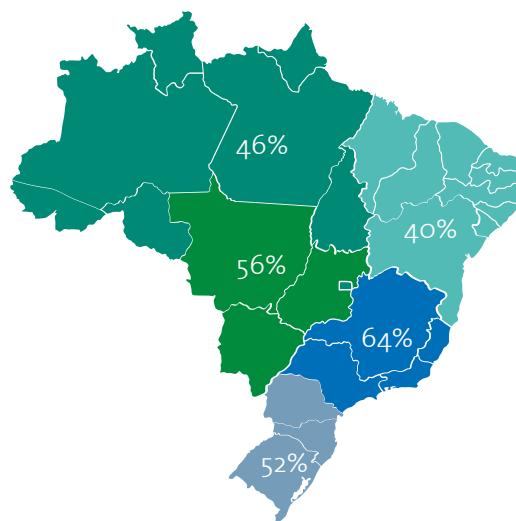
e se empenhar para oferecer acesso universal e a preços acessíveis à internet nos países menos desenvolvidos, até 2020”.

No Brasil, a proporção de domicílios conectados à internet está bem abaixo da dos países desenvolvidos, chegando a apenas 54% dos domicílios (CGI, 2017); e, nos municípios rurais, esse indicador é de 26%. Já na Europa, o índice alcança 82%. Os serviços de acesso à internet ainda são distribuídos de forma desigual pelo território brasileiro (Figura 1), com déficit de infraestrutura nas regiões mais pobres. Segundo o relatório TIC Domicílios 2016 (CGI, 2017), 31,3 milhões de domicílios ainda estavam desconectados em 2016, sendo quase a totalidade desses domicílios das classes C, D e E.

Mesmo nos domicílios com conectividade, há uma grande segmentação no tipo de acesso, sobretudo na BL, o que influencia diretamente na velocidade disponível e na qualidade do serviço. A cada três domicílios conectados, dois utilizavam BL fixa,<sup>2</sup> e um BL móvel, com 1% ainda em conexão discada. Entre as conexões de BL fixa, apenas 28% delas eram efetuadas por cabo de TV (coaxial) ou fibra óptica. A velocidade média no Brasil foi de 6,8 Mbps no primeiro trimestre de 2017, bem abaixo da velocidade de países como Estados Unidos da América (18,7 Mbps), Suécia (22,5 Mbps) e Coreia do Sul (28,6 Mbps) (AKAMAI, 2017).

Os menores índices de BL fixa são verificados nas regiões Norte e Nordeste, com 45% e 54%. Além disso, essas regiões contam com um elevado número de conexões via rádio e satélite, que em geral são de qualidade inferior. Com a região Centro-Oeste, o Norte e o Nordeste são as que têm o menor percentual de acessos via cabo de TV ou fibra óptica, de melhor qualidade.

Figura 1 | Penetração de serviços de internet nos domicílios brasileiros



Fonte: CGI (2017).

<sup>2</sup> Nesse grupo, estão conexões por meio de: (i) cabo de TV ou fibra óptica; (ii) Digital Subscriber Line (DSL); (iii) rádio; e (iv) satélite.

Assim, a penetração de infraestrutura de BL fixa de alta qualidade (fibra óptica) é ainda pouco disseminada no Brasil, sobretudo nas regiões mais pobres. Um conjunto de fatores contribui para a baixa atratividade dessas regiões para as grandes operadoras expandirem a infraestrutura de fibra óptica, como o elevado montante de investimentos necessário, a alta carga tributária incidente nos serviços de telecomunicação e a baixa receita esperada por usuário. É nesse ponto que a política pública precisa atuar, conforme referendado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea):

Portanto, como proposta de política pública, fica a sugestão de se considerar um programa que minimize as disparidades regionais de acesso à banda larga; não somente em termos do acesso, mas também de qualidade. Não incorporar esse ponto em uma agenda prioritária de política pública pode levar ao aprofundamento da desigualdade entre as regiões do Brasil (CARVALHO; MENDONÇA; SILVA, 2017, p. 45).

Nesse estudo do Ipea, os autores concluem que, no caso brasileiro, o aumento de 1%, na média, no acesso à BL ocasiona um aumento de 0,077% no PIB. A análise foi feita utilizando técnicas de dados de painel para 5.564 municípios no período 2007-2014. O modelo utilizou o PIB municipal como variável dependente e agrupou alguns municípios em clusters, de acordo com algumas características. Verificou-se que o maior impacto ocorre em municípios de maior renda *per capita* e concentração urbana.

O setor de telecomunicações passa por um momento de incerteza no que tange à aprovação do novo marco regulatório, que precisa ser superado para **destravar** investimentos. O Projeto de Lei da Câmara 79, de 2016, que muda o regime de prestação do serviço de telefonia fixa de concessão para autorização, implicará a necessidade de revisão dos bens das concessionárias reversíveis<sup>3</sup> para a União e tem previsão para ser votado em 2018. A transição será feita por meio da contrapartida de investimentos pelas empresas. Ainda está em discussão o valor desses bens, porém a última avaliação da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) indicou um total de cerca de R\$ 20 bilhões. O objetivo da agência é que esses investimentos sejam direcionados para a expansão da BL no Brasil, priorizando regiões sem competição adequada.

Outros instrumentos importantes do Governo para estimular os investimentos no setor são os termos de ajustamento de conduta (TAC), derivados das multas a serem pagas pelas operadoras à Anatel por obrigações de investimento não realizadas. A agência reguladora deseja que o valor dessas multas seja revertido em uma obrigação de inversões na expansão da infraestrutura de fibra óptica. O Governo Federal pretende utilizar esse instrumento para induzir a expansão em áreas com maior carência de serviços de internet. Os TACs somados de todas as operadoras podem alcançar R\$ 12 bilhões. Portanto, em um

<sup>3</sup> “Bens Reversíveis são aqueles empregados pela Concessionária e indispensáveis à continuidade da prestação do serviço no regime público, os quais poderão ser revertidos à União ao término dos contratos de concessão” (ANATEL, 2017).

primeiro esforço para destravar o setor, com a nova regulamentação e a finalização dos TACs, haveria um potencial de investimentos em torno de R\$ 32 bilhões.

Um passo seguinte para **potencializar** o setor de telecomunicações e expandir os investimentos em BL com inclusão digital de territórios mais remotos ou carentes seria utilizar os recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust). Esse fundo, que tem “por finalidade proporcionar recursos destinados a cobrir a parcela de custo exclusivamente atribuível ao cumprimento das obrigações de universalização de serviços de telecomunicações, que não possa ser recuperada com a exploração eficiente do serviço” (BRASIL, 2000), vem sendo contingenciado desde sua criação, em 2000.

O Fust recebe por ano 1% da receita bruta das operadoras de telecomunicação e já acumula R\$ 20,5 bilhões de depósitos não utilizados para sua finalidade. O Projeto de Lei do Senado 125, de 2017, já aprovado na Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática (CCT), tentará proibir o contingenciamento dos recursos do fundo a partir de 1º de janeiro de 2020. Considerando apenas o fluxo de novos recursos a partir de 2020, já que dificilmente os recursos depositados anteriormente retornariam ao Fust, o montante de investimento que poderia ser efetuado até 2035, dado o histórico de arrecadação,<sup>4</sup> gira em torno de R\$ 30 bilhões. Esse valor se soma aos R\$ 32 bilhões do cenário “destravar”, totalizando R\$ 62 bilhões no cenário “potencializar” (ver Quadro 1).

Ainda na estratégia de potencializar o impacto do setor de telecomunicações na economia, o fortalecimento dos provedores regionais de serviços de telecomunicação auxilia na inclusão digital em territórios não prioritários para as grandes operadoras. Segundo os dados do mercado brasileiro de BL fixa apresentados pela Anatel em setembro de 2017 (ANATEL, [201?]), os provedores regionais cresceram 36% em 12 meses, sendo os maiores responsáveis pelo crescimento de BL fixa no Brasil nesse período. Juntos seriam a quarta maior operadora brasileira, com 13,5% de participação no mercado, atrás apenas do grupo Net, Claro e Embratel; da Telefônica; e da Oi.

Dados de Anatel ([201?]) sobre os acessos de BL fixa, em setembro de 2017, apontam para a existência de cerca de 3.800 provedores ofertantes formais (Serviço de Comunicação Multimídia – SCM). O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) calcula que a participação dos provedores regionais nas cidades pequenas e médias chegue a 25%. Essas empresas já são os maiores fornecedores de BL fixa em 1.241 municípios brasileiros, com fatia acima de 50% desse mercado (DIAS, 2017). Por outro lado, enfrentam alguns desafios para investir, sendo uma das principais barreiras a ausência de financiamento adequado ao perfil dessas empresas. Nesse ponto, o BNDES poderia atuar a fim de aperfeiçoar os instrumentos de apoio financeiro para atender às necessidades desse segmento.

---

<sup>4</sup> Nos últimos dois anos, R\$ 1,75 bilhão em média.

Em um cenário de **transformação** do setor de telecomunicações, a penetração de BL no país seria ampla, alcançando 90% dos domicílios brasileiros com internet de alta qualidade e velocidade. Segundo a consultoria americana Boston Consulting Group (BCG), a massificação da BL no Brasil traria ganhos de R\$ 1,4 trilhão até 2025 (AGUIAR et al., 2016). Cabe ressaltar que alcançar 100% dos domicílios com internet de alta qualidade é um desafio até para os países desenvolvidos, uma vez que a prestação do serviço em determinados territórios tem um custo que inviabiliza o atendimento, exigindo o apoio do Estado por meio de subsídios.

Estimativas do BCG (AGUIAR et al., 2016) apontam que R\$ 100 bilhões de investimentos seriam suficientes para cobrir 90% da população brasileira com, majoritariamente, velocidades entre 30 Mbps e 50 Mbps. Aumentando a velocidade para 100 Mbps ou mais, via tecnologia *fiber to the home* (FTTH), os investimentos exigidos girariam em torno de R\$ 200 bilhões (Quadro 1). Além da inclusão digital, existem evidências de que a duplicação da velocidade média de conexão de um país pode aumentar a taxa de crescimento do PIB em cerca de 0,3 p.p. (ERICSSON, 2013). Para alcançar a universalização dos serviços, a política pública poderia estimular as empresas de telecomunicação a investir em regiões pouco atrativas financeiramente, seja por meio de recursos diretos, seja por financiamentos subsidiados.

Outro resultado relevante da expansão da BL é a redução da desigualdade econômica em virtude, sobretudo, do maior acesso à informação como forma de ampliar as oportunidades para todas as camadas da sociedade. Apesar de ainda haver poucos trabalhos empíricos sobre o assunto, Houngbonon e Liang (2017) concluíram que, na França, o acesso à BL ocasionou uma redução das desigualdades de renda. Um desdobramento para a política pública seria, portanto, além de promover a expansão dos investimentos em infraestrutura, torná-la mais barata para os usuários de baixa renda por meio de subsídios diretos ou redução de impostos.

Quadro 1 | Cenários, estimativas de investimento em infraestrutura de telecomunicações e de impacto

Destravar	Potencializar	Transformar
Aprovação do Projeto de Lei da Câmara 79/2016; e negociação dos TACs	Descontigenciamento do Fust; e fortalecimento dos provedores regionais	Política pública para a universalização da BL fixa de alta qualidade (FTTH)
R\$ 32 bilhões	R\$ 62 bilhões	R\$ 200 bilhões
<b>Cenários de crescimento do PIB</b>		
2,8% a.a.	3,9% a.a.	> 3,9% a.a.
<b>Estimativa de impacto anual até 2035 (Δ taxa de crescimento do PIB)</b>		
0,06 p.p.	0,12 p.p.	0,37 p.p.

Fonte: Elaboração própria.

Portanto, a expansão da infraestrutura de telecomunicações é um importante direcionador para o crescimento econômico, com grandes externalidades para todos os setores e impactos no aumento da produtividade da economia e na redução da desigualdade social. O Brasil conta com diversos gargalos de infraestrutura e, em um cenário de grande transformação digital, é necessário um esforço para que a baixa qualidade e a penetração ainda limitada dos serviços de conectividade não sejam fatores limitadores do desenvolvimento do país.

## **Software e novas tendências**

O setor de software vem passando por diversas mudanças ao longo dos últimos anos. O modelo tradicional de venda de licenças vem sendo amplamente substituído pelo modelo de negócios de assinaturas, com utilização do software em plataformas centralizadas de armazenamento e processamento de dados (ou “na nuvem”, conforme jargão utilizado no setor). Esse novo modelo, denominado *software as a service* (SaaS), amplia significativamente a concorrência global entre as empresas, visto que elimina a barreira física dos canais tradicionais de distribuição e de prestação de serviços, estabelecendo um novo padrão competitivo que traz vantagens para empresas localizadas em países com maiores incentivos ou crédito para investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), marketing e comercialização. Além disso, países com maior oferta de capital humano qualificado têm maior vantagem competitiva.

No caso brasileiro, em que o acesso a recursos para P&D e a baixa disponibilidade de capital humano qualificado são gargalos, as empresas enfrentam dificuldades para exportar seus serviços, mas conseguem competir no mercado interno em decorrência da compreensão das necessidades locais. Em 2016, 22,5% do mercado interno brasileiro foi atendido por softwares desenvolvidos localmente (ABES, 2017a). O setor tem crescido a taxas muito maiores – 14% a.a., em média, nos últimos dez anos – do que a média da economia brasileira, mas ainda há espaço para crescer, uma vez que representa apenas 1,7% do mercado mundial.

Uma estratégia para viabilizar um crescimento ainda maior poderia iniciar com a ampliação do financiamento, **destravando** investimentos pelas empresas do setor. Segundo pesquisa da Associação Brasileira das Empresas de Software (Abes), a maior parte das empresas se financia por meio de recursos próprios e enfrenta desafios de equacionamento de garantias e alto custo ao tentar acessar o mercado de crédito (ABES, 2017b). Em relação ao custo, 53% das empresas do estudo tomaram empréstimos com taxas superiores a 20% a.a. Outra conclusão da pesquisa é que existe um espaço para a ampliação do financiamento público para essas empresas. De fato, há empresas médias que têm dificuldade para crescer, sobretudo pela ausência de instrumentos financeiros adequados. Nessas lacunas, o BNDES desempenha um papel importante na construção de alternativas.

Para **potencializar** os investimentos no setor de *software*, é preciso expandir a formação de recursos humanos em TI e ampliar os instrumentos financeiros para empresas médias e nascentes (*startups*). Nesse último ponto, o BNDES tem contribuído com iniciativas como a criação dos fundos Criatec (fundos de capital semente), cuja primeira versão foi lançada em 2007, e do Fundo de Coinvestimento Anjo, lançado no fim de 2017. Outros instrumentos financeiros que poderiam ser utilizados são os fundos garantidores. As empresas do setor têm dificuldade para oferecer garantias, visto que seus ativos são intangíveis, e, com isso, não conseguem acessar o mercado tradicional de crédito. Portanto, um direcionamento da política pública para criar instrumentos alternativos de apoio financeiro, como fundos garantidores, fundos de participação, Fundos de Investimentos em Direitos Creditórios (FIDC), entre outros, colaboraria para potencializar ainda mais o crescimento das empresas do setor, em especial as pequenas e médias. Nesse sentido, é importante fortalecer a indústria de fundos em toda a sua cadeia, para que as empresas tenham capital disponível enquanto se desenvolvem e passam pelos diversos estágios de maturidade. A política pública também deve buscar a formação de um ecossistema robusto de investimentos em capital de risco, disponibilizando recursos para um grande número de empresas nascentes, bem como instrumentos para que elas possam escalar e se internacionalizar.

Com o objetivo de **transformar** o setor de *software*, a formação de capital humano voltado para a transformação digital da economia deve ser estruturada no ensino básico, pensando em competências que devem ser desenvolvidas nos alunos ainda na escola. Em um ambiente de fortes e constantes mudanças, há um importante desafio a ser superado na formação da mão de obra para a nova economia digital, que deve ser combatido tanto por iniciativas em universidades e escolas técnicas quanto pela formação continuada de profissionais nas empresas. Não menos importante é estimular a integração escola-empresa, a fim de garantir o alinhamento entre as iniciativas para a formação de profissionais em consonância com a realidade e as necessidades das empresas. Segundo Brasscom (2015), há um conjunto de iniciativas com esse objetivo, como formatar cursos com conteúdo mais prático por meio de projetos elaborados em conjunto com as empresas, aprimorar as competências técnicas e comportamentais dos profissionais, e dar oportunidades de aproximação com as empresas para estudantes em diferentes etapas de formação.

Além disso, a política pública poderia tratar a demanda por soluções inovadoras em TI. As contratações governamentais ajudariam muitas empresas de TI a escalar, colaborando com a maior eficiência de processos no setor público. Existem diversas tendências que poderiam ser alvo de uma política pública no setor, fortalecendo empresas em determinados focos. Segmentos como fintechs, inteligência artificial e *big data* poderiam estar no centro de uma estratégia de atuação do setor público.

## **Hardware**

O setor de TICs compreende um conjunto amplo e variado de equipamentos e componentes, como tecnologias habilitadoras da transformação digital. De acordo com estatísticas da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), o faturamento total da indústria eletroeletrônica no Brasil foi de R\$ 129 bilhões em 2016, o que corresponde a 9,7% do PIB industrial (ABINEE, 2018). Excluindo-se desse universo os equipamentos industriais e os equipamentos de geração, transmissão e distribuição de energia, o conjunto de TIC representa um mercado de cerca de R\$ 80 bilhões, sendo compreendido pelo conjunto formado por automação industrial, componentes elétricos e eletrônicos, informática, telecomunicações e utilidades domésticas.

Por outro lado, a maior parte desse mercado é atendida por equipamentos e componentes importados, como evidencia o déficit na balança comercial para o setor eletroeletrônico, de cerca de R\$ 20 bilhões para o ano de 2016. Isso quer dizer que, embora o Brasil tenha uma base industrial relevante, com mais de 3.500 empresas<sup>5</sup> atuando na fabricação de equipamentos de informática e de produtos eletrônicos, para que seja possível aumentar a agregação de valor local e a inovação no país, dois vetores devem ser explorados como estratégia de desenvolvimento: (i) o desenvolvimento local de produtos e equipamentos com base eletrônica; e (ii) o desenvolvimento da microeletrônica no país.

Uma proxy para identificar as empresas que desenvolvem tecnologia de produtos no território brasileiro é avaliar aquelas que têm produtos certificados pela Portaria 950, de 12 de dezembro de 2006, do então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Essa certificação é concedida todos os anos, desde 2006, como forma de atestar e incentivar o projeto e o desenvolvimento de produtos e equipamentos com base eletrônica no Brasil. Tal instrumento vem sendo utilizado por diversos órgãos do Governo como ferramenta de política industrial e tecnológica, e se encerra no conjunto de incentivos previstos para as empresas contempladas pela Lei de Informática. No universo de três mil empresas atuando no setor de equipamentos de TIC, há um conjunto muito mais restrito de pouco mais de cem empresas que contam com equipamentos com tecnologia nacional certificados pela Portaria 950.

Em estudo publicado pelo BNDES em 2014 (RIVERA *et al.*, 2014), foi observado que as empresas que desenvolvem localmente seus produtos se destacam das demais em indicadores importantes para o desenvolvimento nacional, com mais agregação de valor e investimento em inovação. Nas empresas com tecnologia nacional, para cada dólar importado (R\$ 1,95, em 2012) para a produção de bens incentivados da Lei de Informática, as empresas geraram R\$ 7,95 em receita com a venda de bens incentivados, ao passo que as empresas

<sup>5</sup> CNAE 26: fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos. Empresas com um ou mais funcionários, dados de 2015 (IBGE, 2017).

apenas com Processo Produtivo Básico (PPB)<sup>6</sup> geraram R\$ 1,63. Também do ponto de vista de inovação, a mediana da relação gastos totais de P&D/receita operacional bruta (ROB) das empresas foi de 2,3% para as empresas com tecnologia nacional, contra apenas 0,97% para as demais empresas. Portanto, o estímulo ao adensamento tecnológico do setor de TIC por meio de desenvolvimento de produtos e equipamentos é um componente importante na elaboração de políticas de estímulo à inovação e de maior agregação de valor na indústria.

No mesmo sentido, destaca-se a importância da microeletrônica para o desenvolvimento das TICs no Brasil para além da difusão de uso de tecnologias existentes em outros países. A microeletrônica vem sendo adotada em um universo cada vez maior de aplicações, indo muito além do uso tradicional em computadores. Hoje, os semicondutores são parte importante de sistemas e equipamentos adotados nos mais diversos setores, como automação industrial, agricultura, telecomunicações, automotivo, defesa, entre outros. Estima-se o mercado global de semicondutores em cerca de US\$ 350 bilhões (BANK, 2013).

Dada sua importância, diversos países inseriram a microeletrônica como parte de suas políticas públicas (Estados Unidos da América, Rússia, Índia, Japão, China, entre outros), atraindo investimentos, estimulando a inovação e trabalhando com instrumentos de fomento à demanda. No Brasil, por outro lado, o desenvolvimento do setor tem sofrido rupturas ao longo do tempo.

A primeira fábrica de microeletrônica em território brasileiro data de 1975, uma unidade de montagem e testes de circuitos integrados (CI) da Philco. Outros investimentos e centros de desenvolvimento floresceram na década de 1980, como CPqD, Elebra, Itautec e SID, totalizando mais de vinte empresas atuando no setor. Ao fim desse período, o Brasil chegou a exportar equipamentos com microeletrônica, produzida localmente. No entanto, com a abertura comercial abrupta no início da década de 1990, a incipiente indústria de semicondutores perdeu competitividade por motivos relacionados a fatores como defasagem tecnológica, reorganização produtiva mundial, questões políticas, econômicas e financeiras, e também gerenciais.

A iniciativa mais recente de estímulo ao setor foi realizada por meio da formulação pelo MCT do Plano Nacional de Microeletrônica, em 2002, com a definição de objetivos estratégicos para o desenvolvimento da cadeia de semicondutores, incluindo projetos e fabricação de CI. Além de uso dos recursos disponíveis para desenvolvimento do setor por meio da Lei de Informática, foi criado o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores (Padis) – pela Lei 11.484, de 31 de maio de 2007 –, com o objetivo de reduzir a tributação incidente no investimento e na operação das empresas do setor.

---

<sup>6</sup> Compreende etapas de produção com menor densidade tecnológica.

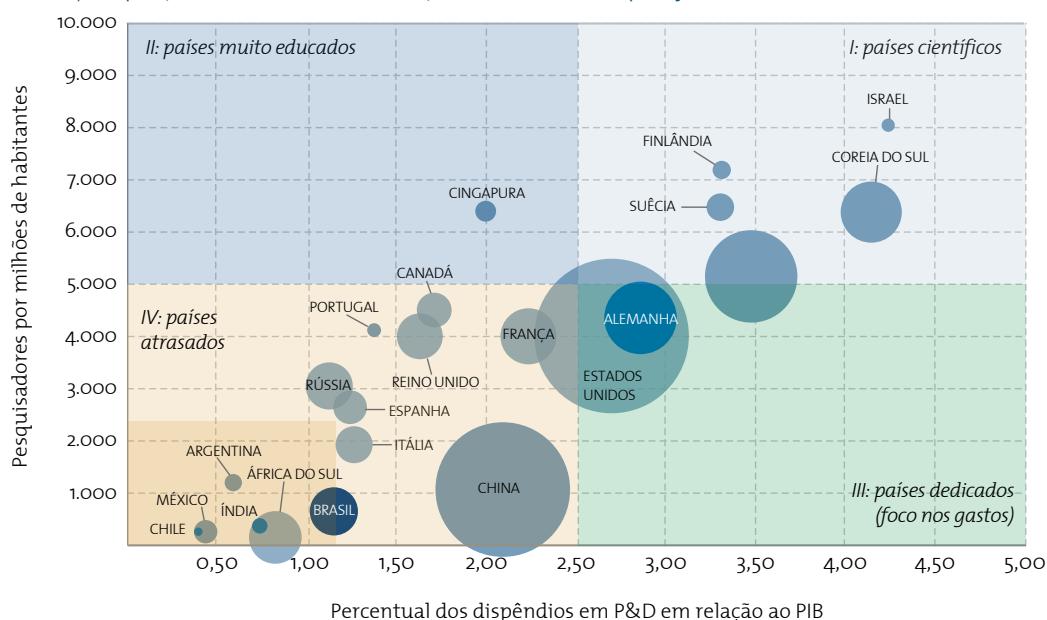
Um conjunto relevante de ativos foi viabilizado desde então, com destaque à cadeia de encapsulamento de memórias e de design de CIs. Por outro lado, para a fabricação de semicondutores nas etapas iniciais e mais complexas, chamadas *front-end*, alguns dos investimentos realizados ainda não se sobressaíram. Um conjunto de fatores ainda representa uma barreira para a indústria brasileira de microeletrônica, como carga tributária elevada, volatilidade do câmbio, descontinuidade nas políticas públicas, demanda ainda limitada por desenvolvimento e produção local de CIs, entre outros.

Desse modo, para criar um ambiente propício ao desenvolvimento da indústria brasileira de equipamentos e componentes eletrônicos, com efetiva inovação e agregação de valor, é necessário atuar tanto no estímulo ao desenvolvimento de produtos quanto no fortalecimento da cadeia de microeletrônica. Com esse objetivo, a seguir estão alguns eixos que devem ser considerados.

### Disponibilizar recursos para pesquisa, desenvolvimento e inovação para destravar

Embora o Brasil apresente indicadores de investimento em P&D favoráveis quando comparado com outros países latino-americanos, quando é feita uma comparação mais ampla com os países desenvolvidos, nota-se que o investimento brasileiro é baixo. Conforme ilustrado no Gráfico 1, o nível de investimentos do Brasil é significativamente menor que os países mais destacados, como Israel, Coreia do Sul, Japão e Estados Unidos da América.

Gráfico 1 | Proporção de P&D/PIB em relação ao número de pesquisadores (milhões de habitantes)



Fonte: Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022 (MCTI, 2016).

Nota: O tamanho do círculo reflete o PIB de cada economia.

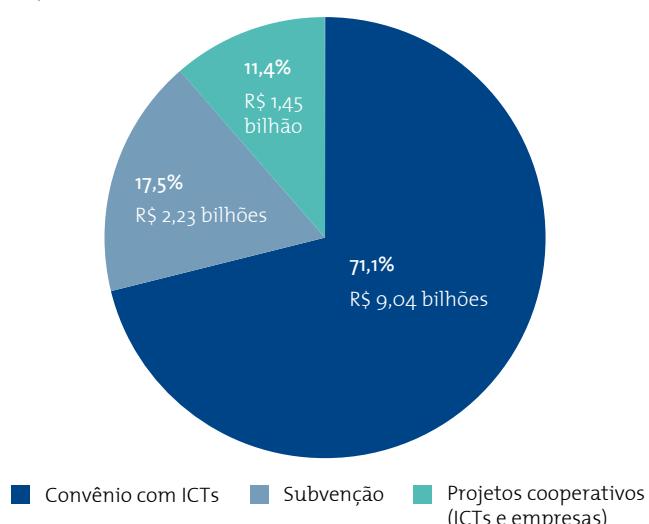
Tal quadro foi agravado com a deterioração das contas públicas nos últimos anos, resultando em expressiva redução nos repasses de recursos para pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). A título de exemplo, só no orçamento do Ministério da Educação (MEC) para 2017, houve uma previsão média de redução de 45% nos investimentos (cerca de R\$ 350 milhões) e de 18% nos recursos de custeio das 63 universidades federais em comparação com o que havia sido previsto para 2016. Fundos importantes de apoio à inovação, como o Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funtel), vêm sofrendo com contingenciamento dos recursos, resultando em uma danosa descontinuidade no financiamento aos projetos.

### **Estimular maior integração entre institutos de ciência e tecnologia e empresas para potencializar**

Além do diagnóstico baseado no volume de recursos para P&D, é importante considerar a qualidade e a efetividade dos investimentos realizados. Uma dimensão que deve ser considerada é a intensidade de cooperação entre os institutos de ciência e tecnologia (ICT) e as empresas. Em sistemas de inovação maduros, há forte interação entre empresas, universidades e ICTs. Isso beneficia, mutuamente, as dimensões científica e tecnológica e contribui para melhor orientação da inovação ao mercado.

No Brasil, há pouca interação entre universidades, ICTs e empresas. Conforme ilustrado no Gráfico 2, verifica-se um baixo percentual de alocação de recursos não reembolsáveis da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) em projetos cooperativos (ICTs-empresas). Entre 2002 e 2013, a Finep contratou mais de 7.300 projetos com recursos não reembolsáveis, totalizando R\$ 12,7 bilhões. Desse montante, apenas 11,4% foram cooperativos entre ICTs e empresas.

**Gráfico 2 | Distribuição dos recursos não reembolsáveis**



Fonte: Corder (2016).

Esse cenário deve-se, por um lado, à baixa capacidade de inovação das empresas e, por outro, à estrutura setorial da indústria brasileira, marcada pelo predomínio de atividades com menor intensidade tecnológica.

### **Usar mecanismos de encomendas tecnológicas para transformar**

Na última década, alguns estudos (EDLER, 2009) validaram o potencial das compras públicas como ferramenta de estímulo à inovação. Um marco nesse tema foi o relatório *Facing the challenge* (KOK, 2004), elaborado com o objetivo de realizar uma avaliação parcial do andamento da Estratégia de Lisboa, plano estratégico da União Europeia, elaborado em 2000, que buscava torná-la um espaço econômico mais competitivo, capaz de garantir um crescimento econômico sustentável e com mais coesão social. O relatório recolocou em pauta as possibilidades do uso de instrumentos de política de inovação voltadas para a demanda, dado que grande parte dos sistemas nacionais de inovação utilizavam sobretudo medidas orientadas à oferta, tais como financiamento e serviços de informação e suporte à formação de redes.

No Brasil, mecanismos de encomendas tecnológicas vêm sendo utilizados, como em leilões da Anatel, financiamentos do BNDES e compras públicas. No entanto, o uso desses mecanismos ainda é baixo perante seu potencial. Para exemplificar o potencial, o total de aquisições de TI feitas pelo Governo alcançou R\$ 6,4 bilhões em 2014. Ademais, conforme citado anteriormente, há uma grande oportunidade para estímulos à microeletrônica, dado seu uso em diferentes setores relevantes para o Governo, como saúde, defesa, iluminação pública, entre outros. Para tanto, porém, é fundamental que haja engajamento em alto nível do Governo, a fim de desenhar e implementar planos duradouros, gerando mobilização de diferentes atores na mesma direção.

## **Aplicações horizontais**

### **Internet das coisas**

A IoT vem ganhando cada vez mais espaço nas discussões sobre as oportunidades do Brasil de capturar valor e alavancar seu crescimento econômico. De acordo com a União Internacional de Telecomunicações (UIT, 2012),<sup>7</sup> a IoT é uma infraestrutura global para a sociedade da informação que habilita serviços avançados por meio da interconexão entre coisas (físicas e virtuais), com base nas TICs.

Segundo estudo conduzido pelo consórcio McKinsey, Fundação CPqD e Macedo (2017), até 2025, no mundo, a IoT terá um impacto econômico de US\$ 4 trilhões a US\$ 11 trilhões, maior do que a robótica avançada, as tecnologias cloud e, mesmo, a internet móvel. No

<sup>7</sup> A UIT é uma agência da Organização das Nações Unidas (ONU) para as TICs.

Brasil, o impacto esperado é de US\$ 50 a US\$ 200 bilhões por ano, valor que representa cerca de 10% do PIB brasileiro.

As oportunidades por trás dessas novas aplicações e modelos de negócios são resultado da conjunção de diversos fatores, como dispositivos eletrônicos mais rápidos, eficientes e baratos; redes ubíquas de telecomunicação; sistemas avançados de armazenamento e processamento de dados; entre outros.

Tendo em vista a relevância do tema, o BNDES patrocinou um estudo técnico, conduzido ao longo de 2017 em parceria com o MCTIC, com o objetivo de avaliar o estágio e as perspectivas de implementação desse conceito no mundo e, principalmente, no Brasil, com vistas à proposição de políticas públicas para a construção de um Plano Nacional de IoT<sup>8</sup> que potencialize tanto os impactos econômicos, tecnológicos e produtivos quanto aqueles ligados ao bem-estar da sociedade brasileira.

Nesse estudo, houve uma construção coletiva da aspiração do país para a IoT:

Acelerar a implantação da Internet das Coisas como instrumento de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, capaz de aumentar a competitividade da economia, fortalecer as cadeias produtivas nacionais e promover a melhoria da qualidade de vida (BNDES, 2017).

A estratégia para alcançar essa aspiração inclui três grandes pilares, sendo dois relacionados à demanda e um à oferta:

- Competitividade: promover o crescimento e desenvolvimento econômico por meio da melhoria da produtividade, da criação de modelos de negócio inovadores e do desenvolvimento de produtos e serviços de maior valor agregado com base na IoT.
- Sociedade conectada: promover a apropriação e a extração dos benefícios da IoT pela sociedade, considerando a gestão dos recursos da cidade, a prestação de serviços inteligentes e a capacitação das pessoas para a utilização das novas tecnologias do século XXI.
- Cadeia produtiva da IoT: aproveitar a oportunidade da IoT para reforçar a cadeia produtiva, fortalecendo pequenas e médias empresas (PME), gerando inovação e aumentando o potencial de exportação de tecnologia em IoT, com estímulo à inserção do Brasil no cenário internacional.

Outra contribuição relevante do estudo foi o mapeamento dos ambientes de aplicação da IoT com maior potencial socioeconômico para o país, ponderando os elementos demanda, oferta e capacidade de desenvolvimento. Os ambientes priorizados derivaram quatro frentes de trabalho para detalhamento de propostas de políticas públicas: cidades, saúde, rural e indústrias.

---

<sup>8</sup> O decreto do Plano Nacional de IoT ainda aguarda publicação.

Com as iniciativas mapeadas para os ambientes priorizados, foram estruturados objetivos específicos e identificadas as iniciativas mais impactantes para temas que perpassam todo o ecossistema (horizontais) da IoT: capital humano; inovação e inserção internacional; infraestrutura de conectividade e interoperabilidade; e regulatório, segurança e privacidade.

Para a horizontal “capital humano”, foram desenhados os seguintes objetivos específicos:

- ampliar a força de trabalho qualificada em IoT nos ambientes priorizados, com foco na demanda;
- despertar o interesse dos jovens em IoT e TICs;
- fortalecer o corpo de P&D e de engenharia para a IoT em classe mundial; e
- promover a capacitação de gestores públicos para a IoT.

Em relação à horizontal “inovação e inserção internacional”, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- estimular a experimentação, a cooperação e a disseminação de modelos de negócio bem-sucedidos;
- aperfeiçoar e divulgar instrumentos de financiamento e fomento para ICTs e empresas inovadoras;
- construir ambiente para monitoramento contínuo e participativo do Plano de IoT; e
- internacionalizar soluções locais em consonância com padrões globais e interoperáveis.

Dentre as iniciativas traçadas, vale destacar aquelas mapeadas como “projetos mobilizadores”:<sup>9</sup> Ecossistema de Inovação e Observatório de IoT.

O projeto Ecossistema de Inovação consiste em estruturar quatro plataformas como redes de inovação nos ambientes priorizados e fortalecer centros de competência em tecnologias para a IoT. As plataformas têm como função estimular a experimentação de tecnologias e a adoção de IoT com foco nos objetivos estratégicos dos ambientes, proporcionar a interlocução com o Governo de forma centralizada e disseminar conhecimento gerado no ecossistema de inovação. Por sua vez, os centros ficam responsáveis por executar pesquisa de ponta, cooperar com o setor empresarial e contribuir para a inovação por meio de transferência de tecnologia.

Atuando em sinergia com o Ecossistema de Inovação, o Observatório de IoT visa engajar o ecossistema de IoT no Brasil de forma ampla, além de divulgar e monitorar as iniciativas do Plano Nacional de IoT.

---

<sup>9</sup> Os projetos mobilizadores são um conjunto de iniciativas relacionadas com modelo de governança próprio, que fortalece a implementação do projeto.

A horizontal “infraestrutura de conectividade e interoperabilidade” tem como objetivos:

- ampliar a oferta de redes de comunicação em conformidade com as demandas por serviços de IoT;
- articular o tema de IoT em políticas públicas de ampliação de soluções e infraestrutura para conectividade; e
- promover a interoperabilidade e a padronização de redes, dispositivos e soluções de IoT.

Por fim, a horizontal “regulatório, segurança e privacidade” engloba em seus objetivos:

- tratar barreiras da regulamentação de telecomunicações, visando acelerar o desenvolvimento de aplicações IoT;
- criar um marco regulatório de proteção de dados pessoais adequado para fomentar a inovação e a proteção aos direitos individuais;
- identificar e tratar questões regulatórias específicas nas verticais priorizadas; e
- estabelecer desenho institucional adequado para enfrentar os desafios em privacidade e segurança para IoT.

Essa horizontal inclui elementos catalisadores que são críticos para acelerar o desenvolvimento de IoT no Brasil.

Em relação à regulação de telecomunicações, o estudo aponta como propostas:

- revisar o atual conceito de comunicação máquina a máquina;
- revisar o quadro regulatório de telecomunicações para viabilizar o investimento na ampliação de rede no país;
- realizar mapeamento do uso do espectro licenciado no Brasil, empregando a comprovação periódica de uso efetivo de radiofrequências;
- revisar os requisitos técnicos previstos na regulamentação para a avaliação da conformidade de equipamentos de radiocomunicação restrita, a fim de evitar barreiras de entrada a tecnologias específicas; e
- revisar o modelo arrecadatório do Fundo de Fiscalização das Telecomunicações (Fistel) para comunicações M2M.

Sobre privacidade e proteção de dados pessoais, é destacada a necessidade da existência de instância regulatória com uma autoridade capaz de apresentar opiniões técnicas específicas a esse novo ambiente e realizar o controle unificado e homogêneo do cumprimento das disposições sobre a proteção de dados pessoais.

Por fim, no que se refere à segurança da informação, o estudo ressalta a necessidade de encontrar alternativas para incentivar a adoção de medidas protetivas à segurança da informação pela iniciativa privada, seja pela adoção de mecanismos voluntários de certificação de dispositivos, seja pelo respeito a critérios mínimos de segurança em infraestruturas críticas.

O Plano de Ação elaborado no âmbito do estudo de IoT é o ponto de partida para que o Governo consolide o Plano Nacional de IoT e coordene as iniciativas importantes para a IoT florescer no Brasil. Está previsto que o plano seja acompanhado por um comitê gestor executivo coordenado pelo secretário de Política de Informática da Secretaria de Política de Informática do MCTIC, com representantes dos ministérios envolvidos nas iniciativas a serem implementadas.

Assim como o estudo de IoT engajou diversos atores dos setores público e privado, de associações empresariais à academia, a execução de um Plano Nacional de IoT será um processo de interação e aprendizado de todas as instituições e profissionais envolvidos em sua execução.

Tendo identificado os principais gargalos para a expansão de IoT e proposto encaminhá-los por meio de um plano de ação, o Brasil tem condições de se destacar mundialmente no desenvolvimento e na adoção de soluções de IoT. O desafio para os próximos anos será implementar as iniciativas necessárias para o desenvolvimento da IoT no país, monitorando constantemente os resultados.

## Cidades inteligentes

As cidades brasileiras enfrentam atualmente desafios em múltiplas dimensões: por um lado, ainda precisam universalizar a infraestrutura e os serviços públicos essenciais, garantindo a qualidade de vida de todos os seus cidadãos. Por outro, há os desafios de aperfeiçoar procedimentos internos a fim de ampliar os serviços digitais oferecidos pelas prefeituras; gerar indicadores para monitoramento e avaliação das políticas públicas; e proporcionar maior envolvimento da sociedade civil na gestão urbana e em seu planejamento. Por fim, o acelerado avanço tecnológico abre diversas oportunidades para a melhoria do funcionamento das cidades e o aumento do bem-estar do cidadão por meio de mais eficiência por parte dos serviços públicos.

O efetivo desenvolvimento de cidades inteligentes (ou *smart cities*, como o termo é adotado em fóruns internacionais) no Brasil requer um trabalho contínuo, abrangendo atores de todos os segmentos da sociedade. Será essencial gerar um amplo debate sobre as implicações éticas de tais soluções, bem como os requisitos para viabilizar segurança e privacidade. Apesar de se reconhecer a necessidade de medidas estruturantes para o avanço dessa agenda, neste espaço o foco está na agenda de desenvolvimento industrial e tecnológico que viabilize soluções inteligentes e criativas para as cidades por meio de inovações nacionais.

Uma primeira fase da incorporação de TICs nas administrações públicas municipais ocorre com a implementação de processos digitais. O governo eletrônico permite redução de custos, maior eficiência da gestão e do aprimoramento do atendimento ao cidadão nos serviços prestados diretamente pelas prefeituras, e também o maior engajamento do cidadão no planejamento e na tomada de decisões.

Ainda mais relevante é o potencial de aprimoramento da gestão pública gerado pelo tratamento sistêmico de informações. Com dados integrados de diferentes secretarias, a administração tem à sua disposição uma visão unificada de cada cidadão e uma visão territorializada da cidade, permitindo melhor gestão e planejamento da cidade.

As maiores cidades brasileiras já avançaram na incorporação de soluções digitais, seja na gestão tributária e fazendária, seja em serviços públicos ao cidadão, como informações sobre o sistema de saúde ou de educação. No entanto, a transformação tecnológica representada pela IoT amplia sobremaneira as oportunidades de inovação na gestão pública, viabilizando ganhos diretos na qualidade de vida dos cidadãos, ao mesmo tempo que impõe desafios para a gestão pública.

O Plano de Ação para a IoT, elaborado no âmbito do Estudo de IoT patrocinado pelo BNDES, identificou o ambiente de cidades como uma das frentes prioritárias, com o levantamento de desafios, oportunidades de incorporação de soluções inovadoras em prol da qualidade de vida dos cidadãos, além da indicação de medidas e políticas que deverão ser adotadas para facilitar e acelerar sua materialização.

Com base nos diversos desafios urbanos das cidades brasileiras, foram mapeadas as soluções de IoT em *smart cities* com o maior potencial de impacto socioeconômico:

- câmeras de trânsito e controle de tráfego centralizado e adaptável;
- monitoramento de crime por vídeo e sensores;
- medidores inteligentes de energia elétrica;
- iluminação pública inteligente; e
- medidores de água inteligentes para gestão da demanda.

Apesar de as soluções de IoT ainda estarem no estágio inicial de desenvolvimento, é possível vislumbrar que, em um futuro próximo, haja mais comunicação e troca de dados entre diferentes dispositivos. Atuadores como sinais de trânsito, poderão incorporar as informações oriundas de sensores dedicados, por exemplo, câmeras de trânsito em sua proximidade, para definir o tempo ideal de abertura, porém também poderão se valer de informações de outros sensores próximos, como um detector de disparos. A utilização de múltiplas fontes de informação poderá gerar maior acurácia dos sistemas de análise ou reduzir a necessidade de investimentos em novos sensores.

Uma realidade comum nas prefeituras é que os diferentes departamentos ou secretarias busquem soluções de tecnologia para problemas isolados existentes em seu escopo de atuação. Esse relacionamento entre prefeitura e fornecedores, que é apenas orientado para problemas pontuais, resulta na aquisição de diversas tecnologias não integradas. Como consequência desse comportamento, silos digitais são criados. Os silos resultam em dois problemas principais. Em primeiro lugar, eles têm custos mais elevados do que soluções integradas, uma vez que diversos componentes que poderiam ser aproveitados por todos os sistemas, como a infraestrutura de rede, são replicados. Em segundo lugar, e mais importante, a falta de cooperação entre as diversas aplicações não permite a criação de soluções que habilitem inovações e maximizem resultados.

A utilização de diversas soluções desconexas pode levar à digitalização da cidade, mas uma cidade que não se preocupa em tirar o máximo resultado pela livre cooperação entre as aplicações não pode ser elevada ao patamar de cidade inteligente. Em suma, a digitalização é resultado da aplicação da tecnologia, todavia, a inteligência está em como utilizar a tecnologia por meio de um planejamento integrado. Assim, os primeiros passos para evitar os silos digitais e fomentar a interoperabilidade são a definição e a estruturação de um Plano Diretor de Tecnologia da Cidade Inteligente (PDTI).

Na medida em que os planos de implementação estejam interligados por um plano diretor de tecnologia que integralize todas as necessidades e defina premissas importantes, como adoção de padrões consolidados e tecnologias abertas, as soluções adotadas tendem a possibilitar a interoperabilidade.

Por meio da interoperabilidade, os recursos disponíveis não são rotulados para um fim específico. Por exemplo, não se adquire uma câmera de segurança, mas sim um recurso físico capaz de gerar informações (no caso, vídeo) que pode ser do interesse de diversas aplicações. Assim, não apenas a segurança pública pode se valer desse recurso; a mobilidade urbana pode utilizá-lo para a contagem de veículos, por exemplo, ou a iluminação pública para a verificação da queima de luminárias. Nessa abordagem, mesmo aplicações ainda não concebidas poderão fazer uso dessas informações, assim como a disponibilidade das informações podem ser o ponto de partida para a concepção de novas aplicações.

Outra iniciativa que cabe ser destacada para as *smart cities* são os dados abertos. Diversas cidades brasileiras já implementam políticas de dados abertos, incluindo as informações sobre a utilização ou o funcionamento de serviços públicos ou a interação com a infraestrutura pública. Mais do que uma forma de promover a transparência da gestão, essa prática pode estimular soluções locais, como processamento de dados georreferenciados via aplicativos.

Algumas cidades, como São Paulo e Recife, induzemativamente a produção de soluções intensivas em *analytics* via chamadas direcionadas para desafios municipais, sendo eles associados aos serviços públicos (como racionalização da rede de saúde) ou à gestão

de processos internos. Espera-se que, à medida que novas soluções para a contratação de TI pelo setor público sejam reconhecidas, essas soluções passem a gerar um mercado voltado para a eficientização do setor público.

## Considerações finais

A agenda para desenvolver o setor de TIC tem e terá um impacto crescente no desenvolvimento do Brasil até 2035. Embora seja um exercício arriscado tentar prever que tecnologias vão surgir e prevalecer nos próximos anos, não há dúvida em se afirmar que as TICs serão um motor fundamental para a construção de um país que tenha uma economia mais competitiva e sustentável, e que promova mais oportunidades e bem-estar para sua população.

Dessa perspectiva, é importante que o Brasil seja capaz de construir uma agenda voltada não somente para a adoção de tecnologia como ferramenta indispensável para aumentar a produtividade e a competitividade da economia, mas também para a inserção cada vez maior do país nas cadeias globais de sistemas e equipamentos de TICs, como vetores para inovação, investimentos em capital intangível e dinamização do setor empresarial por meio do empreendedorismo.

Como visto na segunda seção, a infraestrutura de telecomunicação é a base dessa nova economia. Investimentos em ampliação de acesso e qualidade das redes de BL têm comprovado impacto na expansão da economia e na geração de benefícios para a população. Apesar dos esforços empreendidos no Brasil na regulação do setor e na atração de investimentos, o país ainda enfrenta o desafio da universalização dos serviços de telecomunicação e, portanto, medidas adicionais são necessárias e urgentes para modernizar o marco regulatório do setor e viabilizar a expansão das redes, sobretudo em áreas com menos atratividade para o investimento privado.

Na terceira e na quarta, foi abordada a importância de estimular os motores dessa economia digital, tanto pelo desenvolvimento da indústria de *software*, quanto pelo da indústria de *hardware*. No setor de *software*, há uma grande oportunidade para o desenvolvimento de soluções que atendam a demandas específicas da população, de empresas e do Governo do Brasil. Para tanto, é fundamental que sejam continuamente aperfeiçoados os mecanismos de apoio financeiro para incentivo à atividade de inovação e fortalecimento de empresas locais, considerando as características de rápido crescimento e investimento em ativos intangíveis. Não menos importante é a atenção que deve ser dada à formação de mão de obra.

Da parte do *hardware*, deve-se destacar a importância estratégica de existir competência local em desenvolvimento e inovação de eletrônica, seja para aportar em equipamentos de TICs, seja para embarcar em bens de capitais das mais diversas indústrias. Somente com

um ecossistema colaborativo entre institutos de tecnologia, empresas de semicondutores e desenvolvedores de equipamentos, o país será capaz de agregar valor à indústria nacional de bens de capital e posicionar-se como um ator globalmente relevante. A agenda do Brasil deve ser desenvolvida para: (i) viabilizar investimentos em P&D com volume, qualidade e foco adequados; (ii) incentivar a demanda privada por equipamentos desenvolvidos no país por meio de instrumentos como a Agência Especial de Financiamento Industrial (FINAME); e, não menos importante, (iii) gerar demanda por novos produtos e soluções com base em estratégias coordenadas de encomendas tecnológicas. A oportunidade existe, mas requer esforços coesos, perenes e coordenação em alto nível em uma agenda de Estado.

Nos casos de usos a serem explorados para o desenvolvimento da indústria de TIC e a construção de uma economia digital, foram apresentados dois importantes vetores: a IoT e a construção de cidades inteligentes (*smart cities*). O BNDES vem atuando com protagonismo e proatividade na construção de agendas propositivas nessas duas áreas. Afinal, a difusão da tecnologia, em suas diversas formas e aplicações, será cada vez mais importante para proporcionar uma economia competitiva, capaz de desenvolver o potencial do Brasil na agenda de sustentabilidade e proporcionar condições para reduzir as desigualdades e melhorar a qualidade de vida nas cidades.

Portanto, no setor de TICs, existem oportunidades para destravar, potencializar e transformar todos os seus subsegmentos – Telecom, software e hardware. Essas oportunidades poderiam ser tratadas pela política pública de forma coordenada com o setor privado, direcionando o país para uma estratégia de transformação digital e adensamento tecnológico, o que contribuiria sobremaneira para um salto de desenvolvimento, com o aumento da produtividade e a redução das desigualdades.

## Referências

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. *Mercado brasileiro de software: panorama e tendências*. São Paulo: Abes, 2017a. Disponível em: <<http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/Dados%202011/ABES-Publicacao-Mercado-2017.pdf>>. Acesso em: jan. 2018.

\_\_\_\_\_. *Pesquisa ABES de acesso a financiamento*. 2017b. Disponível em: <<http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/ABES%20Informa/Pesquisa-ABES-de-acesso-a-financiamento.pdf>>. Acesso em: jan. 2018.

ABINEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Base de dados econômicos: setor elétrico e eletrônico. 2018. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/dados>>. Acesso em: jan. 2018.

AGUIAR, M. et al. 10 princípios para o desenho do novo modelo regulatório de telecomunicações: promoção de equilíbrio e incentivo econômico para viabilizar o investimento sustentável em infraestrutura no Brasil. Out. 2016. Disponível em: <[http://img-stg.bcg.com/BCG\\_COM/7%20-%20BCG\\_Principios%20Novo%20Modelo%20Regulatorio\\_tcm15-75836.pdf](http://img-stg.bcg.com/BCG_COM/7%20-%20BCG_Principios%20Novo%20Modelo%20Regulatorio_tcm15-75836.pdf)>. Acesso em: jan. 2018.

AKAMAI. Akamai's [state of the internet]: Q1 2017 report, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://www.akamai.com/fr/fr/multimedia/documents/state-of-the-internet/q1-2017-state-of-the-internet-connectivity-report.pdf>>. Acesso em: jan. 2018.

ANATEL – AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Bens reversíveis. 9 nov. 2017. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/dados/index.php/telefonia-fixa?id=272>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Comunicação multimídia. [201?]. Disponível em: <[https://cloud.anatel.gov.br/index.php/s/TpaFAwSw7RPfBa8?path=%2FComunicacao\\_Multimidia](https://cloud.anatel.gov.br/index.php/s/TpaFAwSw7RPfBa8?path=%2FComunicacao_Multimidia)>. Acesso em: jan. 2018.

BANK OF AMERICA MERRILL LYNCH. Moore and beyond: global semiconductors primer. Feb. 2013.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Estudo técnico financiado pelo BNDES aponta cidades inteligentes, saúde e rural como áreas prioritárias para IoT. 6 jul. 2017. Disponível em: <<https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/estudo-t-cnico-financiado-pelo-bndes-aponta-cidades-snteligentes-sa-de-e-rural-como-reas-priorit-rias-para-iot>>. Acesso em: fev. 2018.

BRASIL. Lei 9.998, de 17 de agosto de 2000. Institui o Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9998.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9998.htm)>. Acesso em: dez. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Portaria 950, de 12 de dezembro de 2006. Caracteriza bens ou produtos com tecnologia desenvolvida no País, para efeito do disposto na Lei nº 8.248, de 23.10.91 e no Decreto nº 5.906, de 26.09.2006. Disponível em: <[http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/portarias/p07\\_06.htm](http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/portarias/p07_06.htm)>. Acesso em: dez. 2017.

\_\_\_\_\_. Lei 11.484, de 31 de maio de 2007. Dispõe sobre os incentivos às indústrias de equipamentos para TV Digital e de componentes eletrônicos semicondutores e sobre a proteção à propriedade intelectual das topografias de circuitos integrados, instituindo PADIS e o PATVD. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11484.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11484.htm)>. Acesso em: dez. 2017.

\_\_\_\_\_. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei 79, de 2016. Dispõe sobre a nova Lei das Telecomunicações. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/127688>>. Acesso em: dez. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022. 2016. Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/images/documentos-oficiais/ENCTI-MCTIC-2016-2022.pdf>>. Acesso em: jan. 2018.

\_\_\_\_\_. Senado Federal. Projeto de Lei 125, de 2017. Estabelece os fundamentos de aplicação dos recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações e veda contingenciamento desse fundo e do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações a partir do ano de 2020. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/128943>>. Acesso em: dez. 2017.

BRASSCOM. O mercado de profissionais de tecnologia da informação e comunicação no Brasil: uma análise do período de 2006 a 2013. São Paulo: Brasscom, 2015. Disponível em: <[https://brasscom.org.br/wp-content/uploads/2017/08/estudo\\_profissionais\\_tic\\_brasil\\_2006\\_2013.pdf](https://brasscom.org.br/wp-content/uploads/2017/08/estudo_profissionais_tic_brasil_2006_2013.pdf)>. Acesso em: jan. 2018.

CARVALHO, A. Y.; MENDONÇA, M. J.; SILVA, J. J. Avaliando o efeito dos investimentos em telecomunicações sobre o PIB. Brasília: Ipea, 2017. (Texto para Discussão, n. 2.336).

CGI – COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2016. São Paulo: CGI, 2017.

CORDER, S. *Análise da política de financiamento à pesquisa, desenvolvimento e inovação e suas contribuições ao Sistema Nacional de Inovação*. Apresentação de seminário na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, out. 2016.

DIAS, L. R. Provedores são os principais players em 1.241 municípios. *Telesíntese*, 27 abr. 2017. Disponível em: <<http://www.telesintese.com.br/banda-larga-provedores-sao-os-principais-players-em-1-241-municipios>>. Acesso em: dez. 2017.

EDLER, J. *Demand policies for innovation in EU CEE countries*. Manchester: University of Manchester, 2009. (Manchester Business School Working Paper Series, n. 579.)

ERICSSON. *Analyzing the effect of broadband on GDP*. 2013. Disponível em: <<https://www.ericsson.com/assets/local/news/2013/9/socioeconomic-effect-of-broadband-speed.pdf>>. Acesso em: jan. 2018.

HOUNGBONON, G. V.; LIANG, J. *Broadband Internet and income inequality*. Sept. 1<sup>st</sup> 2017. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2963860>>. Acesso em: jan. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Industrial 2015 – Empresa*, v. 34. n.1. 2017. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2015/defaulttabzip\\_xls.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2015/defaulttabzip_xls.shtm)>. Acesso em: jan. 2018.

KOK, W. *Facing the challenge: the Lisbon strategy for growth and employment*. Report from the High Level Group chaired by Wim Kok. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/archive/fp6-evidence-base/evaluation\\_studies\\_and\\_reports/evaluation\\_studies\\_and\\_reports\\_2004/the\\_lisbon\\_strategy\\_for\\_growth\\_and\\_employment\\_\\_report\\_from\\_the\\_high\\_level\\_group.pdf](https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/archive/fp6-evidence-base/evaluation_studies_and_reports/evaluation_studies_and_reports_2004/the_lisbon_strategy_for_growth_and_employment__report_from_the_high_level_group.pdf)>. Acesso em: jan. 2018.

MCKINSEY; FUNDAÇÃO CPQD; MACEDO, P. N. *Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil*, 2017. Disponível em: <<https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>>. Acesso em: dez. de 2017.

ONUBR – NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. *Objetivos de desenvolvimento sustentável*. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

QIANG, C. Z.-W.; ROSSOTTO, C. M.; KIMURA, K. *Economic impacts of broadband. Information and communications for development*. Washington, DC: World Bank, 2009. Disponível em: <[http://sitere-sources.worldbank.org/EXTIC4D/Resources/IC4D\\_Broadband\\_35\\_50.pdf](http://sitere-sources.worldbank.org/EXTIC4D/Resources/IC4D_Broadband_35_50.pdf)>. Acesso em: jan. 2018.

RIVERA, R. et al. Política de inovação no Complexo Eletrônico: o papel da Portaria 950/06 MCT. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 39, p. 55-96, 2014.

UIT – UNIÃO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Global information infrastructure, internet protocol - Aspects and next-generation networks – Frameworks and functional architecture models – Overview of internet of things*. 2012. Disponível em: <<https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060>>. Acesso em: jan. 2018.