



## Produto 3

# *Análise de oferta e demanda*

Relatório – Diagnóstico das horizontais  
2017

## Esclarecimentos sobre a Delimitação das horizontais em Internet das Coisas

“O presente documento referente ao Diagnóstico das horizontais documenta os principais elementos estruturais do país que influenciam na complexidade e no impacto do desenvolvimento de IoT. Esta documentação tem como base diversos estudos bibliográficos e diagnósticos baseados na comparação com outros países e evolução histórica. Esse registro não pretende ser exaustivo, mas sim abordará como tais elementos horizontais são caracterizados no país e como influenciam o ambiente IoT.

Este diagnóstico não inclui questões específicas de aprofundamento técnico ou regulatório, tampouco propostas de soluções. Tais propostas serão feitas, respectivamente, nas Fases II e III do estudo<sup>1</sup>.

As informações contidas neste documento foram levantadas a partir das análises do Consórcio e baseadas em pesquisas e estudos bibliográficos. Portanto, não representam a opinião ou juízo de valor do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações ou do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

---

<sup>1</sup> Isso inclui análises sobre questões regulatórias setoriais, como saúde (ANVISA) e drones (ANAC).

---

# Índice

<b>1. CONTEXTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>5</b>
<b>3. AMBIENTE DE NEGÓCIOS</b> .....	<b>6</b>
3.1 Visão geral do ambiente de negócios do Brasil com base em critérios-chave .....	7
3.2 Oportunidades de melhoria no ambiente de negócios para empreendedores de TIC no Brasil .....	12
3.3 Desafios para desenvolver o ambiente de negócios para IoT no Brasil .....	18
<b>4. CAPITAL HUMANO</b> .....	<b>19</b>
4.1 Educação básica .....	19
4.2 Educação para o trabalho .....	23
4.3 Atração e desenvolvimento de talentos .....	26
4.4 Desafios para desenvolver capital humano para IoT.....	31
<b>5. GOVERNANÇA</b> .....	<b>32</b>
5.1 Estágio atual de desenvolvimento da governança de IoT no Brasil .....	33
5.2 Oportunidades de melhoria no modelo de governança atual.....	34
5.3 Desafios para fortalecer o ecossistema de IoT no Brasil .....	37
<b>6. INFRAESTRUTURA DE CONECTIVIDADE</b> .....	<b>38</b>
6.1 Infraestrutura de backhaul .....	39
6.2 Capilaridade da rede fixa .....	41
6.3 Alocação de frequências .....	45
6.4 Cobertura da rede móvel.....	49
6.5 Desafios para a conectividade no âmbito de IoT no Brasil .....	54
<b>7. INVESTIMENTO, FINANCIAMENTO E FOMENTO</b> .....	<b>55</b>
7.1 Contexto brasileiro para investimento, financiamento e fomento .....	56
7.2 Papel do setor privado no investimento, financiamento e fomento.....	61
7.3 Desafios para investimento, financiamento e fomento de IoT no Brasil.....	66
<b>8. OPORTUNIDADES CHAVE PARA AS HORIZONTAIS DE IOT NO BRASIL</b> .....	<b>67</b>
8.1 Fortalecer rede de talentos pela atração de profissionais brasileiros e estrangeiros e pela criação e revisão de currículo para acelerar formação de recursos humanos em IoT .....	68
8.2 Criar agenda única para o desenvolvimento de IoT com participação integrada dos setores público, privado e academia .....	68
8.3 Fortalecer o ambiente de start-ups no Brasil reduzindo o risco da inovação e reforçando rede de suporte aos empreendedores .....	68
8.4 Revisar mecanismos de financiamento e fomento existentes para estimular investimentos do setor privado .....	69
8.5 Inserir o Brasil nas discussões globais de IoT, atuando de forma relevante na definição de padrões e normas, com ênfase na promoção da interoperabilidade .....	69
8.6 Adotar tecnologias de conectividade para viabilizar IoT, suprimindo demanda em áreas remotas .....	69

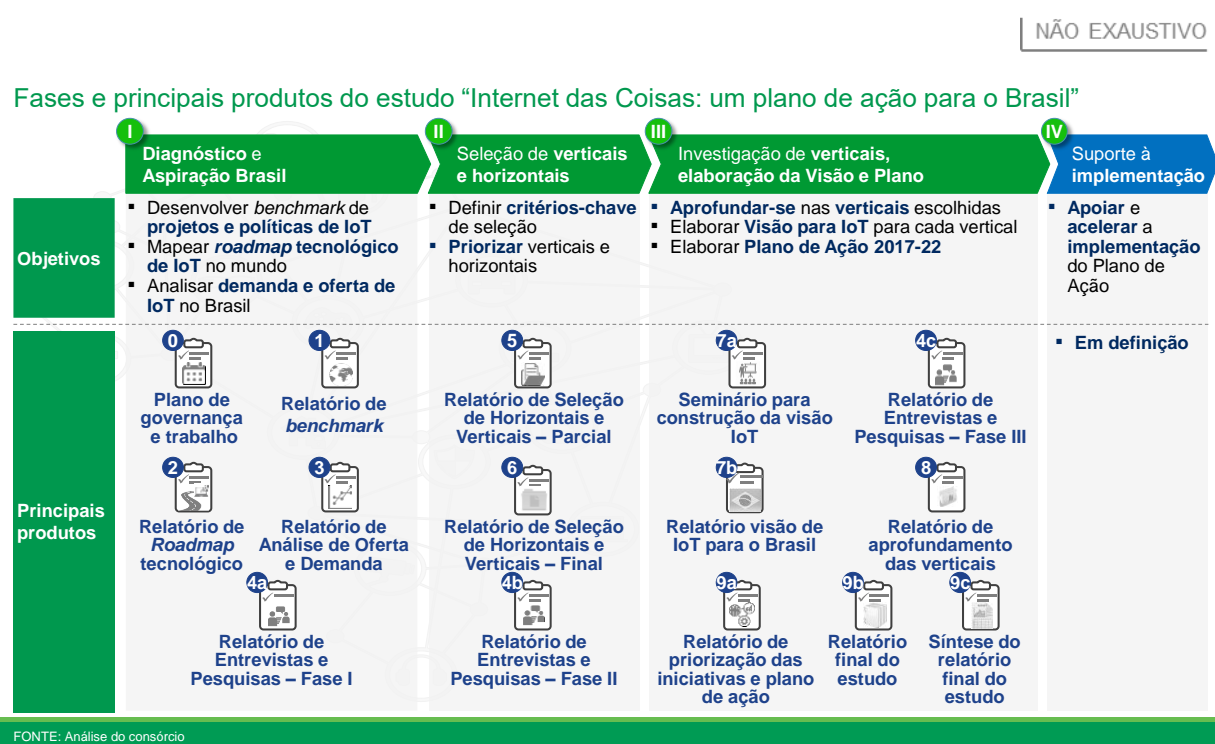
## 1. Contexto

O presente documento “Análise de Oferta e Demanda – análise das horizontais para aplicação da Internet das Coisas no Brasil” é um capítulo de um dos produtos do estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”, liderado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). O estudo, que tem por objetivo propor um plano de ação estratégico para o país em Internet das coisas (em inglês, Internet of Things - IoT), está dividido em quatro grandes fases:

- **Diagnóstico Geral e Aspiração para o Brasil:** Obtenção de visão geral do impacto de IoT no Brasil, entendimento das competências de TIC do País e definição de aspirações iniciais para IoT no Brasil;
- **Seleção de verticais e horizontais:** Definição de critérios-chaves para seleção e priorização de verticais e horizontais;
- **Aprofundamento e elaboração de plano de ação (2018 - 2022):** Aprofundamento nas verticais escolhidas, elaboração de visão para IoT para cada vertical e elaboração de Plano de Ação 2018-22;
- **Suporte à implementação:** Apoio à execução do Plano de Ação 2018-22.

As 3 primeiras fases são compostas de 9 produtos principais. O presente documento representa um dos capítulos do produto 3, inserido na Fase 1 do estudo, como descrito no QUADRO 1 a seguir:

### QUADRO 1



## 2. Introdução

A Internet das Coisas representará uma grande oportunidade para o mundo, incluindo os países em desenvolvimento, nos próximos anos. No entanto, a forma pela qual cada país irá aproveitar esta oportunidade dependerá de suas aspirações e estratégias específicas. Essa reflexão deve considerar o contexto econômico, social e político mais amplo do país bem como o contexto mais próximo de TIC e IoT.

Sendo assim, aqui estão os principais elementos que poderiam servir de catalisadores ou barreiras para o desenvolvimento de *IoT* no Brasil – sejam estruturais ou específicos. Para cada um desses elementos, detalha-se qual é o atual cenário brasileiro de um ponto de vista de *IoT* e realiza-se uma síntese dos principais desafios em questão. Assim, é possível ganhar clareza em relação às principais oportunidades de melhoria do Brasil e pontos a serem explorados para que o país tire o máximo proveito de IoT.

Esses elementos são transversais aos ambientes onde IoT pode se desenvolver, como saúde, cidades, rural, indústria de base e fábricas, logística, entre outros. Compreendemos cada um desses ambientes como verticais. Os desafios descritos neste documento atravessam essas verticais porque são pautas relevantes para quase todas elas. Por isso, consideramos esses elementos as horizontais, cada uma delas relevante para *IoT* sob óticas diferentes:

- **Ambiente de negócios:** é composto pelas dimensões empresarial e de empreendedorismo relevantes para que o ecossistema brasileiro favoreça o surgimento de soluções de IoT em empresas de maior porte e também start-ups relacionadas à Internet das Coisas
- **Capital humano:** inclui os aspectos de formação básica e formação para o trabalho da mão-de-obra brasileira para atuar nos diversos setores relacionados a soluções de comunicação M2M e IoT
- **Governança de IoT:** representa o conjunto de estruturas e instituições relacionadas ao desenvolvimento de IoT no Brasil e os demais atores relevantes responsáveis pela coordenação de temas relacionados a IoT
- **Infraestrutura de conectividade:** oferece uma perspectiva da oferta de serviços de telecomunicações relevantes para atender os diferentes casos de uso de IoT no Brasil, abrangendo as principais redes de acesso, bem como a infraestrutura de suporte aos serviços e alocação de espectro
- **Investimento, Financiamento e fomento:** compreende fontes de investimento, canais de financiamento e iniciativas de fomento, existentes e que poderiam ser estruturadas, com o propósito de incentivar o desenvolvimento da Internet das Coisas no Brasil
- **Ambiente Regulatório:** fornece um diagnóstico do quadro regulatório geral que se relaciona com o desenvolvimento do ecossistema de IoT no Brasil, com destaque para

os debates envolvendo a regulação do setor de telecomunicações e as normas que regem a privacidade e a proteção de dados pessoais hoje no país

É importante destacar que este é um diagnóstico não-exaustivo das principais barreiras existentes no Brasil hoje para o desenvolvimento de IoT. Esse diagnóstico servirá, na fase 3 do estudo, para elaborar um plano de ação mais detalhado para IoT no país.

A seguir, cada uma das horizontais é detalhada, com exceção da horizontal "Ambiente Regulatório", que será tratada em um capítulo à parte.

### 3. Ambiente de negócios

Um ambiente de negócios sólido é fundamental para o desenvolvimento de IoT, e para que isso ocorra é necessário haver determinadas características fundamentais. A primeira delas está relacionada ao fato de que as tecnologias de IoT estão em estágio inicial de desenvolvimento e, portanto, dependem de um ambiente de negócios favorável para reduzir o risco à inovação, além da necessidade de inserção no ambiente global de inovação. Nesse sentido, os países líderes em IoT têm criado as condições para estimular o desenvolvimento de *start-ups*, parcerias entre grandes empresas, PMEs e *start-ups*, além de programas de mentoria e desenvolvimento de talentos.

Desse modo, um ambiente de negócios forte apresenta alguns fatores-chave, tais como facilidade para abrir uma empresa, obter permissão para construir e realizar comércio internacional. Também é preciso estar vigente um regime de tributação e regulação que não represente barreiras significativas à inovação, associado à disponibilidade e acesso a financiamento com custo e prazo adequados, além de oportunidades para o desenvolvimento de talentos. A seguir serão discutidos os seguintes pontos: (i) uma visão geral do ambiente de negócios do Brasil, (ii) desafios enfrentados pelos empreendedores de TIC e (iii) desafios para desenvolver o setor de IoT no Brasil.

### 3.1 Visão geral do ambiente de negócios do Brasil com base em critérios-chave

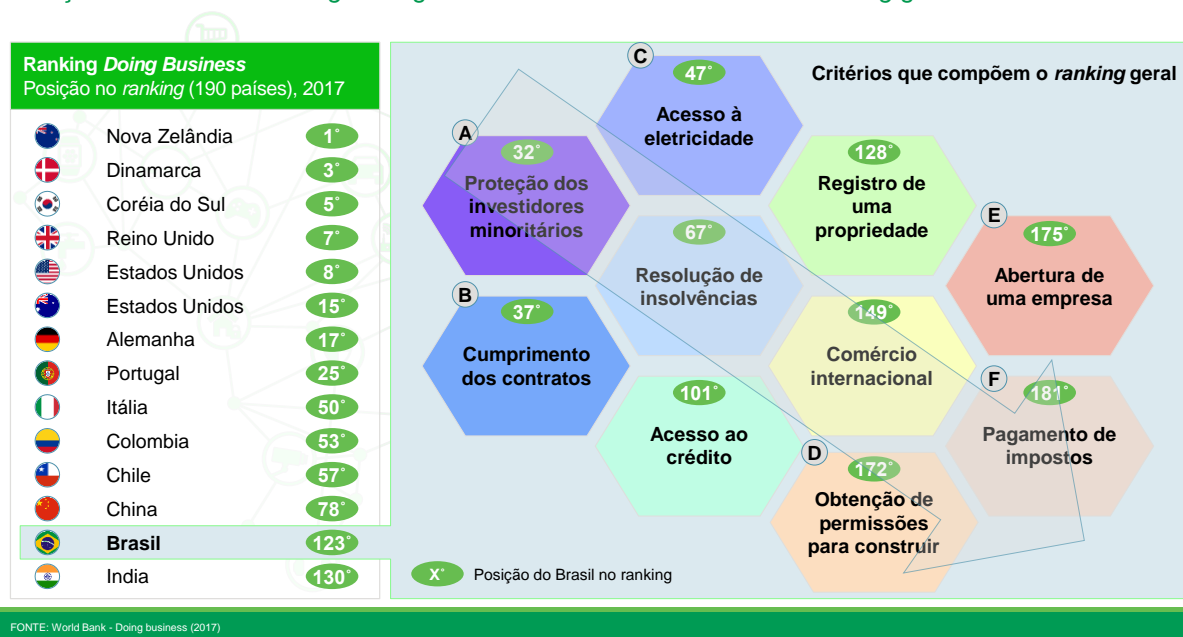
No Brasil, o ambiente de negócios apresenta baixa competitividade em comparação com outros países. Segundo o *ranking* “*Doing Business*” de 2017, realizado pelo Banco Mundial, o Brasil ocupa a 123ª posição de um total de 190 países estudados, ficando atrás de países como a Colômbia (53º lugar) e o Chile (57º lugar). Para analisar o *status* do ambiente de negócios dos países, o *ranking* se baseia em 10 critérios, a saber:

- Proteção dos investidores minoritários
- Cumprimento de contratos
- Acesso à eletricidade
- Resolução de insolvências
- Registro de uma propriedade
- Acesso ao crédito
- Comércio internacional
- Abertura de uma empresa
- Obtenção de permissões para construir
- Pagamento de impostos

O Quadro 1 a seguir exibe a posição do Brasil em cada um desses critérios. Seis deles são analisados em maior profundidade -- três em que o Brasil possui melhor desempenho, destacados com as letras A, B e C; e outros três critérios nos quais o país possui pior desempenho, destacados com as letras D, E e F no QUADRO 2 a seguir.

## QUADRO 2

Posição do Brasil no *ranking* “Doing Business” e em cada critério do *ranking* geral



Os três critérios nos quais o Brasil possui melhor desempenho (entre os 50 primeiros, de um total de 190 países) são:

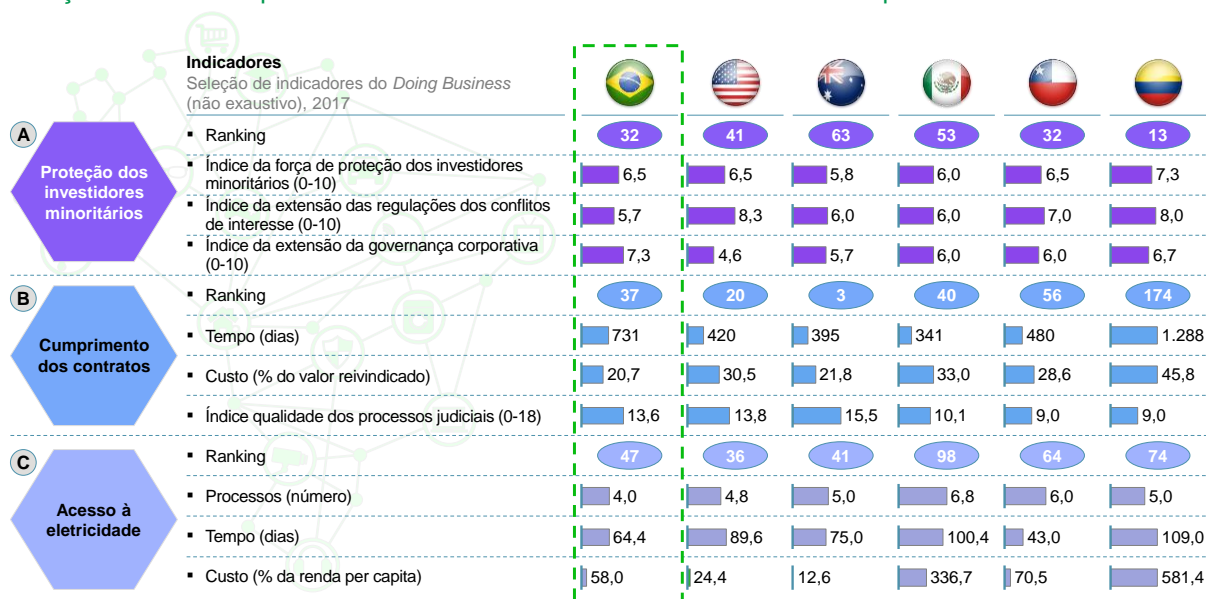
- Proteção dos investidores minoritários:** 32ª posição, com boas notas nos indicadores que compõem o critério: nota 6,5 de 10 para força e proteção dos investidores minoritários, 5,7 de 10 para extensão das regulações dos conflitos de interesse e 7,3 de 10 para extensão da governança corporativa;
- Cumprimento de contratos:** 37ª posição, com uma média de 731 dias necessários para solucionar disputas judiciais, um custo de 20,7% do valor reivindicado uma nota de 13,6 de 18 de para qualidade dos processos judiciais;
- Acesso à eletricidade:** 47ª posição, considerando número médio de 4 processos para obter uma licença, 64,4 dias e um custo de 58% da renda *per capita* para se conectar à rede elétrica.



O QUADRO 3 exibe uma comparação da posição do Brasil no *ranking*.

### QUADRO 3

#### Posição do Brasil vs. países selecionados – indicadores com melhor desempenho do Brasil



FONTE: World Bank - Doing business (2017)

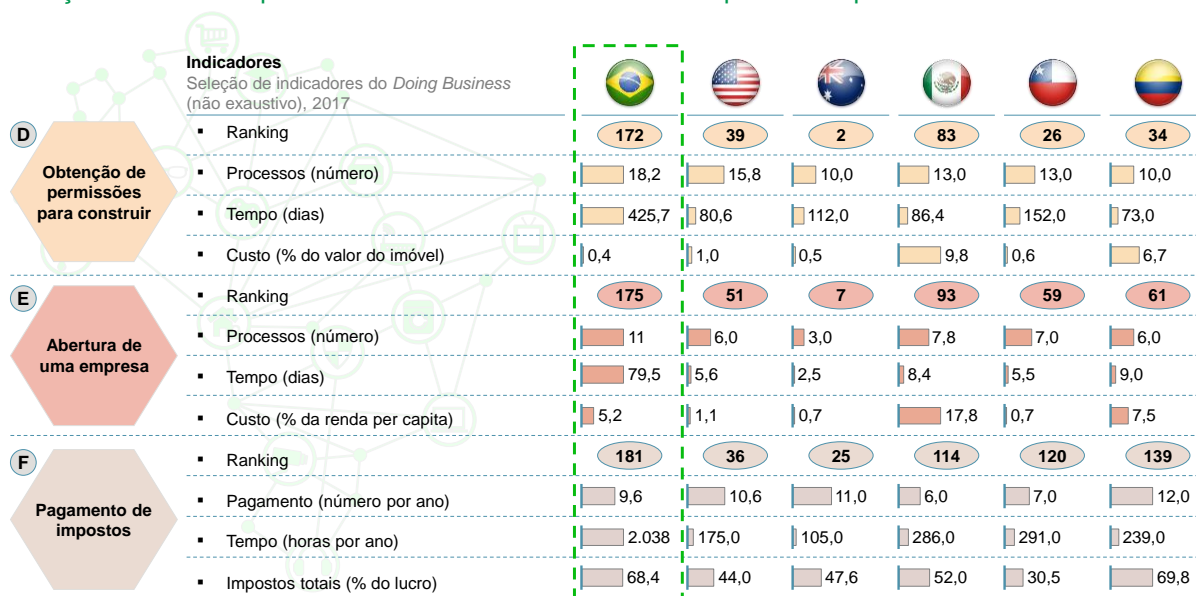
Por outro lado, o Brasil está entre os últimos do *ranking* em questões críticas como:

- D. **Obtenção de permissões para construir:** 172<sup>a</sup> posição, com uma média de 18,2 processos e 425,7 dias para conseguir uma permissão, com um custo de 0,4% do valor total do imóvel;
- E. **Abertura de uma empresa:** 175<sup>a</sup> posição, com 11 processos e 79,5 dias para abrir uma empresa, a um custo de 5,2% da renda *per capita*;
- F. **Pagamento de impostos:** 181<sup>a</sup> posição, com uma média de 9,6 pagamentos por ano, 2.038 horas dedicadas a esses pagamentos, que correspondem a 68,4% do lucro de uma empresa.

O QUADRO 4 exibe a posição do Brasil no ranking.

## QUADRO 4

### Posição do Brasil vs. países selecionados – indicadores com pior desempenho do Brasil



FONTE: World Bank - Doing business (2017)

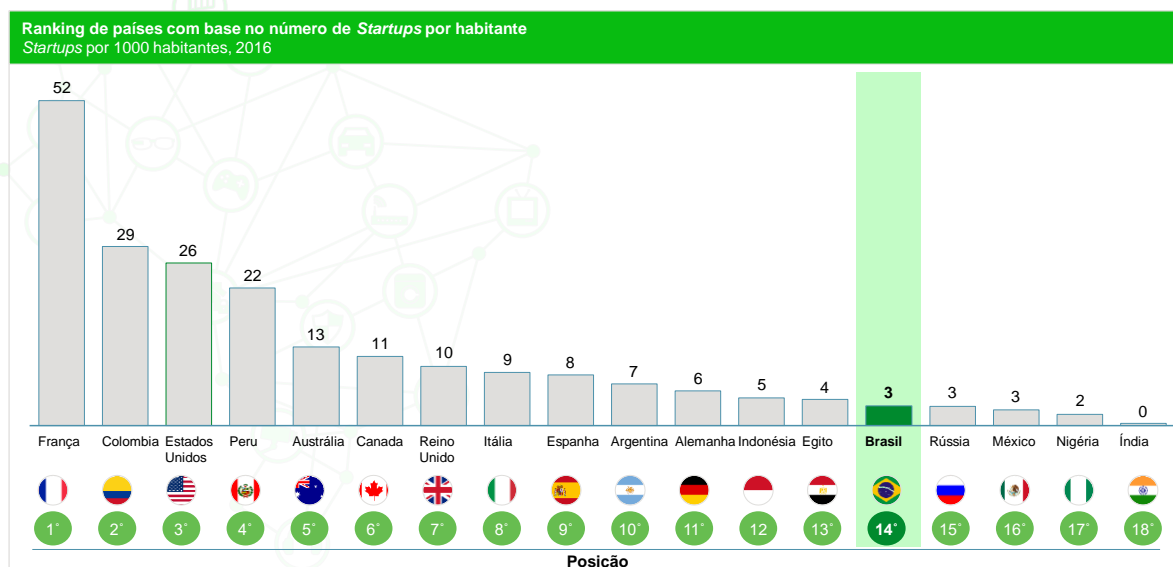
Entrevistas e uma consulta pública conduzidas pelo consórcio ratificam os resultados do estudo do Banco Mundial. A partir dos resultados de ambos, identificamos os seguintes desafios / barreiras para o desenvolvimento de empresas de IoT no Brasil:

- O tempo e a burocracia para a abertura e fechamento de empresas
- A dificuldade de pagar impostos no estágio inicial de uma empresa
- Acesso a crédito a custos aceitáveis
- Dificuldade de importar e exportar
- Obtenção de licenças

O Brasil ainda tem espaço para desenvolver o ambiente para as start-ups. Segundo o *Startup Ranking 2017*, existem 3 start-ups por 100.000 habitantes no Brasil, índice que nos situa em 13º lugar, atrás de países como Colômbia (2º lugar), Peru (4º lugar) e Argentina (10º lugar).

## QUADRO 5

### Ranking de número de start-ups por habitante nos EUA



FONTE: Startup Ranking (2017)

6

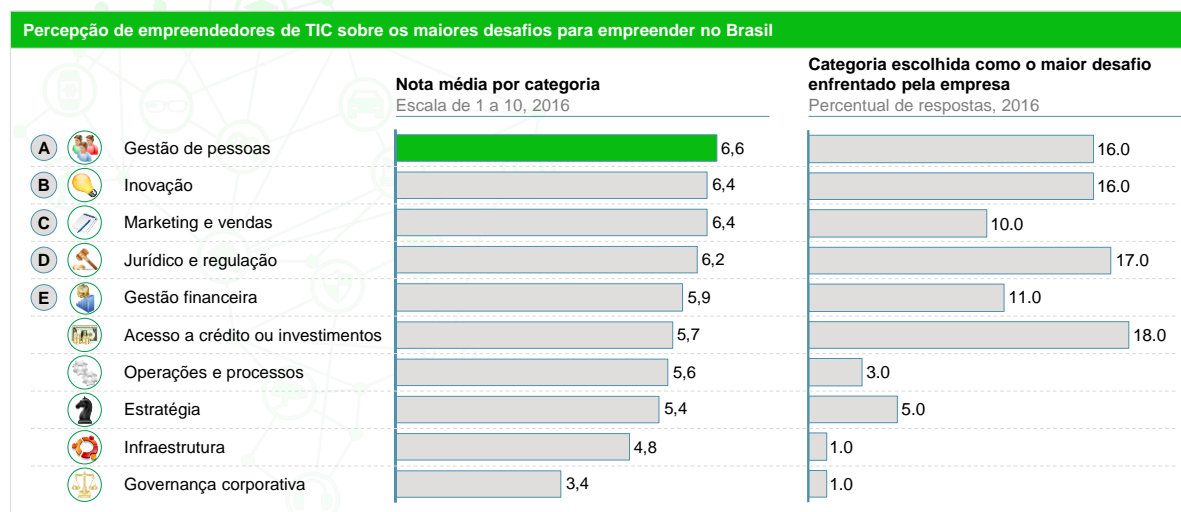
A seguir, serão abordados os principais desafios enfrentados por empreendedores de TIC no Brasil.

## 3.2 Oportunidades de melhoria no ambiente de negócios para empreendedores de TIC no Brasil

Uma pesquisa da Endeavor<sup>2</sup> identificou os maiores desafios para os empreendedores brasileiros de TIC. Foram avaliadas diferentes categorias de desafios, com base na percepção dos empreendedores, sendo que os mais destacados foram: Gestão de pessoas, Inovação, Marketing e Vendas, Jurídico e Regulação e Gestão financeira, como mostra o QUADRO 6 a seguir.

### QUADRO 6

Resultados da pesquisa realizada com empreendedores de TIC sobre os maiores desafios para empreender



<sup>1</sup> Pesquisa com 162 empreendedores de TIC no Brasil

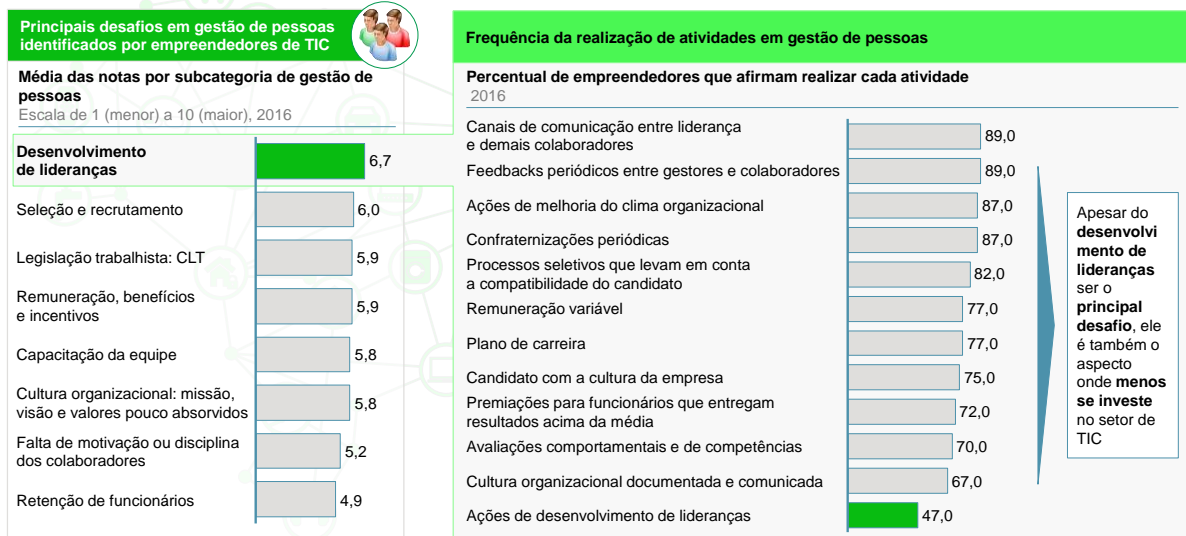
FONTE: Endeavor – Desafios dos empreendedores brasileiros, 2016

<sup>2</sup> Pesquisa Endeavor – Desafios dos empreendedores brasileiros, 2016. Link: <http://info.endeavor.org.br/desafiosdosempreendedores>

No caso da Gestão de pessoas, os maiores obstáculos identificados foram: desenvolvimento de lideranças (nota 6,7 de 10), recrutamento (nota 6,0 de 10) e legislação trabalhista (nota 5,9 de 10). Apesar de o desenvolvimento de lideranças ser o principal desafio, ele é também a atividade dentro de gestão de pessoas na qual menos se investe no setor de TIC -- apenas 47% dos empreendedores afirmam realizar esse tipo de ações, conforme mostrado no QUADRO 7 a seguir.

## QUADRO 7

### A Maiores obstáculos em gestão de pessoas

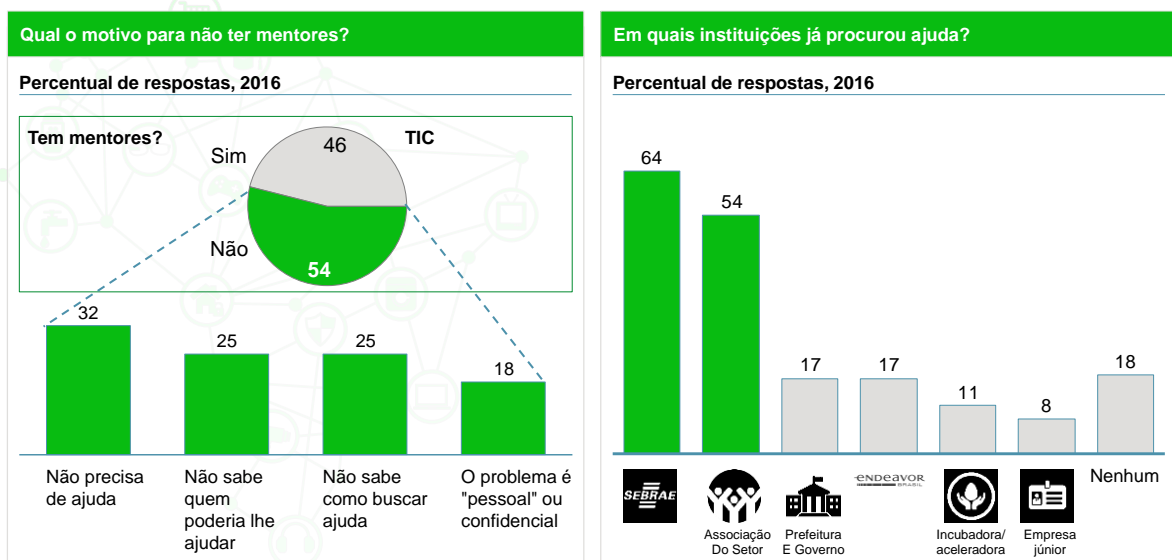


FONTE: Endeavor – Desafios dos empreendedores brasileiros, 2016

Outro aspecto importante é que a maioria dos empreendedores de TIC (54%) não possui mentores para os seus negócios. Alguns dos motivos mencionados pelos empreendedores para justificar a ausência de mentores incluem a crença de que “não precisam de ajuda” (32%), “não sabem quem poderia ajudar” (25%), “não sabe como buscar ajuda” (25%) ou consideram que o “problema é pessoal ou confidencial” (18%). Dentre os que procuram ajuda/mentores para seu empreendimento, o SEBRAE é a instituição mais buscada, respondendo por 64% das consultas, seguido pelas associações do respectivo setor do negócio, com 54% (QUADRO 8).

## QUADRO 8

### A Resultados da pesquisa quanto a mentoria



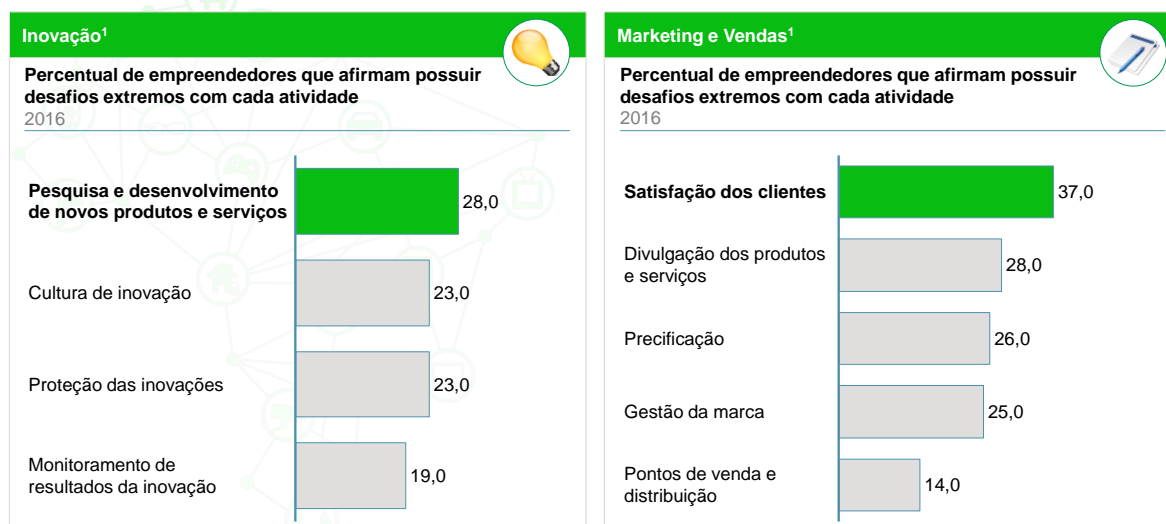
FONTE: Endeavor – Desafios dos empreendedores brasileiros, 2016

2

Com relação aos desafios de Inovação e Marketing e Vendas, as principais dificuldades dos empreendedores se encontram em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, e garantia de satisfação dos clientes, como mostra o resultado da pesquisa da Endeavor no QUADRO 9.

## QUADRO 9

### B C Resultados da pesquisa quanto a Inovação e Marketing e Vendas



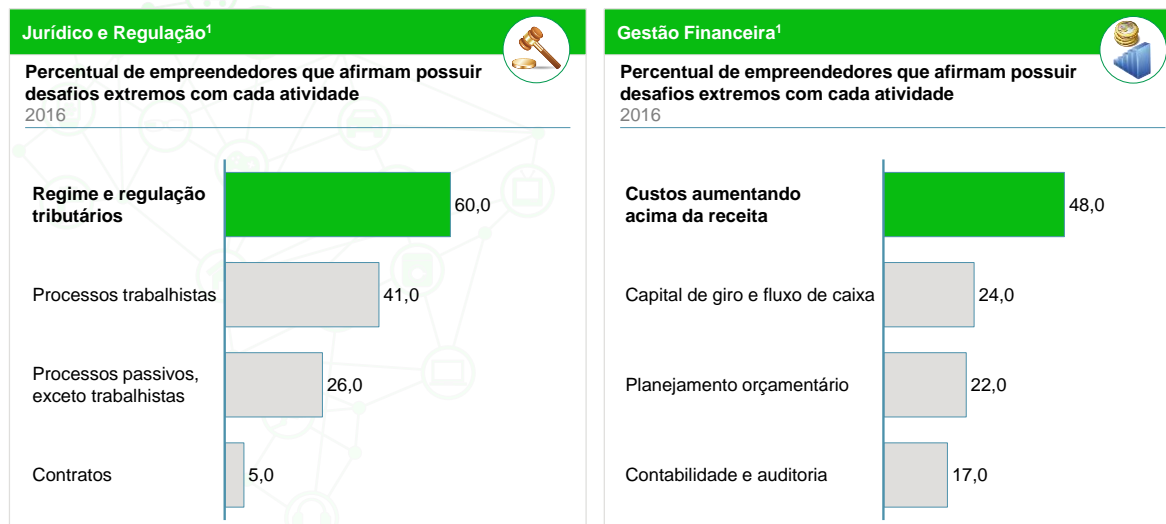
<sup>1</sup> Pesquisa com todos os tipos de empreendedores (não restrito ao grupo TIC)

FONTE: Endeavor – Desafios dos empreendedores brasileiros, 2016

No que diz respeito aos desafios Jurídico e Regulação e Gestão Financeira, o regime e a regulação tributários, por um lado, e o aumento de custos acima da receita, por outro, aparecem como os principais desafios para os empreendedores, correspondendo a 60% e 48% das respostas, respectivamente (QUADRO 10).

## QUADRO 10

### D E Resultados da pesquisa quanto aos desafios Jurídico e Regulação, e Gestão Financeira



<sup>1</sup> Pesquisa com todos os tipos de empreendedores (não restrito ao grupo TIC)

FONTE: Endeavor – Desafios dos empreendedores brasileiros, 2016



Apesar das limitações do seu ambiente de negócios, o Brasil ainda possui cenários favoráveis para o lançamento de start-ups. São Paulo está entre as cidades mais atrativas para o lançamento de start-ups, surgindo na 12ª posição no *ranking* global, segundo estudo do *The Global Start-up Ecosystem*, em 2015. Por exemplo, no quesito Financiamento, São Paulo alcançou o 7º lugar em termos de financiamento” e 9º lugar no quesito Desempenho (QUADRO 11).

## QUADRO 11

### Posição de São Paulo no *ranking* das cidades mais atrativas para *start-ups*



FONTE: The Global Startup Ecosystem Ranking 2015

12

### 3.3 Desafios para desenvolver o ambiente de negócios para IoT no Brasil

Como vimos, o desenvolvimento de um ecossistema de IoT depende da solução de desafios específicos de modo a permitir a criação de um ambiente de negócios propício. As questões abaixo sintetizam os principais desafios de ambiente de negócios mapeados pelo estudo:

#### ■ **Desafios estruturais:**

- Como aumentar a competitividade das empresas brasileiras dado o atual regime tributário?
- Como agilizar os processos de importação e exportação?
- Como agilizar o processo de abertura e fechamento de empresas?
- Como reduzir a taxa de mortalidade das *start-ups* brasileiras?
- Como melhorar/facilitar a gestão de pessoas e desenvolvimento de lideranças no setor de TIC?
- Como melhorar o processo de mentoria aos empreendedores de TIC?

#### ■ **Desafios de IoT:**

- Quais elementos do ambiente de negócios do Brasil devem ser fortalecidos para atender as necessidades específicas de IoT?

## 4. Capital humano

Internet das Coisas criará novas funções e demandará capacidades que não são difundidas hoje. O presente estudo identificou os principais desafios em capital humano que precisam ser enfrentados para apoiar o crescimento da Internet das Coisas no país. Eles estão divididos em: (i) educação básica, (ii) educação para o trabalho e (iii) atração e desenvolvimento de capital humano. Além disso, consolidamos o conteúdo com uma lista de (iv) desafios para o desenvolvimento de IoT no âmbito de recursos humanos.

### 4.1 Educação básica

A maioria dos países enfrenta dificuldades para adaptar a formação dos alunos às mudanças de perfil profissional e das relações de trabalho. Os principais desafios enfrentados são a falta de alinhamento entre a formação de jovens e as necessidades do mercado de trabalho, a adaptação da estrutura curricular, a dificuldade de acesso ao ensino de superior, a incerteza sobre o valor da educação superior e o viés social contra algumas profissões técnicas. Segundo levantamento global realizado pela consultoria McKinsey, publicado no estudo “Educação para o trabalho”, de 2014, mais de 50% dos empregadores dizem que os jovens não são preparados adequadamente para o trabalho.

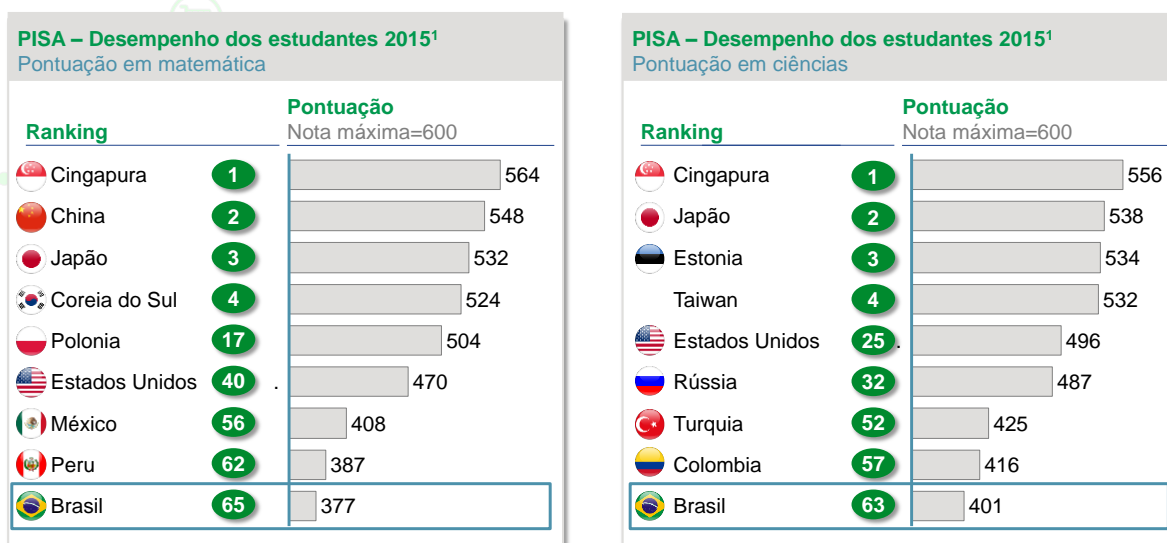
Em termos da dificuldade de acesso ao ensino superior, 31% dos jovens indicam que desistiram do curso universitário devido ao alto preço das mensalidades, além de manifestarem incerteza sobre o valor da educação superior – de fato, entre os que se matriculam no ensino superior, apenas 46% estão certos que fizeram a escolha certa. Adicionalmente, os jovens mostram-se insatisfeitos com a estrutura curricular: cerca de 60% dos jovens dizem que o treinamento na função e aprendizado prático são as técnicas pedagógicas mais eficientes, porém menos de 50% dos jovens estão matriculados em instituições que privilegiem estas técnicas. Além disso, existe um viés social contra algumas profissões, pois apesar de a educação técnica ser vista como positiva, ela não é socialmente valorizada na maioria dos países.

Em educação básica, a qualidade do ensino no Brasil deve ser aprimorada para fazer frente a outros países, principalmente nas áreas de ciências, matemática e tecnologia – fundamentos essenciais para o trabalho com IoT. Por exemplo, o país ocupa o 65º lugar em matemática e o 63º em ciências no sistema global de avaliação de estudantes de 15 anos de idade feito pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA)<sup>3</sup>, como mostra o QUADRO 12 a seguir:

## QUADRO 12

EDUCAÇÃO BÁSICA

### Desempenho de estudantes Brasileiros em matemática e ciências



<sup>1</sup> Um total de 70 países foram avaliados.

FONTE: OCDE – Programme for International Assessment (PISA), 2012 e 2015; PNAD; análise do Consórcio

Apesar dos avanços obtidos na nova base curricular do MEC, ainda existem lacunas no preparo dos estudantes brasileiros para os desafios do século XXI. Uma comparação entre a Base Nacional Comum Curricular do Ministério da Educação (MEC) permite inferir que o currículo Brasileiro não cobre habilidades para o século XXI, como computação, design, economia, negócios e empreendedorismo, criatividade e inovação, flexibilidade e adaptabilidade, iniciativa e autogerenciamento, habilidades sociais e multiculturais, produtividade e senso de responsabilidade, proficiência em informação, mídia e TIC, dentre outras.

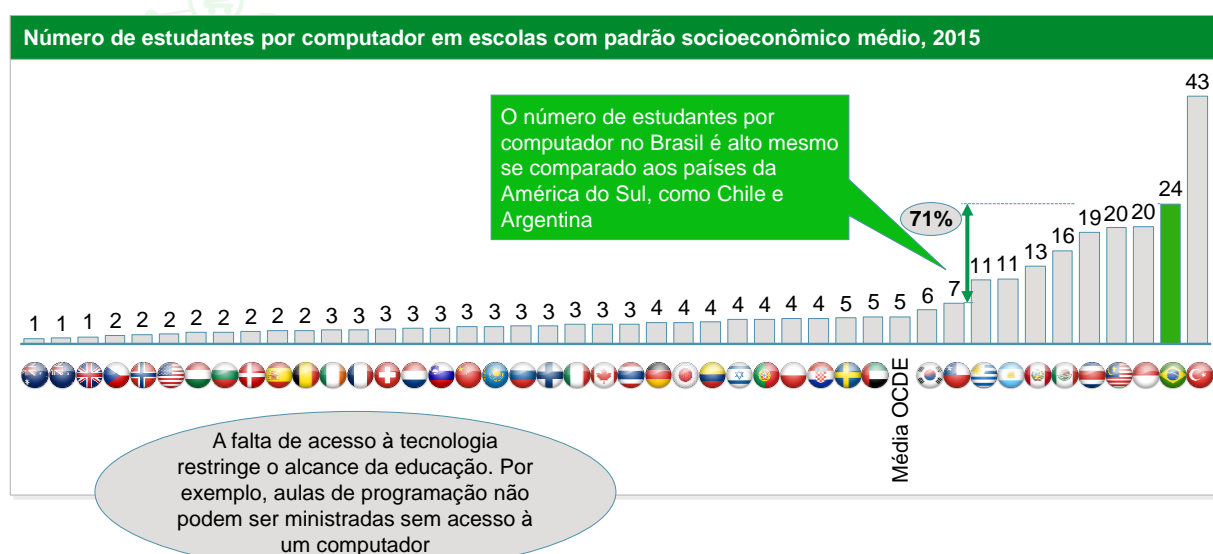
<sup>3</sup> Programa global de avaliação de estudantes de 15 anos de idade desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico ou Económico (OCDE). Alunos são avaliados em ciências, matemática, leitura, resolução de problemas colaborativos e alfabetização financeira.

Além do baixo desempenho no ensino básico e fundamental brasileiro, o Brasil precisa investir em infraestrutura tecnológica. Tomando-se como base de comparação o número de alunos por computador nas escolas com padrão socioeconômico médio, segundo dados do PISA, observa-se defasagem do Brasil em relação tanto a países de economias desenvolvidas quanto a países economicamente comparáveis. Enquanto no Brasil o índice é de 24 alunos por computador, na Austrália e no Reino Unido a relação é de um aluno para um computador, e no Chile e Argentina é de 7 e 11 alunos para um computador, respectivamente, como mostra o QUADRO 13<sup>4</sup>, a seguir:

## QUADRO 13

EDUCAÇÃO BÁSICA

### Posição do Brasil em termos do número médio de estudantes por computador



FONTE: PISA 2015

<sup>4</sup> Pisa/OCDE 2015

A baixa disponibilidade de tecnologia educacional do Brasil se torna ainda mais relevante visto que exposição à tecnologia ainda na infância pode ser benéfica para o desempenho escolar. De fato, uma análise do PISA demonstrou uma correlação positiva entre a idade na qual estudantes utilizaram um dispositivo eletrônico pela primeira vez, e a pontuação em ciências, como pode ser visto no QUADRO 14 a seguir:

## QUADRO 14

EDUCAÇÃO BÁSICA

### Relação entre exposição a tecnologias na infância e desempenho escolar



A seguir, serão abordadas as questões relacionadas à educação para o trabalho.

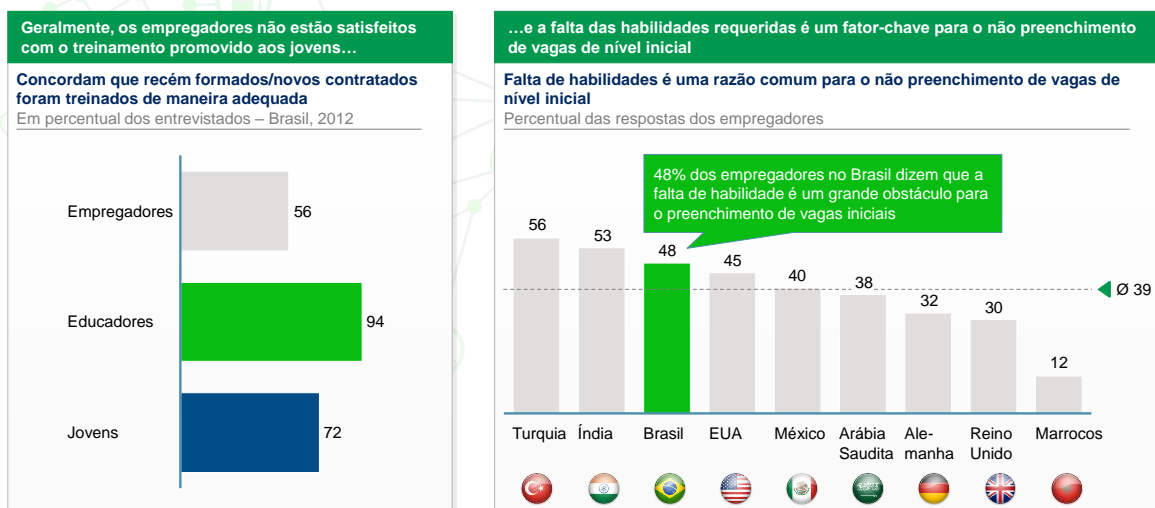
## 4.2 Educação para o trabalho

A falta de habilidades é apontada como a principal razão para o não preenchimento de vagas de emprego. Na opinião dos empregadores, a mão de obra que chega ao mercado de trabalho não está suficientemente capacitada. Enquanto 72% dos educadores consideram que o preparo é suficiente, apenas 42% dos empregadores concordam que os recém-formados e novos contratados foram treinados de maneira adequada. No caso do Brasil, 48% dos empregadores afirmam que a falta de habilidades é um grande obstáculo para o preenchimento de vagas iniciais, como mostra o QUADRO 15 a seguir:

### QUADRO 15

EDUCAÇÃO PARA O TRABALHO

#### Opinião dos empregadores sobre a qualificação da mão de obra que chega ao mercado de trabalho



FONTE: Pesquisa "Educação para emprego", McKinsey (2012); análise do consórcio

Há também alguns obstáculos significativos em acesso ao ensino superior. Segundo a pesquisa “Educação para emprego” realizada pela McKinsey em 2012, 43% dos estudantes brasileiros pesquisados indicaram a falta de dinheiro como principal barreira e 25% indicaram a falta de tempo. Como referência, a falta de recursos financeiros foi apontada como a principal causa na maior parte dos países, acompanhada por outras razões como necessidade de trabalhar, não considerar que estudar agregaria valor, falta de interesse e capacidade insuficiente, como mostra o QUADRO 16 a seguir.

## QUADRO 16

EDUCAÇÃO PARA O TRABALHO

### Posição do Brasil em termos das principais barreiras para acesso ao ensino superior

Razões para não cursar Ensino Superior	Brasil	Estados Unidos	México	Peru	Índia	Arábia Saudita	Reino Unido	Marrocos	Alemanha	Geral
Não tinha dinheiro suficiente	43%	48%	24%	20%	18%	38%	35%	34%	17%	31%
Falta de tempo para estudar devido ao trabalho	25%	16%	29%	21%	10%	16%	18%	21%	19%	20%
Falta de interesse em continuar os estudos	4%	11%	5%	15%	16%	41%	24%	27%	7%	15%
Não achava que isso agregaria valor	10%	13%	8%	21%	21%	22%	13%	11%	7%	13%
Não havia um curso de seu interesse	16%	11%	10%	13%	7%	15%	12%	8%	12%	12%
Capacidade insuficiente	12%	5%	8%	11%	14%	8%	9%	6%	25%	11%
Ausência de ofertas na área	5%	12%	14%	9%	8%	17%	10%	10%	12%	11%
Não aceito no programa escolhido	3%	6%	10%	11%	14%	26%	10%	5%	10%	10%
O salário não mudaria	5%	7%	6%	20%	5%	10%	10%	0%	10%	8%
A família não permitiu	3%	7%	5%	11%	14%	13%	8%	4%	7%	7%
Pode encontrar emprego de outra forma	2%	6%	6%	8%	5%	10%	9%	2%	7%	6%
<b>Principais motivos para não estudar</b>	<b>Custo + necessidade de trabalhar</b>		<b>Custo + retorno do ensino</b>		<b>Custo + falta de interesse</b>			<b>Custo + capacidade</b>		

FONTE: Pesquisa “Educação para emprego”, McKinsey (2012)

Outro aspecto desfavorável presente no Brasil é o baixo número de parcerias entre a indústria e a academia, embora se saiba que isso poderia contribuir para o desenvolvimento prático dos alunos. Segundo a UNESCO, apenas 40% do financiamento em pesquisa e desenvolvimento no Brasil vem de empresas, sendo a maior parte (58%) proveniente de entidades sem fins lucrativos. Em comparação, por exemplo, com a Coreia do Sul, a situação é oposta, uma vez que 76% do financiamento no país vem de empresas e 23% de entidades sem fins lucrativos.

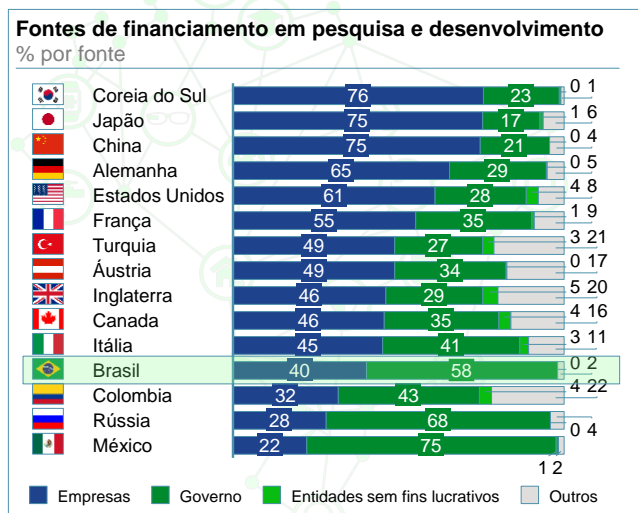


Portanto, no Brasil ainda existe espaço para melhoria do investimento do setor privado em pesquisa e desenvolvimento nas universidades. Por exemplo, de acordo com o *Times Higher Education*, no Brasil, o setor da indústria financia USD 205,00 por acadêmico na PUC-Rio, já considerando a paridade do poder de compra, enquanto o financiamento por acadêmico na LMU Munich é de USD 393,00, conforme mostra o QUADRO 17 a seguir:

## QUADRO 17

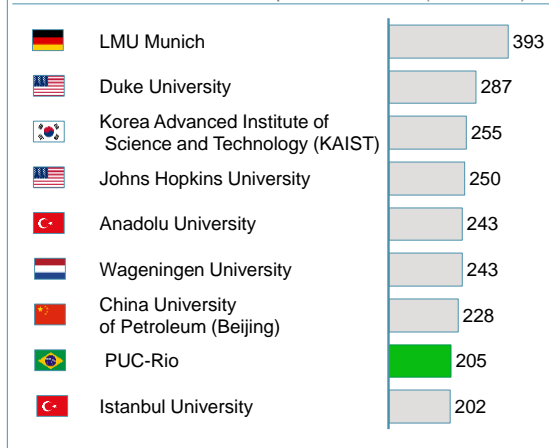
EDUCAÇÃO PARA O TRABALHO

### Posição do Brasil em termos da distribuição das fontes de financiamento a pesquisa e desenvolvimento



### Universidades com mais financiamento da indústria

Financiamento da indústria por acadêmico (PPP \$US)



FONTE: UNESCO, Times Higher Education

### 4.3 Atração e desenvolvimento de talentos

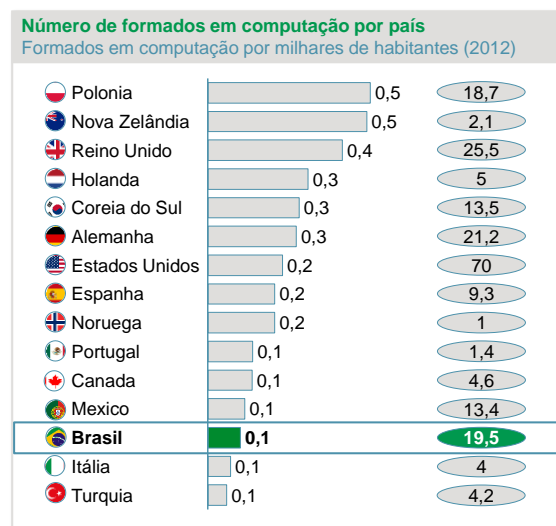
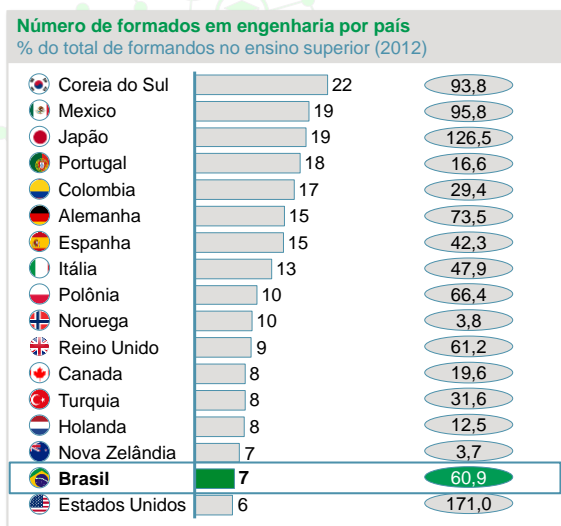
Em relação à graduação e pós-graduação, o número de formados em áreas relacionadas a IoT, como engenharia e computação, é proporcionalmente pequeno. Segundo dados da OCDE, no Brasil, os formandos em engenharia correspondem a 7% (cerca de 61 mil) do total de formandos, enquanto que na Coreia do Sul, por exemplo, a proporção é de 22% (cerca de 94 mil formandos). O número de formados em computação por milhares de habitantes é de 0,1 enquanto na Espanha e nos Estados Unidos este número é duas vezes maior e na Coreia do Sul três vezes maior, conforme mostra o QUADRO 18 a seguir:

#### QUADRO 18

EDUCAÇÃO PARA O TRABALHO

#### Posição do Brasil em termos do número de formados em áreas relacionadas à IoT, como engenharia e computação

X Número anual de formados na área (em milhares)



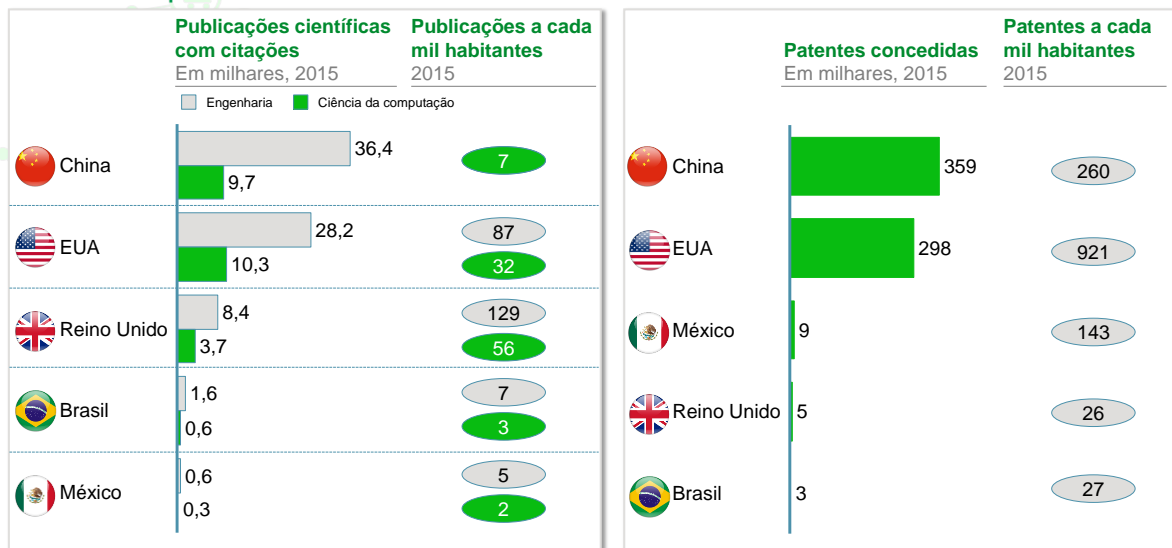
SOURCE: OCDE

O desenvolvimento de tecnologias de IoT também depende da formação de cientistas e investimento em pesquisa básica e aplicada, ambos pontos fracos do Brasil. O baixo investimento em pesquisa nas áreas de engenharia e tecnologia é refletido no número de publicações científicas e patentes. Segundo dados do *Scimago Journal & Country Rank*, em 2015 houve cerca de 1.600 publicações científicas com citações no Brasil na área de engenharia e outras 600 na área de ciência da computação, ao passo que na China esse número foi de 36,4 mil e 9,7 mil, respectivamente. Em termos de patentes, segundo dados do *World Intellectual Property Organization*, no Brasil houve 3.000 concessões em 2015, enquanto na China, por exemplo, as concessões chegaram a 359 mil, conforme mostra o QUADRO 19.

## QUADRO 19

EDUCAÇÃO PARA O TRABALHO

### Posição do Brasil em termos do número de publicações científicas e patentes concedidas



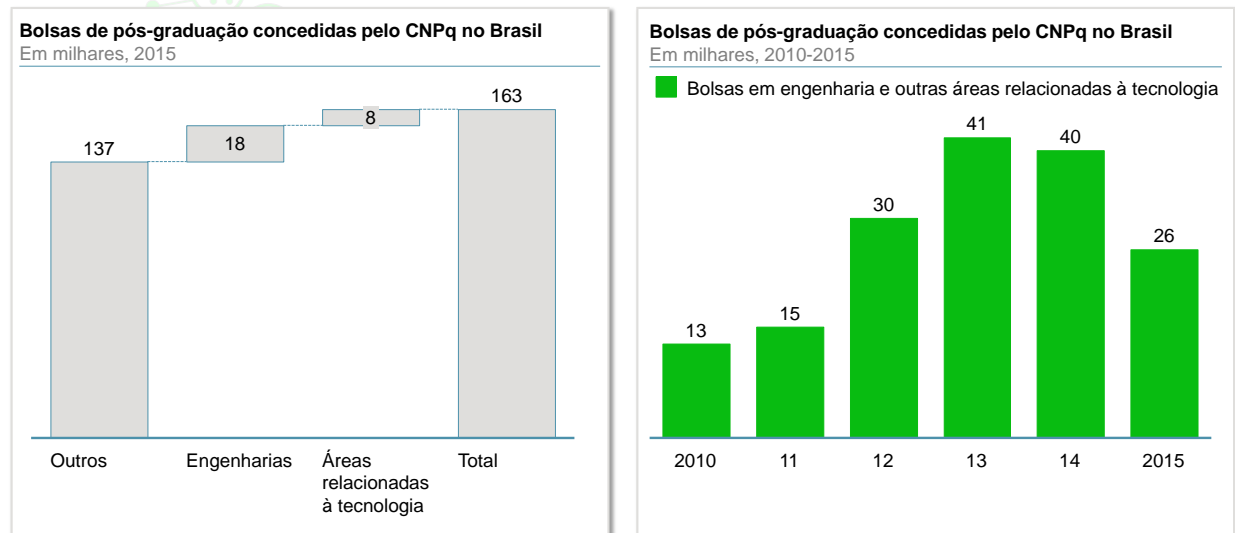
FONTE: Scimago Journal & Country Rank (SJR); World Intellectual Property Organization (WIPO)

O baixo investimento em pesquisa nas áreas tecnológicas e de engenharia também se reflete na pós-graduação. Segundo dados do CNPq, de um total de 163 mil bolsas concedidas em 2015, apenas 26 mil foram nas áreas de engenharia e tecnologia. Detalhes no QUADRO 20.

## QUADRO 20

EDUCAÇÃO PARA O TRABALHO

### Bolsas pós-graduação concedidas nas áreas tecnológicas<sup>1</sup> e de engenharia



<sup>1</sup> Foram consideradas 20 áreas tecnológicas, como Ciência da Computação, Microeletrônica e Tecnologia da Informação e Comunicação

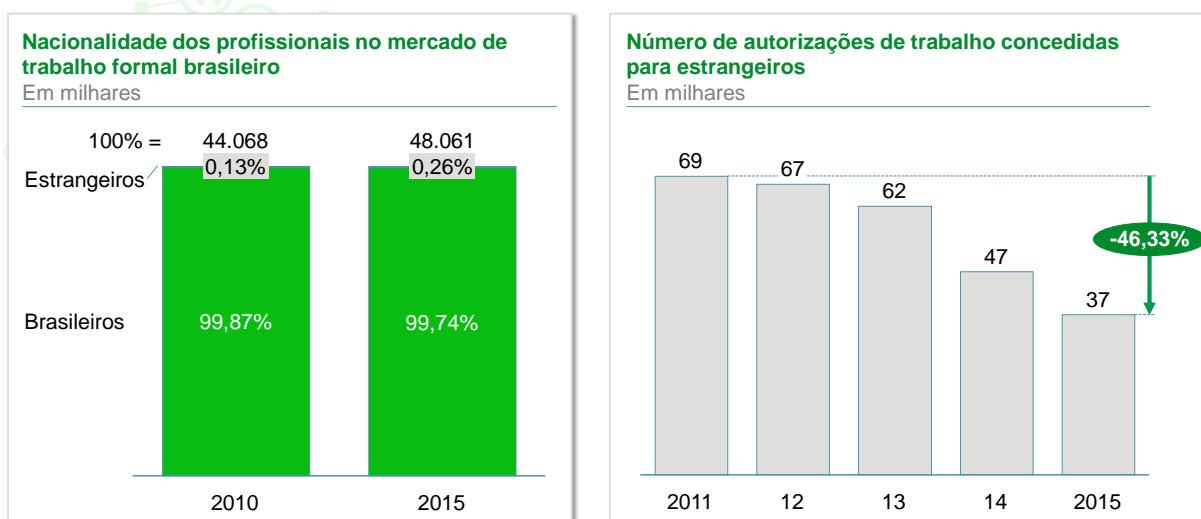
FONTE: CNPq, Análise do Consórcio

Além disso, o Brasil tem tido dificuldade de manter e atrair talentos. Nos últimos anos, o número de profissionais qualificados que deixaram o Brasil vem aumentando. De fato, entre 2011 e 2015 houve um aumento de mais de 14% no número de declarações de saída definitiva do país, passando de aproximadamente 7.900 declarações em 2011 para cerca de 13.200 em 2015.

Além dessa tendência de saída, o Brasil não atrai de maneira significativa talentos estrangeiros dispostos a atuar no país. Segundo relatório RAIS 2010 e 2015, a atração de profissionais estrangeiros é baixa no Brasil, 0,13% e 0,26% em 2010 e 2015, respectivamente. Em linha com a baixa relevância do número de profissionais estrangeiros no mercado de trabalho brasileiro está a queda do número de autorizações de trabalho concedidas para estrangeiros, que caiu de 69 mil para 37 mil entre 2011 e 2015, conforme mostra o QUADRO 21.

## QUADRO 21

Nacionalidade do mercado de trabalho brasileiro e volume de autorizações concedidas para estrangeiros



FONTE: RAIS 2010 e 2015; Relatório Anual 2016: A inserção dos imigrantes no mercado de trabalho brasileiro – OBMigra; Análise do Consórcio

32

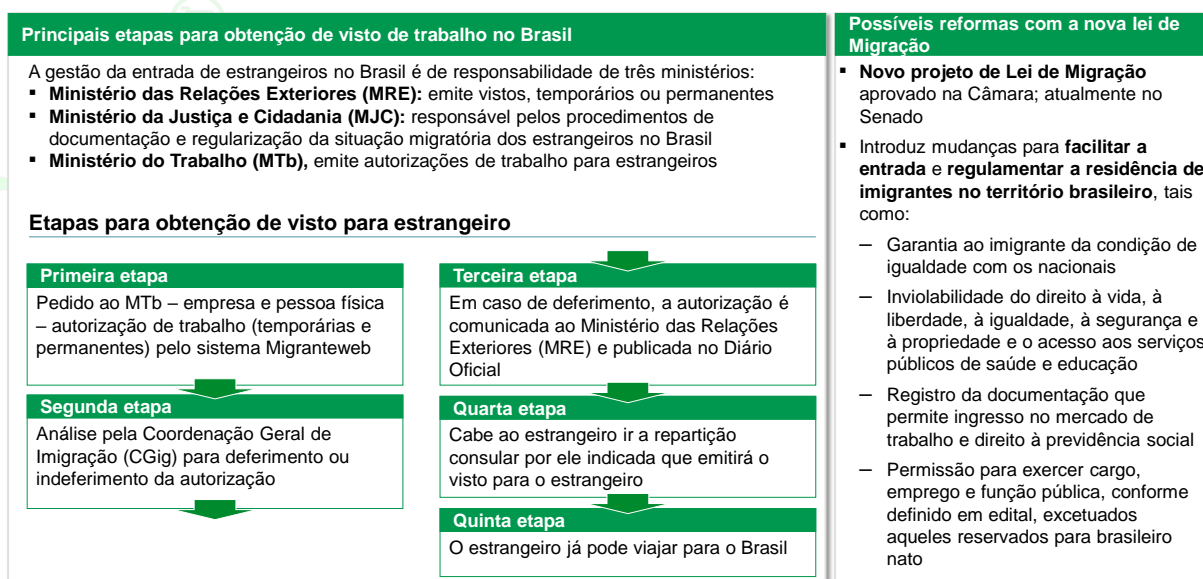
Um fator que dificulta a entrada de profissionais estrangeiros no Brasil é o processo de emissão de vistos para estrangeiros no país, que precisa de simplificação para adquirir mais de celeridade. A gestão da entrada de estrangeiros no Brasil é de responsabilidade de três ministérios:

- **Ministério das Relações Exteriores (MRE):** emite vistos, temporários ou permanentes
- **Ministério da Justiça e Cidadania (MJC):** responsável pelos procedimentos de documentação e regularização da situação migratória dos estrangeiros no Brasil
- **Ministério do Trabalho (MTb),** emite autorizações de trabalho para estrangeiros

O processo de emissão de vistos envolve cinco etapas, como descrito no QUADRO 22 a seguir:

## QUADRO 22

E possui uma grande burocracia para aceitar trabalhadores estrangeiros



FONTE: Autorizações de trabalho concedidas a estrangeiros 2015-2016 – OBMigra, Senado Federal

33

No entanto, a nova lei de Migração, 13.445/2017, aprovada na Câmara, e no Senado em 2017, pode acelerar o processo de emissão de vistos. Especificamente, o projeto introduz mudanças para facilitar a entrada e regulamentar a residência de imigrantes no território brasileiro, tais como:

- Garantia ao imigrante da condição de igualdade com os nacionais
- Inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade e o acesso aos serviços públicos de saúde e educação
- Registro da documentação que permite ingresso no mercado de trabalho e direito à previdência social

A seguir, serão abordadas algumas questões-chave que devem ser endereçadas para promover o desenvolvimento do Capital Humano para IoT.

## 4.4 Desafios para desenvolver capital humano para IoT

O Brasil enfrenta desafios para melhorar o acesso e a qualidade da educação básica e da educação para o trabalho, além de atrair e desenvolver talentos. Os desafios descritos acima englobam temas estruturais do Brasil, e desafios mais específicos para IoT. A partir dos desafios, foi possível consolidar as seguintes questões-chave a serem endereçadas:

- **Desafios estruturais:**
  - Como aprimorar a estrutura da educação básica no Brasil para incorporar as novas habilidades do século XXI?
  - Como tornar a educação para o trabalho mais voltada as habilidades requeridas pelo mercado?
  - Como aumentar a integração entre indústria e academia no Brasil?
- **Desafios de IoT:**
  - Como aumentar o número de formados em áreas técnicas relacionadas a IoT?
  - Como atrair e manter talentos na indústria de IoT?
  - Como podemos acelerar a formação de profissionais de IoT?
  - Como oferecer novas opções de capacitação em IoT (p.ex., cursos técnicos)?
  - Como atrair talentos internacionais para a área de IoT?

## 5. Governança

Para que o ecossistema de IoT avance são necessários mecanismos de governança sólidos para fortalecer a cooperação entre o governo, centros de pesquisa e universidades, empresas e a sociedade. O objetivo desses mecanismos é impulsionar o ecossistema de inovação e desenvolvimento de soluções em IoT, organizando demandas difusas no setor. Um bom sistema de governança concentra e canaliza esforços para atacar os principais gargalos.

Os mecanismos podem variar desde associações ativas na promoção das pautas relevantes para essa tecnologia até consórcios e competições promovidas por órgãos governamentais.

Associações, por exemplo, podem reunir grupos com diversas características, como:

- Grupos **consultivos**: formado por pessoas de notório conhecimento/vanguarda do tema IoT/TIC; contribui com conhecimento especializado e elabora recomendações;
- Grupos de trabalho **participativos**: formado por instituições governamentais, empresas e universidades; discute temas relevantes ao desenvolvimento de IoT com o compromisso de levar em conta uma multiplicidade de visões sobre o tema;
- Grupos **deliberativos**: formados por representantes do governo, empresas e universidades; responsável pelas principais decisões executivas.

Fóruns de discussão coordenados pelo governo oferecem um meio termo. O Reino Unido, por exemplo, usa agências de inovação e aceleradoras de start-up públicas para fomentar esses fóruns de discussão e torná-los produtivos.

O capítulo a seguir apresenta a análise do modelo de governança de IoT no Brasil por meio de (i) diagnóstico do estágio atual de governança brasileiro, (ii) mapeamento de oportunidades de melhoria da atual estrutura de governança e (iii) relação de desafios para fortalecer o ecossistema de IoT.



## 5.1 Estágio atual de desenvolvimento da governança de IoT no Brasil

O Brasil já possui diversos fóruns de articulação e governança para IoT, com destaque para a Câmara de IoT, que possui papel de protagonismo a nível nacional:

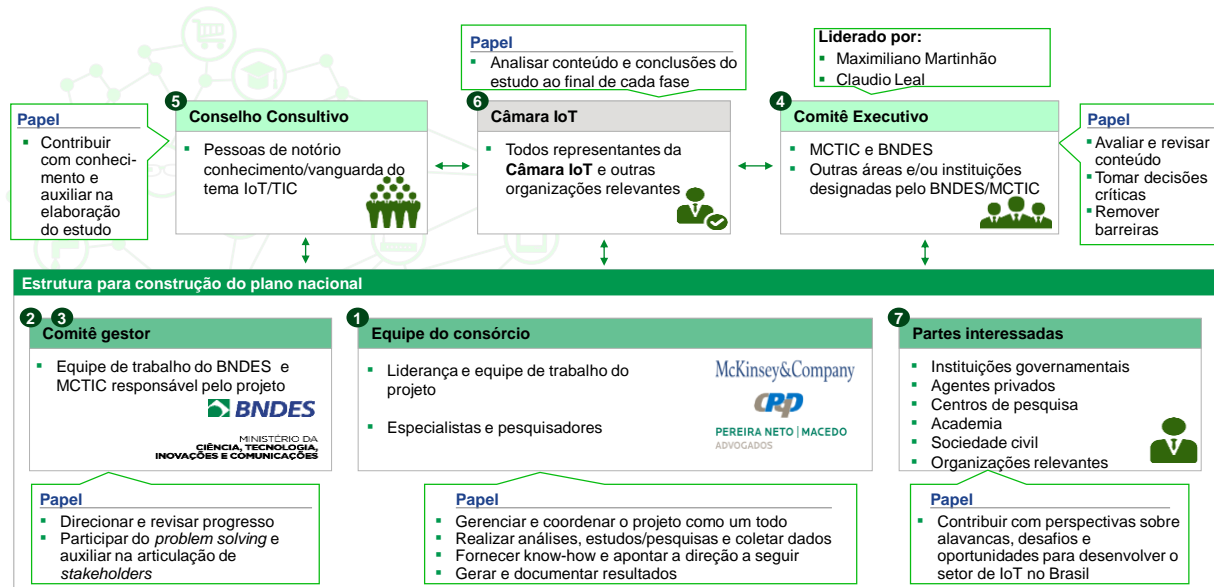
- **Câmara de IoT:** criada em 2014, por meio da Portaria MC nº 1.420/2014, associada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC); conta com 51 instituições participantes<sup>5</sup>. Seus principais objetivos são:
  - Subsidiar a formulação de políticas públicas que estimulem o desenvolvimento de IoT
  - Promover e coordenar a cooperação técnica entre prestadoras de serviços, fabricantes de equipamentos e entidades de ensino e pesquisa dos setores de TIC e IoT;
- **Fórum de IoT:** lançado em abril de 2012 com o objetivo de promover a integração, troca de experiências e criação de uma agenda estratégica em IoT; já realizou 25 eventos no Brasil, com um total de 1.520 participantes;
- **Demais associações que apoiam a governança de IoT:**
  - Grupo de Trabalho sobre Manufatura Avançada
  - Frente Parlamentar Mista em Apoio às Cidades Inteligentes
  - Associação Brasileira de Internet Industrial
  - Associação Brasileira de Internet das Coisas

<sup>5</sup> Entre as 51 instituições participantes da Câmara de IoT estão 18 instituições do governo, 16 organizações do setor privado, 6 representantes da sociedade civil, 6 representantes da academia e 5 ICTs; atualizado em Maio de 2017.

Como parte do presente estudo, uma estrutura de governança auxiliar foi criada para envolver os fóruns já existentes (por exemplo, Câmara de IoT), e integrar novos atores do governo, indústria e academia. Os principais componentes do modelo de governança utilizado pelo Estudo de IoT estão descritos no QUADRO 23 a seguir:

## QUADRO 23

### Estrutura de governança do Estudo de IoT



FONTE: Análise do consórcio

42

## 5.2 Oportunidades de melhoria no modelo de governança atual

Apesar de já ter dado passos importantes no desenvolvimento da governança de IoT, existem oportunidades de aprimoramento da governança de IoT do Brasil. Elas estão, principalmente, no que tange a participação do país no cenário internacional de IoT, no fortalecimento dos principais atores privados do ecossistema e na subdivisão por ambientes, como saúde, rural, fábricas e outros, que possuem desafios por vezes diferentes. Essas oportunidades estão descritas nas seções abaixo.

### 5.2.1 Participação do Brasil no cenário internacional de IoT

A partir do mapeamento de eventos ou alianças nos quais não se observa uma participação ativa do Brasil, observa-se a oportunidade de o país melhorar sua participação no cenário internacional. O QUADRO 24 a seguir descreve exemplos de eventos ou alianças nos quais uma participação ativa do Brasil não foi observada<sup>6</sup>:

QUADRO 24

<b>Congressos internacionais em IoT</b>	 <b>Internet of Things World Forum</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Importante evento da indústria de IoT que reúne empresas, governo e academia</li></ul>
<b>Consórcios ou alianças globais de IoT</b>	 <b>Industrial Internet Consortium</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Consórcio que reúne empresas, centros de pesquisa, e o setor público para acelerar o crescimento da internet industrial</li><li>- A empresa de automação industrial Pollux Automation é única empresa Brasileira filiada ao consórcio</li></ul>  <b>LoRa Alliance:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Rede global de especificação de rede de área ampla de baixa potência (LPWAN) destinada a baterias sem fio</li></ul>
<b>Alianças globais com foco em padronização</b>	 <b>AllSeen Alliance:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Padrão global aberto de conectividade e serviços de software que permite que empresas e empresas criem produtos interoperáveis</li></ul>  <b>OneM2M</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Organização global que desenvolve especificações técnicas com foco em interoperabilidade</li></ul>  <b>ITU-T Study Group 20</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Organização global que desenvolve especificações técnicas com foco em interoperabilidade</li></ul>

<sup>6</sup> Considera participação de representantes do setor público (por exemplo, agências e ministérios) ou privado (por exemplo, empresas) presentes na lista de participantes disponibilizada em domínio público pelos congressos, consórcios e alianças; para eventos e congressos, foi considerada a participação na última edição;







A ação recente de maior destaque no campo da internacionalização ocorreu no *Mobile World Congress*<sup>7</sup> em Barcelona, em fevereiro de 2017, que contou com a participação do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Durante o evento, foi assinado um memorando de entendimento entre a Alliance of IoT Innovation (AIOTI) da União Europeia<sup>8</sup> e a Câmara de IoT do Brasil. O acordo, cujo progresso será avaliado anualmente, prevê cooperação em padronização, segurança, melhores práticas em negócios, inovação e políticas públicas, além de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento.

### 5.2.2 Reforçar o modelo de governança atual para garantir o envolvimento dos atores

Com o objetivo de garantir o envolvimento dos principais atores e assegurar a implementação das iniciativas propostas, o modelo de governança atual pode ser reforçado com métricas e responsabilidades claras. Como referência, apresentamos a seguir, no QUADRO 25, exemplos de países que desenvolveram modelos robustos de governança envolvendo os principais atores do ecossistema de IoT.

#### QUADRO 25

##### Exemplos de países que desenvolveram modelos robustos de governança para garantir o envolvimento dos principais atores

 União Europeia	 <b>AIOTI</b> <i>Alliance for IoT Innovation (AIOTI)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principal aliança de IoT da União Europeia; liderada pelo setor privado</li> <li>▪ Envolvimento dos principais atores garantido por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Adesão formal à estrutura legal da aliança</li> <li>– Mesmos direitos e deveres (p.ex.: um voto por membro; membros devem participar em pelo menos um grupo de trabalho)</li> <li>– Participação no Conselho Administrativo depende de nomeação por pelo menos dez membros da AIOTI, e eleição pela Assembleia Geral</li> </ul> </li> </ul>
 Alemanha	 <b>INDUSTRIE 4.0</b> <i>Plattform Industrie 4.0</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plataforma que promove diálogo entre governo, empresas e universidades, com foco em manufatura avançada</li> <li>▪ Participação nos grupos de trabalho temáticos depende de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Seleção com base na competência técnicas e profissionais, e habilidade de atuar como um multiplicador regional</li> <li>– Participação ativa nas sessões dos grupos de trabalho</li> </ul> </li> </ul>
 China	 <b>China IoT Technology Innovation Alliance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aliança formada pelo governo e entidades industriais e acadêmicas</li> <li>▪ Formada pelo conselho, grupos de trabalho, comitê de especialistas e unidades de administração;</li> <li>▪ Empresas-membro são selecionadas com base no histórico de operações de mais de um ano e influência na indústria.</li> </ul>

1 Alliance of IoT Innovation (AIOTI): aliança criada em 2015 para estimular parcerias entre o setor público e privado e promover uma estratégia conjunta de IoT na Europa e influenciar a elaboração de políticas públicas relevantes a IoT

FONTE: Análise do consórcio

<sup>7</sup> Mobile World Congress: um dos principais eventos da indústria de telefonia móvel; organizado pela GSMA, organização que representa os interesses da indústria de telefonia móvel.

<sup>8</sup> Alliance of IoT Innovation (AIOTI): principal aliança de IoT da União Europeia; criada em 2015 para estimular parcerias entre o setor público e privado e promover uma estratégia conjunta de IoT na Europa e influenciar a elaboração de políticas públicas relevantes a IoT.

### 5.2.3 Subdivisão de alguns fóruns por ambiente de aplicação de IoT

IoT pode ser aplicado em diversos ambientes diferentes, como fábricas, rural, cidades, casas, saúde, logística ou lojas. Conforme as soluções avançam nos ambientes, é preciso constituir espaços para discussão e deliberação que tratem das especificidades de cada um.

Como benchmark, observa-se que a Aliança para Inovação em IoT (AIOTI), organização iniciada pela Comissão Europeia, possui grupos de trabalho temáticos – tanto em ambientes como saúde e cidades, quanto em horizontais como conectividade e regulação. O Reino Unido também é particularmente reconhecido por uma forte colaboração entre atores nas áreas de saúde e cidades. Alguns países, como Índia e Estados Unidos, desenvolveram competições específicas para soluções tecnológicas – muitas delas em IoT – para cidades.

## 5.3 Desafios para fortalecer o ecossistema de IoT no Brasil

O mapeamento realizado revela que há um modelo de governança com foco em IoT em atuação no Brasil, mas é possível aprimorá-lo para garantir que os atores mais importantes estejam efetivamente representados e comprometidos.

Também há oportunidade para que atores mais envolvidos em ambientes como saúde, cidades e rural cooperem e discutam aspectos específicos do uso de IoT nessas áreas.

As questões a seguir resumem os desafios de governança mapeados:

#### ■ **Desafios estruturais:**

- Como assegurar a cooperação e comprometimento entre o governo, universidades e empresas?

#### ■ **Desafios de IoT:**

- Como aumentar a participação do Brasil em fóruns e alianças internacionais de IoT?
- Qual o modelo de governança adequado para garantir o envolvimento ativo dos principais atores?
- Qual é o modelo adequado para discutir aspectos específicos de cada ambiente sem que essas interações sejam repetitivas?

## 6. Infraestrutura de conectividade

O desenvolvimento do ecossistema de Internet das Coisas (IoT) é indissociável da infraestrutura de telecomunicações. Apesar dos casos de uso estarem vinculados às tecnologias de sensores e outros dispositivos que interagem com o mundo físico, na grande maioria dos casos é a conexão deles com as aplicações hospedadas na nuvem que torna possível alavancar o real valor das novas tecnologias. E isso se viabiliza por meio da infraestrutura de conectividade.

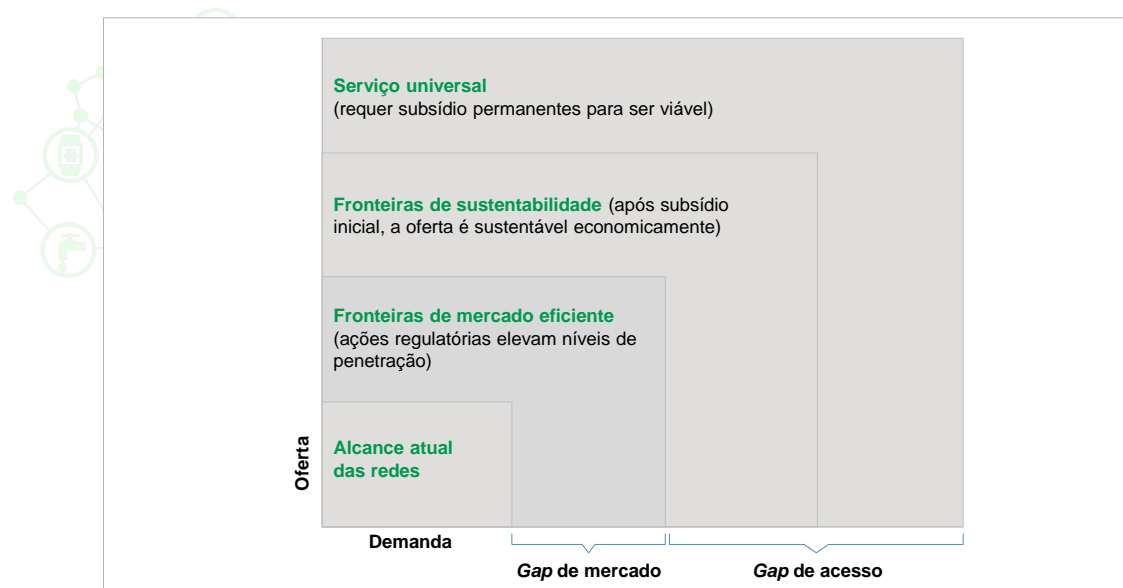
Todavia, conforme mostrado no Roadmap Tecnológico<sup>9</sup>, a diversidade de casos de uso viabilizados por IoT é imensa, o que leva a necessidade de diferentes tecnologias de conectividade para uma implementação ampla.

Seja como for, independentemente das tecnologias que forem adotadas para solucionar esses casos de uso, grande parte delas, em algum momento, deverão fazer uso de redes de telecomunicações existentes, para levar as informações conectadas até os *data centers* que hospedarão as aplicações.

Nesse sentido, o Brasil oferece um desafio substancial no que tange ofertar serviços de telecomunicações em um país com mais de 8 milhões de km<sup>2</sup>. De fato, dadas as características demográficas do país, bem como a diversidade de domínios morfoclimáticos, endereçar essa questão não é tarefa trivial. A depender do serviço considerado (e, conseqüentemente, suas particularidades com respeito a requisitos de infraestrutura), observam-se diferentes níveis de oferta, que em última análise refletem o modelo de *gap* de acesso, mostrado no QUADRO 26.

### QUADRO 26

#### Modelo de *Gap* de acesso em telecomunicações



FONTE: Navas-Sabater et al, Telecommunications and Information Services for the Poor, Banco Mundial, 2002

50

<sup>9</sup> Produto 2 do Estudo de IoT: Roadmap de tecnologias habilitadoras

Esta subseção apresenta os resultados da análise da oferta de conectividade no Brasil, considerando-se tanto a capilaridade da rede fixa, quanto o alcance das redes móveis no território nacional. Para tanto, são tratados a seguir os seguintes aspectos: (i) infraestrutura de backhaul; (ii) capilaridade da rede fixa; (iii) alocação de frequências; (iv) cobertura da rede móvel.

## 6.1 Infraestrutura de backhaul

Um dos maiores desafios a se vencer quando se trata de tecnologias para conectividade no Brasil, é expandir o alcance das redes de telecomunicações que suportam os diversos serviços ofertados em território nacional.

Para que isso possa de fato ocorrer, é condição *sine qua non* que a rede fixa ganhe capilaridade. Além disso, é importante ressaltar que tal rede deve ser capaz de escoar o tráfego de inúmeros serviços e aplicações que serão providos no futuro em função da IoT, e, portanto, a ampliação dessa infraestrutura deveria se dar por meio de tecnologias resilientes, como a fibra óptica.

Atualmente, nem todos os municípios do Brasil contam com infraestrutura em fibra óptica. Os últimos números dão conta de que 58% dos municípios brasileiros são atendidos por fibra óptica, ao passo que os demais são atendidos majoritariamente por enlaces de rádio, seguidos por satélite, utilizado para atendimento a regiões mais remotas.

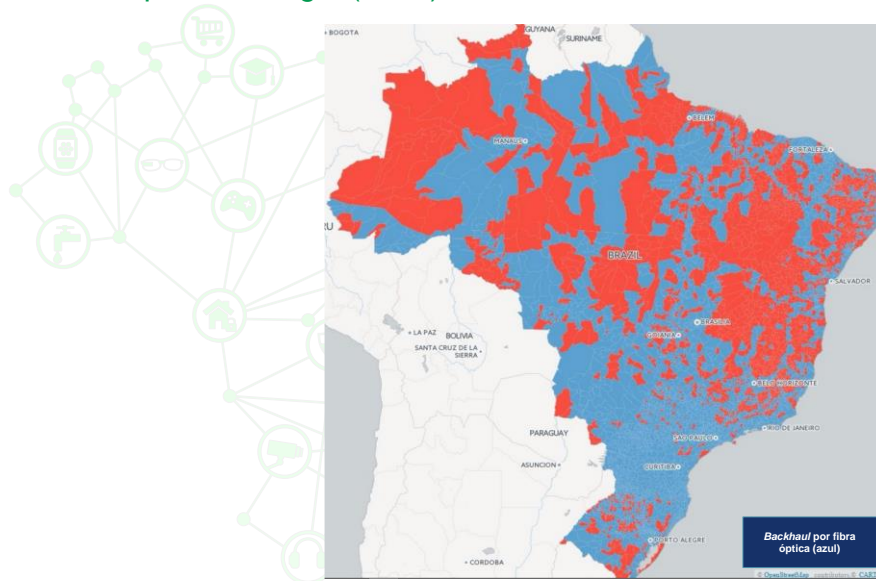
De fato, encontra-se dificuldade na expansão dessa infraestrutura principalmente na Região Norte do país, cujos domínios morfoclimáticos tornam desafiadoras as condições para construção e manutenção dessas redes.

A expansão/adequação da infraestrutura de telecomunicações demanda investimentos tanto na rede de acesso como na rede de transporte. Esta última requer investimento intensivo de capital para viabilizar sua implantação e operação. Tais investimentos são atrelados principalmente à abrangência de infraestrutura legada, densidade demográfica, distância de centros metropolitanos e às características das redes projetadas, como, por exemplo, tecnologia, funcionalidades, capacidades, etc.

Para a infraestrutura de transporte os custos incluem a aquisição, instalação, implantação, operação e manutenção de sistemas e equipamentos como modems multiplexadores, concentradores, roteadores, switches, torres e antenas, equipamentos de transmissão e recepção, cabos de fibra óptica, equipamentos de condicionamento de ambiente e sistemas de suprimento de energia, bem como de sistemas de gerenciamento e demais sistema de suporte a operação, além de custos associados ao cumprimento da regulação vigente. O quadro QUADRO 27 a seguir ilustra a infraestrutura de *backhaul* brasileira por tecnologia.

## QUADRO 27

### Backhaul por tecnologia (2017)



FONTE: Anatel (Abr/2017); análise do consórcio

Adicionalmente, há barreiras econômicas do lado da demanda, que dificultam ampliar essa infraestrutura para as regiões N e NE, como pode ser observado pelas penetrações dos serviços de banda larga fixa, apresentadas no tópico a seguir.

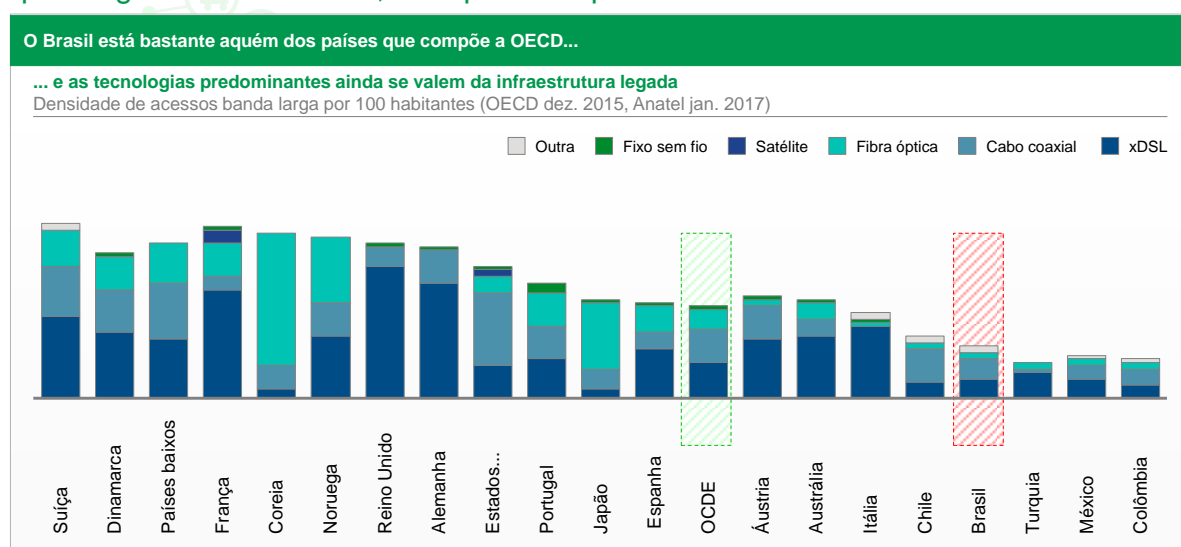


## 6.2 Capilaridade da rede fixa

Outro desafio que deve ser endereçado para alavancar o ecossistema de IoT no que tange a conectividade, é ampliar a capilaridade da rede de acesso fixa. Comparando o Brasil com economias desenvolvidas, é possível perceber que estamos aquém dos países que compõem a OECD, como pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 28), que apresenta a densidade de acessos banda larga por 100 habitantes.

### QUADRO 28

Outro desafio que deve ser endereçado para alavancar o ecossistema de IoT, no que tange a conectividade, é ampliar a capilaridade da rede de acesso fixa



FONTE: Adaptado de OECD (2015), Anatel (2017)

É possível também observar que, no que tange a composição da cesta de tecnologias utilizadas para o provimento do acesso banda larga, as tecnologias predominantes ainda se valem da infraestrutura legada de par de cobre e cabo coaxial, que respondem por mais de 80% dos acessos.

Além do panorama macro, pode-se observar também que esse mercado apresenta desigualdades regionais, reflexo das condições sócio-econômicas das diversas unidades da federação. Segundo dados da Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel – em janeiro de 2017 o Brasil contava com 26,76 milhões de acessos banda larga fixa. Entretanto, tais acessos não se encontram uniformemente distribuídos pelo território nacional, conforme pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 29), no qual a cor mais escura indica uma maior densidade de acessos por 100 domicílios.

## QUADRO 29

### A infraestrutura de conectividade apresenta desigualdades regionais



FONTE: Anatel (2017)

4

Como pode ser observado, há uma grande desigualdade entre as regiões Norte e Nordeste, que apresentam números bem mais modestos quando comparadas às regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

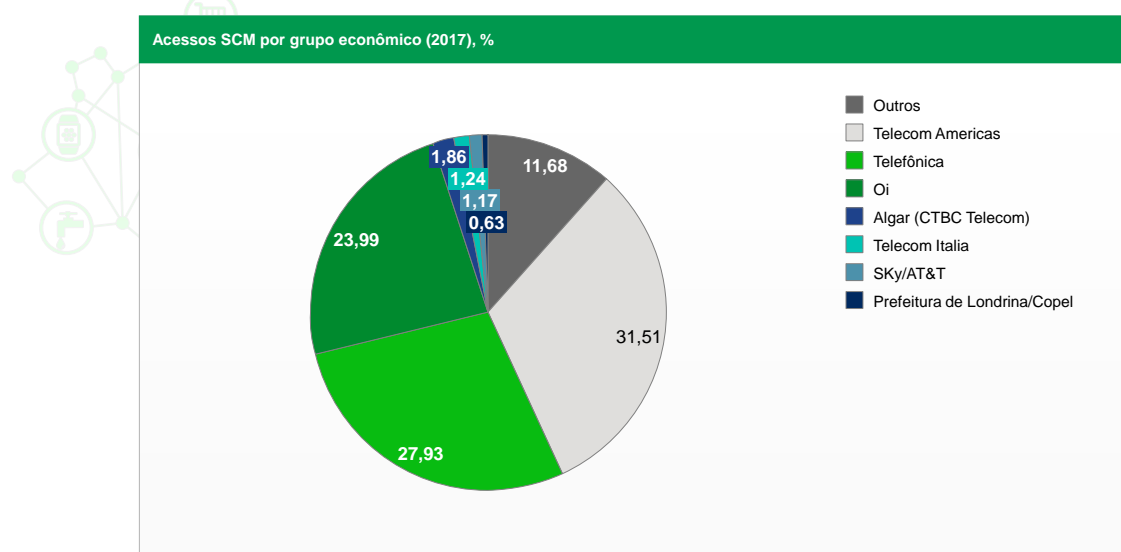
A disparidade de infraestrutura de algumas regiões para o provimento de serviços de telecomunicações pode ser creditada à expectativa de retorno de investimento relativamente baixa, resultante dos altos custos de implantação e operação dos serviços. Percebe-se também uma grande variação na densidade SCM, uma relação de quase seis vezes entre o estado com maior densidade (SP) e o com menor densidade (MA).

A dificuldade na expansão dessa infraestrutura pode ser creditada a questões de baixa demanda, aspectos morfoclimáticos, e carência de infraestrutura de comunicação de maior capacidade para suportar uma rede de capilaridade adequada para atender as demandas de comunicação. O indicativo disso é que, a partir de dados de número de acessos SCM da Anatel, observa-se que em janeiro de 2017, apenas 38 dos municípios do Brasil (0,7% dos municípios e aproximadamente 30% da população) possuem 50% dos acessos fixos.

Outro ponto que merece destaque diz respeito à concentração desse mercado. Mais de 80% dos acessos estão concentrados nas três principais prestadoras de serviços de telecomunicações do país, como pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 30), elaborado a partir de dados da Anatel de janeiro de 2017. Por se tratar de uma infraestrutura que requer pesados investimentos, é preciso contar com escala para se obter uma operação mais eficiente, e, portanto, é natural que esse mercado seja, em alguma medida, concentrado.

## QUADRO 30

### Setor intensivo em capital, economias de escala e escopo são fundamentais



FONTE: Anatel (2017)

A despeito de três grandes grupos responderem por fatia expressiva do mercado, mais de 11% dos acessos são servidos por pequenos provedores que se especializaram em atender a nichos de mercado que as grandes prestadoras não atingem, seja por desconhecimento, seja por falta de interesse econômico. Conforme dados da Anatel, atualmente há mais de 4.400 pequenos provedores de serviço SCM espalhados por todas as Unidades da Federação, como pode ser observado na Tabela 1.

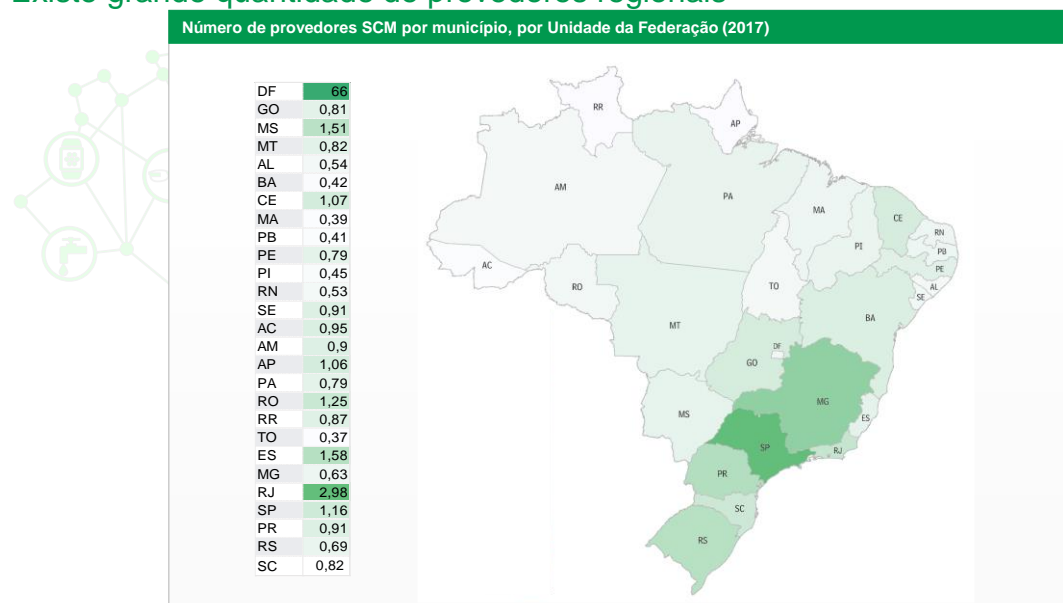
**TABELA 1 NÚMERO DE PROVEDORES SCM POR UF**

Regiões	Provedores de SCM	Número de municípios	Provedores/Municípios
<b>Brasil</b>	<b>4.461</b>	<b>5564</b>	<b>0,80</b>
<b>Centro-Oeste</b>	<b>499</b>	<b>466</b>	<b>1,07</b>
<b>Nordeste</b>	<b>1.002</b>	<b>1793</b>	<b>0,56</b>
<b>Norte</b>	<b>337</b>	<b>449</b>	<b>0,75</b>
<b>Sudeste</b>	<b>1.677</b>	<b>1668</b>	<b>1,01</b>
<b>Sul</b>	<b>946</b>	<b>1188</b>	<b>0,80</b>

Como pode ser observado, as regiões Norte e Nordeste são as que, proporcionalmente, dispõem de menos provedores por município, ficando abaixo da média nacional de 0,8 provedores por município. Nessas regiões, os estados com menor número relativo de provedores são Tocantins e Maranhão, respectivamente. Em números absolutos, as regiões com maior extensão geográfica possuem menor número de provedores, ou seja, as regiões Norte e Centro-Oeste. A título de ilustração, o quadro a seguir (QUADRO 31) apresenta o número absoluto de provedores de SCM por Unidade da Federação.

**QUADRO 31**

**Existe grande quantidade de provedores regionais**



FONTE: Anatel (2017)

6

## 6.3 Alocação de frequências

O espectro radioelétrico é um recurso importante para a operacionalização de diversos sistemas de telecomunicações, e para a IoT merece especial atenção. O espectro é empregado pela indústria para viabilizar modalidades e serviços de comunicação móvel e/ou sem fio por meio de diversas tecnologias. O desafio aqui compreende alocar espectro considerando-se dois aspectos essenciais: a quantidade que será ofertada, e em que faixas.

A exploração do espectro por serviços e aplicações está sujeita a uma série de limitações físicas e tecnológicas que resultam em um recurso escasso, motivo pelo qual o acesso a ele é regulado.

O desenvolvimento, barateamento e disseminação de tecnologias de radiotransmissão, fomentados pela ampla difusão da telefonia móvel e soluções sem fio de curto alcance, contribuíram significativamente para a viabilização e adoção de tecnologias sem fio.

O advento da convergência tecnológica, por meio da oferta e concentração de vários serviços (incluindo dados, voz e vídeo) por meio de uma única infraestrutura de telecomunicações, antes dependentes de infraestrutura exclusiva de transmissão para cada serviço, permitiu um rápido processo de construção, expansão e aumentos de tipos de serviços e capilaridade das redes móveis.

Com isso a IoT irá aproveitar o desenvolvimento tecnológico sem fio tornando-se mais um serviço na convergência das redes de transporte. Entretanto, em diversos casos de uso, será utilizada uma infraestrutura específica para suas necessidades, como LPWAN<sup>10</sup>.

Neste contexto, é de extrema importância que a alocação de espectro seja efetuada com melhores práticas de eficiência, pois o recurso espectral tem se tornado escasso, estratégico e de extrema importância para o desenvolvimento da IoT.

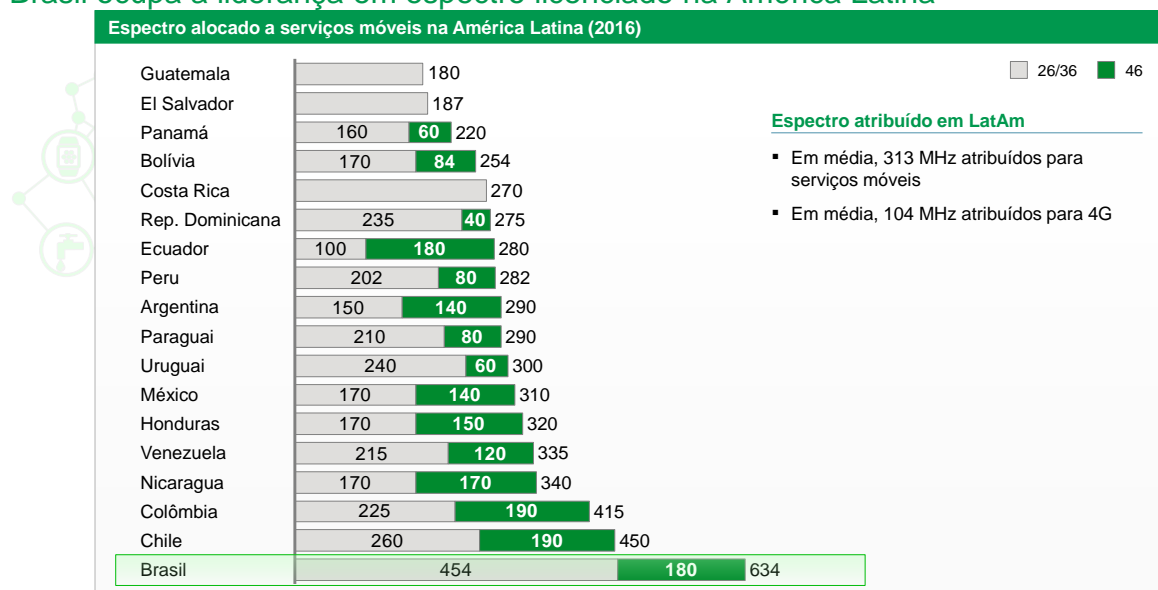
<sup>10</sup> Low Power Wide Area Network, terminologia utilizada para designar tecnologias de conectividade que se prestam a cobrir áreas amplas, com baixo consumo de energia por parte dos dispositivos conectados.

### 6.3.1 Espectro licenciado

No quadro a seguir (QUADRO 32) são apresentadas as quantidades de espectro licenciado atribuídas para serviços móveis pelos diversos países da América Latina. A título de comparação, o ITU-R, no relatório M.2078<sup>11</sup> (*Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced*) sugeria que em 2015 fossem destinados 1300MHz para serviços móveis, ao passo que em 2020 deveriam ser destinados 1720MHz para tais serviços.

#### QUADRO 32

#### Brasil ocupa a liderança em espectro licenciado na América Latina



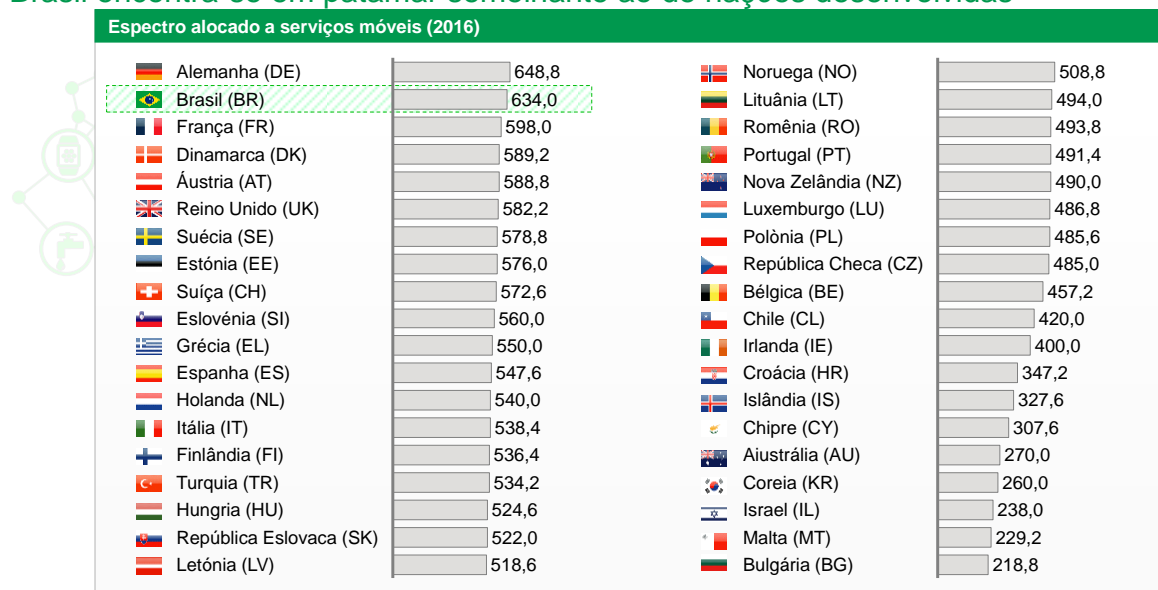
FONTE: GSMA Latin America

<sup>11</sup> Disponível em [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2078-2006-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2078-2006-PDF-E.pdf), acesso em agosto de 2017.

Como pode ser observado no quadro acima, o Brasil ocupa a liderança em espectro licenciado na América Latina, com mais de 600 MHz atribuídos para serviços móveis. De fato, em que pese a disponibilidade de espectro licenciado para esses serviços, o Brasil encontra-se em patamar semelhante ao de nações desenvolvidas, como pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 33).

## QUADRO 33

### Brasil encontra-se em patamar semelhante ao de nações desenvolvidas



FONTE: dmonitor.eu, análise do consórcio

Após a emissão do relatório M.2078, na medida em que foram ocorrendo progressos significativos nas tecnologias de comunicações móveis e nas implantações de redes IMT<sup>12</sup> combinados com o crescimento do tráfego em diferentes mercados de telecomunicações móveis, o ITU-R atualizou as previsões de tráfego e de necessidades de espectro para o ano 2020, disponíveis nos relatórios M.2243<sup>13</sup> e M.2290<sup>14</sup>.

Segundo o ITU, os países devem trabalhar com um horizonte de demanda de espectro da ordem de 1.340 MHz para áreas de baixa densidade até 1960 MHz para áreas de alta densidade até 2020, a depender do desempenho do serviço e da evolução das condições socioeconômicas do país. Destes montantes, aproximadamente 30% do espectro será alocado para redes pre-IMT e IMT-2000 (e suas evoluções), e 70% para IMT-Advanced.

<sup>12</sup> Do inglês Telecomunicações móveis internacionais.

<sup>13</sup> Disponível em [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2243-2011-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2243-2011-PDF-E.pdf), acesso em agosto de 2017.

<sup>14</sup> Disponível em [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2290-2014-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2290-2014-PDF-E.pdf), acesso em agosto de 2017.

Conforme as recomendações traçadas no WRC-15<sup>15</sup>, há 375MHz possíveis de serem utilizados nas américas para serviços móveis:

- Banda L (1427-1518 MHz) identificada em toda a Região 2
- Banda Sub-700MHz (614-698 MHz) identificada em: Bahamas, Barbados, Belize, Canada, Colômbia, Estados Unidos e México
- Banda C (3.4-3.6 GHz) harmonizada em toda a Região 2
- Banda de 3.3-3.4GHz identificada em: Argentina, Colômbia, Costa Rica, Equador, México e Uruguai
- Banda de 3.6-3.7GHz identificada em: Canada, Colômbia, Costa Rica e EUA
- Banda de 902-928 MHz identificada na maioria dos países da Região: Argentina, Brasil, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Equador, Guatemala, México, Paraguai, Venezuela e Uruguai

Desta forma, mais de 300MHz poderiam ser destinados para serviços móveis no país nos próximos anos. O Brasil está em posição harmônica com respeito à alocação de espectro para serviços móveis, a exceção da faixa sub-700MHz. A presença intensa de radiodifusores nessa faixa inviabiliza sua utilização para outros serviços, em caráter primário, da forma que se pratica hoje. Para tanto, teria que se pensar em novas formas de utilização como compartilhamento e uso de *white spaces*.

Com respeito às faixas acima de 1GHz, na faixa de 1,4 a 1,5GHz há um *trade-off* interessante entre cobertura e capacidade, ao passo que a faixa de 3,4 a 3,6GHz é apropriada à implantação de redes de alta velocidade em áreas densas urbanas.

Cabe ressaltar que na próxima conferência da ITU (WRC-19) um dos temas que certamente dominará boa parte das discussões em termos de harmonização de espectro será o novo padrão 5G, considerando faixas de alta frequência para serviços móveis de altíssima velocidade.

### 6.3.2 Espectro não licenciado

No que diz respeito a espectro não licenciado, as condições de uso estão disciplinadas pela Resolução nº 680, da ANATEL, de 27 de junho de 2017, que aprova o Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.

As LPWAN que fazem uso de espectro não licenciado utilizam, em sua maioria, faixa sub-GHz. A faixa ISM<sup>16</sup> sub-GHz utilizada no Brasil (900 MHz) embora seja parcialmente compatível com o plano de frequências americano (FCC), apresenta uma parcela que não pode ser utilizada (faixa de frequência entre 907,5 a 915 MHz). Desta forma, para se utilizar

<sup>15</sup> World radiocommunication conferences (WRC), conferências que ocorrem periodicamente, com o objetivo de revisar, se necessário, as regulamentações de espectro, acordos internacionais para uso do mesmo e órbitas de satélites.

<sup>16</sup> Faixas de frequência ISM são reservadas internacionalmente para o desenvolvimento Industrial, científico e médico (*Industrial Scientific and Medical*).



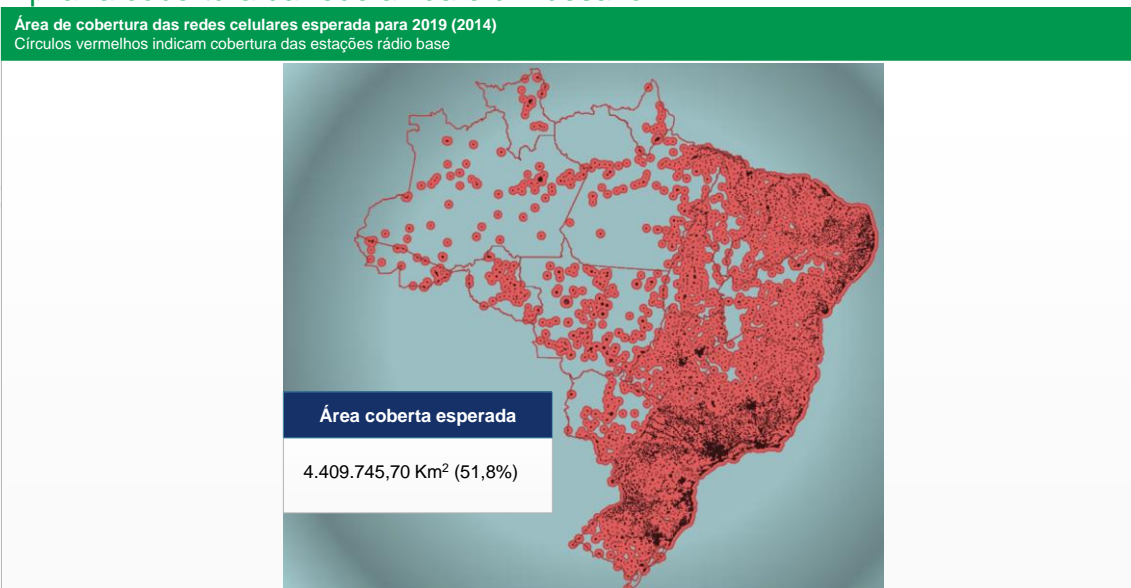
no país dispositivos desenvolvidos para outros mercados haverá a necessidade de se harmonizar a faixa, ou se ajustar os *firmwares* dos dispositivos e equipamentos para restringir a geração de sinais nas frequências não permitidas pela regulamentação vigente.

## 6.4 Cobertura da rede móvel

Assim como as demais tecnologias de telecomunicações, a cobertura das redes móveis é importante para que haja o pleno desenvolvimento do ecossistema de IoT. Atualmente, a abrangência das redes móveis é função dos compromissos de abrangência das prestadoras do Serviço Móvel Pessoal. Com o edital da frequência de 2,5GHz, denominado “Edital do 4G”, a cobertura prevista para 2019 corresponderá a mais da metade do país, conforme pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 34)<sup>17</sup>.

### QUADRO 34

#### Ampliar a cobertura da rede ainda é um desafio



FONTE: Apresentação do Ministério das Comunicações, realizada no evento LTE450 Global Seminar, em junho de 2014

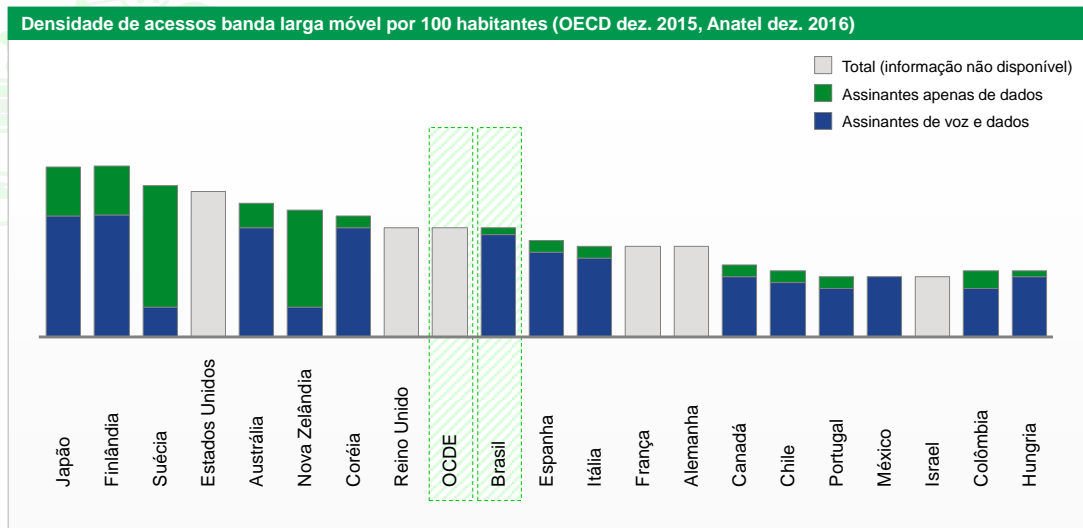
É possível observar que, a se confirmar tal cobertura, a quase totalidade das áreas urbanas dos municípios será atingida por alguma tecnologia de serviço móvel até 2019, viabilizando aplicações IoT em *smart cities*, por exemplo. Todavia, extensas faixas das Regiões Norte e Centro-Oeste ainda carecerão de infraestrutura de acesso, o que pode eventualmente dificultar casos de uso voltados a agricultura e pecuária de precisão, que venham depender desse tipo de tecnologia.

<sup>17</sup> Disponível em: <http://450alliance.org/resources/past-events/lte450-seminar-material-downloads/>. Acesso em março de 2017.

Se em termos de cobertura há um caminho considerável a ser percorrido, em termos de penetração do serviço, o Brasil encontra-se próximo à média da OCDE, como pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 35).

## QUADRO 35

Em termos de penetração da banda larga móvel, o Brasil encontra-se em patamar semelhante à média dos países da OCDE

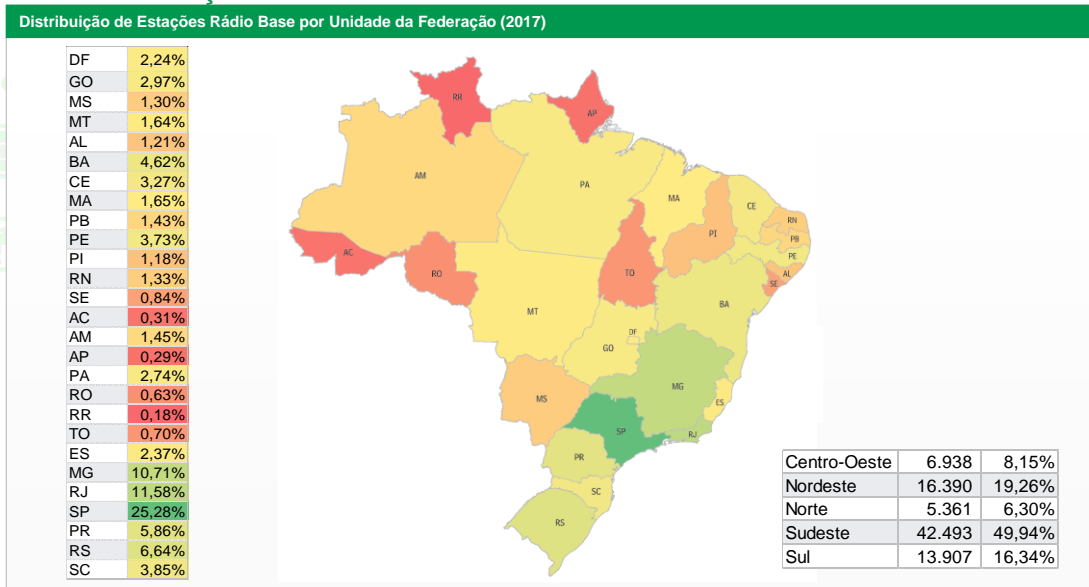


FONTE: Adaptado de OECD (2015), Anatel (2016)

Entretanto, a semelhança do que se observa na rede fixa, a rede móvel apresenta uma dispersão pelo território muito parecida, com poucas unidades da federação concentrando boa parte da infraestrutura, notadamente na região Sudeste, como pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 36).

## QUADRO 36

### Dispersão de Estações Rádio Base

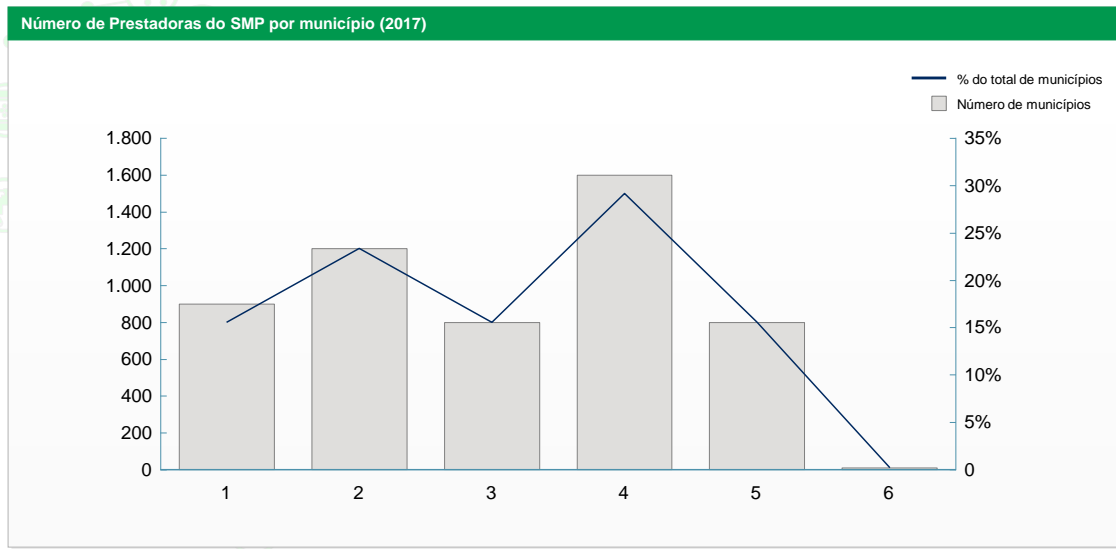


FONTE: Anatel (2017)

Além disso, esse mercado apresenta uma intensa competição. De fato, cerca de 15% dos municípios mostram uma competição acirrada, com 5 ou mais prestadoras disputando o mercado, sendo que mais de 60% dos municípios contam com ao menos 3 prestadoras, como pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 37).

## QUADRO 37

A penetração do serviço móvel evoluiu na última década, e muitos municípios apresentam intensa competição



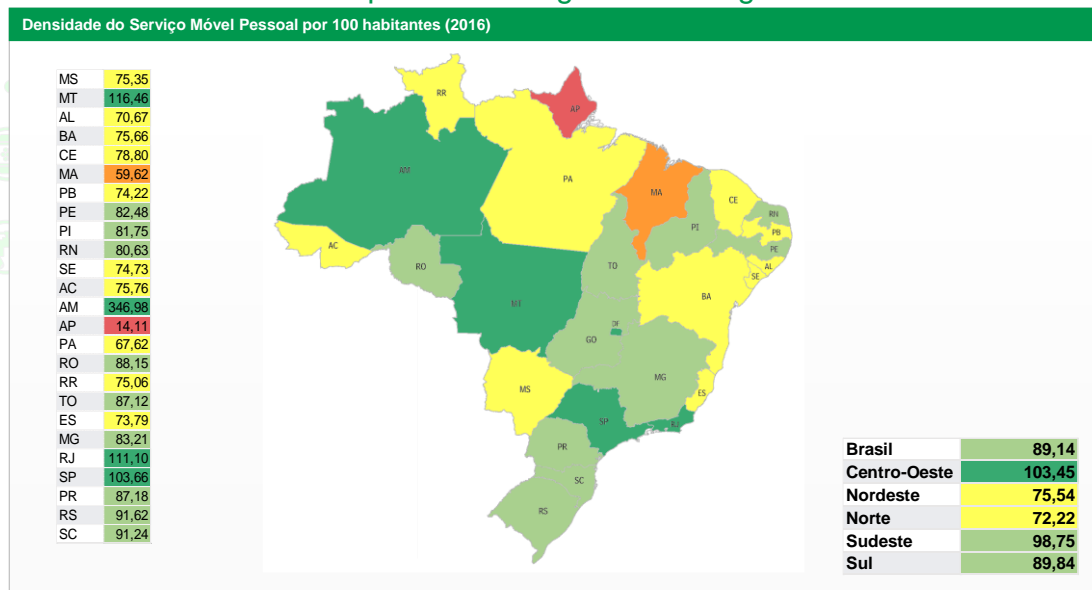
FONTE: Anatel (2017)

12

Oferta e demanda usualmente estão associadas. Portanto, localidades onde há infraestrutura instalada sugerem a presença de demanda. Segundo dados da Anatel o Brasil conta com mais de 183,7 milhões de acessos via banda larga móvel. De maneira análoga ao que se observou na banda larga fixa, tais acessos não se encontram uniformemente distribuídos pelo território nacional, conforme pode ser observado no quadro a seguir (QUADRO 38).

## QUADRO 38

### O mercado do SMP também apresenta desigualdades regionais



FONTE: Anatel (Dezembro de 2016)

## 6.5 Desafios para a conectividade no âmbito de IoT no Brasil

Com base nas análises realizadas, observa-se que o Brasil possui desafios no que concerne a infraestrutura de conectividade, para propiciar o pleno desenvolvimento de soluções de IoT no país. Tais desafios englobam questões estruturais do Brasil, bem como específicas para IoT, conforme sintetizado nas questões a seguir.

### ■ Desafios estruturais:

- Como ampliar a infraestrutura de rede de transporte – em particular o backhaul – de modo a permitir expandir o alcance das redes de telecomunicações que suportam os diversos serviços ofertados?

### ■ Desafios de IoT:

- Como ampliar a capilaridade da rede fixa, em particular de serviços banda larga, para garantir o pleno desenvolvimento do ecossistema de IoT?
- Como harmonizar a alocação de frequências às práticas globais, haja vista as diferenças regionais como, por exemplo, na faixa abaixo de 700MHz com presença intensa de radiodifusores, ou a faixa de 900MHz, parcialmente compatível na Região 2 da UIT?
- Como expandir a cobertura das redes móveis, de modo a se cobrir a áreas relevantes para casos de uso como, por exemplo, agricultura e pecuária de precisão, que podem depender desse tipo de tecnologia?

## 7. Investimento, financiamento e fomento

Outra horizontal relevante para desenvolver Internet das Coisas no Brasil trata de **investimento, financiamento e fomento** de iniciativas relacionadas a IoT. Quanto mais desenvolvido o ecossistema de suporte a inovação, maiores as chances de o país ter sucesso em desenvolvimento de tecnologia de ponta, incluindo Internet das Coisas.

O desenvolvimento de tal ecossistema passa, entre outras iniciativas, pela criação e impulso às start-ups, que precisam de condições propícias para inovar e prosperar. Por vezes, são elas que arriscam soluções que expandem as fronteiras da aplicação do conhecimento em determinado campo, como IoT. Oferecer condições de sobrevivência e prosperidade dos melhores empreendedores, bem como uma interação com o conhecimento gerado na academia, podem ser a chave para que o país avance em IoT e em outras tecnologias de ponta.

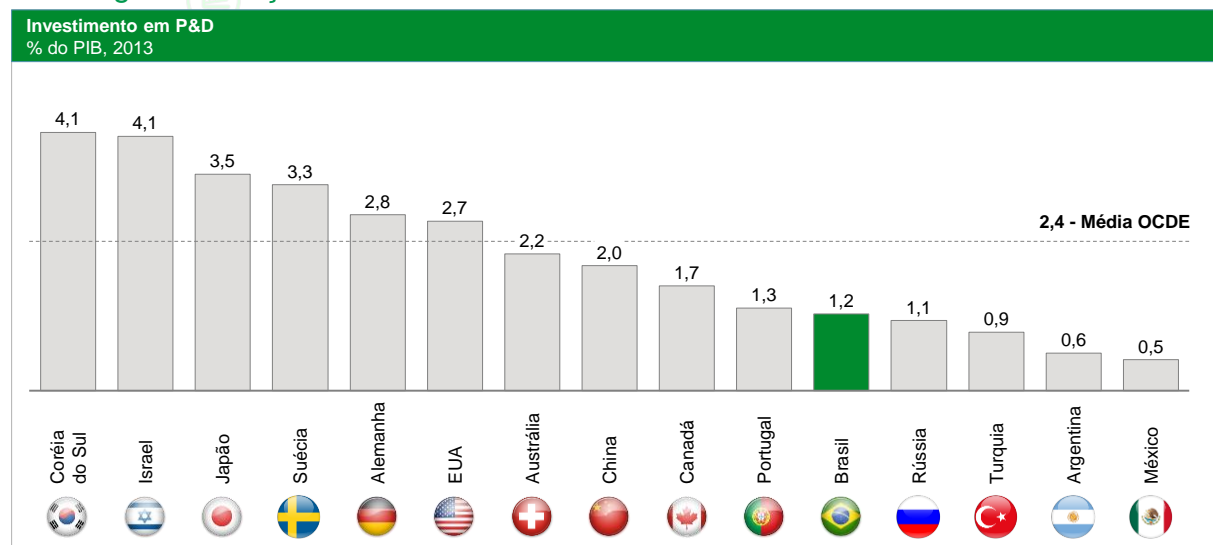
Mas não são só essas empresas nascentes que precisam de fomento e apoio a inovação. As médias e grandes empresas também cumprem um papel importante em inovação no ecossistema de IoT. As barreiras para um fluxo inovador são diversas: algumas diferem de acordo com o tamanho das empresas, enquanto outras são coincidentes. A seguir, barreiras são detalhadas por meio da (i) análise geral do contexto brasileiro para inovação e avaliação de aspectos importantes para o (ii) setor público e o (iii) setor privado.

## 7.1 Contexto brasileiro para investimento, financiamento e fomento

O investimento do Brasil em pesquisa e desenvolvimento (P&D) não é tão significativo quanto o de países líderes em tecnologia e inovação. Para efeito de comparação, enquanto os países da OCDE investem em média 2,4% do PIB em P&D, o Brasil investe 1,2% (QUADRO 39).

### QUADRO 39

Investimento do Brasil em P&D não é tão significativo quanto em países líderes em tecnologia e inovação



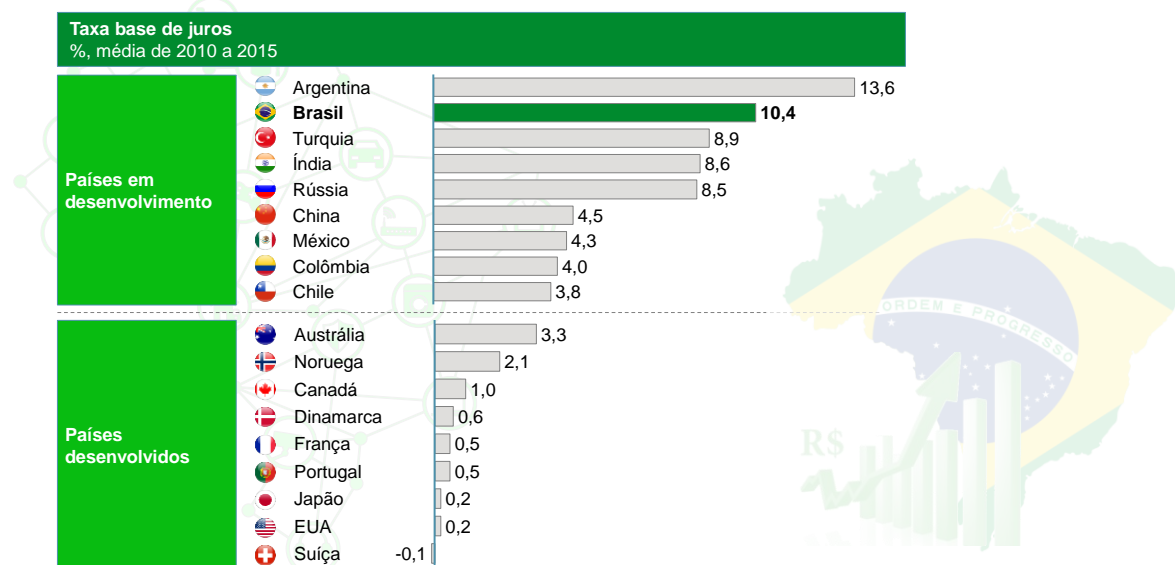
FONTE: Banco Mundial. "World development indicators" (2017)



Esse volume de investimento pode ser atribuído a diversos fatores, entre eles a elevada taxa de juros praticada no país. Na comparação com países desenvolvidos, que possuem taxas de juros baixas ou mesmo negativas, como no caso da Suíça (-0,1%), a do Brasil é mais elevada: 10,4% na média de 2010 a 2015. Na comparação com países em desenvolvimento, como o México (4,3%), o Brasil se destaca pela alta taxa (QUADRO 40). Como resultado, investimentos de risco mais alto, como em inovação e tecnologia, são substituídos por investimentos mais seguros, como renda fixa, com taxas de retorno atraentes.

## QUADRO 40

### O baixo investimento do Brasil em P&D se dá em parte pela alta taxa de juros

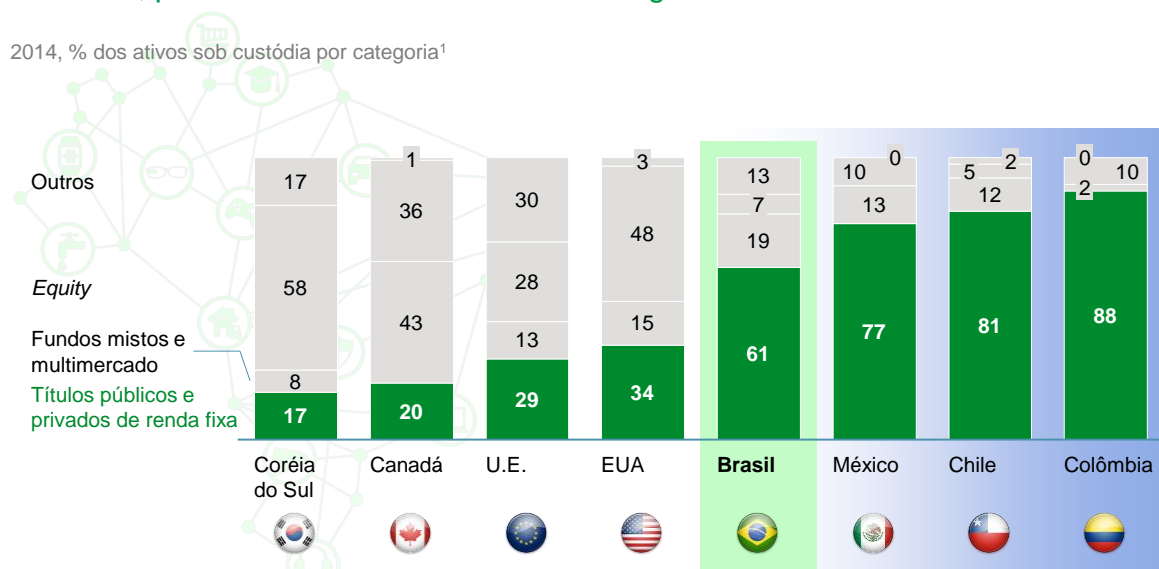


FONTE: The Economist Intelligence Unit (2017)

O QUADRO 41 apresenta a distribuição dos fundos de investimento no Brasil em comparação com outros países em desenvolvimento e países desenvolvidos. O Brasil possui um volume maior de investimentos em renda fixa na comparação com países como Coreia do Sul, Canadá e o bloco da União Europeia.

## QUADRO 41

### No Brasil, predominam investimentos mais seguros e ainda rentáveis



<sup>1</sup> Dados para Coreia do Sul, Europa, EUA e Canadá são de 2012

FONTE: McKinsey Asset Management Survey

O apoio financeiro, com recursos do governo, ocorre de formas distintas de acordo com o foco do investimento. No caso de recursos não reembolsáveis, normalmente fornecidos por instituições governamentais, o foco está nas fases iniciais de desenvolvimento, ou seja, pesquisa fundamental e pesquisa aplicada. Neste caso, alguns dos principais provedores de recursos são BNDES, CNPq, EMBRAPPI e FINEP.

No caso de recursos reembolsáveis, aqueles disponibilizados na forma de crédito, o foco está nas fases iniciais e também nas finais de desenvolvimento, ou seja, comercialização do produto ou serviço e P&D. Como exemplos de provedores desses recursos podemos citar BNDES, FINEP, bancos de desenvolvimento regionais e agências de fomento estaduais.

Já no caso de capital de risco, os recursos são oriundos de fundos semente/*venture capital* ou investidores privados. O foco dessa forma de apoio financeiro está nas fases intermediárias e finais de desenvolvimento, ou seja, escalonamento e comercialização do produto. Os principais provedores são fundos como o Criatec, FINEP (INOVAR), SEBRAE e investidores privados como fundos de *venture capital* privados e investidores anjo.

O governo também possui papel importante nos investimentos em P&D na área de tecnologia, inovação e comunicação, e consequentemente IoT, por meio de contrapartidas

de incentivos fiscais. Com investimento feito pelo setor privado, a Lei do Bem<sup>18</sup>, a Lei da Informática<sup>19</sup> e o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS) são instrumentos importantes que fomentam o investimento em tecnologia e inovação no setor de TIC.

A Lei do Bem, por exemplo, concede incentivos fiscais às pessoas jurídicas que realizarem P&D de inovação tecnológica e, em 2014, possibilitou um investimento em P&D da ordem de R\$ 7,93 bilhões.

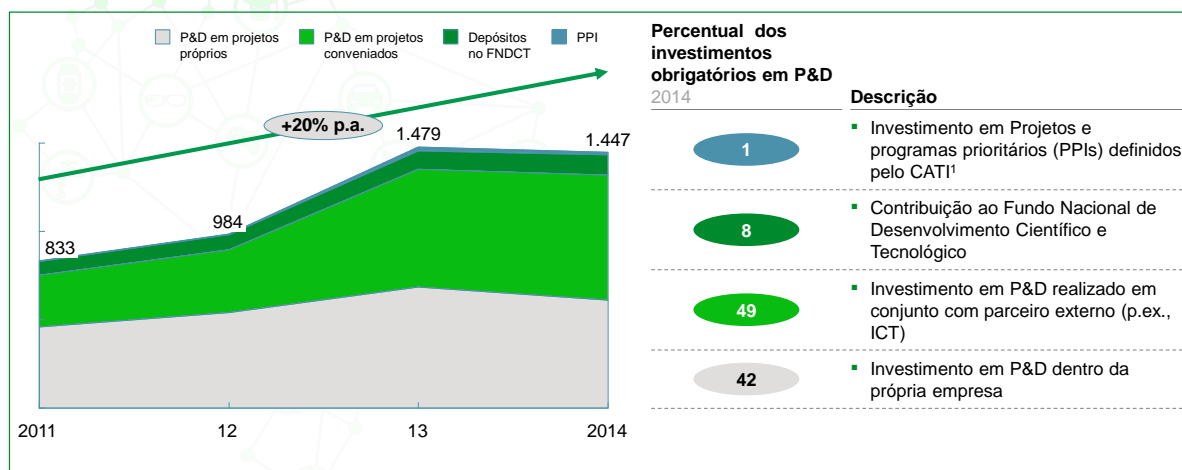
O PADIS é um conjunto de incentivos fiscais federais para atrair e ampliar investimentos nas áreas de semicondutores e *displays* e gerou investimentos de R\$239 milhões em P&D em 2012.

A Lei da Informática é um dos principais instrumentos fiscais para incentivar a inovação em IoT e é voltada a empresas do setor de tecnologia (áreas de hardware e automação) que invistam em P&D. Em 2014, proporcionou investimento de R\$1,45 bilhão no setor e tem tido investimentos obrigatórios crescentes em P&D de 20% a.a. desde 2011 (QUADRO 42). Apesar de existir previsão legal para realizar investimentos em *start-ups* (muito relevantes para IoT) utilizando recursos da Lei da Informática<sup>20</sup>, hoje isso ocorre com baixa intensidade.

## QUADRO 42

### Investimentos incentivados pela Lei da Informática vêm aumentando nos últimos anos

Evolução dos investimentos obrigatórios em P&D no âmbito da lei da informática, BRL milhões por tipo



<sup>1</sup> Comitê da Área de Tecnologia da Informação

FONTE: MCTI "Relatório de Resultados da Lei de Informática (2011-2014)"; Entrevistas com membros do MCTIC

<sup>18</sup> Lei 11.196/05

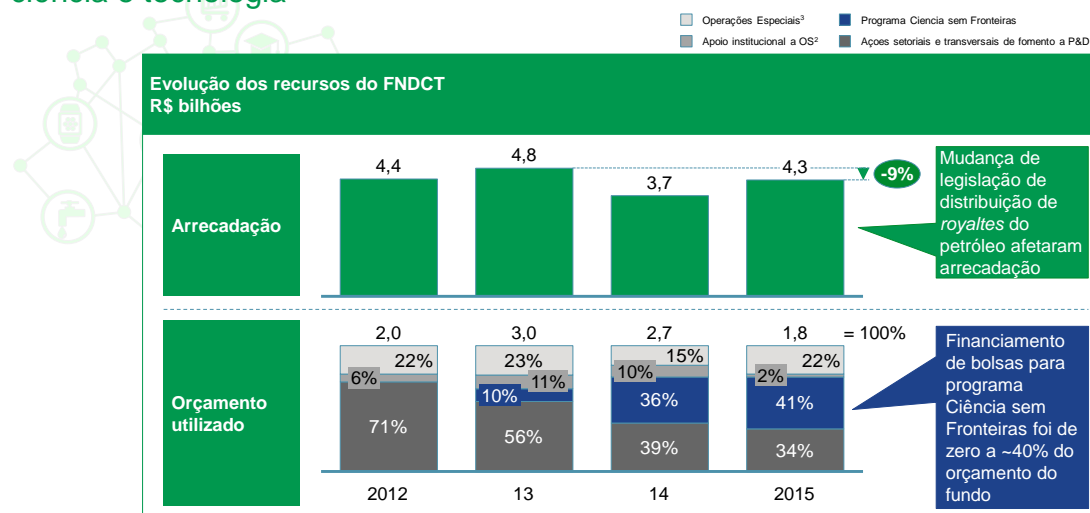
<sup>19</sup> Lei 8.248/91

<sup>20</sup> Artigo 24 do decreto nº 5.906, de 26 de setembro de 2006.

No entanto, parte dos recursos da Lei da Informática poderiam ser aproveitados de forma diversa. Um dos fundos em que esses recursos podem ser aplicados, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), é o maior financiador do setor de pesquisa, desenvolvimento e inovação no país. Seu objetivo é dar apoio financeiro aos programas e projetos prioritários de desenvolvimento científico e tecnológico. Com arrecadação anual da ordem de R\$ 4 bilhões (cerca de 7% do investimento total do Brasil em P&D), o fundo vem perdendo receitas (9% em 2 anos) e em P&D (de ~100% para ~60% desde 2012) (QUADRO 43).

## QUADRO 43

### O FNDCT que perdeu receitas e sofreu redução dos investimentos diretos em ciência e tecnologia



1 Incluem ações de fomento à inovação e pesquisa em 16 setores econômicos (entre eles informática, agricultura, biotecnologia, saúde, óleo e gás, energia, entre outros) e ações de fomento à pesquisa e desenvolvimento em áreas básicas e estratégicas  
2 Inclui o financiamento a P&D em mais de 5 Organizações Sociais que possuem contrato de gestão com o MCTIC como IMPA, EMBRAPA, CGEE, CNPEM, entre outros  
3 Inclui subvenção econômica a projetos de desenvolvimento tecnológico, equalização de taxa de juros em financiamento à inovação tecnológica, investimento em empresas inovadoras, incentivo ao investimento em ciência e tecnologia pela implementação de instrumentos de garantia de liquidez.

FONTE: Relatórios de gestão FNDCT elaborados pela FINEP (2011-2015); Análise do consórcio.

Vale destacar que alguns investimentos públicos são idealizados para também atrair capital privado. Uma iniciativa que merece destaque é o programa de Fundos Criatec, fundos de investimentos de capital semente destinados a empresas emergentes e inovadoras. Esses fundos cresceram e atraíram cada vez mais investidores privados. O Criatec 1 partiu de um investimento de R\$100 milhões em 2007, tendo como investidores o BNDES e o Banco do Nordeste. Em 2013, o Criatec 2 já contava com investimentos de R\$186 milhões e um aumento no número de investidores. Já o Criatec 3, criado em 2016, atingiu investimentos da ordem de R\$217 milhões, ampliando ainda mais o grupo de investidores.

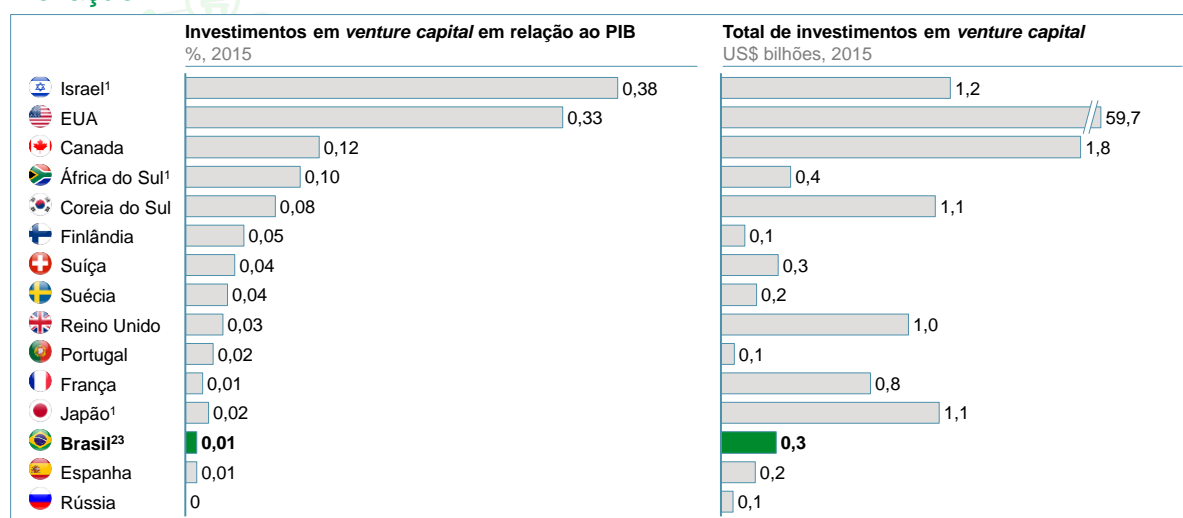
Outro caso de sucesso é a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), uma organização social inovadora resultante de um acordo de cooperação entre MEC e MCTIC e que fomenta investimentos de risco em inovação. A EMBRAPII tem como objetivos aumentar a inovação na indústria, prover agilidade e flexibilidade na contratação e execução de projetos de inovação, atender a demanda das empresas por inovação e fomentar a colaboração entre empresas e ICTs. A organização atua em 12 estados e possui mais de 30 unidades em todo o Brasil. Com somente um terço de recursos próprios, a EMBRAPII inova ao compartilhar riscos e responsabilidades com empresas industriais e ICTs.

## 7.2 Papel do setor privado no investimento, financiamento e fomento

O volume de investimentos em *venture capital* no Brasil é relativamente baixo se comparado a países líderes em inovação, tanto em termos relativos quanto absolutos. Por exemplo, segundo dados de 2015, enquanto no Brasil se investe 1% do PIB ou US\$ 300 milhões em *venture capital*, nos Estados Unidos o investimento é de 33% do PIB ou aproximadamente US\$ 60 bilhões (QUADRO 44).

### QUADRO 44

#### Volume de investimentos em *venture capital* no Brasil comparado a países líderes em inovação



<sup>1</sup> Dados de 2014

<sup>2</sup> O valor para o Brasil foi calculado a partir de dados da LAVCA

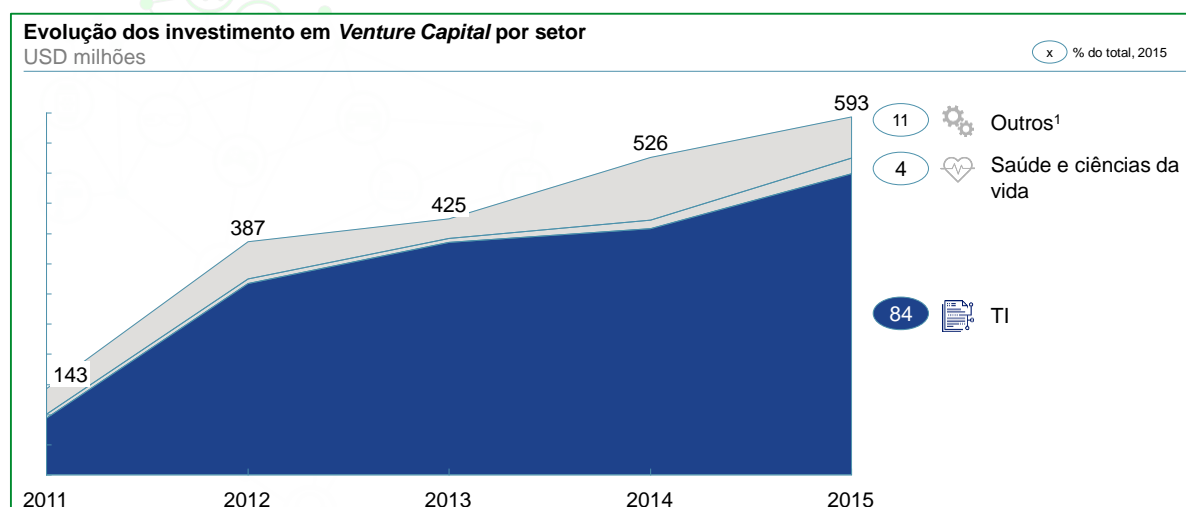
<sup>3</sup> Dados de 2016

FONTE: OECD "Entrepreneurship at a Glance 2016", Latin American Venture Capital Association "2017 TREND WATCH"

No entanto, segundo dados da Latin American Venture Capital Association de 2011 a 2015, o Brasil liderou os investimentos em *venture capital* na América Latina, com 64% dos investimentos totais do continente, seguido pelo México, com 13%, e ainda possui potencial de aumento, principalmente por ser a 5ª maior economia de internet e mobile do mundo. Ainda na América Latina, o investimento em *venture capital* é dominado por TI, com mais de 80% do valor investido na área nos últimos 5 anos (QUADRO 45).

## QUADRO 45

### O investimento da América Latina em *Venture Capital* é dominado por TI



<sup>1</sup> Outros setores incluem: Agribusiness, energia alternativa, varejo, Educação, Serviços financeiros, Logística e distribuição, manufatura, Mídia e telecomunicações

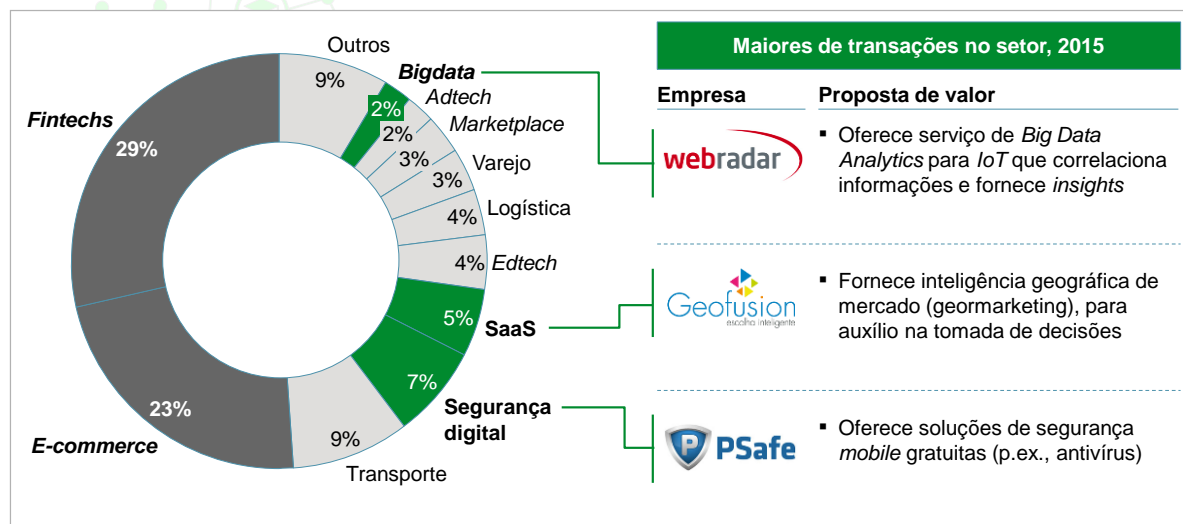
FONTE: Latin American Venture Capital Association - "FIVE YEAR TRENDS" 2016

Dos investimentos em TI na América Latina, mais de 50% são em *FinTechs* e *e-commerce*, mas outros setores investidos são ligados intrinsecamente a IoT, tais como *Big Data*, Segurança Digital e *Software as a Service* (SaaS). O QUADRO 46 apresenta a composição dos investimentos na América Latina e as maiores transações do setor em 2015.

## QUADRO 46

### Mais da metade dos investimentos em *venture capital* na América Latina são em *FinTechs* e *e-commerce*

Composição dos investimentos em *Venture Capital* no setor de TIC na América Latina, % do total, 2015

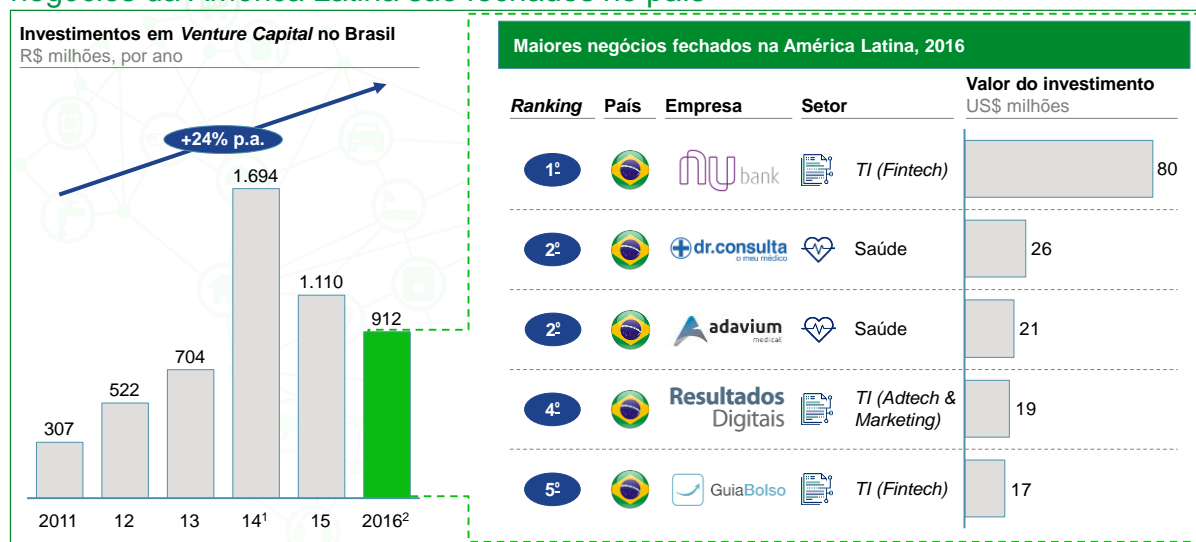


FONTE: Latin American Venture Capital Association - "FIVE YEAR TRENDS" 2016

No Brasil, os investimentos em *venture capital* vêm crescendo cerca de 25% a.a., apesar da queda apresentada em 2015 e 2016. E os maiores negócios do setor na América Latina em 2016 foram realizados no país, como nos casos do Nubank (US\$80 milhões) e do Dr. Consulta (US\$26 milhões) (QUADRO 47).

## QUADRO 47

No Brasil, investimentos em *Venture Capital* vêm crescendo ~25% a.a. e os maiores negócios da América Latina são fechados no país



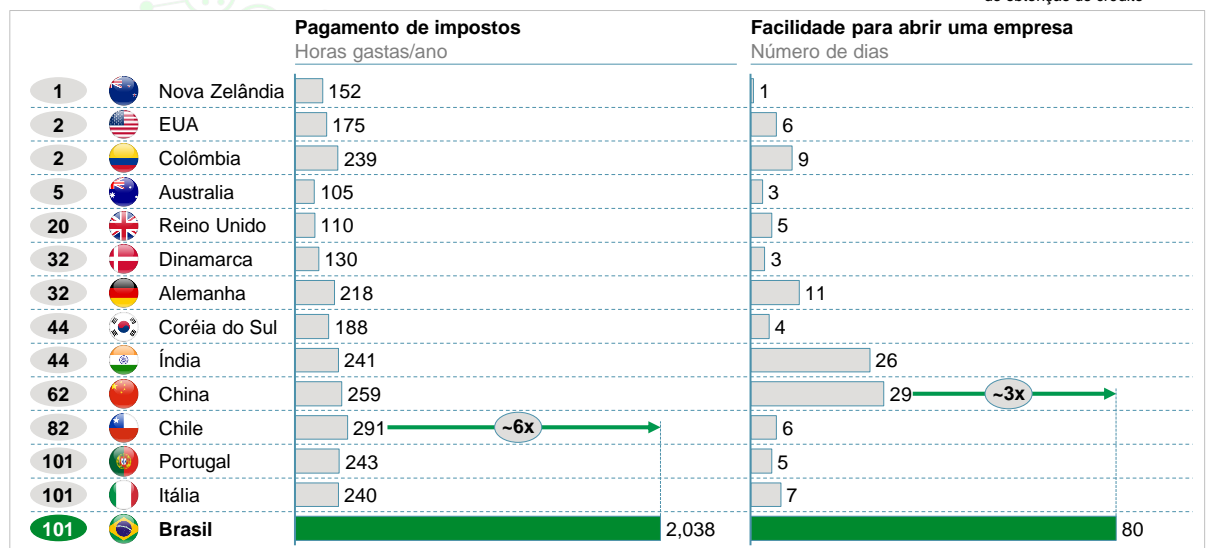
FONTE: Associação Brasileira de Private Equity e Venture Capital "Consolidação de dados" (2012 a 2016); Latin American Venture Capital Association "2017 TREND WATCH"



Em termos de facilidade de obtenção de crédito, uma classificação do Banco Mundial apresenta o Brasil na 101ª posição, muito atrás inclusive de países latino-americanos como Chile e Colômbia. Conforme ilustra o QUADRO 48, o número de horas gastas por ano no Brasil para o pagamento de impostos é seis vezes maior que no Chile e o número de dias necessários para abrir uma empresa é três vezes maior que na China.

## QUADRO 48

### O Brasil se encontra defasado no ranking global de obtenção de crédito para empresas devido a dificuldades com impostos e burocracia



FONTE: Banco Mundial, Doing business (2017)

## 7.3 Desafios para investimento, financiamento e fomento de IoT no Brasil

O desenvolvimento de um ecossistema de IoT depende da solução de desafios estruturais e específicos para financiamento no Brasil. Em termos de desafios estruturais, por exemplo, observa-se que o país investe relativamente pouco em P&D e o governo é o maior investidor de risco. Também se observa que investimentos em capital de risco no Brasil o tornam líder na América Latina, mas o país ainda se encontra atrás de países líderes em inovação. As questões abaixo sintetizam os principais desafios de investimento, financiamento e fomento de IoT mapeados pelo estudo.

### ■ Desafios estruturais:

- Como criar um ambiente propício para inovação dadas as condições estruturais do país?
- Como estimular o setor privado a aumentar seus investimentos em capital de risco e desenvolver processos de financiamento (por exemplo, médio a longo prazo) de forma a estimular a inovação?
- Como aprimorar e ampliar o uso dos instrumentos de incentivos fiscais?
- Como aumentar a inserção global das empresas inovadoras brasileiras?
- Como atrair mais investidores internacionais?

### ■ Desafios específicos:

- Quais são as necessidades específicas de IoT com relação a financiamento e fomento, tanto para start-ups quanto para médias e grandes empresas?
- Existe necessidade de desenvolver instrumento de financiamento específico para IoT ou de apenas aperfeiçoar os existentes?

## 8. Oportunidades chave para as horizontais de IoT no Brasil

No contexto dos desafios apresentados nas horizontais relevantes para IoT, destacam-se 7 oportunidades-chave para o país, que seriam de grande importância para transformar o cenário brasileiro para o pleno desenvolvimento de IoT:

- **Fortalecer rede de talentos** pela atração de profissionais brasileiros e estrangeiros e pela criação e revisão de currículo para acelerar formação de recursos em IoT
- **Criar agenda única** para o desenvolvimento de IoT com **participação integrada** dos **setores público, privado e academia**
- **Fortalecer o ambiente de *start-ups* no Brasil** reduzindo o risco da inovação e reforçando rede de suporte aos empreendedores
- **Revisar mecanismos de financiamento e fomento existentes** para estimular investimentos do setor privado
- **Revisar arcabouço regulatório nacional e retirar entraves** para promover o desenvolvimento de IoT no Brasil
- **Inserir o Brasil nas discussões globais de IoT**, atuando de forma relevante na definição de padrões e normas, com ênfase na promoção da interoperabilidade
- **Adotar tecnologias de conectividade para viabilizar IoT**, suprimindo demanda em áreas remotas

A seguir estas oportunidades são detalhadas, destacando os potenciais benefícios da aplicação de IoT.

## **8.1 Fortalecer rede de talentos pela atração de profissionais brasileiros e estrangeiros e pela criação e revisão de currículo para acelerar formação de recursos humanos em IoT**

O êxodo de brasileiros qualificados para o exterior e o baixo percentual de formandos em computação são evidências de que existem oportunidades de melhoria na formação e retenção de talentos no país.

De 2011 a 2015, o número de declarações de brasileiros de saída definitiva do país cresceu 14% ao ano, segundo a receita federal. Em termos de formação de talentos para áreas relacionadas a IoT, o Brasil forma proporcionalmente pouco: 0,1% do total de graduados, quatro vezes menos que o Reino Unido ou metade dos Estados Unidos.

Historicamente, o país também tem dificuldade de atrair estrangeiros qualificados para trabalhar em indústrias inovadoras como TIC.

Adensar essa população de profissionais aptos a trabalhar com IoT é um importante desafio para que essa tecnologia deslanche no Brasil.

## **8.2 Criar agenda única para o desenvolvimento de IoT com participação integrada dos setores público, privado e academia**

Embora o Brasil esteja criando fóruns de discussão e deliberação sobre o uso de IoT, há oportunidades para garantir que eles sejam efetivos. Uma preocupação central de lugares como União Europeia, Reino Unido, Índia e Estados Unidos é a colaboração entre atores que conheçam bem cada ambiente específico, como saúde e cidades. Portanto, o alinhamento de pautas por vertical pode ajudar a organizar as demandas relativas a IoT no Brasil.

## **8.3 Fortalecer o ambiente de start-ups no Brasil reduzindo o risco da inovação e reforçando rede de suporte aos empreendedores**

O Brasil tem menos start-ups por 1000 habitantes que países como Egito, Indonésia, Argentina, Peru e Colômbia. E das start-ups que existem no país, mais da metade (54%) não têm mentores, de acordo com os próprios empreendedores.

Um ecossistema realmente inovador só surge em contextos de colaboração entre empreendedores. Os exemplos de sucesso são fundamentais para moldar as aspirações dos que estão começando a empreender em TIC.

## **8.4 Revisar mecanismos de financiamento e fomento existentes para estimular investimentos do setor privado**

O investimento em pesquisa e desenvolvimento no Brasil é de 1,2% do PIB, metade da média dos países da OCDE. Mais da metade desse investimento (58%) é feito pelo governo, ao contrário de países desenvolvidos como Japão e Alemanha, onde a iniciativa privada faz a maior parte dos dispêndios em P&D.

Entre outros fatores, a alta taxa de juros inibe investimentos privados porque favorece opções mais seguras e rentáveis. O volume de Venture Capital no Brasil é muito baixo: 0.01% do PIB, oito vezes menos que a Coreia do Sul.

Uma reformulação dos mecanismos de financiamento necessariamente passa por incentivos para que a iniciativa privada assuma mais protagonismo no gasto com P&D.

## **8.5 Inserir o Brasil nas discussões globais de IoT, atuando de forma relevante na definição de padrões e normas, com ênfase na promoção da interoperabilidade**

O Brasil não participa ativamente de fóruns de discussão de aplicações de IoT. Para que o país ocupe uma posição de destaque na aplicação dessa tecnologia, precisará participar de grupos como o SG20, que é parte da organização internacional ITU. O Brasil contribuiria para desenvolver padrões que impulsionem IoT no mundo, com o objetivo de criar uma sociedade conectada em áreas como transporte, energia, água e saúde.

## **8.6 Adotar tecnologias de conectividade para viabilizar IoT, suprimindo demanda em áreas remotas**

Uma oportunidade que se apresenta é prover conectividade para viabilizar IoT, em áreas onde há grande potencial, mas que possuem deficiência de infraestrutura de conectividade. Novos modelos de negócio podem alavancar o surgimento de novos entrantes que complementem a oferta de serviços de conectividade, tornando mais robusto o ecossistema de IoT no país.