



# Produto 9a: Relatório Final do Estudo

Janeiro de 2018

# Sumário

<b>1</b>	<b>RESUMO EXECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTO .....</b>	<b>6</b>
2.1	PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO ESTUDO.....	6
2.2	GUIA DOS PRODUTOS.....	9
<b>3</b>	<b>DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>10</b>
3.1	O QUE É INTERNET DAS COISAS.....	10
3.2	LIÇÕES DOS PAÍSES LÍDERES EM IoT.....	11
3.3	ASPIRAÇÕES DE PAÍSES LÍDERES EM IoT .....	15
3.4	ROADMAP TECNOLÓGICO DE IoT .....	16
3.5	DESAFIOS BRASILEIROS SOLUCIONADOS POR IoT .....	20
3.6	ADOÇÃO DE IoT: NOVOS DESAFIOS E TECNOLOGIAS .....	22
3.7	ASPIRAÇÃO DO BRASIL EM IoT .....	23
3.8	BARREIRAS PARA DESENVOLVIMENTO E ADOÇÃO DE IoT .....	24
3.8.1	<i>Capital humano .....</i>	25
3.8.2	<i>Inovação e inserção internacional.....</i>	25
3.8.3	<i>Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade.....</i>	27
3.8.4	<i>Regulatório, segurança e privacidade .....</i>	28
3.9	O CENÁRIO DA OFERTA BRASILEIRA DE SOLUÇÕES DE IoT.....	29
3.10	DESAFIOS DE PD&I E OPORTUNIDADES-CHAVE DA OFERTA .....	30
<b>4</b>	<b>APROFUNDAMENTO.....</b>	<b>32</b>
4.1	DEFINIÇÃO DAS VERTICais.....	32
4.2	DETALHAMENTO DOS AMBIENTES DE APLICAÇÃO DE IoT PARA O BRASIL .....	33
4.3	PRIORIZAÇÃO DE AMBIENTES .....	40
4.3.1	<i>O processo de priorização .....</i>	40
4.4	IoT EM CIDADES .....	44
4.5	IoT EM SAÚDE .....	50
4.6	IoT EM RURAL .....	56
4.7	IoT EM INDÚSTRIAS .....	62
4.8	DESAFIOS E BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE IoT NOS AMBIENTES PRIORIZADOS .....	66
<b>5</b>	<b>PLANO DE AÇÃO .....</b>	<b>67</b>
5.1	CONSTRUÇÃO E ESTRUTURA DO PLANO DE AÇÃO .....	67
5.2	TIPOS DE INICIATIVAS .....	68
5.3	PLANO DE AÇÃO .....	70
5.3.1	<i>Inovação &amp; inserção internacional .....</i>	71
5.3.2	<i>Capital humano .....</i>	75
5.3.3	<i>Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade .....</i>	76
5.3.4	<i>Regulatório, segurança e privacidade .....</i>	79
5.4	PROJETOS MOBILIZADORES .....	83
5.4.1	<i>Ecossistema de inovação .....</i>	83
5.4.2	<i>Observatório de IoT .....</i>	89
5.4.3	<i>IoT em cidades: soluções para melhoria da vida da população .....</i>	90
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>95</b>

## **1 Resumo executivo**

**O campo da Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) é oportunidade única para o Brasil capturar seu valor.** Até 2025, no mundo, a IoT terá um impacto econômico de US\$ 4 a 11 trilhões, maior que a robótica avançada, as tecnologias *cloud*, e até mesmo a internet móvel. **No Brasil, o impacto potencial é de US\$ 50 a 200 bilhões por ano, valor que representa cerca de 10% do PIB brasileiro.**

Ao longo do ano de 2017, o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) investiram muito tempo e esforço para garantir que o Brasil se beneficie dessa onda tecnológica. O estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil” é um marco fundamental nessa trajetória, pois consolida uma visão estratégica sobre o tema em âmbito nacional.

Mais importante do que os documentos deste estudo é o legado de um ecossistema de IoT nacional, mais maduro e robusto. Isso está sendo alcançado por meio de uma construção inovadora, que está engajando atores de diversos órgãos públicos, sociedade civil, iniciativa privada e academia. A mensagem dessa integração é clara: “o Governo deseja atuar como facilitador, colocando a sociedade como protagonista dessa revolução”.

Nesse contexto, foi lançado o Plano de Ação do Estudo de Internet das Coisas, o primeiro passo para nos tornarmos um país mais inovador, onde diferentes atores trabalham em conjunto para atingir um objetivo maior. O Estudo consolidou a Aspiração do Brasil que é tornar a IoT **um instrumento de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, capaz de aumentar a competitividade da economia, fortalecer as cadeias produtivas nacionais e promover a melhoria da qualidade de vida**. A partir desse objetivo, quatro ambientes de aplicação foram priorizados: **Cidades, Saúde, Rural e Indústria**.

A **aspiração de Cidades** é elevar a **qualidade de vida da população** por meio da adoção de tecnologias e práticas que viabilizem a **gestão integrada dos serviços** e a **melhoria da mobilidade, segurança pública e uso de recursos**.

A **aspiração de Saúde** é contribuir para a **ampliação do acesso à saúde de qualidade** no Brasil, por meio da criação de uma **visão integrada dos pacientes, descentralização da atenção à saúde, e da melhoria de eficiência das unidades de saúde**.

A **aspiração de Rural** é **aumentar a produtividade e a relevância do Brasil** no comércio mundial de produtos agropecuários, com **elevada qualidade e sustentabilidade socioambiental**, e posicioná-lo como o **maior exportador de soluções de IoT para agropecuária tropical**.

Por fim, **na Indústria, a aspiração** é incentivar a **produção de itens mais complexos e aumentar a produtividade** nacional a partir de **modelos de negócios inovadores e de maior cooperação** nas diversas cadeias produtivas.

Depois da definição do “que” IoT pode fazer para solucionar os grandes desafios do Brasil, a próxima etapa é definir “como” os atores devem atuar. **As iniciativas do Plano estão estruturadas em quatro horizontais: (1) Capital humano, (2) Inovação e inserção internacional, (3) Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade, e (4) Regulatório, segurança e privacidade.**

A horizontal Capital humano garantirá que o Brasil capture o potencial de IoT enquanto beneficia diretamente a população. Algumas iniciativas emblemáticas são:

- Aumentar a oferta e a qualidade de cursos técnicos, profissionalizantes e de extensão voltados para competências básicas de IoT.
- Fomentar bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado em parceria com empresas que estejam desenvolvendo IoT.
- Apoiar e estimular o aprendizado de programação e robótica no ensino médio de escolas públicas e privadas.
- Criar cartilha para servidores públicos e gestores municipais sobre aplicação de IoT em cidades, contendo diretrizes e elementos básicos para desenvolvimento e adoção de tecnologias.

A horizontal Inovação e inserção internacional permitirá que o Brasil aumente sua representatividade internacional em IoT e se torne referência em aplicações-chave. Exemplos de iniciativas desta horizontal incluem:

- Adaptar instrumentos públicos para viabilizar financiamento de projetos piloto, capacitação das pessoas e P&D das plataformas.
- Fortalecer Centros de Competência em tecnologias habilitadoras para IoT.
- Criar fóruns de apresentação de start-ups e scale-ups de base tecnológica a empresas.
- Incentivar a adoção de soluções de IoT e inovação local por meio de encomendas tecnológicas do Governo.

Parte destas iniciativas da horizontal Inovação e inserção internacional estão estruturadas em torno de **três projetos mobilizadores**:

- **Estruturar redes de inovação nos ambientes priorizados, que:**
  - Estimulem a experimentação de tecnologias e adoção de IoT com foco nos objetivos estratégicos dos ambientes.
  - Permitam a interlocução com o governo de forma centralizada e simples.
  - Disseminem conhecimento gerado no ecossistema de inovação.
- **Fortalecer centros de competência em tecnologias fundamentais para IoT, como inteligência e conectividade, que:**
  - Desenvolvam pesquisa tecnológica de ponta.

- Cooperem com o setor empresarial.
  - Contribuam para a inovação por meio de transferência de tecnologia.
- **Criar um Observatório de IoT que:**
    - Engaje o ecossistema de IoT no Brasil.
    - Divulgue e monitore as iniciativas do Plano Nacional de IoT.

A Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade será essencial para que IoT se dissemine pelo país. São exemplos de iniciativas dessa horizontal:

- Fomento ao desenvolvimento de tecnologias e à disseminação de modelos de negócio para conectividade de baixo custo nos ambientes priorizados.
- Identificação de mecanismos para o estímulo de provedores regionais, com ênfase na oferta de conectividade para o ambiente rural.
- Incentivo aos modelos de negócios em IoT articulados com planos de governo para conectividade em cidades.
- Fomento ao desenvolvimento de *frameworks* para integração e plataformas abertas, padronizadas e seguras para adoção de IoT nos ambientes priorizados.

Finalmente, a horizontal Regulatório, segurança e privacidade será um elemento habilitador muito importante para impulsionar a adoção de IoT. Nessa horizontal, há diversos elementos catalisadores mais amplos do que a governança do estudo, mas que são essenciais para o pleno desenvolvimento de IoT, por exemplo:

- Garantia à privacidade e à proteção de dados pessoais por meio de legislações específicas.
- Preparo do país para lidar com os crescentes riscos à segurança da informação.
- Aperfeiçoamento da regulação para facilitar o investimento na ampliação de rede no país.
- Aprimoramento de requisitos técnicos da Anatel para a avaliação da conformidade de equipamentos de radiocomunicação restrita.

Este estudo técnico, conduzido de forma inovadora, servirá de base para o Plano Nacional de Internet das Coisas. Ao identificar os principais gargalos para a expansão de IoT e propor um conjunto robusto de iniciativas para endereçá-los, permitirá que o país se torne protagonista em seu desenvolvimento. O maior desafio agora é a implementação das iniciativas e a continuidade do engajamento dos diversos atores necessários para o sucesso do Plano. No entanto, o resultado do esforço será recompensado com impactos volumosos na economia e na qualidade de vida dos brasileiros.

## 2 Contexto

### 2.1 Processo de construção do estudo

Este Relatório Final do Estudo é um produto do estudo "Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil", liderado pelo BNDES, em parceria com o MCTIC. Seu objetivo é propor um plano de ação estratégico para o país em IoT. Ele está dividido em quatro grandes fases:

- **Fase I – Diagnóstico geral e aspiração para o Brasil (jan. 2017–abr. 2017):** obtenção de visão geral do impacto de IoT, entendimento das competências de tecnologias da informação e comunicação (TIC) e definição de aspirações iniciais para IoT no país.
- **Fase II – Seleção de verticais e horizontais (abr. 2017–mai. 2017):** definição de critérios-chave para a seleção e priorização de verticais (grupos de possíveis usos de IoT) e horizontais (grupos de elementos habilitadores para adoção e desenvolvimento de IoT).
- **Fase III – Aprofundamento e elaboração de Plano de Ação 2018-2022 (jun. 2017–set. 2017):** aprofundamento nas verticais escolhidas, elaboração de visão para IoT para cada vertical e elaboração de Plano de Ação 2018-2022.
- **Fase IV – Suporte à implementação (out. 2017–mar. 2018):** apoio à execução do Plano de Ação 2018-2022.

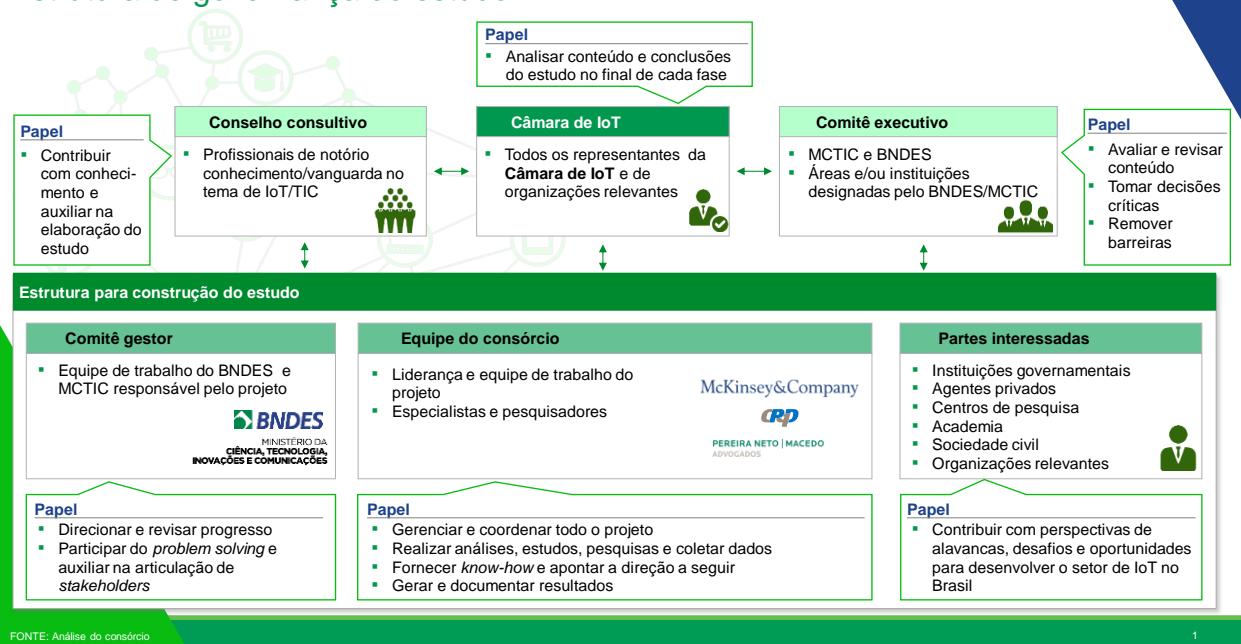
Os documentos publicados podem ser acessados no *site* do BNDES<sup>1</sup>, no item Guia dos produtos.

Com a proposta de construção coletiva deste estudo, uma governança robusta foi criada para direcionar, discutir e acompanhar todas as etapas dele. Essa estrutura é apresentada no QUADRO 1.

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/estudos/chamada-publica-internet-coisas/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>>. Acessado em: 25 de outubro de 2017.

## QUADRO 1

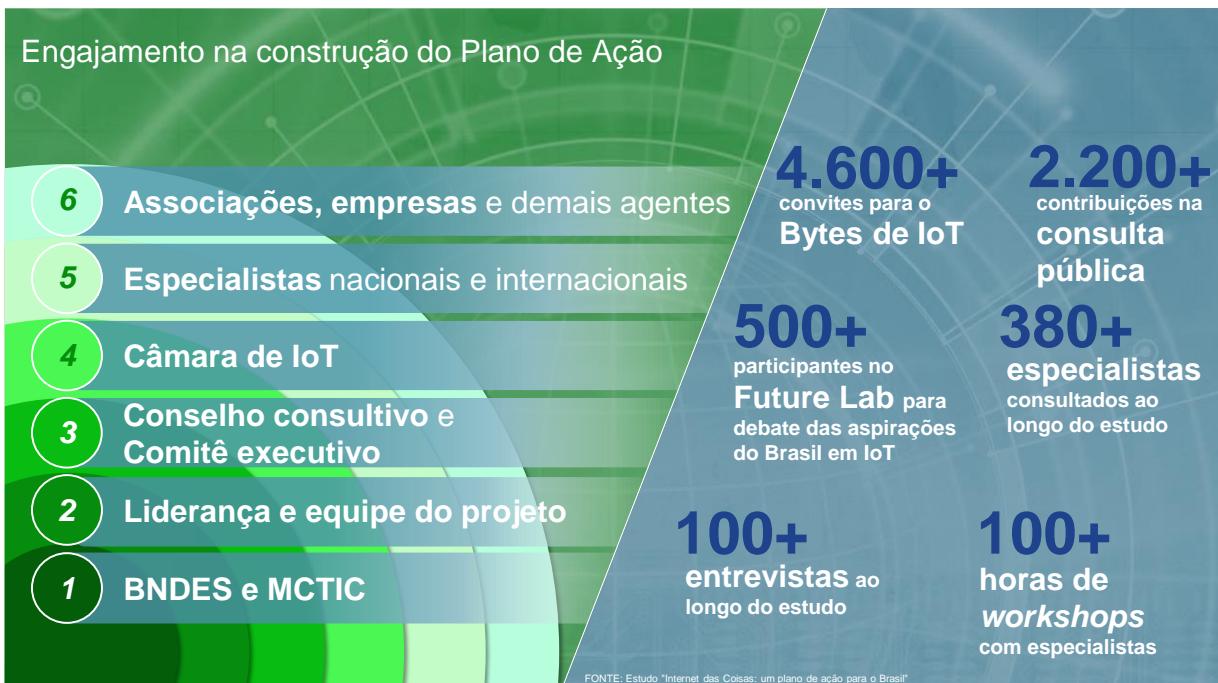
### Estrutura de governança do estudo



1

Diversos atores foram convidados para fazer parte do ecossistema com o intuito de garantir que o plano de ação considerasse as percepções de todos os envolvidos. No QUADRO 2, são apresentados alguns números do engajamento na construção do Plano de Ação.

## QUADRO 2



A primeira construção conjunta do estudo foi a aspiração do Brasil em IoT. Ela foi definida através de inúmeras interações, tanto com a estrutura de governança do plano quanto com o público envolvido com o Bytes de IoT – uma ferramenta de engajamento digital.

Tendo a aspiração como objetivo, o estudo definiu um modelo de priorização para ajudar o país a direcionar seus esforços. Alimentado por inúmeros atores-chave, o modelo auxiliou o Comitê Gestor do estudo na definição de quatro frentes prioritárias: três diretamente ligadas aos ambientes Cidades, Saúde e Rural, e uma formada pela junção dos ambientes Fábricas e Indústrias de base.

Esses ambientes foram analisados através de quatro horizontais: (1) Capital humano, (2) Inovação e inserção internacional, (3) Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade, e (4) Regulatório, segurança e privacidade. A partir dessa análise, foi estruturado um plano de ação com mais de 70 iniciativas, sendo 17 ações estruturantes e 31 medidas. As ações estruturantes são iniciativas fundamentais para o desenvolvimento de IoT no Brasil e sua implementação pode ser acompanhada na estrutura de governança do Plano de Ação. As medidas complementam as ações estruturantes para a entrega dos objetivos específicos e estratégicos, ampliando o impacto do plano.

Além das ações estruturantes e medidas, também foram identificados elementos catalisadores, que são ações capazes de potencializar o efeito de IoT no país, mas que são mais amplos do que o tema IoT, cujos fóruns de tomada de decisão são muito elevados e requerem uma discussão abrangente de prioridades do país.

Por fim, foram estabelecidos três projetos mobilizadores, que agrupam diversas iniciativas e que têm alta prioridade dentro da governança responsável pela implementação do plano de ação de IoT: (1) Redes de inovação e cooperação, (2) Observatório de IoT, e (3) IoT em cidades.

Este documento apresenta uma síntese do estudo realizado ao longo de nove meses. Seus principais objetivos são (1) mostrar o diagnóstico do ecossistema brasileiro de IoT e as tendências mundiais, (2) explicar como foi feito o processo de priorização dos ambientes de aplicação, (3) aprofundar nos desafios dos ambientes e nas aplicações de IoT para resolvê-los, (4) apresentar o Plano de Ação de IoT, e, por último, (5) esclarecer os próximos passos.

## 2.2 Guia dos produtos

No QUADRO 3 estão descritos os produtos publicados e disponíveis no *site* do BNDES<sup>2</sup>.

### QUADRO 3

#### Relatórios publicados pelo estudo

Fase	#	Produto	Descrição
Fase I	1	Relatório de <i>Benchmark</i>	Análise de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento e adoção de IoT em 11 países e União Europeia.
	2A	Sumário Executivo do <i>Roadmap</i> tecnológico	Síntese das principais tendências tecnológicas em IoT nas quatro camadas definidas pela União Internacional de Telecomunicações.
	2B	Relatório do <i>Roadmap</i> tecnológico	Análise das principais tendências tecnológicas em IoT nas quatro camadas definidas pela União Internacional de Telecomunicações.
	3A	Aspiração do Brasil para IoT	Descrição do processo de construção colaborativa realizado para definir a Aspiração do Brasil para IoT.
	3B	Ambientes para IoT	Definição dos dez ambientes de aplicação e exemplos de casos de uso em cada ambiente.
	3C	Análise de Demanda	Mapeamento de desafios do Brasil que poderiam ser solucionados com a adoção de IoT.
	3D	Análise de Oferta	Mapeamento da oferta de soluções de IoT no Brasil.
	3E	Análise da Horizontal Ambiente Regulatório	Análise dos aspectos regulatórios ligados ao desenvolvimento e à adoção de IoT no Brasil.
	3F	Análise de Horizontais	Análise dos elementos habilitadores para o desenvolvimento e adoção de IoT no Brasil.
Fase II	4A	Relatório de Entrevistas e Pesquisas	Registro das entrevistas realizadas ao longo da Fase I do estudo.
	4B	Relatório de Entrevistas e Pesquisas – Fase II	Registro das entrevistas realizadas ao longo da Fase II do estudo.
	5A	Apresentação do Resultado de Priorização de Verticais	Apresentação realizada em Webinar que explica o resultado da priorização das verticais.
	5B	Relatório de Seleção de Horizontais e verticais – Parcial	Descrição da metodologia para priorização das verticais e da árvore de critérios para priorização.
Fase III	6	Relatório de Seleção de horizontais e verticais – Final	Descrição da metodologia de priorização das verticais, análise dos critérios, resultado da matriz de priorização e seleção das verticais.
	4C	Relatório de Entrevistas e Pesquisas – Fase III	Registro das entrevistas realizadas ao longo da Fase III do estudo.
	7A	Relatório de Aprofundamento das Verticais: Cidades, Saúde, Rural e Indústrias	Análise dos desafios que podem ser solucionados por IoT, descrição das aplicações que solucionam esses desafios, apresentação das competências tecnológicas mais relevantes, mapeamento das barreiras para o desenvolvimento e definição da visão de IoT para a vertical.
	8A	Relatório do Plano de Ação	Conjunto de iniciativas levantadas e priorizadas para implementação.
	8B	Relatório do Plano de Ação - Ambiente Regulatório	Conjunto de iniciativas no âmbito regulatório levantadas e priorizadas para implementação.
	9A	Relatório Final do Estudo	Detalhamento de todos os aprendizados e suas implicações para o desenvolvimento de IoT para o Brasil.
	9B	Síntese do Relatório Final do Estudo	Síntese dos principais aprendizados do estudo e suas implicações para o Brasil.

FONTE: Análise do consórcio

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/estudos/chamada-publica-internet-coisas/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>>. Acessado em: 25 de outubro de 2017.

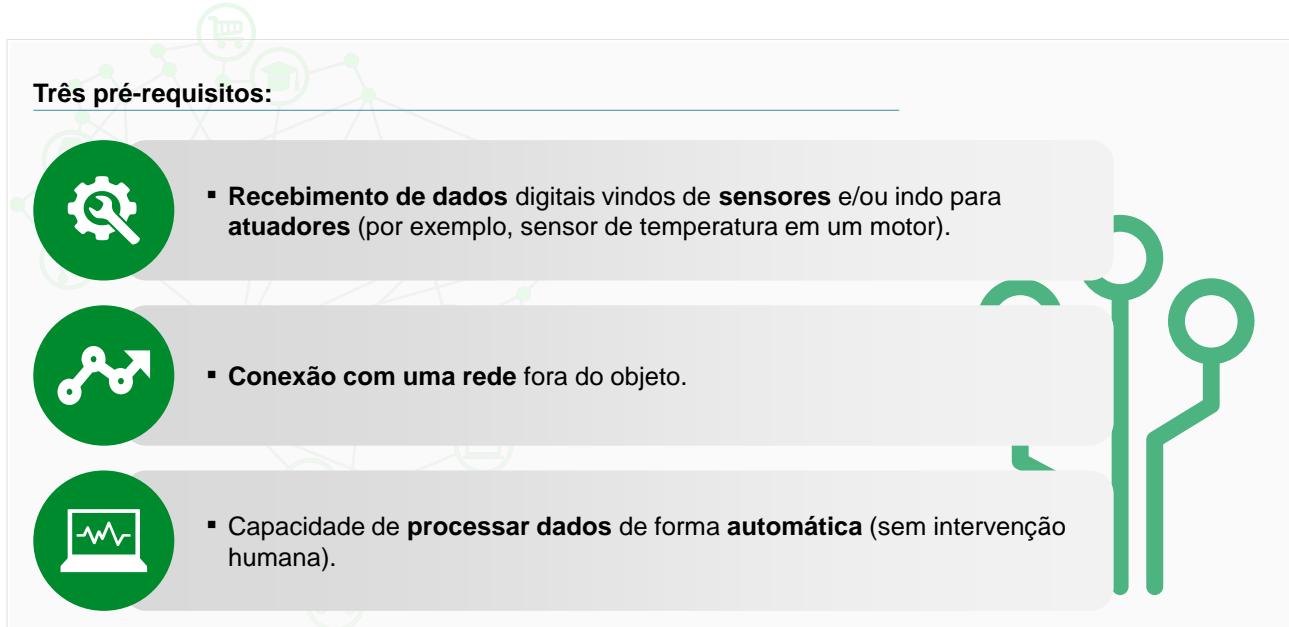
### 3 Diagnóstico

#### 3.1 O que é Internet das Coisas

De acordo com a União Internacional das Telecomunicações (UIT)<sup>3</sup>, Internet das Coisas (IoT) é uma infraestrutura global para a sociedade da informação, que habilita serviços avançados por meio da interconexão entre coisas (físicas e virtuais), com base nas tecnologias de informação e comunicação (TIC). Em sentido amplo, trata-se não apenas de conectar coisas, mas também de dotá-las do poder de processar dados, tornando-as “inteligentes”. Por isso, a IoT vem ganhando espaço não somente pelo surgimento de tecnologias disruptivas, mas também pela evolução de um conjunto de tecnologias já disponíveis, que estão se tornando mais acessíveis, possibilitando sua adoção em massa. De forma geral, o estudo utilizou três requisitos básicos para que um caso de uso seja considerado IoT, como descrito no QUADRO 4.

#### QUADRO 4

##### Casos de uso: pré-requisitos para IoT



FONTE: MIT, McKinsey Global Institute, análise do consórcio

3

Por exemplo, um trator, além de arar a terra, passa também a coletar uma extraordinária quantidade de dados, que serão posteriormente analisados por uma aplicação hospedada em um *data center*, que produzirá relatórios para o agricultor tomar decisões sobre onde e quando plantar. Em uma linha de montagem, sensores fornecem dados que são analisados e alertam sobre o melhor momento para realizar uma parada para manutenção. Dispositivos vestíveis

<sup>3</sup> A União Internacional das Telecomunicações é uma agência das Nações Unidas para as tecnologias da informação e da comunicação (TIC).

(*wearables*) fornecem informações ao médico sobre indicadores relacionados à saúde de um paciente. Veículos autônomos conseguem se comunicar para evitar acidentes.

### 3.2 Lições dos países líderes em IoT<sup>4</sup>

O primeiro passo para elaboração do Plano de Ação foi a realização de um extenso *benchmark* de políticas públicas relacionadas com IoT. O trabalho é um esforço para identificar tendências de um fenômeno relativamente novo, pois a maioria das políticas públicas ligadas com IoT surgiu há cerca de quatro anos.

Para entender o que está acontecendo e quais são as principais tendências mundiais, adotou-se como referência o que vem sendo feito pelos governos, em 12 regiões selecionadas segundo três critérios: posição de destaque em IoT, forte papel do Estado em IoT e desafios similares ao Brasil. As regiões escolhidas foram: Estados Unidos, Inglaterra, Coreia do Sul, Alemanha, Emirados Árabes Unidos, Japão, China, Cingapura, Suécia, Índia, Rússia e União Europeia<sup>5</sup>.

A partir da análise dos ecossistemas de IoT, pode-se inferir cinco principais lições:

#### 1. Três modelos mais comuns de envolvimento do Estado para o desenvolvimento de IoT

Os principais modelos de atuação adotados pelos Estados estudados são:

- Papel ativo.
- Formador do ecossistema.
- Elaborador de diretrizes e investidor em áreas-foco.

Alguns países estão em estágio inicial de envolvimento, no qual ainda não está claro o papel que o Estado assumirá no futuro. É possível identificar exemplos de países avançados no desenvolvimento de IoT, com diferentes modelos de atuação do Estado. Por exemplo, onde o Estado tem um papel ativo, o governo colabora com a consolidação do ecossistema e direciona os esforços. Já em outros países, como Estados Unidos e Reino Unido, onde o envolvimento do Estado é menos intenso, a posição de destaque global em IoT resulta principalmente da presença forte do setor privado. Dessa forma, a atuação mais adequada do Estado deve ser avaliada pelo contexto do país.

Os três principais modelos de atuação do Estado observados nos países do *benchmark* estão descritos no QUADRO 5.

<sup>4</sup> Esta seção contém uma síntese do Produto I – Relatório de *Benchmark*. Para mais informações, acesse o documento completo no *site* do estudo.

<sup>5</sup> A União Europeia, embora não seja um país, foi analisada à parte.

## QUADRO 5

### Modelos de atuação do Estado identificados no *Benchmark*

NÃO EXAUSTIVO

Modelo de atuação <sup>1</sup>	Descrição	Países e região
Papel ativo em IoT	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Governos participam ativamente do desenvolvimento do setor por meio de investimentos, seleção de áreas prioritárias, criação de associações e alianças, iniciativas de regulação e parcerias internacionais.</li> <li>▪ Ações do governo tipicamente consolidadas em um plano nacional.</li> </ul>	 União Europeia  Coreia do Sul  Alemanha  Emirados Árabes Unidos  Japão  China  Cingapura
Formador do ecossistema e incentivador da inovação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Governos se concentram em aproximar e coordenar as ações de empresas, startups e universidades, alavancando mecanismos pré-existentes (p. ex.: setor privado, universidades, agências de inovação e programas de fomento).</li> <li>▪ Investimentos estatais em IoT tendem a ser mais limitados comparado com papel ativo do Estado.</li> </ul>	 Reino Unido  Suécia
Elaborador de diretrizes e investimentos em áreas-foco	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Governos se dedicam a estabelecer diretrizes específicas, realizar investimentos em áreas selecionadas, difundir melhores práticas e viabilizar a competitividade e a abertura de mercados.</li> </ul>	 Estados Unidos  Índia

1 A Rússia se encontra em estágio inicial de envolvimento do Estado, portanto não foi possível determinar o grau de envolvimento do Estado.

FONTE: Análise do consórcio

3

## 2. Modelos de governança variam no contexto local, mas estimulam a formação de um ecossistema

O modelo organizacional utilizado varia de acordo com o envolvimento do Estado e seus objetivos estratégicos. A maioria dos países onde o Estado tem um papel ativo adotou modelos robustos de governança, formados por conselhos executivos e consultivos, além de grupos de trabalho ou comitês temáticos. Tais grupos reúnem associações, alianças e consórcios formados por atores dos setores público e privado.

Há países com posição de destaque em IoT, apesar da adoção de modelos mais descentralizados. Isso ocorre porque esses países já possuíam um ecossistema inovador, como é o caso das incubadoras e do consórcio de universidades no Reino Unido, ou das ações de coordenação focadas em verticais selecionadas nos Estados Unidos.

Os principais modelos de governança nos países do *benchmark* estão descritos no QUADRO 6.

## QUADRO 6

### Modelos de governança dos países do *Benchmark*

NÃO EXAUSTIVO

Descrição		Exemplos
<b>Modelo estruturado com associações específicas ou alianças de IoT formadas pelos setores público e privado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo formal e bem estruturado utilizado por países com envolvimento ativo do Estado em IoT.</li> <li>Associações, alianças ou consórcios conectam setores públicos e privados.</li> <li>Principais atividades: influenciar políticas públicas, realizar investimentos, projetos, compartilhar melhores práticas e consolidar o ecossistema de IoT.</li> <li>Governança formada por: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Assembleia geral ou conselho executivo:</b> toma decisões executivas.</li> <li><b>Conselho consultivo:</b> fornece conhecimento especializado para apoiar as decisões tomadas pela assembleia geral ou conselho executivo.</li> <li><b>Grupos de trabalho ou comitês:</b> elabora projetos e desenvolve recomendações; eles são divididos por temas, como vertical e/ou horizontal.</li> </ul> </li> </ul>	<p>AIOTI Alliance for IoT Innovation (AIOTI)</p> <p>Korea IoT Association</p>
<b>Coordenação dos diferentes atores com mecanismos preexistentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O governo coordena os esforços do setor privado e das instituições acadêmicas com mecanismos preexistentes (p.ex., agências de inovação e aceleradores).</li> </ul>	<p>IoT Acceleration Consortium (ITAC)</p> <p>Plattform Industrie 4.0</p>
<b>Iniciativas com foco em verticais específicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consórcios ou iniciativas promovidas por agências do governo para verticais específicas.</li> </ul>	<p>IoT CHINA IoT Technology Innovation Alliance</p> <p>CATAPULT Digital Catapults: aceleradores que vinculam os setores público e privado e as universidades; fornecem ambientes de teste, além de <i>mentoring</i> e oportunidades de financiamento.</p> <p>PETRAS Consórcio de universidades: formado por nove universidades de elite, com foco em IoT.</p> <p>SMART CITY CHALLENGE Smart city challenge: competição organizada pelo Departamento de Transporte.</p> <p>WHITE HOUSE White House Smart Cities Initiative: promoção de parcerias entre cidades, instituições acadêmicas e o setor privado.</p> <p>SHLCD Smart Manufacturing Innovation Institute: parceria público-privada com foco em P&amp;D para a manufatura inteligente.</p>

FONTE: Análise do consórcio

4

### 3. Governos adotam diferentes ações para estimular a inovação, porém enfatizam a formação do ecossistema e a redução do risco de inovação

No estímulo à inovação, a maioria dos países atua através de investimentos diretos, elaboração de políticas públicas, criação de *clusters*, programas de suporte a pequenas e médias empresas, além de estímulo a *startups* e à demanda. Apesar das variações no papel do Estado, os governos vêm adotando ações para estimular o ecossistema e reduzir o risco da inovação. Tais ações consistem em contratos com o setor público, incentivos fiscais, aproximação de atores, geração de oportunidades de suporte e mentoria e promoção de uma cultura empreendedora.

As principais ações de estímulo à inovação adotadas pelos países do *benchmark* estão descritas no QUADRO 7.

## QUADRO 7

### IoT: estímulo à inovação e promoção do ecossistema

NÃO EXAUSTIVO

Ações	Exemplos
Realização de investimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa Horizon 2020: US\$ 200 milhões em IoT.</li> <li>Estratégia High Tech: US\$ 15 bilhões para o setor digital entre 2014-2015.</li> <li>Advanced Manufacturing Fund e National Integrated Circuit Fund (US\$ 2,9 bilhões e US\$ 20 bilhões, respectivamente)</li> <li>Programa Smart City: cerca de US\$ 1,7 bilhão entre 2017 e 2027.</li> <li>Programa Smart Nation: US\$ 1,6 bilhão.</li> <li>National Science Foundation (NSF) e National Institute of Standards and Technology (NIST): US\$ 35 milhões para realização de pesquisas em IoT.</li> </ul>
Formação de clusters	<ul style="list-style-type: none"> <li>Center for Creative Economy &amp; Innovation: 17 clusters desenvolvidos em parceria com empresas de grande porte (p. ex.: Samsung, LG e Korea Telecom); 4 grupos atualmente desenvolvem tecnologias de IoT.</li> <li>Urban ICT Arena no Kista Science Center em Estocolmo.</li> <li>Centre of Excellence for IoT, Bangalore: estruturado para fornecer uma plataforma de crescimento acelerado a empresas de IoT da Índia.</li> </ul>
Estímulo a pequenas e médias empresas (PMEs) e startups	<ul style="list-style-type: none"> <li>Start-up Europe Partnership e IoT-European Platform Initiative.</li> <li>Mittelstand 4.0 Initiative: oferece <i>mentoring</i>, investimentos e acesso a áreas de teste para PMEs e startups.</li> <li>Tech City UK.</li> <li>Start-up India, Stand-up India.</li> </ul>
Incentivo à demanda de IoT por meio de contratos com o setor público	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comissão Europeia cria regulação para promover o comércio eletrônico e movimentar dados em diferentes países.</li> <li>High-Performance Buildings Pilot Project: parceria entre Seattle, Microsoft e Seattle 2030 District.</li> </ul>

FONTE: Análise do consórcio

5

#### 4. Os programas de formação de recursos humanos são comuns, mas estão em diferentes graus de evolução

Para que o setor de IoT prospere, é fundamental que os países invistam na formação, atração e retenção de capital humano. Atualmente, observa-se que os programas de capacitação em IoT estão em diferentes etapas de desenvolvimento, estando alguns países mais evoluídos e outros em fases iniciais.

Os principais programas de formação desenvolvidos pelos países do *benchmark* estão descritos no QUADRO 8.

## QUADRO 8

### Programas de formação desenvolvidos pelos países do *Benchmark*

NÃO EXAUSTIVO

Ações	Descrição	Exemplos
Políticas do governo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Políticas governamentais para aumentar as capacidades necessárias no setor e vincular essas capacidades às oportunidades de emprego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skills agenda 2016</li> <li>Digital agenda 2020</li> </ul>
Ensino básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introdução de TI, habilidades de informática e programação no ensino fundamental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidades em ICT são parte do currículo</li> <li>Habilidades em ICT são parte do currículo</li> <li>ICT integrado à educação</li> <li>ICT integrado à educação</li> </ul>
Conexão de universidades com indústria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ações governamentais para viabilizar a cooperação entre indústria e universidades,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consórcio de universidades</li> <li>IoT Policy Committee</li> <li>Centros de excelência em IoT</li> </ul>
Conferências da indústria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organização de workshops, conferências e treinamentos em tópicos específicos relacionados com IoT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT Association</li> <li>IoT Sweden Forum</li> <li>IoT China</li> </ul>

FONTE: Análise do consórcio

6

## **5. Regulamentação é um tema-chave, mas ainda não existe uma direção clara sendo adotada**

Independentemente dos objetivos, os governos estão atuando em temas-chave que exigem investimentos expressivos e coordenação entre os setores público e privado. Nos temas de regulamentação, a padronização é um dos mais críticos, porque não há uma estratégia única entre os países. Alguns governos têm estimulado a elaboração de padrões abertos e/ou parcerias com diretrizes globais e a participação em fóruns de normatização; outros têm adotado uma postura menos direta, transferindo para o mercado a definição de padrões em IoT. Outro tema relevante é a criação de leis e instituições específicas para regular questões de privacidade e segurança, assunto hoje debatido por todos os países analisados.

### **3.3 Aspirações de países líderes em IoT**

A definição da aspiração é um importante passo para direcionar os esforços do país e mobilizar os principais atores a endereçar objetivos relevantes. Nesse sentido, a análise de experiências internacionais<sup>6</sup> forneceu importantes insumos para o exercício brasileiro. A análise das aspirações dos países estudados permitiu inferir que, de forma geral, as aspirações em IoT são definidas com base em duas dimensões principais:

- **Principal objetivo com relação à IoT:** foram observados dois tipos principais de objetivos:
  - Atingir a liderança global em IoT, visando manter ou alcançar uma posição de vanguarda tecnológica.
  - Utilizar a IoT para solucionar desafios locais, como aumentar a competitividade da economia ou melhorar a qualidade de vida de seus cidadãos.
- **Número de verticais prioritárias:** foram observados dois tipos principais de posicionamento:
  - Estratégia mais ampla, focando em um grande número de verticais.
  - Esforços priorizados em um grupo mais restrito de verticais, como manufatura avançada e cidades inteligentes.

O posicionamento dos países em relação às duas dimensões permitiu agrupá-los em quatro grupos, ou arquétipos:

- **Arquétipo 1:** buscam a liderança global em IoT, tanto no desenvolvimento quanto na implementação de IoT, entre os quais se destacam Estados Unidos, Coreia do Sul e Reino Unido.

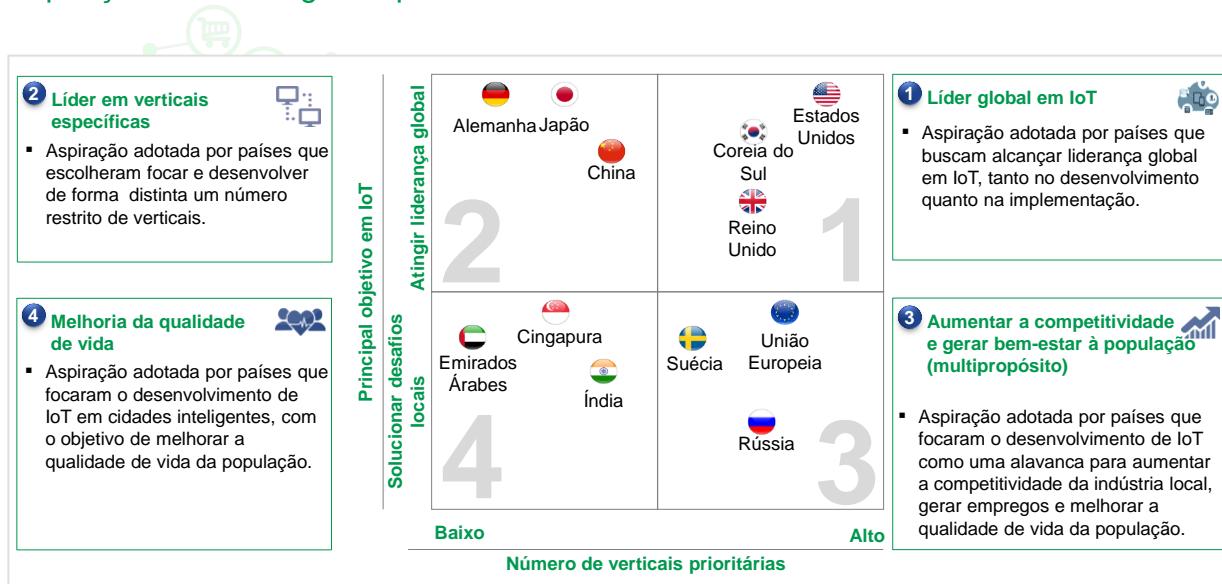
<sup>6</sup> Foram analisados 11 países e um bloco de países: União Europeia, Coreia do Sul, Estados Unidos, China, Japão, Reino Unido, Alemanha, Índia, Cingapura, Suécia, Emirados Árabes Unidos e Rússia.

- **Arquétipo 2:** buscam liderança em verticais específicas; essa é a aspiração adotada por países que escolheram desenvolver de forma distintiva um número restrito de verticais. Fazem parte desse grupo Alemanha, Japão e China.
- **Arquétipo 3:** buscam utilizar a IoT para aumentar a competitividade e gerar bem-estar à população. Esses países focaram o desenvolvimento de IoT como uma alavanca para aumentar a competitividade da indústria local, gerar empregos e melhorar a qualidade de vida da população. O bloco econômico da União Europeia, a Suécia e a Rússia adotaram essa aspiração.
- **Arquétipo 4:** têm como aspiração a melhoria da qualidade de vida. Eles focaram o desenvolvimento de IoT em cidades inteligentes, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população. Entre os países que adotaram essa aspiração, destacam-se Cingapura, Emirados e Índia.

O posicionamento dos países nos quatro arquétipos pode ser visto no QUADRO 9.

#### QUADRO 9

##### Aspirações e estratégia de países selecionados



#### 3.4 Roadmap tecnológico de IoT

De maneira semelhante ao *benchmark* de políticas públicas, foi realizado um estudo das tendências tecnológicas de IoT para elaboração de um *roadmap* tecnológico. A diversidade de aplicações da IoT requer o desenvolvimento de inúmeras tecnologias, abrangendo desde o componente semicondutor, que permite a um sensor medir uma determinada grandeza física, passando por um *chip*, que transmite esse dado por radiofrequência, até um servidor, que trata a informação, transformando-a em conhecimento e agregando-lhe valor.

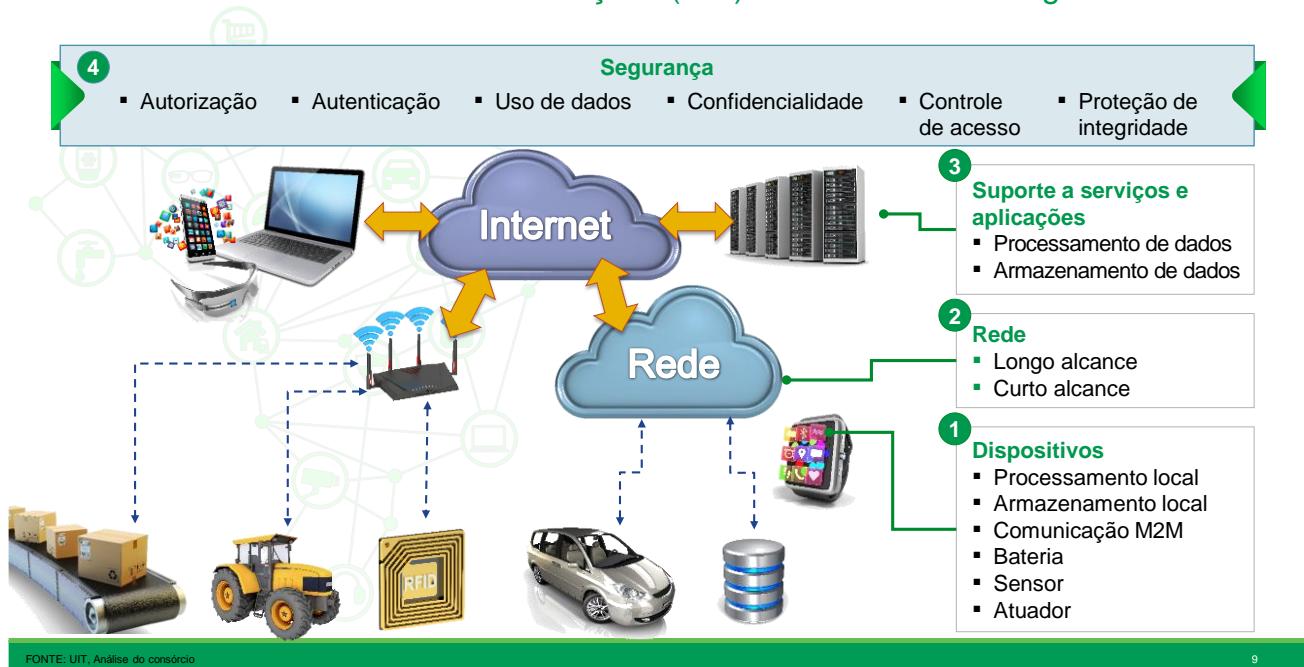
Nesse contexto, a IoT é impulsionada por tecnologias capacitadoras, cuja arquitetura é organizada em camadas, formando uma rede globalmente acessível de coisas, provedores e consumidores. Neste documento, foi utilizada a arquitetura de IoT definida pela União Internacional das Telecomunicações (UIT), baseada em quatro camadas tecnológicas:

- **Dispositivos:** engloba os levantamentos da evolução dos *chips*, sensores, atuadores e estruturas de armazenamento e captação de energia.
- **Rede:** fornece funções de conectividade e controle do acesso e mobilidade para serviços de IoT.
- **Suporte a serviços e aplicações:** provê capacidades de suporte, como processamento ou armazenamento de dados, que podem ser utilizadas por diferentes aplicações de IoT, além de capacidades de suporte de escopo mais específico.
- **Segurança da informação:** apresenta tecnologias utilizadas para garantir a privacidade e a confiabilidade no envio de dados, que permeiam todas as demais camadas.

As quatro camadas tecnológicas, assim como exemplos de soluções em cada camada, estão ilustradas no QUADRO 10.

## QUADRO 10

### União Internacional das Telecomunicações (UIT): 4 camadas tecnológicas

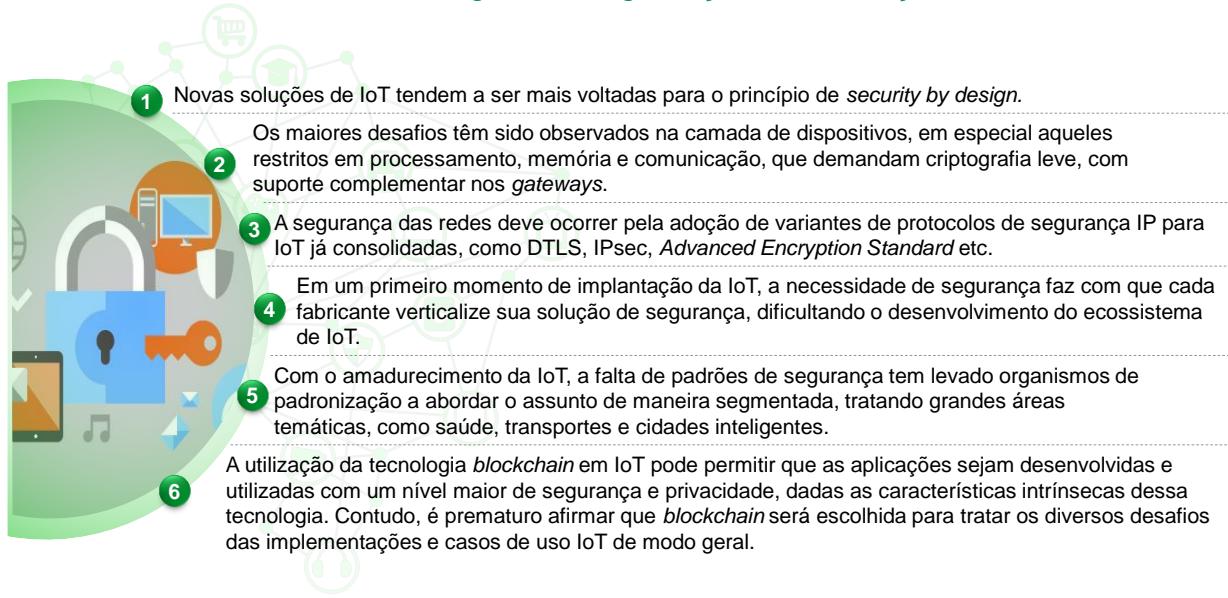


No QUADRO 10, é possível observar uma série de tendências relativas ao desenvolvimento de tecnologias em IoT nas quatro camadas tecnológicas. Essas tendências, apresentadas nos quadros

11 a 14, refletem a direção das tecnologias, com base nas evidências observadas durante a fase de pesquisa e coletas de insumos.

## QUADRO 11

### Tendências da camada tecnológica de Segurança da informação

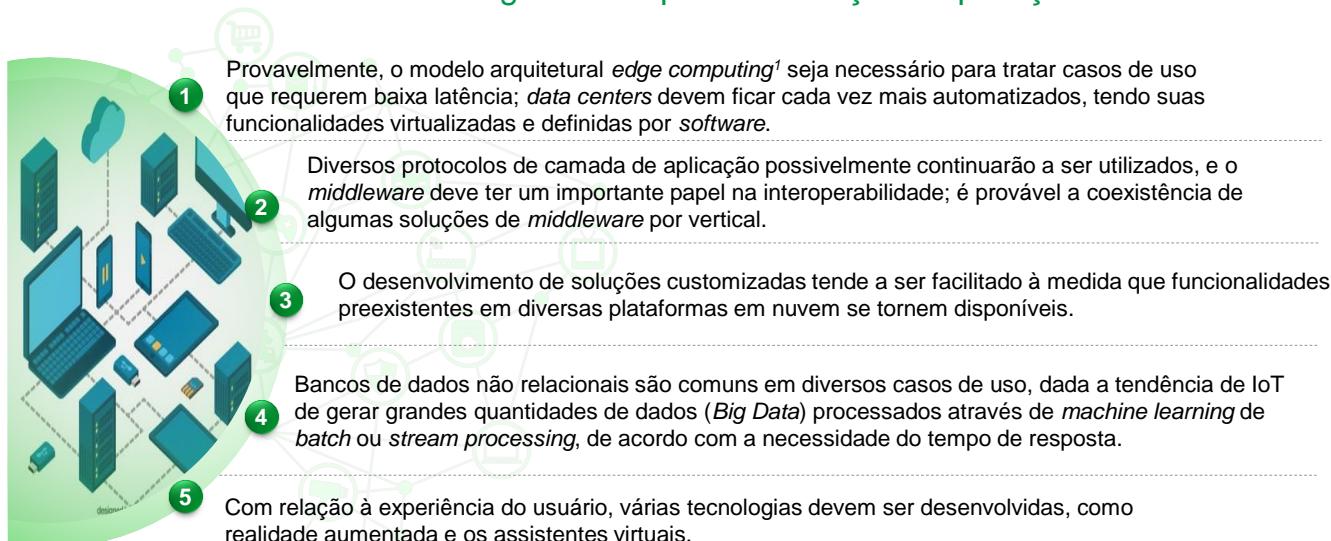


FONTE: Análise do consórcio

9

## QUADRO 12

### Tendências da camada tecnológica de Suporte a serviços e aplicações



<sup>1</sup> O conceito de *edge computing* neste relatório também engloba o conceito de *fog computing*. Tanto a *fog computing* quanto *edge computing* envolvem o direcionamento das capacidades de inteligência e processamento para perto de onde os dados são originados como, por exemplo, os sensores. A principal diferença entre as duas arquiteturas ocorre onde essa inteligência e poder de processamento são colocados. O *fog computing* direciona a inteligência para área local da arquitetura da rede, processando dados em um fog node ou gateway de IoT. O *edge computing* direciona a inteligência, o poder de processamento e as capacidades de comunicação de um gateway ou dispositivo de borda diretamente para controladores de automação programáveis.

FONTE: Análise do consórcio

11

## QUADRO 13

### Tendências da camada tecnológica de Rede

- 
- 1 As tecnologias SDN (Software Defined Network) e NFV (Network Function Virtualization) devem minimizar o impacto da IoT no *core* das redes.
  - 2 Para as tecnologias de conectividade de curto alcance *indoor*, tende a ser maior a adoção dos padrões 802.11 do IEEE<sup>1</sup>, dada a hegemonia do WiFi para acesso à internet sem fio, tanto no ambiente residencial como no corporativo.
  - 3 Um volume considerável de casos de uso deve utilizar dispositivos móveis pessoais (*smartphones* e *tablets*) como *gateways* para sensores e atuadores sem fio, por meio da tecnologia BLE (*Bluetooth Low Energy*).
  - 4 As diversas tecnologias para conectividade de longo alcance, provavelmente, coexistirão para atender a diferentes casos de uso, seja em faixa de frequência licenciada (com vantagem em áreas com cobertura adequada de rede celular), seja em faixa de frequência não licenciada (utilizada por atores que exploram a vantagem *de first movers*).
  - 5 O principal habilitador dos elementos conectados à rede deve continuar sendo o IPv6.

1 IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers: associação profissional de engenheiros elétricos e eletrônicos; busca o avanço educacional e técnico da engenharia elétrica e eletrônica, e disciplinas aliadas.

FONTE: Análise do consórcio

12

## QUADRO 14

### Tendências da camada tecnológica de Dispositivos

- 
- 1 Nós de sensor de IoT tendem a continuar se valendo de unidades microcontroladas (UMCs) como computador principal; sua evolução deve ser marcada principalmente pela queda de custo em relação ao aumento de capacidade.
  - 2 Alguns casos de uso devem demandar um alto desempenho computacional embarcado em objetos inteligentes.
  - 3 Profissionais de desenvolvimento de software embarcado devem ser cada vez mais requisitados pelo mercado. Seu diferencial provavelmente será a proficiência no uso de projetos de código aberto de referência.
  - 4 A grande diversidade de casos de uso de IoT deve estimular inovações em microeletrônica, como SoC customizado, e mecanismos, como MPW (*Multi-Project Wafer*), com potencial de viabilizar projetos de microeletrônica para IoT em startups.
  - 5 Os gateways que atuam provendo conectividade de última milha aos dispositivos podem assumir algumas de suas funções e devem ser comuns em diversas soluções, sendo utilizados para uma grande quantidade de casos de uso.

FONTE: Análise do consórcio

13

### **3.5 Desafios brasileiros solucionados por IoT**

O potencial de IoT na produtividade brasileira e na melhoria dos serviços críticos do país pode chegar a cerca de US\$ 200 bilhões<sup>7</sup>, em 2025, considerando a utilização de IoT em todos os ambientes. Esse valor inclui os ganhos econômicos diretos e indiretos.

Nesse tema, IoT pode agregar valor, principalmente, da seguinte forma:

- **Agregando valor aos produtos de exportação do país:**
  - Otimizando operações (como o monitoramento remoto de equipamentos) e reduzindo custo de produtos.
  - Reduzindo custos pela manutenção baseada em condições de equipamentos.
  - Aumentando a produtividade através do ensino de habilidades, redesenho de trabalho e gerenciamento de *performance*.
- **Reduzindo despesas com atividades que agregam pouco valor aos produtos e serviços do país (“custo Brasil”):**
  - Diminuindo processos e trâmites excessivos e lentos para empresas e cidadãos, com redução de custos através de sensores.
  - Aumentando a eficiência logística, com infraestrutura e integração logísticas superiores apoiadas pela IoT.
  - Contribuindo para aumento da transparência e diminuição do uso indevido de recursos públicos.

A IoT pode melhorar o bem-estar e a qualidade de vida dos cidadãos através da sua aplicação, principalmente, em saúde, segurança, mobilidade e gestão de recursos naturais. A seguir, estão detalhadas cada uma dessas oportunidades:

- **Saúde:** a utilização de IoT pode aumentar a qualidade dos serviços prestados, oferecendo ferramentas de monitoramento e suporte aos provedores de serviços de saúde, além de diminuir custos desse setor, automatizando e aumentando a eficiência dos processos. Essas melhorias se tornam ainda mais necessárias com os atuais desafios no serviço público nacional.
  - A área de saúde é considerada uma das mais importantes, mas gera a maior insatisfação entre os brasileiros: 75% acham a saúde importante, e 42% consideram a oferta de serviços de saúde péssima.

<sup>7</sup> Ganho econômico anual em dólares de 2015 a 2025, incluindo ganhos econômicos diretos (PIB) e indiretos (excedente do consumidor).

- Apesar do elevado gasto com saúde em relação ao PIB (9,5%), os resultados para o cidadão estão abaixo de países de referência, com gasto *per capita* brasileiro sete vezes menor do que a média dos países da OCDE.
- O envelhecimento da população tende a agravar esse quadro: até 2030, o número de pessoas com mais de 60 anos deve triplicar.

Algumas soluções já foram desenvolvidas e podem ser aplicadas no setor, como monitoramento remoto de paciente através de dispositivos portáteis, ingeríveis, vestíveis e implantáveis.

- **Segurança:** a utilização de IoT pode melhorar a eficiência de processos, oferecendo ferramentas que detectam crimes e identificam suspeitos; pode auxiliar o planejamento do setor, organizando informações relevantes para a prevenção de crimes; e pode minimizar custos, otimizando recursos de acordo com as demandas. Esses benefícios são importantes para os desafios do atual cenário nacional:

- O Brasil possui a décima maior taxa de homicídios do mundo.
- Entre as 50 cidades mais violentas do mundo, 19 são brasileiras.
- A taxa de elucidação de homicídios no país é baixa: somente 5% dos homicídios são solucionados, enquanto nos EUA é de 60% e no Canadá de 75%.
- Apenas 30% dos cidadãos confiam na polícia, número bastante inferior ao do Reino Unido (82%) e dos EUA (88%).

Atualmente, existem soluções desenvolvidas que já são aplicadas em segurança: monitoramento remoto da cidade por sensores que captam imagens, identificações biométricas e de ruídos de disparos de armas de fogo, que aumentam a eficácia da atuação das forças policiais.

- **Mobilidade:** IoT pode atuar em duas frentes no serviço público. A primeira envolve a utilização de veículos autônomos. Ainda em desenvolvimento, eles melhoram a segurança e reduzem custos de congestionamentos. A segunda é baseada na utilização de IoT para controlar o tráfego, permitindo a otimização dos fluxos nas vias urbanas. Soluções como essas podem ajudar o setor a superar seus atuais desafios.

- A satisfação dos habitantes de metrópoles brasileiras com transporte público é muito baixa: o tempo médio gasto para ir e voltar do trabalho pode superar duas horas e o custo dos congestionamentos pode chegar a 2,4% do PIB.
- As metrópoles brasileiras possuem índices elevados de morte no trânsito, por exemplo, em São Paulo acontece três vezes mais mortes no trânsito do que Nova York; e em Fortaleza e Belo Horizonte duas vezes mais que Montevideo.

- **Recursos naturais:** a utilização de IoT possibilita a medição e monitoramento dos recursos, sejam eles hídricos, energéticos, ou do nível de poluição do ar, solo e água. Essas funcionalidades permitem o controle desses recursos e trazem melhorias significativas para o setor, como a otimização na sua utilização, a otimização da infraestrutura e redução de custos de monitoramento e manutenção. Esses progressos são muito importantes se considerarmos os atuais desafios da gestão de recursos naturais.
  - Desequilíbrio entre oferta e demanda de água, evidenciado pela seca da região sudeste entre 2014 e 2017.
  - Grande consumo de agrotóxicos: o país é o maior consumidor do mundo: 18% dos alimentos analisados pela Anvisa são contaminados com agrotóxicos.
  - Principais metrópoles brasileiras sofrem com problemas de poluição do ar: São Paulo, por exemplo, possui mais de sete vezes a concentração de ozônio de Bogotá.

Algumas soluções existentes já podem ser aplicadas: emprego de sensores para identificar vazamentos e monitorar a qualidade do ar e da água.

### 3.6 Adoção de IoT: novos desafios e tecnologias

Com o aumento do nível de automação, o Brasil, em consonância com tendências globais, pode sofrer mudança na quantidade e natureza dos empregos existentes hoje. Nesse cenário, o planejamento nacional adequado para a adoção de IoT é uma grande oportunidade de preparação para esse desafio. Uma das estratégias, por exemplo, é aumentar o incentivo à formação de profissionais na área de tecnologia.

As ações devem ser pensadas em uma estratégia completa, envolvendo diversas partes interessadas da sociedade e considerando:

- Mudança nas relações de trabalho e suas consequências.
- Mudanças na formação e requalificação dos trabalhadores. Por exemplo, mais de 80% das competências requisitadas pelo mercado hoje são relacionadas à economia digital.

Nesse sentido, o Brasil tem muito espaço para evoluir, pois apesar do alto número de profissionais de TIC, que em 2013 era de 952 mil, o percentual em relação ao total ainda é pouco representativo em comparação com outros países, uma vez que nesse período respondia por apenas 0,9% do total de pessoas empregadas do país.

Em suma, o Brasil e seus formuladores de política pública podem desempenhar o papel de encorajar e facilitar o uso de tecnologias de automação, para obter o ganho de produtividade que a IoT e outras tecnologias podem proporcionar. No entanto, é inevitável que, ao mesmo tempo,

tenham de lidar com a possibilidade de amplo reposicionamento da mão de obra e com sua capacitação para essa transformação.

A adoção de IoT pelo Brasil deve considerar seus principais desafios para um futuro mais competitivo, conectado e com maior inclusão de seus cidadãos. O país possui a oportunidade de capturar seus benefícios e também de se preparar para as consequências econômicas e sociais de uma maior adoção de IoT e das tecnologias relacionadas.

### 3.7 Aspiração do Brasil em IoT

Em todas as instâncias de governança do estudo, discutiram-se a definição da aspiração e os seus pilares. No total, foram mais de 3.500 contribuições, sendo 2.000 na consulta pública, aproximadamente 700 no Laboratórios do Futuro<sup>8</sup>, cerca de 800 contribuições no Bytes de IoT<sup>9</sup>, e a participação de mais de 160 conselheiros, especialistas e integrantes dos comitês. Essa construção coletiva permitiu que todos os profissionais engajados nesse ecossistema pudessem contribuir com o que o Brasil deveria aspirar em IoT.

A partir desse amplo engajamento, definiu-se a aspiração do Brasil em IoT, apresentada no QUADRO 15.

#### QUADRO 15

##### Aspiração do Brasil em IoT



FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

12

<sup>8</sup> Evento realizado no dia 7 de março de 2017.

<sup>9</sup> Ferramenta digital de engajamento criada ao longo do estudo e que conta com mais de 2.000 membros.

### 3.8 Barreiras para desenvolvimento e adoção de IoT

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

Sendo assim, os principais elementos que podem servir de catalisadores ou barreiras para o desenvolvimento de IoT no Brasil, sejam estruturais ou específicos, serão descritos a seguir. Para cada um desses elementos, foi detalhado o atual cenário brasileiro do ponto de vista de IoT e realizada uma síntese dos principais desafios. Dessa forma, foi possível ter clareza nas principais oportunidades de melhoria e nos 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. Por isso, consideramos esses elementos as horizontais, cada uma delas relevante para IoT sob óticas diferentes:

- **Capital humano:** inclui os aspectos de formação básica e de mão de obra brasileira para atuar nos setores relacionados a soluções de comunicação M2M e IoT.
- **Inovação e inserção internacional:** inclui aspectos de ambiente de negócios, investimento, financiamento e fomento e governança de IoT.
  - **Ambiente de negócios:** compõe as 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 *startups* relacionadas à IoT.
  - **Investimento, financiamento e fomento:** compreende fontes e canais de financiamento e iniciativas de fomento existentes, que podem ser estruturados para incentivar o desenvolvimento da IoT no país.
  - **Governança de IoT:** representa o conjunto de estruturas e instituições relacionadas ao desenvolvimento de IoT no Brasil e os atores relevantes responsáveis pela coordenação de temas de IoT.
- **Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade:** proporciona 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.
- **Regulatório:** fornece um diagnóstico do quadro regulatório relacionado ao desenvolvimento do ecossistema de IoT no Brasil, com destaque para os debates sobre a regulação do setor de telecomunicações e as normas que regem a privacidade e a proteção de dados pessoais hoje no país.

### **3.8.1 Capital humano**

O Brasil enfrenta desafios para melhorar o acesso e a qualidade da educação básica e da educação profissionalizante, bem como para atrair e desenvolver talentos. Esses desafios englobam temas estruturais e desafios mais específicos para IoT. A partir deles, foi possível consolidar as seguintes questões-chave a serem endereçadas:

■ **Desafios estruturais:**

- Como aprimorar a estrutura da educação básica para incorporar as novas habilidades do século XXI?
- Como tornar a educação profissionalizante mais voltada às habilidades exigidas pelo mercado?
- Como aumentar a integração entre indústria e academia?

■ **Desafios de IoT:**

- Como aumentar o número de formados em áreas técnicas relacionadas à IoT?
- Como atrair e manter talentos na indústria de IoT?
- Como acelerar a formação de profissionais de IoT?
- Como oferecer novas opções de capacitação em IoT (como cursos técnicos)?
- Como atrair talentos internacionais para a área de IoT?

### **3.8.2 Inovação e inserção internacional**

#### **3.8.2.1 Governança de IoT**

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 de saúde, cidades e rural cooperem e discutam aspectos específicos do uso de IoT nessas áreas.

As questões a seguir resumem os desafios de governança que foram 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?

### **3.8.2.2 Ambiente de negócios**

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

#### **■ Desafios estruturais:**

- Como aumentar a competitividade das empresas brasileiras considerando 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 *startups* brasileiras?
- Como melhorar e facilitar a gestão de pessoas e o 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?

### **3.8.2.3 Investimento, financiamento e fomento**

O desenvolvimento de um ecossistema de IoT depende da solução de desafios estruturais e específicos para financiamento no Brasil. Quanto aos desafios estruturais, observa-se que o país investe relativamente pouco em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e o governo é o maior investidor de risco. Também nota-se que investimentos em capital de risco tornam o Brasil líder na América Latina, mas ele ainda se encontra atrás de países líderes em inovação. As questões a seguir 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 (de médio a longo prazo) para 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 *startups* quanto para médias e grandes empresas?
- Existe necessidade de desenvolver instrumento de financiamento específico para IoT ou apenas de aperfeiçoar os existentes?

### **3.8.3 Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade**

No Brasil, é um grande desafio ofertar serviços de telecomunicações em um território com mais de 8 milhões de km<sup>2</sup>. Considerando suas características demográficas, bem como a diversidade de domínios morfoclimáticos, endereçar essa questão não é tarefa trivial.

Com base nas análises realizadas, observa-se que os desafios englobam questões estruturais do país, bem como específicas para IoT, conforme sintetizado nas questões a seguir:

- Como ampliar a infraestrutura de rede de transporte – em particular o *backhaul* – para expandir o alcance das redes de telecomunicações que suportam os diversos serviços ofertados?
- 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 com as práticas globais, tendo em vista as diferenças regionais, por exemplo, na faixa abaixo de 700 MHz, com presença intensa de radiodifusores, ou na faixa de 900 MHz, parcialmente compatível com a região 2 da UIT?
- Como expandir a cobertura das redes móveis para cobrir as áreas relevantes de uso, como agricultura e pecuária de precisão, que podem depender desse tipo de tecnologia?

### **3.8.4 Regulatório, segurança e privacidade**

O quadro legal brasileiro também apresenta desafios específicos para o adequado desenvolvimento do ecossistema de IoT. Eles podem ser divididos em três grandes temas – regulação de telecomunicações, privacidade e proteção de dados pessoais e segurança da informação – cujos principais desafios são sintetizados a seguir:

#### **Telecomunicações:**

- Como viabilizar o investimento na expansão da internet e garantir que a demanda das aplicações de IoT seja suportada pela rede?
- Qual o conceito de IoT/M2M mais adequado para fomentar o desenvolvimento do mercado?
- Como viabilizar a redução dos custos relacionados à conectividade dos dispositivos M2M?
- Como tratar a insegurança jurídica trazida pelas soluções de IoT com conectividade embarcada referente à revenda ou prestação irregular de serviços de telecomunicação?
- Como lidar com a crescente demanda por espectro de radiofrequência?
- Como aprimorar os requisitos técnicos atuais para a Avaliação da Conformidade de Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita, de modo a viabilizar novas tecnologias de IoT?

#### **Privacidade e proteção de dados pessoais:**

- Quais são os requisitos mínimos para uma legislação de proteção de dados pessoais que promova segurança jurídica para usuários e empresas?
- Qual é o arranjo institucional recomendado para o órgão de fiscalização e regulação da proteção de dados pessoais?
- Quais requisitos a legislação de proteção de dados pessoais deve possuir para evitar que o Estado promova uso indiscriminado de dados pessoais?

#### **Segurança da informação:**

- Como estabelecer ou fomentar modelos de certificação de dispositivos e a adoção de parâmetros de segurança que, ao mesmo tempo, protejam os usuários e não onerem o desenvolvimento de aplicações de IoT?
- Como lidar com os riscos sistêmicos de ataques externos e de vulnerabilidades em massa em dispositivos de IoT?
- Como estruturar arranjo institucional para lidar com questões de segurança da informação capazes de estimular a cooperação no âmbito da administração pública, academia, sociedade civil e iniciativa privada?

- Qual a abordagem para lidar com segurança da informação em infraestruturas críticas, com o intuito de prevenir incidentes de segurança e coordenar esforços entre os órgãos competentes?

### 3.9 O cenário da oferta brasileira de soluções de IoT

Para entender quais empresas brasileiras estão trabalhando com IoT e que tipo de soluções estão desenvolvendo, foi realizada uma pesquisa<sup>10</sup> pela Bytes de IoT. Embora tenha sido enviada para mais de 2.000 atores de IoT, essa pesquisa representa apenas uma visão inicial sobre o cenário brasileiro. O fato de ela ser autodeclarativa também traz limitações nos resultados, já que as interpretações podem sofrer variações. No entanto, é um importante passo para o mapeamento do ecossistema brasileiro de IoT.

Esses resultados são apresentados nesta seção por meio da caracterização dos principais atores na cadeia de valor de IoT.

Na compilação e análise dos dados, foram considerados os produtos e serviços ofertados pelas empresas, a partir da estrutura da cadeia de valor de IoT. Partiu-se do pressuposto de que o conceito de cadeia de valor<sup>11</sup> é um *proxy* adequado para elucidar o papel e a relevância de determinadas organizações na criação de valor e vantagem competitiva. Além disso, possibilitou-se uma compreensão sobre o fluxo de agregação de valor no âmbito de unidades de negócio interdependentes, ou seja, retratou uma cadeia de atividades desenvolvidas em uma ou mais organizações interdependentes. Os elos da cadeia de valor de IoT aplicados aqui são:

- **Módulos inteligentes** compreendem o desenvolvimento e fornecimento de componentes básicos, como processadores, sensores, atuadores, memórias, modems.
- **Objetos inteligentes** abordam a fabricação e comercialização de elementos tangíveis de interação com o universo de IoT, como os eletrodomésticos conectados.
- **Conectividade** abrange o fornecimento de equipamentos de telecomunicações e de serviços de comunicação.
- **Habilitador** engloba o desenvolvimento e comercialização de soluções de suporte para coleta, armazenamento, processamento, consolidação, análise e visualização dos dados.
- **Integrador** trata da integração de diferentes sistemas, processos e objetos na formação das soluções de IoT, visando à incorporação em regras de negócios ou entre aplicações e objetos inteligentes.

<sup>10</sup> A base de dados para a análise foi a pesquisa 3º Bytes de IoT, que mapeou as empresas que oferecem produtos, serviços ou soluções de IoT no Brasil. A pesquisa foi preenchida *on-line* no período de 6 a 21 de junho de 2017.

<sup>11</sup>PORTER, Michael. *Vantagem competitiva*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1989. v. 79.

- **Provedor de serviços** realiza o empacotamento de soluções de IoT fim a fim, ofertando-as como serviço ao usuário final.

Na pesquisa, participaram 405 atores<sup>12</sup>, dos quais 369 majoritariamente nacionais e 36 estrangeiros. De modo geral, a análise de atuação desses atores mostrou que:

- Quanto à localização geográfica, eles se encontram, principalmente, no Sudeste, no estado de São Paulo.
- Quanto à origem, são majoritariamente nacionais, e possuem mais de cinco anos de atuação.
- Quanto ao número de funcionários, a maioria (43%) possui até nove colaboradores.
- 44% dos participantes da pesquisa receberam incentivos, sejam eles reembolsáveis ou não, para financiar a inovação de seus produtos.
- Mais de 60% dos atores declararam atuar como provedor de serviços de IoT.

Por fim, a análise da atuação dos atores de IoT, por ambiente, indicou principalmente, que:

- Fábricas, Logística, Indústria e Cidades apresentam mais ofertas de produtos ou soluções de IoT.
- Os ambientes Saúde, Rural e Cidades são aqueles com maior intenção de se ofertar soluções de IoT, futuramente.
- Casa, Escritório e Veículos apresentam a maior incidência da resposta “Não possui interesse/Não se aplica” para a oferta de produtos ou serviços, sendo 45%, 43% e 43%, respectivamente.

### **3.10 Desafios de PD&I e oportunidades-chave da oferta**

Durante a análise da oferta de soluções tecnológicas, realizou-se também um diagnóstico dos principais desafios estruturais à pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) no Brasil. As principais conclusões são apresentadas no QUADRO 16.

<sup>12</sup> São considerados atores tanto empresas como Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs).

## QUADRO 16

### Desafios de PD&I no Brasil

Desafios de PD&I no Brasil	
Problemas no funding de P&D	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Volume historicamente baixo (em torno de 1,2% do PIB Brasileiro)</li><li>▪ Limitada participação das TICs no montante de patentes depositadas (12,8% no período 2009-2011)</li><li>▪ Perfil das empresas que mais usufruem das compras governamentais (14,6% eram empresas inovadoras em 2008)</li><li>▪ Pulverização de recursos no financiamento de projetos de PD&amp;I (no período 1997-2014, 25 mil projetos receberam um valor médio de 225 mil reais cada)</li><li>▪ Perenidade no financiamento (no período 2009-2014, o contingenciamento líquido FNDCT/FINEP totalizou R\$ 810,5 milhões)</li></ul>
Barreiras enfrentadas pela academia brasileira	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cooperação entre ICTs-Empresas (apenas 11,4% dos recursos não-reembolsáveis são destinados a esta modalidade)</li><li>▪ Infraestrutura para pesquisas em TICs (87% dos entrevistados consideram a infraestrutura defasada em comparação internacional)</li><li>▪ Agilidade em atividades que afetam a pesquisa acadêmica (entraves administrativos para compartilhamento de laboratórios e propriedade intelectual e para importação de insumos para pesquisa)</li></ul>
Ambiente e cultura de inovação	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Morosidade média na concessão de patentes (em média, em 2013 esperavam-se 10,8 anos)</li><li>▪ Baixo apetite ao risco (média do percentual gasto privado na P&amp;D é de 45,7%, bem inferior aos 70% de outros países)</li><li>▪ Foco da inovação em atividades de menor valor agregado (principalmente, aquisição de máquinas e equipamentos))</li></ul>

No que se refere especificamente à PD&I em IoT, o principal desafio é o **limitado investimento em PD&I em IoT, inclusive privado, na comparação internacional**

FONTE: Relatórios e artigos acadêmicos listados no produto da Oferta, discussões com MCTIC, análise do consórcio

15

Com base no diagnóstico, buscou-se identificar as oportunidades-chave da oferta de IoT em que o Estado pudesse atuar. Essas oportunidades-chave são ações estratégicas que devem ser priorizadas para aprimoramento da oferta tecnológica em IoT, ou seja, das competências, produtos e serviços tecnológicos.

A evolução da oferta no país pressupõe ações promotoras de orientação e articulação dos atores da cadeia de valor e inovação em IoT, bem como o aprimoramento do arcabouço institucional que os suporta, no âmbito do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

A partir das análises, identificou-se três ações estratégicas (oportunidades-chave) para o fomento da oferta tecnológica de IoT no Brasil:

- Definir focos tecnológicos em IoT coerentes com a demanda interna e com a busca por relevância em nível global, para orientar o desenvolvimento e manutenção das competências tecnológicas locais necessárias.
- Alinhar as estratégias de financiamento de órgãos e fundos de PD&I em torno das oportunidades em IoT, especialmente nos ambientes prioritários, para direcionar os recursos disponíveis para inovação na criação de projetos expressivos que desenvolvam tecnologias de impacto.

- Favorecer através dos instrumentos de inovação o amadurecimento das empresas nacionais atuantes em IoT, com ênfase em *startups*, para que aumentem a sua participação na economia nacional.

Essas três ações das oportunidades-chaves estão intrinsecamente relacionadas, e seu tratamento conjunto pode potencializar o impacto no SNI, no âmbito da IoT.

## 4 Aprofundamento

### 4.1 Definição das verticais

O universo de IoT está organizado em “casos de uso”. O conceito de casos de uso representa a célula básica de cálculo do impacto que a IoT pode alcançar e está baseado no ganho obtido com a IoT em determinado ambiente, por exemplo, manutenção preditiva em fábricas ou caixas de autoatendimento em lojas.

Os casos de uso de IoT podem ser agrupados por setores e ambientes. Para entender as oportunidades e desafios de IoT, o McKinsey Global Institute (MGI) estimou o impacto potencial dos casos de uso em diferentes ambientes e setores no mundo até 2025. Setores são os conhecidos “segmentos econômicos” tradicionais, por exemplo, mineração, automotivo, varejo e agricultura. Essa segmentação é relevante, pois é a forma mais tradicional de se enxergar empresas que, dentro de um mesmo setor, possuem semelhanças operacionais muito significativas.

No entanto, quando se pensa em IoT, algumas características importantes são transversais a mais de um setor. Por esse motivo, a visão de “ambientes de aplicação”, que representa os ambientes físicos comuns em que IoT é aplicada –, também é relevante, já que o impacto dos casos de uso normalmente transcende os setores e fica contido nos ambientes físicos. Exemplos de ambientes incluem cidades, casas, lojas, veículos e fábricas.

Para o caso específico do Brasil, optou-se pela classificação de **ambientes** por três razões:

1. Os usuários de IoT enxergam as soluções a partir dos ambientes, como uma família que possui em sua casa grande nível de automatização e conexões máquina a máquina para simplificação das tarefas diárias. O ambiente Casas traduz de maneira mais fiel a visão da família do que os bens de consumo e eletrônicos avançados que compõem essas soluções, por exemplo.
2. A visão por ambientes, ainda, explicita a importância da interoperabilidade, já que soluções de um mesmo ambiente precisam de um significativo nível de comunicação entre si para maximizarem o impacto que IoT traz para seus usuários. Retornando ao exemplo da casa, os sensores de luz, de acionamento do ar condicionado e de fechamento das janelas precisam se comunicar para garantir uma melhor eficiência energética e ações coordenadas entre si.
3. Importantes referências do setor público e privado utilizam a segmentação por ambientes como forma de estruturação. O exemplo mais emblemático é o da Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI), um dos principais órgãos articuladores para o desenvolvimento de IoT na

Europa, criado em 2016 e composto por um extenso conjunto de empresas interessadas em desenvolver a IoT.

## 4.2 Detalhamento dos ambientes de aplicação de IoT para o Brasil

A metodologia de ambientes utilizada pelo McKinsey Global Institute (MGI) foi desenvolvida segundo um ponto de vista global. Para aplicá-la ao contexto brasileiro, foram realizadas adaptações aos ambientes originais de aplicação de IoT.

1. Foi criado um novo ambiente Rural, incorporando os casos de uso de fazendas que foram removidos do ambiente Fábricas.
2. Os casos de uso de hospitais foram retirados do ambiente Fábricas e inseridos no ambiente Saúde.

Como mencionado, esses ambientes são uma composição de casos de uso específicos, por meio dos quais IoT gera valor. O QUADRO 17 apresenta a descrição dos ambientes selecionados e exemplos de casos de uso do contexto brasileiro.

Como observado no QUADRO 17, os nomes dos ambientes de aplicação de IoT são simples e diretos, o que facilita a compreensão. No entanto, há ambientes cujos casos de uso extrapolam o entendimento comum de seu nome, por exemplo, o ambiente Lojas inclui não só pontos de venda de mercadorias, mas também locais com grande interação entre consumidores, como teatros e hotéis. O mesmo ocorre com o ambiente Indústrias de base, que, além de compreender óleo, gás e mineração, inclui construção civil.

Com o objetivo de facilitar a visualização das potenciais aplicações de IoT nos ambientes selecionados, foram incluídas representações gráficas detalhadas nos quadros 18 a 27. Essas representações ilustram o uso potencial de IoT em cada ambiente, sem o objetivo de esgotar as aplicações, mas sim tornar tangível a forma como cada ambiente pode se beneficiar dessa tecnologia.

## QUADRO 17

# Ambientes de aplicação de IoT

Ambientes	Descrição	Exemplos de casos de uso
 Cidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ambientes urbanos com serviços públicos e <i>utilities</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Smart cities</i> com melhoria de gestão da mobilidade urbana, iluminação e segurança através de dispositivos de monitoramento.</li> </ul>
 Saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hospitais com equipamentos de IOT para monitorar e manter o bem-estar e a saúde humana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acompanhamento remoto das condições de pacientes em tempo real com a utilização de tecnologia vestível (<i>wearables</i>).</li> </ul>
 Indústria de base	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ambientes <i>outdoor</i>, como construção, indústria pesada, de mineração, óleo e gás.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação de oportunidades de ganho de eficiência através do monitoramento da cadeia de produção.</li> </ul>
 Casas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Casas e residências inteligentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Economia de energia através de sensores de presença em equipamentos domésticos.</li> </ul>
 Lojas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ambientes com alta interação com consumidores, como feiras, shows, espaços culturais, mercados, hotéis, salas de concerto, restaurantes e bancos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pagamento automático de compras através de <i>check-out</i> que utiliza sensores nos itens (<i>beacons</i>).</li> </ul>
 Fábricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fábricas e ambientes de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento da segurança no trabalho por meio de sensores conectados para autoajuste de equipamentos em caso de ameaças a trabalhadores.</li> </ul>
 Escritórios e ambientes administrativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escritórios e edifícios inteligentes públicos e privados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de realidade aumentada para flexibilidade do trabalho (por exemplo, visualização de imagem projetada em óculos 3D fora de estação e trabalho).</li> </ul>
 Logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cadeia logística fora de ambientes urbanos, considerando vias férreas, áreas, fluviais e terrestres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rastreamento remoto de contêineres navais para aumento da taxa de utilização.</li> </ul>
 Veículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veículos, incluindo carros, caminhões, navios, aviões e trens.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensores para manutenção das condições dos veículos.</li> </ul>
 Rural	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ambientes rurais com produção padronizada para cultura agrícola ou pecuária.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura de precisão através de equipamentos de avaliação das condições do solo para melhoria da produtividade.</li> </ul>

FONTE: Base de casos de uso do McKinsey Global Institute, análise do consórcio

## QUADRO 18



## QUADRO 19



## QUADRO 20

**Indústrias de base** | Ambientes de produção: construção, mineração e óleo & gás

**Mineração**

- A manutenção preditiva previne tempo de inatividade não planejado no triturador principal.
- Caminhões automatizados para mineração podem ser operados remotamente.
- Os mineiros usam tecnologia vestível que monitoram sua saúde e segurança.
- Dados em tempo real do corpo de minério são usados para otimizar a planta de processamento.

**Construção**

- Fabricantes de equipamentos são capazes de utilizar dados para desenhar equipamentos pequenos de forma mais eficaz.
- A manutenção preditiva em grandes equipamentos previne avarias inesperadas e perda de tempo de produção.
- Os funcionários dos canteiros de obras usam tecnologias vestíveis que monitoram as condições de segurança e ajudam a acompanhar a produtividade.
- Os materiais no local são monitorados ativamente pelo uso de RFID.

**Óleo e gás**

- O centro de comando no local optimiza a produção com base nos dados de 20 poços semelhantes, ajustando a injeção de gás e outros parâmetros de processos.
- Os funcionários são monitorados na plataforma pelo uso de tecnologia vestível, o que previne a exposição a riscos.
- A manutenção baseada na condição da árvore de natal submarina previne avaria inesperada.
- O monitoramento do oleoduto pode ser feito remotamente pelo fornecedor do equipamento.

FONTE: Análise do Consórcio

1

## QUADRO 21

**Casas** | Residências inteligentes

**Segurança**  
Câmeras analisam fluxos de vídeo e alertam o usuário sobre possível risco de afogamento de crianças

**Gestão de energia**  
Termostato com sensores aprende os comportamentos do usuário e permite o controle de forma remota

**Desenho baseado em uso**  
Padrões de uso coletados são utilizados no desenho da próxima geração de produtos

**Analytics de pré-vendas**  
Melhor entendimento dos usuários permite oportunidades de vendas cruzadas

**Automação de tarefas domésticas**  
Eletrodomésticos autônomos aprendem o comportamento do usuário e identificam o melhor momento para funcionar

FONTE: Análise do Consórcio

2

## QUADRO 22



3

## QUADRO 23



## QUADRO 24



4

## QUADRO 25



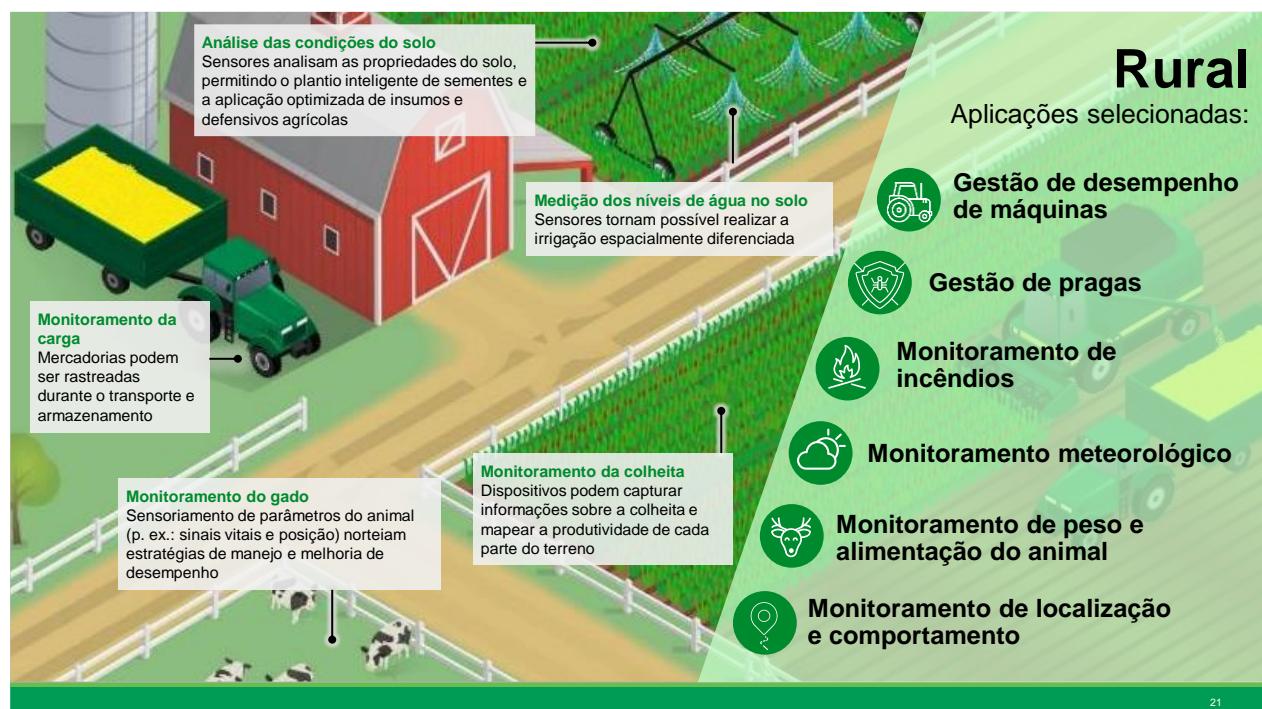
5

## QUADRO 26



25

## QUADRO 27



## 4.3 Priorização de ambientes

### 4.3.1 O processo de priorização

O principal objetivo da Fase II do estudo foi priorizar os ambientes (verticais) para aprofundamento na Fase III. Isso foi feito através de um processo colaborativo, que contou com opiniões e avaliações de atores de diversos perfis, e foi organizado em quatro principais fóruns de engajamento: (1) Conselho consultivo, (2) Comitê executivo, (3) Câmara de IoT, e (4) Conselho de especialistas. O Conselho de especialistas foi criado exclusivamente para esta fase do estudo e reuniu acadêmicos de notório saber em ciências econômicas e políticas públicas, que trabalharam em conjunto com especialistas do BNDES e do MCTIC, em sessões facilitadas pelo consórcio.

O processo de priorização foi estruturado em três etapas:

- **Critérios e métricas:** contou com a análise de diversos *frameworks* e metodologias para priorização de ambientes, mapeando mais de 50 critérios e métricas que foram priorizados por especialistas dos quatro fóruns de engajamento, tendo como referência a aspiração do Brasil em IoT. A partir disso, foi definida uma árvore com 20 critérios, divididos em três eixos principais: demanda, capacidade de desenvolvimento e oferta.
- **Definição de pesos:** consistiu na votação pelos diferentes fóruns de engajamento sobre a importância relativa dos critérios, de forma que aqueles que facilitassem o Brasil atingir sua aspiração em IoT receberiam pesos maiores.
- **Avaliação das verticais:** baseou-se na análise dos critérios para todas as verticais, após a definição dos critérios e dos pesos relativos. A partir das notas e pesos, foi estabelecida a matriz de priorização cujos resultados são explicados na próxima seção.

O QUADRO 28 apresenta um resumo do processo de priorização de verticais.

## QUADRO 28

### Fase II: processo de priorização de verticais em 3 etapas



#### 4.3.1.1 A árvore de critérios

A árvore de critérios foi definida nas sessões de trabalho, que envolveram os quatro fóruns de engajamento, citados anteriormente, e nas reuniões com especialistas do BNDES e do MCTIC. A definição dos pesos relativos entre os critérios também foi realizada por meio de votações em cinco fóruns: Grupo de técnicos setoriais do BNDES, Conselho consultivo, Conselho de especialistas, Comitê gestor e Comitê executivo.

Cerca de metade dos critérios possuía métricas quantitativas aplicáveis aos ambientes de aplicação e foi calculada pelo consórcio e validada pelo comitê gestor do estudo. A outra metade não possuía indicadores quantitativos que representassem de forma adequada a avaliação dos ambientes de aplicação e por isso foi avaliada de forma qualitativa por especialistas. Entre os especialistas, contou-se com a participação de técnicos do MCTIC e BNDES, acadêmicos e representantes da Câmara de IoT.

Os quadros 29 e 30 apresentam a árvore de critérios usada na priorização dos ambientes de aplicação.

## QUADRO 29

### Quantificação dos pesos de acordo com diferentes fóruns (1/2)

Macroatributo	Atributos	Peso de atributos dentro do macro	Critérios	Métricas	Média dos comitês	
Demanda	Impacto econômico / competitividade	50%	Impacto econômico de IoT	Impacto econômico potencial da adoção de IoT no Brasil em 2025, calculado a partir dos casos de uso do MGI.	38%	
			Aumento da produtividade do Brasil	Impacto econômico potencial da adoção de IoT no Brasil em 2025, dividido pelo PIB agregado ao ambiente.	38%	
			Aumento da produção de bens com maior valor agregado	Média da complexidade econômica das comunidades de produtos atrelados ao ambiente.	24%	
	Impacto socioambiental		Impacto no emprego e renda	Número de FTEs não automatizáveis de acordo com relatório do MGI.	34%	
			Melhoria na qualidade de vida	Benefícios para a sociedade calculados nos casos de uso (redução no tempo de transporte, aumento de expectativa de vida etc.).	42%	
			Diminuição do impacto ambiental	Impacto dos casos de uso relacionados à economia de energia, à redução do desperdício de recursos naturais e à diminuição da poluição.	24%	
Oferta	Fortalecimento da cadeia produtiva de IoT (oferta)	100%	Empresas atuantes em IoT	Distribuição das empresas que atuam em IoT levantadas pela Bytes de IoT.	44%	
			Potencial de inserção na cadeia produtiva global de IoT	Avaliação de especialistas selecionados.	29%	
			Disponibilidade de capital privado para inovação	Investimento em inovação e receita líquida das empresas e setores relacionados com o ambiente.	28%	
			PESOS ENTRE GRUPOS			

FONTE: Avaliação de especialistas independentes; Análise do consórcio

7

## QUADRO 30

### Quantificação dos pesos de acordo com diferentes fóruns(2/2)

Macroatributo	Atributos	Peso de atributos dentro do macro	Critérios	Métricas	Média dos comitês
Capacidade de desenvolvimento	Eficiência das instituições	50%	Competitividade do Brasil no ambiente de aplicação de IoT	Avaliação de especialistas selecionados.	33%
			Estrutura de governança que permita coordenação dos atores	Avaliação de especialistas selecionados.	37%
			Facilidade de desenvolver inovação e ambiente de negócios	Percentual de empresas que investem em inovação de acordo com PINTEC.	31%
	Elementos habilitadores	30%	Ferramentas para investimento, financiamento e fomento	Avaliação de especialistas selecionados.	16%
			Capacidade de internacionalização	Avaliação de especialistas selecionados.	12%
			Infraestrutura de conectividade para suportar as aplicações de IoT	Avaliação de especialistas selecionados.	27%
			Ambiente regulatório relacionado com as aplicações de IoT	Avaliação de especialistas selecionados.	20%
			Segurança	Avaliação de especialistas selecionados.	12%
	Capacidade de mobilização por parte do governo	20%	Privacidade de dados	Avaliação de especialistas selecionados.	12%
			Capacidade do governo incentivar a demanda	Avaliação de especialistas selecionados.	50%
			Capacidade do governo incentivar a oferta (inovação)	Avaliação de especialistas selecionados.	50%

FONTE: Avaliação de especialistas independentes; Análise do consórcio

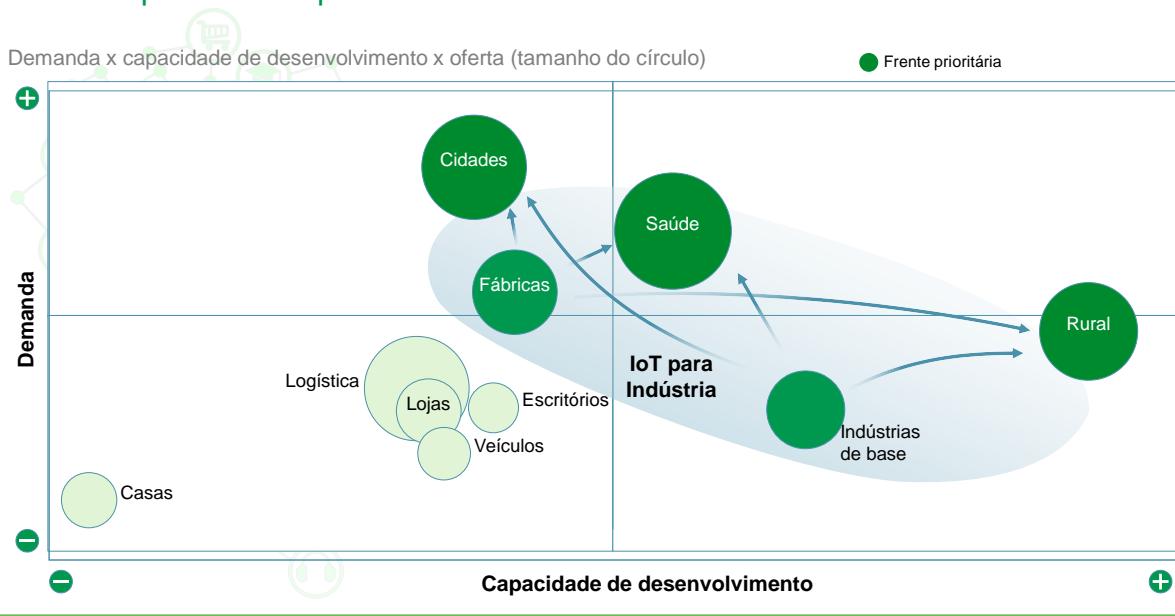
8

#### 4.3.1.2 A matriz de priorização

A partir da árvore de critérios, pesos e avaliação das verticais, foi elaborada a matriz de priorização apresentada no QUADRO 31. Como pode ser observado, os ambientes priorizados foram aqueles que se destacaram nos três critérios estabelecidos: demanda, oferta e capacidade de desenvolvimento.

#### QUADRO 31

##### 4 frentes prioritárias aprofundadas na fase III do estudo



Na matriz de priorização, os três ambientes que mais se destacaram foram Cidades, Saúde e Rural. Os ambientes Fábricas e Indústrias de base foram avaliados com notas ligeiramente menores. No entanto, dada a relevância para o desenvolvimento da oferta de soluções de IoT no Brasil e o efeito multiplicador em outros setores, esses ambientes foram escolhidos para compor uma frente de trabalho de IoT para Indústria. Na próxima seção, as quatro frentes de trabalho serão explicadas com mais detalhes.

#### 4.3.1.3 Resultado da priorização

A partir da matriz de priorização, foram definidas as seguintes **frentes de trabalho prioritárias**:

- **Cidades:** viabilização de planos de IoT para municípios de distintos arquétipos.
- **Saúde:** viabilização da adoção de IoT por hospitais e unidades de atendimento e monitoramento remoto de pacientes.
- **Rural:** promoção de IoT para impulsionar a produção das principais culturas agrícolas e da pecuária.

- **Indústrias<sup>13</sup>:** promoção das oportunidades de aplicação de IoT para fomentar o desenvolvimento da indústria.

Essas quatro frentes de trabalho tiveram seus ambientes de aplicação aprofundados durante a Fase III do estudo. Os desafios dos ambientes e as diversas aplicações de IoT foram mapeados, em seguida, foi analisado onde IoT poderia gerar maior impacto e foram detalhadas essas aplicações do ponto de vista tecnológico. O aprofundamento das frentes de trabalho é apresentado na seção a seguir.

#### **4.4 IoT em cidades**

As cidades brasileiras possuem diversos desafios que podem ser resolvidos por IoT. Entre eles, mobilidade, segurança pública, eficiência energética e saneamento são os que mais se destacam pelo impacto de IoT (QUADRO 32). Além desses, IoT também possui grande impacto na saúde pública, porém as aplicações relacionadas com saúde foram consideradas dentro do ambiente de saúde.

<sup>13</sup> Frente formada pelos ambientes de aplicação Fábricas e Indústrias de base.

## QUADRO 32

### Cidades brasileiras: 10 eixos – e os 4 mais relevantes

Eixos	Exemplos de desafios	Potenciais aplicações de IoT <sup>1</sup>
 <b>Mobilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Transporte público:</b> 3 das 50 cidades mais congestionadas do mundo são brasileiras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temporização automática de semáforos com base nas condições do trânsito</li> </ul>
 <b>Segurança pública</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Incidentes:</b> o Brasil é 10º país mais violento do mundo, em termos relativos, e sua taxa de homicídios vem crescendo 4% ao ano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensores de detecção de sons de ocorrências</li> <li>Identificação de ocorrências por câmeras</li> </ul>
 <b>Eficiência energética e saneamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Gestão e distribuição de recursos básicos:</b> iluminação pública consome cerca de 4% da energia elétrica do país, com um potencial de ganho de eficiência de 40%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iluminação pública inteligente</li> <li>Medidores elétricos inteligentes</li> </ul>
 <b>Empreendedorismo e inovação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Abertura e funcionamento de negócios:</b> empresas brasileiras gastam seis vezes mais horas para pagar impostos do que empresas do Chile e Colômbia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul>
 <b>Urbanismo e moradia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Disponibilidade de moradia:</b> o Brasil tem o maior déficit habitacional da América Latina, com mais de 6 milhões de famílias sem domicílio adequado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento estrutural (iluminação de ruas e pontes)</li> </ul>
 <b>Saúde pública</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Acesso à saúde:</b> o Brasil possui 1,9 médicos por mil habitantes, abaixo da média da OCDE (3,2) e de países como o México (2,2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento de condições dos pacientes</li> </ul>
 <b>Qualidade de vida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Acesso à cultura:</b> dos 39 municípios brasileiros com mais de 500 mil habitantes, apenas 33% possuem um plano municipal de cultura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul>
 <b>Educação e formação humana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Acessibilidade e qualidade da educação:</b> no PISA, o Brasil é o 65º colocado em matemática e o 63º em ciências, de um total de 70 países.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul>
 <b>Governança e instituições</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Transparéncia:</b> o Brasil se encontra no 79º lugar no ranking internacional de transparéncia e corrupção, atrás de países como África do Sul (64º) e Uruguai (21º).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul>
 <b>Atividade econômica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Empregos:</b> em 2016, a taxa de desemprego no Brasil foi a 7ª maior do mundo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anúncios geolocalizados no transporte público</li> </ul>

1 Não exaustivo

FONTE: Austing Rating, 2016; Banco Mundial “Facilidade em fazer negócios”, 2017; “Déficit habitacional no Brasil | 2013-2014”, Fundação João Pinheiro – 2016; “OCDE – Programme for International Assessment (PISA), 2015; “Unmask the Corrupt” Transparéncia International, 2016; Estudo Trata Brasil “Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica, 2015”; Pesquisa ANTP 2014; IBGE – PIBM 2014; Análise do consórcio.

Nos quadros 33 e 34 são apresentadas as principais aplicações de IoT em cidades.

## QUADRO 33

### Principais aplicações de IoT em cidades (1/2)

			Selecionados para detalhamento	Muito baixa	Muito alta
Desafio	Aplicação	Descrição	Captura de valor esperada <sup>1</sup>	Alavancas de impacto principais	
Mobilidade	▪ Câmeras de trânsito	▪ Realização de <i>analytics</i> em tempo real de streaming de vídeos registrados por câmeras que monitoram o trânsito para ajustar os semáforos, otimizando o fluxo.		▪ Melhoria da fiscalização das leis de trânsito	
	▪ Controle de tráfego centralizado e adaptável	▪ Uso de câmeras, dados de celulares e sensores para monitorar o tráfego e alterar os semáforos, otimizando o fluxo (p. ex., para ônibus); redirecionamento do tráfego para evitar uma área com problema, e otimizar rotas de ônibus.		▪ Redução de acidentes em 40%	
	▪ Faixas de congestionamento	▪ Uso de precificação baseada na demanda para gerenciar o trânsito – tarifas para circular em faixas de trânsito ou dirigir em áreas específicas da cidade.		▪ Diminuição no congestionamento	
	▪ Gestão/atualizações de horários de ônibus/trens	▪ Emprego de sensores em ônibus e trens para viabilizar um planejamento melhor das rotas, alavancar o trânsito multimodal e informar usuário sobre tempo de espera nos pontos de embarque.		▪ Redução do tempo de espera dos passageiros	
	▪ Manutenção do transporte público baseada em condições	▪ Uso de sensores em ônibus e trens para realizar manutenção sob demanda mais eficiente.		▪ Redução de quebras de meios de transporte público	
	▪ Monitoramento da condução de veículos	▪ Utilização de sensores embarcados e tecnologia de processamento de imagem para avaliação de perfil de condução de motoristas de transporte coletivo e individual (p. ex., aceleração e consumo de combustível).		▪ Redução do mal uso de equipamentos	
	▪ Precificação e parquímetros inteligentes	▪ Oferecimento de <i>insight</i> em tempo real sobre locais disponíveis, e viabilização da precificação dinâmica para otimizar a oferta e a demanda.		▪ Diminuição no trânsito devido a estacionamento inteligente	
	▪ Navegação de carros	▪ Carros conectados a outros ativos para aprimorar o monitoramento.		▪ Aumento da facilidade de encontrar postos de serviços	
	▪ Veículos autônomos	▪ Utilização de tecnologias autônomas de condução de veículos que beneficiam aumento do tempo disponível fora da direção, redução de acidentes, economias em combustível e redução de tempo gasto com procura de vagas de estacionamento.		▪ Diminuição de 10% a 15% no congestionamento	
	▪ Monitoramento de crime por vídeo e sensores	▪ Uso de circuito fechado de TV e sistema de monitoramento de áudio para viabilizar resposta e coordenação em tempo real, assim como <i>analytics</i> preditiva por meio de dados históricos		▪ Redução de crimes em 20%	
Segurança pública	▪ Gestão de desastres	▪ Uso de sensores distribuídos para detectar ameaças precocemente e coordenar respostas.		▪ Redução de mortes em acidentes	
	▪ Atendimento de emergência	▪ Uso de tecnologias de supervisão, coordenação e transporte para gerenciar e mitigar emergências com mais eficiência.		▪ Economia de gastos com atendimento emergencial	

<sup>1</sup> Estimativa qualitativa realizada com a equipe de especialistas setoriais do BNDES

## QUADRO 34

### Principais aplicações de IoT em cidades (2/2)

Desafio	Aplicação	Descrição			Captura de valor esperada <sup>1</sup>	Alavancas de impacto principais
			Selecionados para detalhamento	Muito baixa		
	Identificação de vazamentos de água	Uso de sensores em canos, bombas e demais partes da infraestrutura hidráulica para monitorar condições e gerenciar perdas por meio de identificação e reparo de vazamentos ou mudança de pressão, conforme a necessidade.				Redução dos vazamentos de água em 40%-50%
	Medidores inteligentes de energia elétrica	Redução de custos operacionais de leitura de medidores e prevenção de roubos.				Redução de 50% de perdas não técnicas
	Iluminação pública inteligente	Utilização de sensores de monitoramento e de queima de lâmpadas para otimizar o uso e a substituição de ativos de iluminação pública.				Redução de custos operacionais de energia
	Medidores de água inteligentes e gestão da demanda	Redução dos custos operacionais e viabilização da coleta de dados sob demanda em tempo real – fornecer aos residentes e gerentes de propriedades dados de consumo de água em tempo real para que eles possam identificar onde o consumo está ocorrendo e também onde há vazamentos.				Redução da demanda de água em 5%
	Automação de distribuição e subestações de energia	Uso de automatização na subestação para reduzir perdas na linha de distribuição, reparo automático de defeitos na linha, e melhor gerenciamento dos equipamentos da subestação com aparelhos eletrônicos inteligentes.				Redução 4% de perdas nas linhas de transmissão
	Lixeiras inteligentes	Otimização das rotas de coleta de resíduos de lixeiras através do uso de sensores de monitoramento de capacidade.				Redução de custos operacionais na coleta de lixo
	Monitoramento da qualidade da água	Uso de sensores distribuídos para monitorar a qualidade da água nos canos, rios, lagos etc.				Redução de doenças relacionadas à qualidade da agua
	Monitoramento da qualidade do ar	Emprego de sensores distribuídos para monitorar partículas suspensas no ar.				Redução de doenças relacionadas à qualidade do ar
	Tarifação inteligente de resíduos sólidos	Uso de tags de identificação por radiofrequência para cobrança automática de taxa variável de acordo com o consumo.				Melhoria da produtividade em 23%
	Monitoramento estrutural (iluminação de ruas e pontes)	Realização de manutenção preventiva sob demanda com sensores localizados na infraestrutura.				Economia com gastos na manutenção de iluminação e pontes
	Anúncios geolocalizados no transporte público	Seleção de anúncios em tempo real de acordo com região de passagem do transporte público.				Melhoria na taxa de retorno dos investimentos em publicidade
	Melhoria da eficiência de ativos por meio de IoT	Uso de sensores para coleta de dados sobre as condições das rodovias e os padrões de direção, por exemplo, usando dados para aprimorar a eficiência operacional.				Economia de custo operacional de manutenção de ativos
	Realidade aumentada para crescimento de produtividade humana	Uso de realidade aumentada para aplicação da lei e de serviços de correio, por exemplo.				Economia no uso de mão de obra e aumento da agilidade

<sup>1</sup> Estimativa qualitativa realizada junto à equipe de especialistas setoriais do BNDES

A partir dos desafios mapeados, das principais aplicações de IoT, análise de outros países e discussões no estudo, foram definidos a visão e os objetivos estratégicos para o ambiente Cidades, conforme exibido no QUADRO 35.

## QUADRO 35

---

### Cidades: aspiração e objetivos estratégicos

#### Aspiração



**Elevar a qualidade de vida** nas cidades por meio da adoção de tecnologias e práticas que viabilizem a gestão integrada dos serviços para o cidadão e a melhoria da **mobilidade, segurança pública e uso de recursos**



#### Objetivos estratégicos

	Mobilidade
	Segurança pública
	Uso eficiente de recursos
	Inovação

Reducir tempo de deslocamento e aumentar atratividade de transportes públicos

Aumentar capacidade de vigilância e monitoramento de áreas da cidade para inibir e mitigar situações de risco à segurança

Reducir desperdício de *utilities* e criar rede de iluminação pública que habilite soluções de IoT de forma ampla na cidade

Promover adoção de soluções desenvolvidas localmente para desafios do ambiente

#### Exemplo ilustrativo de ação

##### Cartilha de Cidades Inteligentes e Humanas



- Sustentabilidade política e econômica
- Interoperabilidade
- Financiamento
- Sistemas integrados etc.

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

Através das diversas interações ao longo do estudo, foram mapeadas barreiras específicas para as cidades brasileiras adotarem IoT. Essas barreiras precisam ser endereçadas para que a visão se torne realidade, por isso estão relacionadas com as iniciativas mapeadas no Plano de Ação. A lista das principais barreiras, organizadas de acordo com as horizontais, está reproduzida no QUADRO 36.

## QUADRO 36

### Barreiras à IoT no Brasil e seus eixos transversais

Horizontais	Barreiras
Capital humano	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Disparidade entre capacitação de gestores públicos e parceiros do setor privado para lidar com IoT.</li><li>▪ Capacitação de mão de obra para prototipagem de produtos no âmbito de cidades (p.ex., laboratórios de fábrica/<i>living labs</i> nos municípios).</li></ul>
Inovação e inserção internacional	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Baixos vínculos de prefeituras com <i>start-ups</i> e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) e falta de práticas de compartilhamento dos dados, que podem fomentar surgimento de novos negócios.</li><li>▪ Orçamentos municipais não comportam grandes investimentos em IoT e, portanto, são necessários outros modos de financiamento, como parcerias público-privadas, empréstimos de bancos de desenvolvimento e transferências voluntárias de outras esferas.</li><li>▪ Municípios de pequeno porte ainda enfrentam dificuldades para estabelecer parcerias público-privadas.</li><li>▪ Baixa cooperação horizontal de regiões metropolitanas, evidenciada pela existência de consórcios intermunicipais pontuais.</li><li>▪ Falta de integração e articulação administrativa das secretarias e demais órgãos públicos municipais.</li></ul>
Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Deficiências em infraestrutura básica de conectividade em determinados municípios.</li></ul>
Ambiente regulatório	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Barreiras regulatórias para uso de dados públicos dos cidadãos.</li><li>▪ Barreiras regulatórias existentes em <i>smart grid</i>, como a lógica de incentivos regulatórios para investimento e a regulamentação de tarifas inteligentes, que estão sendo endereçadas pela ANEEL.</li><li>▪ Contratos de prestação de serviços baseados em processo e não em resultado inibem a implantação de IoT.</li><li>▪ A legislação de compras públicas impõe alta complexidade e por vezes inviabiliza contratação de soluções tecnológicas.</li></ul>

FONTE: Entrevistas do estudo

5

## 4.5 IoT em saúde

A partir da análise de diversos documentos, como o Plano Nacional de Saúde 2016-2019, do Ministério da Saúde, a Agenda para Transformar o Sistema de Saúde, do Instituto Coalizão Saúde, e o Projeto Brasil Saúde Amanhã, da Fundação Oswaldo Cruz, é possível sintetizar os desafios da saúde no Brasil em uma perspectiva de impacto, com base em três grandes objetivos:

- Melhorar o estado de **saúde da população**.
- Incrementar a **satisfação dos cidadãos e dos profissionais** de saúde.
- Assegurar a **sustentabilidade financeira** do sistema de saúde.

Nossa população é acometida por uma tripla carga de doenças (crônicas, infectocontagiosas e de causas externas/violência), ao mesmo tempo em que passa por um rápido processo de envelhecimento. A cobertura do sistema de saúde e os indicadores-chave de desempenho do sistema, como mortalidade infantil e materna, melhoraram significativamente nas últimas décadas. Entretanto, a coordenação do cuidado nos diferentes níveis de atenção é ainda incipiente. Um dos desafios é a integração dos diferentes atores do sistema de saúde, estruturados em torno de uma visão unificada das pessoas, sejam elas pacientes ou não. Por último, o fenômeno global conhecido como “inflação médica”, principalmente, atribuído à constante incorporação de novas tecnologias de diagnóstico e tratamento, desafia a sustentabilidade financeira do sistema de saúde brasileiro. Assim, a melhoria da gestão dos recursos é fundamental para que a área de saúde continue absorvendo inovações que impactem positivamente a vida das pessoas.

O QUADRO 37 ilustra o agrupamento dos principais desafios do sistema de saúde em torno dos três eixos já mencionados. Dos dez desafios, os quatro principais em que IoT pode trazer benefícios são: (1) tratamento de doenças crônicas; (2) tratamento de doenças infectocontagiosas; (3) promoção e prevenção da saúde; e (4) melhoria na eficiência de gestão.

## QUADRO 37

### Impacto da IoT em 4 dos 10 desafios de saúde

		Exemplos de desafios		Potenciais aplicações de IoT
				Principais desafios
Qualidade de vida	Tripla carga de doenças	Crônicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>40% dos brasileiros hoje vivem com <b>doenças crônicas</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento remoto das condições de saúde</li> <li>Diagnóstico descentralizado</li> </ul>
		Infectocontagiosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>O país enfrentou a <b>maior epidemia do vírus zika da história</b>, e suas <b>doenças relacionadas também tiveram pico</b> (dengue aumentou 95% de 2015 para 2016)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoio à <b>identificação de síndromes e patologias</b></li> <li><b>Identificação e controle de epidemias</b></li> </ul>
		Causas externas/violência	<ul style="list-style-type: none"> <li>O Brasil é <b>10º país mais violento do mundo</b>, em termos relativos, e sua taxa de homicídios vem crescendo 4% ao ano</li> </ul>	-
		Promoção e prevenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Na última década, houve <b>aumento de 62% na incidência de diabetes</b> e de 14% na <b>incidência de hipertensão</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento e auxílio no condicionamento físico dos usuários através de <b>aparelhos vestíveis</b></li> </ul>
	Satisfação do paciente	Envelhecimento da população	<ul style="list-style-type: none"> <li>Até 2030, a <b>população brasileira acima de 60 anos deverá triplicar</b>, aproximando nossa pirâmide etária da do Japão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento do <b>risco de queda</b></li> </ul>
		Aumento das expectativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os <b>princípios do SUS</b> levam a uma <b>cobertura mais ampla</b> do que a de <b>países com sistemas semelhantes e maior renda per capita</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoio à <b>navegação</b> dos pacientes e profissionais <b>nas unidades de saúde</b></li> </ul>
		Gestão da informação /visão do paciente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de <b>prontuário único do paciente</b> que permite <b>visão integrada</b> em diferentes unidades de saúde e que dê acesso ao paciente sobre suas informações de saúde</li> </ul>	-
		Cobrança	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Modelo baseado em valor da prescrição</b> é <b>insustentável</b> e hospitais de ponta estão migrando para modelos com maior foco em desfecho</li> </ul>	-
Sustentabilidade financeira do sistema	Eficiência de gestão			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Apesar de 8,3% do PIB ser gasto em saúde, os resultados para o cidadão ficam abaixo de países com níveis de gastos semelhantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção preventiva</li> <li>Otimização de estoque</li> <li>Uso eficiente de recursos</li> <li>Gestão de ativos</li> </ul>
	Inovação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Processo de <b>incorporação de novas tecnologias na área da saúde</b> é complexo e, muitas vezes, depende da execução de pilotos para <b>provar custo-efetividade</b></li> </ul>	-

FONTE: Ministério da Saúde, Instituto Coalizão Saúde, análise do consórcio

As aplicações de IoT em saúde foram analisadas na Fase II e refinadas durante as sessões de trabalho e entrevistas com especialistas ao longo da Fase III. A partir das discussões com o BNDES e o MCTIC, foram selecionadas cinco aplicações para detalhamento. Todas estão apresentadas nos quadros 38 a 40.

## QUADRO 38

### Aplicações de IoT: eixo Qualidade de Vida

 Alto  Baixo

 Aplicações para detalhamento

Desafio	Caso de uso	Descrição	Impacto estimado	Alavancas de impacto
<b>Crônicas</b> 	<b>Monitoramento remoto das condições de saúde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Monitoramento</b> remoto de condições de saúde, que permite <b>aprimorar tratamentos e identificar precocemente complicações</b> de saúde</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento da <b>expectativa de vida</b></li> <li>▪ Diminuição do custo nos episódios graves por causa da identificação precoce</li> </ul>
<b>Infectocontagiosas</b> 	<b>Apoio à identificação de síndromes e patologias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Consolidação de informações do paciente</b> (de sinais vitais até administração de medicamentos) e <b>uso de advanced analytics</b> para <b>apoiar na identificação</b> de síndromes e outras patologias</li> </ul>	 (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Redução de mortalidade</b> na área da saúde</li> <li>▪ <b>Maior agilidade</b> na identificação de síndromes</li> <li>▪ <b>Maior número de casos identificados</b> de síndromes</li> </ul>
	<b>Diagnóstico descentralizado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realização de exames sem necessidade de enviar amostras para laboratórios, o que facilita a <b>realização em locais remotos</b> e <b>acelera a tomada de decisões</b> por profissionais de saúde</li> </ul>	 (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Redução de consultas desnecessárias</b></li> <li>▪ <b>Maior agilidade</b> na identificação de doenças</li> <li>▪ <b>Redução de custos</b> logísticos</li> </ul>
<b>Promoção e prevenção</b> 	<b>Identificação e controle de epidemias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Consolidação de informações</b> relacionadas à propagação de doenças e uso de <b>advanced analytics</b> para <b>apoiar a identificação do início de epidemias</b></li> </ul>	 (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Maior agilidade na identificação</b> de surtos</li> <li>▪ <b>Redução da incidência de doenças</b> e consequente mortalidade</li> </ul>
	<b>Monitoramento e auxílio no condicionamento físico através de aparelhos vestíveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ajudar a <b>melhorar o condicionamento físico e o bem-estar</b> dos usuários por meio de aparelhos vestíveis com base na responsabilização (monitoramento), aconselhamento e incentivos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento da <b>expectativa de vida</b></li> <li>▪ <b>Redução da incidência de doenças</b></li> </ul>

(\*) Estimativa de alto nível baseada na comparação de casos de uso calculados em fases anteriores do estudo

FONTE: Sessões de trabalho com especialistas, MGI, análise do consórcio

## QUADRO 39

### Aplicações de IoT: sustentabilidade financeira (1/2)



Desafio	Caso de uso	Descrição	Impacto estimado	Alavancas de impacto
<b>Eficiência de gestão</b> 	<b>Localização de ativos nas unidades de saúde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento de ativos móveis duráveis, que facilita a <b>localização de ativos e aumenta a eficiência</b> dos profissionais da área de saúde</li> </ul>	(*)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Melhor uso de ativos duráveis e móveis</b></li> <li><b>Economia de tempo</b> dos profissionais de saúde</li> <li><b>Maior agilidade</b> no atendimento de pacientes</li> </ul>
	<b>Gestão e otimização de estoque de insumos de saúde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otimização do <b>estoque</b> de insumos de saúde, que garante existência de estoque, <b>diminuição de desperdício</b> e armazenamento sob condições adequadas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Diminuição dos custos</b> com insumos e medicamentos</li> <li><b>Diminuição de desperdício</b> de insumos e medicamentos</li> </ul>
	<b>Rastreamento de insumos de saúde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rastreamento de medicamentos e insumos de saúde para <b>assegurar a origem e a qualidade</b> de insumos usados no tratamento dos pacientes</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Melhoria da qualidade</b> dos insumos usados</li> <li>Diminuição de <b>remédios ilegais</b></li> <li>Diminuição de <b>desperdício</b></li> </ul>
	<b>Manutenção preditiva de equipamentos médicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção baseada em <b>condições</b> dos equipamentos médicos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Diminuição dos custos de manutenção</b> de equipamentos</li> <li><b>Maior tempo disponível</b> de equipamentos funcionando</li> </ul>
	<b>Desenho de novos dispositivos médicos baseado no uso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento de <b>produtos melhores</b> a partir de dados dos sensores que fornecem aos fabricantes dos equipamentos <b>informações sobre os padrões de uso</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Maior eficiência</b> no uso de equipamentos médicos</li> </ul>
	<b>Analytics pré-vendas de dispositivos médicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Venda cruzada de insumos com base no <b>padrão de uso dos equipamentos</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Maior eficiência na venda de insumos</b></li> </ul>

(\*) Estimativa de alto nível baseada na comparação de casos de uso calculados em fases anteriores do estudo

FONTE: Sessões de trabalho com especialistas, MGI, análise do consórcio

## QUADRO 40

### Aplicações de IoT: sustentabilidade financeira (2/2)

 Alto  Baixo

 Aplicações para detalhamento

Desafio	Caso de uso	Descrição	Impacto estimado	Alavancas de impacto
 Eficiência de gestão	Produtividade humana: redesenho de RH	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redesenho das organizações com base nos dados coletados sobre a interação dos funcionários com o mundo físico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Maior produtividade dos profissionais de saúde</li> </ul>
	Produtividade humana: realidade aumentada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de realidade aumentada, que permite aos funcionários receber informações contínuas em aparelhos fixados à cabeça ou em imagem projetada</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Maior produtividade dos profissionais de saúde</li> </ul>
	Produtividade humana: monitoramento de atividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melhoria da eficiência dos funcionários de saúde com base em informações recebidas em tempo real sobre a atividade e a localização dos funcionários</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Maior produtividade dos profissionais de saúde</li> </ul>
	Gestão de energia: unidades de saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão do consumo de energia nas unidades de saúde, com uso de aparelhos conectados</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminuição dos custos prediais</li> </ul>
	Segurança predial: unidades de saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestão de segurança de edifícios, com uso de CCTV por IP em unidades de saúde</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminuição dos custos prediais</li> </ul>

(\*) Estimativa de alto nível baseada na comparação com casos de uso calculados em fases anteriores do estudo

FONTE: Sessões de trabalho com especialistas, MGI, análise do consórcio

O QUADRO 41 sintetiza a aspiração para IoT na saúde, assim como os objetivos estratégicos e indicadores de impacto a serem acompanhados, elaborados nas discussões das sessões de trabalho e entrevistas com especialistas.

## QUADRO 41

### Aspiração e objetivos estratégicos

#### Aspiração

Contribuir para a ampliação do **acesso à saúde de qualidade** no Brasil por meio da criação de uma **visão integrada** dos pacientes, **descentralização** da atenção à saúde, e da **melhoria de eficiência** das unidades de saúde



#### Objetivos estratégicos

Doenças crônicas
Promoção e prevenção
Eficiência de gestão
Inovação

Melhorar a **efetividade dos tratamentos** de pessoas com doenças crônicas por meio do **monitoramento contínuo** dos pacientes

Prevenir **situações de risco** e controlar o surgimento de **epidemias** e de **doenças infectocontagiosas** com soluções de IoT

Aumentar a **eficiência dos hospitais e unidades de atenção primária de saúde** através da adoção de soluções de IoT

Promover a **adoção de soluções desenvolvidas** localmente para desafios do ambiente e uma **visão mais integrada do paciente**

#### Exemplo de ação

##### Hospital 4.0

- Chamada para projetos piloto para uso de IoT em unidades de saúde com distintos fornecedores

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

Também foram identificadas diversas barreiras que dificultam ou impedem a adoção de IoT na vertical de saúde, e que estão resumidas no QUADRO 42.

## QUADRO 42

### Barreiras para desenvolvimento e adoção de IoT

#### Horizontais

#### Barreiras

<b>Capital humano</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Informática em saúde não é reconhecida como área de conhecimento pelos órgãos de educação</li><li>▪ Faltam bolsas de mestrado, doutorado e pesquisa na área de informática médica</li><li>▪ Poucos profissionais possuem conhecimentos tanto de processos de saúde como de TI</li></ul>
<b>Inovação e inserção internacional</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falta de investimento privado e público adequados para startups</li><li>▪ Burocracia para obter recursos e pouca visibilidade de longo prazo para disponibilidade de recursos</li><li>▪ Pulverização dos recursos para inovação com desalinhamento de órgãos financiadores</li><li>▪ Dificuldade na importação de componentes</li><li>▪ Falta de estudos de mercado e verbas para análise de eficiência de novas soluções tecnológicas</li><li>▪ Cadeia produtiva possui lacunas (p. ex.: falta de indústrias de hardware nacionais)</li><li>▪ Falta de grupos de discussões de IoT nas associações, conselhos e conferências de saúde</li><li>▪ Pouca articulação entre empresas, universidades, ICTs e provedores de serviço</li></ul>
<b>Regulatório, segurança e privacidade</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Profissionais de tecnologia não possuem conhecimento sobre a regulação específica da área da saúde</li><li>▪ Regulamentação de software como dispositivo médico</li><li>▪ Ausência de normas claras em relação a sigilo de informações clínicas e consentimento de uso de dados</li></ul>
<b>Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Rede de serviços de saúde com baixo nível de informatização e conectividade</li><li>▪ Falta de conectividade em áreas remotas</li><li>▪ Falta inclusão digital de populações mais vulneráveis</li></ul>

FONTE: Sessão de trabalho e entrevistas com especialistas, análise do consórcio

## 4.6 IoT em rural

A aplicação de IoT no campo pode trazer inúmeros benefícios aos produtores das cadeias produtivas brasileiras. Suas diversas aplicações permitem desde o acompanhamento das condições climáticas, do crescimento da plantação, do desempenho das máquinas agrícolas até o acompanhamento detalhado da saúde dos animais.

As aplicações de IoT no campo têm potencial de trazer importantes ganhos na produtividade e na redução de custos com insumos, aumentando a competitividade dos produtos agropecuários nacional no cenário internacional. O Brasil também apresenta potencial de oferta de soluções de IoT para climas tropicais, replicáveis internacionalmente em regiões de clima semelhante, além de melhoria do controle fitossanitário das exportações por meio da implementação de sistemas de rastreamento por IoT.

O setor agropecuário apresenta desafios para aumentar produção com sustentabilidade econômica, ambiental e social, mas existe uma grande oportunidade para o país consolidar sua liderança mundial. No QUADRO 43 são apresentados os exemplos de desafios e as potenciais aplicações de IoT.

### QUADRO 43

#### Os 8 eixos de IoT, com os 4 mais relevantes

Eixos	Exemplos de desafios e oportunidades	Potenciais aplicações de IoT <sup>1</sup>	Aplicações de uso eficiente de insumos e maquinário são as que têm maior impacto com IoT
	<b>Uso eficiente de recursos naturais e insumos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>O Brasil é o 4º maior consumidor de defensivos agrícolas por hectare (duas vezes o consumo do Canadá).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Monitoramento do clima</li><li>Gestão de pragas</li></ul>
	<b>Uso eficiente de maquinário</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>No Brasil, o índice de máquinas agrícolas por m² é cerca de 10 vezes menor que em Portugal, e 20 vezes menor que na Áustria.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Gestão do desempenho de máquinas</li><li>Otimização das rotas de plantio</li></ul>
	<b>Segurança sanitária e bem-estar animal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Em 2017, as exportações de carnes <i>in natura</i> para os EUA foram bloqueadas por irregularidades sanitárias em 11% das importações (<i>versus</i> 1% do padrão mundial).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Monitoramento da localização e comportamento animal</li><li>Monitoramento da saúde animal</li></ul>
	<b>Ambiente regulatório (fiscal, ambiental e trabalhista)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>A carga tributária brasileira passou de 25% para 36% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2014.</li></ul>	-
	<b>Fundiário</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Há pelo menos quatro sistemas distintos de cadastro de imóveis rurais geridos por diferentes órgãos.</li></ul>	-
	<b>Produtividade humana</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>57% dos trabalhadores do campo são contratados informalmente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Gestão da produção por analytics</li></ul>
	<b>Volatilidade e transparéncia dos preços</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Exemplo da cebola: variação de preço de 34% ao consumidor representa variação de 65% dos preços pagos ao produtor.</li></ul>	-
	<b>Infraestrutura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Os custos de transporte representam cerca de 47% do total de custos no Brasil, enquanto nos EUA o percentual é de 11%.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Monitoramento de estoques</li></ul>

FONTE: Análise do consórcio, HF Brasil, USDA, Phillips McDougall, Kleffmann AMIS AgriGlobe, Planalto, WorldBank

As aplicações de IoT no campo podem ser classificadas em quatro grupos, conforme mostra o QUADRO 44.

## QUADRO 44

### As 4 frentes de aplicação de IoT, com o impacto total

NÃO EXAUSTIVO



11

Nos quadros 45 e 46 são apresentadas as diversas aplicações de IoT para o campo, mapeadas para as quatro principais categorias. Essas aplicações foram amplamente discutidas com mais de 70 atores do setor agropecuário brasileiro e classificadas segundo seu impacto econômico potencial máximo, estimado em US\$ 21 bilhões, em 2025, considerando o resultado financeiro esperado da adoção e as facilidades de adoção, por exemplo, disponibilidade da tecnologia no mercado nacional.

Sete aplicações de IoT foram selecionadas como as mais relevantes pelo impacto econômico e estágio de desenvolvimento da tecnologia. O impacto dessas aplicações é explicado nos quadros 45 e 46.

## QUADRO 45

### Aplicações de IoT e seus impactos (1/2)

Desafio	Aplicação	Descrição	Impacto estimado	Alavancas de impacto		
				Alto	Médio	Baixo
 Uso eficiente de recursos naturais e insumos	▪ <b>Monitoramento meteorológico</b>	▪ Monitoramento do microclima e recursos naturais por sensores ou miniestações, gerando alertas sobre potencial de pragas, doenças, chuvas, e apoiando a tomada de decisão de plantio, colheita, momento de retorno ao campo e necessidade de irrigação.		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução do uso de defensivos agrícolas</li> <li>▪ Melhor precisão nas decisões de plantio e colheita</li> <li>▪ Otimização da irrigação</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento da fertilidade do solo</li> <li>▪ Aumento da produção</li> <li>▪ Otimização do uso de fertilizantes</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melhor negociação de preços, por meio da melhor estimativa da quantidade e qualidade da produção</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução de gastos com uso de água</li> <li>▪ Aumento do índice de sucesso do plantio</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento da qualidade percebida dos produtos</li> </ul>		
	▪ <b>Monitoramento do solo</b>	▪ Monitoramento de <b>propriedades físicas, químicas e biológicas do solo</b> , gerando informações para orientar práticas agrícolas como irrigação e manejo do solo.				
	▪ <b>Gestão da produção</b>	▪ Monitoramento da <b>evolução e crescimento da plantaçao</b> , que mede as características da plantaçao, para <b>estimar qualidade e quantidade de produção da safra</b> , e permite controle de produtividade de diferentes variedades.				
	▪ <b>Gestão da irrigação</b>	▪ Acompanhamento da <b>umidade e balanço hídrico do solo</b> por sensores que orientam a necessidade de intervenção.				
	▪ <b>Mapeamento de terreno</b>	▪ Mapeamento topográfico de terreno com coleta de dados por imagens para <b>criação de um modelo 3D</b> e planejamento do uso de solo, de acordo com a aptidão do terreno, por meio de seleção de culturas que maximizem a probabilidade de germinação e desenvolvimento da semente.				
	▪ <b>Rastreabilidade da produção</b>	▪ Controle dos insumos utilizados e armazenamento das <b>informações de todas as etapas do processo produtivo</b> (p. ex.: sensores e beacons).				
 Uso eficiente de maquinário	▪ <b>Gestão de desempenho de máquinas</b>	▪ <b>Monitoramento em tempo real das operações</b> , gerando um <i>big data</i> que permite o acompanhamento da qualidade das operações e o impacto na cultura, e prevê o momento ideal de manutenção das máquinas.		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução de gastos com combustível</li> <li>▪ Aumento da disponibilidade de máquinas</li> <li>▪ Aumento de produtividade agrícola</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução dos atrasos relacionados a paradas não programadas</li> <li>▪ Redução de perdas na colheita por morosidade do processo</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução de tempo necessário para colheita</li> <li>▪ Redução de custo de operação</li> </ul>		
	▪ <b>Remanejamento dinâmico de ativos</b>	▪ Comunicação entre máquinas, que otimiza sua localização e <b>recomenda em tempo real o remanejamento de ativos</b> para maximizar a produtividade, <b>reduzir tempos de espera</b> entre carga e descarga e posicionar operações na <b>janela de plantio e colheita adequadas</b> .				
	▪ <b>Otimização de rotas no ciclo produtivo</b>	▪ Otimização de rotas, considerando total da área, carga de trabalho, cronograma, equipamentos disponíveis, rotas e estradas para talhões, entre outras restrições, criando <b>plano de expedição ideal e otimizando produtividade</b> .				
	▪ <b>Controle de pulverizações e aplicações</b>	▪ Captura de dados em trânsito, permitindo <b>ativação e desativação automática de seções do pulverizador</b> para reduzir uso de insumos e impacto ambiental e aumentar rastreabilidade das aplicações.				
	▪ <b>Monitoramento de estoques</b>	▪ Controle das <b>condições de estocagem</b> em silos, visando prolongar a vida da produção agrícola.				

\* Aplicações mapeadas em estudos e em sessões de trabalho com especialistas

FONTE: Análise do consórcio

## QUADRO 46

### Aplicações de IoT e seus impactos (2/2)

Desafio	Aplicação	Descrição	Impacto estimado	Alavancas de impacto
				Alto Médio Baixo
 <b>Segurança sanitária e bem-estar do animal</b>	<b>Gestão de pragas</b>	▪ Monitoramento da sanidade da plantação ou pastagem que captura imagens, <b>identificando doenças, plantas daninhas e pestes</b> e permitindo melhor controle fitossanitário.		▪ Redução do uso de defensivos agrícolas, por meio da aplicação imediata apenas nas áreas infectadas
	<b>Monitoramento de incêndios</b>	▪ Monitoramento de temperatura, fumaça e/ou gases, gerando alertas para ação com identificação da área específica para intervenção.		▪ Redução dos danos a produção ▪ Redução de despesas com seguros agrícolas
	<b>Monitoramento de localização e comportamento</b>	▪ Monitoramento da localização e do comportamento do animal, indicando doenças ou necessidade de intervenção quando ele apresenta comportamento anormal.		▪ Redução de perdas por roubos
	<b>Monitoramento da saúde e bem-estar do animal</b>	▪ Monitoramento da saúde e bem-estar do animal, ajudando na detecção de doenças e estresse, na predição de datas de parto e na otimização da alimentação do gado.		▪ Redução de perda de animais por doenças ▪ Melhoria da qualidade percebida da proteína animal
	<b>Monitoramento de peso e da alimentação do animal</b>	▪ Monitoramento de peso do animal por meio de balanças instaladas em locais de passagem obrigatória e ajustes da composição da alimentação. As informações são processadas para definir ponto ótimo de abate.		▪ Aumento da produtividade
	<b>Rastreabilidade de vacinas e medicamentos</b>	▪ Rastreabilidade de vacinas, medicamentos e insumos recebidos por cada animal, ajudando a estimar a qualidade esperada da proteína, e a mensurar a adequação a normas fitossanitárias.		▪ Melhoria da qualidade percebida da proteína animal
	<b>Monitoramento da qualidade do leite</b>	▪ Monitoramento constante das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do leite, ajudando na detecção precoce de gravidez, abortos, cistos, mastite e cetose, entre outras doenças ou alterações biológicas que possam impactar na qualidade do leite produzido.		▪ Melhoria da qualidade do leite ▪ Redução das perdas da produção por doenças
	<b>Gestão de dejetos animais</b>	▪ Monitoramento e gestão de dejetos dos animais para reutilização sustentável.		▪ Redução das emissões de gases e impacto ambiental
 <b>Produtividade humana</b>	<b>Gestão da produção por analytics</b>	▪ Coleta de dados da produção e <b>geração de relatórios de desempenho por meio de advanced analytics</b> , que indica fontes e causas de perdas e oferece ferramentas para <b>melhor planejamento e gestão da próxima safra</b> .		▪ Aumento da produtividade agrícola ▪ Redução de custos
	<b>Monitoramento dos trabalhadores</b>	▪ Compartilhamento e monitoramento de <b>informações em tempo real sobre vendas, pedidos de compras, ordens de serviço, horas trabalhadas</b> , entre outras informações, permitindo gestão mais eficiente das atividades e mapeamento de melhores práticas.		▪ Aumento da eficiência do trabalho, reduzindo tempos de atualização de informações

\* Aplicações mapeadas em estudos e em sessões de trabalho com especialistas

FONTE: Análise do consórcio

Um passo importante na definição da estratégia nacional do Plano de Ação de Internet das Coisas (IoT), nos setores de agricultura e pecuária, é a criação de uma visão de longo prazo. A visão do Brasil para a IoT no ambiente rural foi desenvolvida com base em diversas interações com especialistas, produtores, acadêmicos e pesquisadores do segmento, tanto em entrevistas individuais quanto em sessões de trabalho colaborativas, nas quais participaram de mais de 70 profissionais.

Como resultado das interações, grandes temas foram recorrentes como o posicionamento do Brasil como o maior desenvolvedor de soluções de IoT para agropecuária tropical, visão bastante alinhada com o mapeamento realizado na Fase II do estudo em que o ambiente rural surgiu com a maior capacidade de desenvolver a oferta de IoT em âmbito internacional.

Também foram debatidos temas relacionados ao aumento de produtividade nacional, incremento das exportações agropecuárias, expansão das barreiras de exportação (inclusão de novos países), aumentando a relevância do país como um dos grandes exportadores de alimentos do mundo, com produtos de alta qualidade e sustentabilidade socioambiental. A partir desses insumos, foi definida a visão para IoT, apresentada no QUADRO 47.

## QUADRO 47

### Aspiração e objetivos estratégicos

#### Aspiração

Aumentar a **produtividade** e a **relevância** do Brasil no comércio mundial de produtos agropecuários, com **elevada qualidade** e **sustentabilidade socioambiental**, e posicioná-lo como o maior **exportador de soluções de IoT para agropecuária tropical**



#### Objetivos estratégicos

Uso eficiente de recursos naturais e insumos
Uso eficiente de maquinário
Segurança sanitária
Inovação

Aumentar a **produtividade** e a **qualidade** da produção rural através da utilização de dados.

**Otimizar o emprego de equipamentos** no ambiente rural pelo uso de IoT.

Aumentar o volume de informações e sua precisão no **monitoramento de ativos biológicos**.

Promover a **adoção de soluções desenvolvidas localmente** para desafios do ambiente.

#### Exemplo ilustrativo de ação

##### Fazenda Tropical 4.0

- Disponibilizar conectividade em fazendas de diferentes culturas para desenvolvimento de soluções.

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

Para que o desenvolvimento de IoT no campo seja feito em sua plenitude, é necessário superar barreiras estruturais relevantes relacionadas principalmente com a falta de infraestrutura de conectividade, as dificuldades de fomento à inovação e a baixa profissionalização da mão de obra. As barreiras mapeadas pelo estudo são apresentadas no QUADRO 48.

## QUADRO 48

### Barreiras mapeadas para desenvolvimento de IoT

Principais temas	
Capital humano	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Baixo índice de profissionalização da gestão no campo.</li><li>▪ Falta de mão de obra capacitada para operar soluções IoT.</li><li>▪ Falta de mão de obra capacitada para desenvolver soluções de IoT em âmbito nacional.</li></ul>
Inovação e inserção internacional	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Equipamentos são ainda caros e importados, em sua grande maioria.</li><li>▪ Baixo suporte ao empreendedorismo e ao investimento em capital de risco.</li><li>▪ Falta colaboração para desenvolvimento de soluções entre instituições públicas e privadas para adoção imediata.</li><li>▪ Falta coordenação entre fóruns de instituições públicas e privadas para discussão dos temas relacionados ao desenvolvimento de IoT.</li><li>▪ Não há linhas de financiamento para aquisição de serviços de IoT.</li><li>▪ Burocracia do processo de financiamento com linhas atuais.</li><li>▪ Falta informação de linhas de financiamento.</li><li>▪ Faltam incentivos e investimentos para desenvolvimento de tecnologias de ponta.</li></ul>
Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Problemas de conectividade das propriedades rurais com a nuvem.</li><li>▪ Alto custo e baixa qualidade das conexões disponíveis.</li><li>▪ Problemas de conectividade dentro da propriedade rural</li><li>▪ Problemas de conectividade entre as diversas soluções de software e IoT.</li></ul>
Regulatório, privacidade e segurança	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Privacidade e propriedade dos dados processados por IoT ainda sem definição legal.</li><li>▪ Os parâmetros de segurança dos dados trafegados também não estão definidos.</li></ul>

\* Estimativa de alto nível feita a partir de entrevistas e sessões de trabalho com especialistas das diversas cadeias produtivas

FONTE: Sessões de trabalho do estudo, entrevistas com especialistas, discussões com BNDES/MCTIC, análise do consórcio

## **4.7 IoT em indústrias**

Ao longo da Fase II do estudo foram analisados dois ambientes de aplicação de IoT no setor industrial: fábricas e indústrias de base. Ao final, criou-se o conceito Frente Mobilizadora de Indústrias e optou-se por aprofundar esses ambientes de forma conjunta. O termo mobilizadora exprime a intenção de impulsionar iniciativas relacionadas com manufatura avançada, lideradas por outros órgãos, associações e confederações.

A opção por detalhar essa frente transversal e heterogênea deve-se ao impacto positivo que poderá trazer para os demais setores da economia através da adoção de IoT.

Os principais desafios da indústria que podem ser solucionados com IoT são o aumento de produtividade e a incorporação de elementos inovadores nos processos produtivos. O QUADRO 49 exibe oito grupos de desafios, dos quais seis são impactados de forma mais significativa por IoT.

## QUADRO 49

### Desafios da indústria para aumento da produtividade

Desafios	Descrição
 Recursos e processos	<ul style="list-style-type: none"><li>Melhorar processos em termos de consumo de material, velocidade de execução ou rendimento</li><li>Aperfeiçoar o desenho dos processos com o uso intensivo de tecnologia</li></ul>
 Bens de capital	<ul style="list-style-type: none"><li>Incrementar o uso de ativos, diminuindo o tempo de inatividade</li><li>Aperfeiçoar o desenho da nova geração de ativos</li></ul>
 Estoque e cadeia de fornecimento	<ul style="list-style-type: none"><li>Reducir excesso de estoque para diminuir capital imobilizado</li><li>Melhorar a integração entre diferentes elos da cadeia de fornecimento</li></ul>
 Mão de obra	<ul style="list-style-type: none"><li>Reducir tempo de espera dos trabalhadores</li><li>Aumentar a velocidade das operações</li><li>Mudar a forma como escritórios de projetos de engenharia trabalham para incorporar tecnologia de forma mais ampla</li></ul>
 Serviços e pós-venda	<ul style="list-style-type: none"><li>Criar novos modelos de negócios baseados em serviços</li><li>Ofertar soluções para diminuir custos com serviços e tempo de inatividade de máquinas</li></ul>
 Qualidade	<ul style="list-style-type: none"><li>Melhorar a qualidade dos produtos</li><li>Eliminar falhas durante o processo de criação de valor</li></ul>
 Adequação de oferta	<ul style="list-style-type: none"><li>Otimizar a correspondência de oferta de produtos com base no que os consumidores realmente valorizam e querem comprar</li></ul>
 Tempo para mercado	<ul style="list-style-type: none"><li>Levar novos produtos para o mercado em menos tempo</li></ul>

FONTE: MGI, análise do consórcio

Por meio do estudo das iniciativas existentes nas indústrias, é possível perceber que há diversas aplicações de IoT que impactam os seis desafios mapeados. No QUADRO 50 são apresentadas algumas dessas aplicações, indicando tanto o impacto como as alavancas desses usos.

## QUADRO 50

NÃO EXAUSTIVO

### Seleção de cinco aplicações de IoT para detalhamento no estudo

Desafios	Aplicações	Impacto estimado	Alavancas de impacto
<b>Recursos e processos</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimização de processos em tempo real</li> <li>Rastreamento e monitoramento remoto de equipamentos e materiais</li> <li>Consumo de energia inteligente</li> </ul>	 <span style="width: 100%;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento do rendimento</li> <li>Redução do índice de perdas de materiais</li> <li>Diminuição de custos</li> </ul>
<b>Bens de capital</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção preditiva com insights baseados em dados</li> <li>Desenho de equipamentos com base em dados de uso</li> </ul>	 <span style="width: 100%;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminuição do tempo de inatividade das máquinas</li> <li>Redução dos custos de manutenção</li> </ul>
<b>Estoque e cadeia de fornecimento</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimização de estoque em tempo real</li> </ul>	 <span style="width: 100%;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminuição dos ativos immobilizados em estoque</li> </ul>
<b>Mão de obra</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento de atividades dos funcionários</li> <li>Melhoria de performance pelo uso de realidade aumentada</li> <li>Controle de equipamentos em caso de ameaça à segurança</li> </ul>	 <span style="width: 100%;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução do tempo de espera entre ações</li> <li>Aumento da velocidade de realização de tarefas</li> <li>Diminuição de acidentes</li> </ul>
<b>Serviços e pós-venda</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Venda cruzada de itens aos usuários com bases em insights dos sensores</li> </ul>	 <span style="width: 100%;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de vendas de produtos</li> </ul>
<b>Qualidade</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento em tempo real para correções de erros de produção</li> </ul>	 <span style="width: 100%;">●</span>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminuição de erros de qualidade</li> </ul>

FONTE: MGI, análise do consórcio

O QUADRO 51 sintetiza a aspiração para IoT da Frente Mobilizadora de Indústrias no Brasil, assim como os objetivos estratégicos e indicadores de impacto. Esses elementos foram elaborados

a partir de desafios, perspectivas de avanços tecnológicos e aplicações de IoT, bem como das discussões durante o estudo.

## QUADRO 51

### Indústria: aspiração e objetivos estratégicos

#### Aspiração

Incentivar a produção de itens mais complexos e aumentar a produtividade da indústria nacional a partir de **modelos de negócios inovadores** e da maior cooperação nas diversas cadeias produtivas



#### Objetivos estratégicos



##### Recursos e processos

Aumentar a **eficiência** e a **flexibilidade** dos processos industriais, usando soluções de IoT para a gestão de operações



##### Bens de capital

Promover o **desenvolvimento de novos produtos e modelos de negócios** que incorporem soluções de IoT



##### Estoque e cadeia de fornecimento

Promover a **integração e cooperação** nas cadeias de fornecedores de bens, componentes, serviços e insumos.



##### Inovação

Promover a adoção de **soluções desenvolvidas localmente** para desafios do ambiente

#### Exemplo ilustrativo de ação

##### IoT em PMEs

- Difusão de *kits*/formação básica/cartilha para uso de IoT em PMEs

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

Neste estudo, também foram identificadas diversas barreiras que dificultam ou impedem a adoção de IoT na indústria, as quais estão resumidas no QUADRO 52. Além dessas barreiras, foi também intensamente discutida a existência de outros fatores que influenciam o desenvolvimento e adoção de IoT, como a situação econômica do país e o nível da demanda nos diversos setores.

## QUADRO 52

### Barreiras para desenvolver e adotar IoT em indústrias

Horizontais	Barreiras
Capital humano	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falta de conhecimento dos profissionais sobre novas tecnologias e como implementá-las em seu contexto</li><li>▪ Falta de atratividade dos setores industriais entre os jovens</li><li>▪ Desconexão entre os profissionais de tecnologias de informação (TI) e de tecnologias de automação (TA)</li></ul>
Inovação e inserção internacional	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Poucos investimentos em programas focados no desenvolvimento de tecnologia</li><li>▪ Dificuldade no acesso a recursos para empresas nascentes por falta de garantias</li><li>▪ Falta de financiamento para adequação do chão de fábrica brasileiro ao mundo de IoT</li><li>▪ Ecossistema pouco colaborativo</li><li>▪ Desacoplamento entre o que é desenvolvido nas universidades e o que se demanda na indústria</li><li>▪ Ecossistema ofertante de soluções altamente fragmentado</li><li>▪ Falta de articulação entre diversos atores nacionais: governo, academia, associações e empresas</li><li>▪ Desconexão entre as demandas da indústria e os diversos fornecedores de soluções de IoT</li><li>▪ Visão de curto prazo e falta de entendimento das tecnologias por parte dos gestores</li></ul>
Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Altos custos de conexão em lugares remotos</li><li>▪ Atraso na implantação de redes mais velozes e robustas</li><li>▪ Baixa confiabilidade dos serviços</li><li>▪ Baixa segurança dos dados trafegados</li></ul>
Ambiente regulatório	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Conflito de impostos considerando a mobilidade que IoT traz e a migração de produtos que se tornam serviços</li><li>▪ Falta de normas relacionadas à privacidade no trabalho</li></ul>

FONTE: Sessão de trabalho com especialistas, entrevistas com especialistas, análise do consórcio

Como se pode observar, a maioria das barreiras é aplicável a diversos setores industriais, e alguns deles possuem transbordamentos para outros ambientes de aplicação.

## 4.8 Desafios e barreiras para implementação de IoT nos ambientes priorizados

Durante as sessões de trabalho e entrevistas, foram identificadas diversas barreiras que dificultam ou impedem a adoção de IoT nos ambientes priorizados, conforme descrito nos quadros das seções anteriores. Exemplos de barreiras incluem a falta de mão de obra capacitada para desenvolver e operar soluções IoT, o baixo suporte ao empreendedorismo e ao investimento em capital de risco, entraves regulatórios para uso de dados públicos dos cidadãos, bem como a falta e os problemas de conectividade em regiões remotas.

Nesse contexto, várias iniciativas foram mapeadas ao redor das barreiras para facilitar o desenvolvimento de adoção de soluções de IoT nas áreas priorizadas. As iniciativas para compor o plano de ação e o processo de construção dessas iniciativas estão detalhados na próxima seção.

## 5 Plano de ação

### 5.1 Construção e estrutura do plano de ação

O plano de ação tem como objetivo descrever as iniciativas que devem ser priorizadas até 2022, para o estabelecimento de um ecossistema robusto de IoT no Brasil. Para alcançar esse objetivo, foi adotado um processo minucioso de pesquisa e consulta a atores-chave, que incluiu entrevistas, *workshops*, consulta pública e reuniões com conselho consultivo. Durante esse processo, diversas iniciativas foram catalogadas e depois priorizadas por um grupo de especialistas. O QUADRO 53 quantifica o engajamento da etapa de construção do Plano de Ação. Além disso, o diagnóstico da Fase 1, o processo de seleção de verticais e horizontais da Fase 2, e o aprofundamento das verticais priorizadas da Fase 3 também serviram como insumos para identificação e priorização das iniciativas.

#### QUADRO 53

##### Levantamento de iniciativas na fase 3



1 Incluindo reuniões de trabalho com especialistas em cidades e rural

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

16

O plano de ação está organizado em quatro camadas – visão por ambiente, objetivos estratégicos, objetivos específicos e iniciativas – que são desdobramentos umas das outras, e permitem compreender aonde se quer chegar com o plano de ação e como ele será alcançado.

Como já citado, o princípio norteador do Plano de Ação foi a Aspiração do Brasil para Internet das Coisas, definida na primeira fase do estudo. A partir dessa aspiração, foram estabelecidas as visões particulares dos quatro ambientes, as quais se desdobram em objetivos estratégicos, que identificam os desafios do ambiente a serem solucionados pela IoT para entregar valor à sociedade. Cada ambiente tem seus objetivos estratégicos para direcionar os esforços para alcançar sua visão.

Em um próximo nível, os objetivos estratégicos, que são o “que”, se desdobram em objetivos específicos, que são o “como”. Os objetivos específicos refletem o que precisa acontecer no âmbito das quatro horizontais para que os objetivos estratégicos das verticais sejam alcançados. As iniciativas representam um conjunto de ações, com um ou mais responsáveis. O conjunto de iniciativas realizadas permitirá atingir um objetivo específico. À medida que as iniciativas forem sendo concluídas, de forma encadeada, os objetivos específicos, os objetivos estratégicos e, por fim, a visão do plano serão alcançados.

O modelo esquemático do QUADRO 54 permite uma visualização das quatro camadas.

## QUADRO 54

**4 camadas descrevem o *que* e *como* será o plano**



FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

13

## 5.2 Tipos de iniciativas

A partir da identificação e priorização das iniciativas, elas foram classificadas de acordo com o fórum de decisão, o impacto e a facilidade de implementação, em três categorias:

- Ações estruturantes.
- Medidas.
- Elementos catalisadores.

As ações estruturantes são fundamentais para o desenvolvimento de IoT no Brasil e sua implementação pode ser acompanhada dentro da estrutura de governança do Plano de Ação. Ao todo, são 17 iniciativas que possuem maior impacto na criação de um ecossistema robusto para IoT. Essas ações têm envolvimento direto de organizações líderes, como o MCTIC e o BNDES.

No entanto, essas ações podem ser geridas por organizações parceiras que demonstrem claro interesse em avançar a pauta de IoT, em consonância com os objetivos do MCTIC, do BNDES, ou de outros eventuais gestores do Plano Nacional de IoT. A implementação das iniciativas está na lista de prioridades elencadas pelos especialistas consultados neste estudo.

Já as medidas são ações ou práticas que complementam as ações estruturantes para a entrega dos objetivos específicos e estratégicos, ampliando o impacto do plano. No total, 31 iniciativas foram categorizadas como medidas. As medidas são importantes, porém não estritamente necessárias para que IoT se desenvolva no Brasil. Elas têm, no entanto, grande poder catalisador. Se implementadas, aumentam o impacto de IoT na economia e tornam o Brasil mais competitivo mundialmente no desenvolvimento dessas tecnologias, bem como na adoção delas para melhorar a qualidade de vida e a produtividade dos negócios.

Os elementos catalisadores, por sua vez, são ações identificadas como capazes de potencializar o efeito de IoT no país. No estudo, 27 iniciativas foram mapeadas como ações catalisadoras, e possuem pelo menos uma das duas características a seguir:

1. Vão além de IoT, com estrutura de tomada de decisão já definida, fora do Plano de IoT.
2. Envolvem temas que requerem uma discussão mais ampla de prioridades, como a agenda tributária e compras públicas.

O QUADRO 55 sintetiza e caracteriza essas três categorias.

## QUADRO 55

Existem três categorias de iniciativas mapeadas ao longo do estudo

	Fórum de decisão	Impacto	Facilidade de implantação
Ações estruturantes	<ul style="list-style-type: none"><li>Decisões tomadas por alto escalão de órgãos engajados no estudo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Alto e limitado a adoção e desenvolvimento de IoT</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Desafiadora porém possível caso haja alinhamento dentro e fora dos órgãos</li></ul>
Medidas	<ul style="list-style-type: none"><li>Decisões tomadas por níveis gerenciais de órgãos engajados no estudo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Médio e limitado a adoção e desenvolvimento de IoT</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Média e muitas vezes já está em andamento</li></ul>
Elementos catalisadores	<ul style="list-style-type: none"><li>Decisões tomadas por fóruns de altíssimo nível, como Presidência da República e Congresso Nacional</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Muito alto e não se limita apenas a IoT</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Muito desafiadora e, em geral, de resolução de longo prazo</li></ul>

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

36

### 5.3 Plano de Ação

As iniciativas do Plano estão organizadas em horizontais, que consistem em alavancas que contribuem e são necessárias para o desenvolvimento das soluções de IoT, e que são potencialmente importantes para qualquer ambiente.

As iniciativas estão estruturadas em quatro horizontais – (1) Capital humano, (2) Inovação e inserção internacional, (3) Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade, e (4) Regulatório, segurança e privacidade – que foram classificadas de acordo com seus objetivos específicos.

As horizontais e seus objetivos específicos são apresentados no QUADRO 56.

#### QUADRO 56

##### Objetivos específicos refletem as iniciativas

<ul style="list-style-type: none"><li>Ampliar <b>força de trabalho</b> qualificada em IoT nos ambientes priorizados, com foco especial na demanda.</li><li><b>Despertar nos jovens o interesse</b> por IoT/TIC.</li><li>Fortalecer o corpo de P&amp;D e engenharia para IoT em classe mundial.</li><li>Promover a <b>capacitação de gestores públicos</b> para IoT.</li></ul>	 Capital humano	<ul style="list-style-type: none"><li>Estimular a <b>experimentação, cooperação e disseminação</b> de modelos de negócio bem-sucedidos</li><li>Aperfeiçoar e divulgar <b>instrumentos de financiamento e fomento</b> para ICTs e empresas inovadoras.</li><li>Construir <b>ambiente para monitoramento contínuo e participativo</b> do Plano de IoT.</li><li><b>Internacionalizar soluções locais</b> em consonância com padrões globais e interoperáveis.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Ampliar a oferta de <b>redes de comunicação</b> de acordo com as demandas por serviços de IoT.</li><li>Articular o <b>tema de IoT</b> em políticas públicas de ampliação de soluções e infraestrutura para conectividade.</li><li>Incentivar e promover a <b>interoperabilidade e padronização</b> de redes, dispositivos e soluções de IoT.</li></ul>	 Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade	<ul style="list-style-type: none"><li>Endereçar questões da <b>regulamentação de Telecom</b> com vistas a acelerar o desenvolvimento de aplicações IoT.</li><li>Estruturar a criação de um <b>marco regulatório de proteção de dados pessoais</b> adequado para fomentar a inovação e a proteção aos direitos individuais.</li><li>Identificar e tratar <b>questões regulatórias específicas nas verticais priorizadas</b>.</li><li>Estabelecer desenho institucional adequado para enfrentar os desafios para <b>privacidade e segurança</b> para IoT.</li></ul>

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

35

### 5.3.1 Inovação & inserção internacional

A horizontal Inovação & inserção internacional concentra-se em questões que propiciam um ambiente ao empreendedorismo, à pesquisa e ao desenvolvimento de soluções e também à adoção de tecnologias de IoT. Essas questões envolvem financiamento, incentivos à adoção, habilitadores à inovação, facilidade de importação de componentes, de navegação do campo tributário e de inserção internacional de empresas brasileiras que desenvolvam IoT.

As iniciativas foram mapeadas e agrupadas em torno de objetivos específicos dessa horizontal. Os quadros 57 a 60 resumem o agrupamento de iniciativas de acordo com cada objetivo.

#### QUADRO 57

### Inovação e inserção internacional (1/4) Identificador da iniciativa

Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
Ações estruturantes	Estimular a experimentação, cooperação e disseminação de modelos de negócios bem-sucedidos	<p><b>A1</b> Estruturar quatro <b>redes de inovação</b> em <b>Rural, Saúde, Cidades e Indústria</b> que:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Estimulem a <b>experimentação de tecnologias</b> e adoção de IoT com foco nos <b>objetivos estratégicos</b>.</li><li>Permitam a <b>interlocução com o governo</b> de forma centralizada e simples.</li><li><b>Disseminem conhecimento</b> gerado no ecossistema de inovação, estimulem a <b>troca de experiências</b> e induzam o <b>encontro entre fornecedores e compradores</b> de solução.</li></ul> <p><b>A2</b> Apoiar e fortalecer <b>test beds para IoT</b> nas <b>redes de inovação</b> que possibilitem experimentação tecnológica, formação de talentos humanos e divulgação de novos conceitos tecnológicos.</p> <p><b>A3</b> Incentivar a <b>adoção de IoT</b> por meio do <b>financiamento de projetos pilotos</b> e estudos que comprovem benefícios da adoção de IoT.</p>
	Aperfeiçoar e divulgar instrumentos de financiamento e fomento para empresas e ICTs inovadores	<p><b>A4</b> Fortalecer <b>centros de competência</b> em <b>tecnologias habilitadoras para IoT</b>, com <b>financiamento articulado</b> por agências de fomento, para desenvolver <b>pesquisa tecnológica de relevância internacional</b>, com impacto comercial e/ou social relevante nos quatro ambientes, buscando <b>interação com o setor empresarial</b> e realizando <b>transferências de tecnologia</b>.</p> <p><b>A5</b> Viabilizar <b>instrumentos de fomento</b> para impulsionar a <b>adoção e o lançamento no mercado</b> de novas soluções desenvolvidas nas redes de inovação (p. ex.: isenções fiscais, subsídios diretos para compras de novas soluções etc.).</p>

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

## QUADRO 58

### Inovação e inserção internacional (2/4) Identificador da iniciativa

Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
Ações estruturantes	<p><b>Construir ambiente para monitoramento contínuo e participativo</b></p>	<p><b>A6</b> Criar <b>Observatório para engajamento do ecossistema de IoT no Brasil</b>, divulgação e monitoramento das iniciativas do Plano Nacional de IoT, atraindo instituições públicas e privadas.</p>
Medidas	<p><b>Internacionalizar soluções locais em linha com padrões globais e interoperáveis</b></p>	<p><b>A7</b> Elaborar <b>plano de apoio para exportação de soluções de IoT</b> desenvolvidas no país, com foco nas redes de inovação e centros de competência.</p>
	<p><b>Estimular a experimentação, cooperação e disseminação de modelos de negócios bem-sucedidos</b></p>	<p><b>M1</b> Promover congressos e eventos para fomentar a discussão de IoT nos ambientes priorizados.</p>
		<p><b>M2</b> Criar <b>programas de financiamento que promovam a cooperação entre empresas grandes, médias e pequenas</b> através da resolução de desafios temáticos escolhidos pelas empresas patrocinadoras.</p>
		<p><b>M3</b> Criar <b>fóruns de apresentação de startups e scale-ups de base tecnológica</b> para empresas que podem contratá-las como fornecedoras, e priorizar empresas de IoT dos quatro ambientes em programas de fomento de startups (p. ex.: Start-up Brasil).</p>
	<p><b>Aperfeiçoar e divulgar instrumentos de financiamento e fomento para empresas e ICTs inovadores (parte 1 de 2)</b></p>	<p><b>M4</b> <b>Investimento-anjo:</b> constituir fundos de coinvestimento em empresas nascentes.</p>
		<p><b>M5</b> Fortalecer e criar instrumentos de apoio para desenvolvimento de startups e ganho de escala de PMEs tecnológicas de IoT, <b>considerando a dificuldade de estruturação de garantias</b>.</p>

## QUADRO 59

### Inovação e inserção internacional (3/4) Identificador da iniciativa

Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
Medidas	<p>Aperfeiçoar e divulgar instrumentos de financiamento e fomento para empresas e ICTs inovadores (parte 1 de 2)</p>	<p><b>M6</b> Viabilizar <b>instrumentos financeiros</b> estruturados com risco compatível para <b>projetos cooperativos de pesquisa, desenvolvimento, inovação</b> e engenharia relacionados à IoT (ICT e empresa, empresa-empresa etc.).</p> <p><b>M7</b> Incentivar a <b>adoção de soluções de IoT e inovação local</b> por meio de <b>encomendas tecnológicas do governo</b>.</p> <p><b>M8</b> Fomentar a <b>adoção de IoT em pequenas e médias empresas</b>, auxiliando-as na escolha de soluções de IoT mais adequadas e apoiando-as na sua implantação.</p> <p><b>M9</b> Financiar <b>estudos de avaliação de tecnologias em saúde</b>, para viabilizar a incorporação tecnológica no SUS.</p>
	<p>Estimular a experimentação, cooperação e disseminação de modelos de negócios bem-sucedidos</p>	<p><b>M10</b> Criar selo <b>Empreendedor de IoT</b> que ofereça benefícios claros para empresas emergentes de base tecnológica (<i>scale-ups</i>) que obtiveram apoio de fundos de investimento, órgãos de fomento e OSCIPs reconhecidas(p. ex.: maior prioridade para obtenção de financiamento).</p> <p><b>M11</b> Revisar o processo de financiamento do BNDES e Finep, simplificando-o <b>para dar mais agilidade</b>, estruturando novos modelos de garantias de crédito <b>para soluções as a service</b> e usando cadastro de fornecedores no BNDES quando aplicável.</p> <p><b>M12</b> Adaptar linhas de crédito ao setor público para <b>apoiar cidades inteligentes</b> e adoção de soluções IoT.</p>

## QUADRO 60

### Inovação e inserção internacional (4/4)

#

Identificador da iniciativa



Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
Medidas	<p><b>Estimular a experimentação, cooperação e disseminação de modelos de negócios bem-sucedidos</b></p>	<p><b>M13</b> Estimular medidas adicionais de <b>aumento de eficiência e redução de perdas de empresas de utilities</b> via condições financeiras diferenciadas.</p>
	<p><b>Construir ambiente para monitoramento contínuo e participativo do Plano de IoT</b></p>	<p><b>M14</b> Aperfeiçoar <b>rankings e prêmios para cidades mais inteligentes do país</b>, com critérios objetivos, para estimular e orientar cidades na transformação para IoT.</p>
		<p><b>M15</b> Criar <b>Think tank para discutir a adoção de IoT</b> e suas implicações éticas, econômicas, sociais.</p>
	<p><b>Internacionalizar soluções locais em linha com padrões globais e interoperáveis</b></p>	<p><b>M16</b> Criar <b>mapa de cursos de ensino superior e ranking de ICTs</b> relacionados com IoT para estimular qualidade, competição e transparência.</p>
		<p><b>M17</b> Aprofundar <b>parcerias com associações e órgãos de IoT de outros países</b> para desenvolvimento das redes de inovação e centros de competência.</p>
		<p><b>M18</b> Destinar recursos para instituições das redes de inovação fazerem <b>expedições de campo em países com o ecossistema de IoT</b> bem desenvolvido.</p>
Elementos catalisadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acompanhar o uso de <b>compras públicas</b> para estimular o desenvolvimento e adoção de soluções de IoT.</li> <li>▪ <b>Revisar o processo de importação</b> de componentes eletrônicos necessários aos dispositivos de IoT.</li> <li>▪ <b>Alinhar</b> o Plano de Ação de IoT com as <b>estratégias dos ministérios</b> responsáveis pelos <b>ambientes priorizados</b>.</li> <li>▪ Apoiar a criação <b>de fundos garantidores e estruturadores das PPPs</b>, incentivando a adoção de IoT em cidades.</li> </ul>	

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

### 5.3.2 Capital humano

A horizontal Capital humano trata de aspectos cruciais para a formação básica, técnica e superior de profissionais que participarão do desenvolvimento e do uso de soluções de IoT.

As iniciativas foram mapeadas e agrupadas ao redor dos objetivos específicos dessa horizontal. Os quadros 61 a 62 sintetizam o agrupamento de iniciativas de acordo com cada objetivo.

#### QUADRO 61

#### Capital humano (1/2)

# Identificador da iniciativa

Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
 Ações Estruturantes	<b>Ampliar a mão de obra qualificada em IoT nos ambientes priorizados, com foco especial na demanda</b>	<b>A8</b> Aumentar a oferta e a qualidade de cursos técnicos, profissionalizantes e de extensão voltados para competências básicas de IoT.
	<b>Fortalecer o corpo de P&amp;D e engenharia para IoT em classe mundial</b>	<b>A9</b> Fomentar bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado em parceria com empresas que estejam desenvolvendo IoT.
	<b>Despertar o interesse dos jovens para IoT</b>	<b>A10</b> Apoiar e estimular movimentos para expandir a adoção de programação, robótica e uso de sensores no ensino médio de escolas públicas e privadas.
	<b>Promover a capacitação de gestores públicos para IoT</b>	<b>A11</b> Criar e atualizar periodicamente a cartilha para aplicação de IoT em cidades brasileiras, com elementos básicos para o uso de IoT.
 Medidas	<b>Ampliar a mão de obra qualificada em IoT nos ambientes priorizados, com foco especial na demanda</b>	<b>M19</b> Estabelecer núcleo de capacitação em integração e utilização de dados gerados por IoT, para criar e integrar tecnologias nas cidades.
		<b>M20</b> Criar cursos de pós-graduação que reúnam pessoas com background de matemática, física, ciências da computação e engenharia nas áreas de saúde.
		<b>M21</b> Promover a incorporação de disciplinas relacionadas com IoT e agricultura de precisão em cursos de Agronomia, Zootecnia e Veterinária, e ampliar a oferta de cursos de extensão e pós-graduação para formar especialistas da área de tecnologia com conhecimento agrícola.

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

## QUADRO 62

### Capital humano (2/2)

# Identificador da iniciativa 

Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
Medidas	<b>Fortalecer o corpo de P&amp;D e engenharia para IoT em classe mundial</b>	<b>M22</b> Reconhecer o curso Informática em Saúde como área de conhecimento por parte dos órgãos de educação (Ministério da Educação, CAPES, CNPq etc.) e ofertar bolsas de mestrado, doutorado, pós-doutorado e de pesquisa.
	<b>Despertar o interesse em jovens para IoT/TIC</b>	<b>M23</b> Patrocinar ou organizar <b>prêmios de inovação e feiras itinerantes de IoT</b> , em escolas de ensino médio, técnicas e em universidades.  <b>M24</b> Apoiar a capacitação de gestores públicos no âmbito de cidades, aproveitando as sinergias de programas já existentes, como o Capacidades.gov.br, para formar e <b>conscientizar gestores sobre o que é IoT e quais seus benefícios</b> .
Elementos catalisadores		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Difundir a educação básica de qualidade</b> na sociedade.</li><li>▪ Revisar o processo de obtenção de <b>visto brasileiro</b> para <b>pesquisadores e especialistas técnicos</b>.</li></ul>

#### 5.3.3 Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade

A horizontal Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade aborda aspectos relacionados com a disponibilidade de infraestrutura necessária para o desenvolvimento e uso de soluções de IoT.

As iniciativas foram mapeadas e agrupadas ao redor dos objetivos específicos dessa horizontal. Os quadros 63 a 64 resumem o agrupamento de iniciativas de acordo com cada objetivo.

## QUADRO 63

### Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade (1/2)

# Identificador da iniciativa 

Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
<b>Ações Estruturantes</b> 	<b>Ampliar a oferta de redes de comunicação de acordo com as demandas por serviços de IoT</b>	<p><b>A12</b> Fomentar o desenvolvimento e disseminação de <b>tecnologias e modelos de negócio para conectividade de baixo custo para os ambientes priorizados</b>.</p>
	<b>Articular o tema IoT em políticas públicas de ampliação de soluções e infraestrutura para conectividade</b>	<p><b>A13</b> Definir mecanismos para o estímulo de provedores regionais, com ênfase na oferta de conectividade para o ambiente rural.</p> <p><b>A14</b> Alinhar elementos do Plano Nacional de Conectividade (PNC) que assegurem conectividade de alta capacidade em <b>municípios com produção rural abundante</b>.</p>
	<b>Incentivar e promover a interoperabilidade e padronização de redes, dispositivos e soluções de IoT</b>	<p><b>A15</b> Criar mecanismos de incentivos para <b>modelos de negócios em IoT articulados com planos de governo para conectividade para cidades</b> (p. ex.: Minha Cidade Inteligente/MCTIC).</p> <p><b>A16</b> Fomentar o uso de <b>plataformas abertas, padronizadas e seguras</b> para implantação de soluções IoT nos ambientes priorizados.</p> <p><b>A17</b> Priorizar soluções que empreguem <b>protocolos e interfaces de comunicação padronizados</b> por órgãos reconhecidos, como ITU, IEEE, ETSI etc.</p>
<b>Medidas</b> 	<b>Articular o tema IoT em políticas públicas de ampliação de soluções e infraestrutura para conectividade</b>	<p><b>M25</b> Buscar <b>harmonização com padrões internacionais para não limitar</b> a adoção de tecnologias (p. ex.: Chirp Spread Spectrum não certifica de acordo com a regulamentação vigente).</p> <p><b>M26</b> <b>Dar finalidade a faixas de frequência que não estejam sendo utilizadas</b> em áreas específicas, em especial para faixas sub <b>500 MHz</b>.</p>

## QUADRO 64

### Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade (2/2)

# Identificador da iniciativa 

Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
<b>Medidas</b> 	<b>Incentivar e promover a interoperabilidade e padronização de redes, dispositivos e soluções de IoT</b>	<p><b>M27</b> Incentivar e apoiar associações e confederações de indústria na discussão sobre a <b>interoperabilidade</b> na adoção de IoT.</p> <p><b>M28</b> Promover a padronização internacional de alternativas de comunicação para <b>aplicações de IoT</b>, que permitam economias de escala para componentes.</p> <p><b>M29</b> Destinar recursos para participação de instituições de governo, ICTs e universidades em <b>fóruns internacionais de discussão</b>.</p> <p><b>M30</b> Incluir na <b>política de credenciamento</b> de equipamentos e soluções do BNDES <b>critérios de interoperabilidade para soluções de IoT</b>.</p> <p><b>M31</b> Consolidar <b>boas práticas</b> para <b>compras públicas</b> relacionadas com IoT que favoreçam <b>interoperabilidade</b>.</p>
<b>Elementos catalisadores</b> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presença de <b>backhaul com alta capacidade de transferência</b> em um número maior de municípios brasileiros.</li> <li>▪ <b>Capilaridade de acesso de banda larga</b> a diversas regiões das cidades.</li> <li>▪ <b>Padrões de rede</b> amplamente adotados que <b>possibilitem a interoperabilidade</b> ao menos em contextos específicos, como o ambiente urbano, hospitais etc.</li> <li>▪ Mecanismos financeiros que habilitem pequenos provedores a obterem <b>financiamento para a construção de redes de acesso</b>.</li> <li>▪ Alinhamento entre atores quanto aos valores pagos para compartilhamento de postes de distribuição de energia.</li> <li>▪ Revisão dos <b>modelos de licenciamento de torres e antenas</b>.</li> <li>▪ Fomento à <b>conectividade via satélites</b>.</li> </ul>

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

### **5.3.4 Regulatório, segurança e privacidade**

A horizontal Regulatório, segurança e privacidade concentra ações que não impactam somente a Internet das Coisas (IoT), não dependem unicamente dos órgãos envolvidos e, de forma geral, carecem de uma análise extensa e complexa. Portanto, a estrutura desta seção não é paralela às outras. Os três elementos dessa horizontal estão descritos a seguir de maneira sucinta.

#### **5.3.4.1 Regulação de telecomunicações**

Como identificado no *roadmap* tecnológico, um dos requisitos essenciais das aplicações de IoT é a existência de conectividade. O conceito de conectividade está relacionado com infraestrutura de suporte à prestação de serviço de telecomunicações, o que traz para esse debate a necessidade de uma análise aprofundada da regulamentação setorial para identificar potenciais obstáculos ao desenvolvimento de IoT no país.

Nesse sentido, a partir dos temas de regulação de telecomunicações mapeados no Relatório da Fase I – Horizontal Regulatório, foi possível selecionar medidas para endereçar questões relevantes para o desenvolvimento de IoT: (1) definir conceitos inerentes ao seu desenvolvimento; (2) desenvolver infraestrutura necessária; (3) promover debates correlatos à outorga; (4) fazer uso racional do espectro de radiofrequência; (5) reivindicar as obrigações de qualidade; e (6) criar certificação e homologação de dispositivos.

#### **5.3.4.2 Privacidade e proteção de dados pessoais**

Além da revisão do arcabouço regulatório de telecomunicações, é preciso refletir sobre privacidade e proteção de dados pessoais no ecossistema de IoT. Com a proliferação de novos dispositivos conectados à internet capazes de armazenar, coletar e tratar uma significativa quantidade de dados, tem sido recorrente a discussão sobre os usos legítimos dos dados e sobre as vulnerabilidades das bases de dados. Ademais, a formulação de políticas públicas, a gestão eficiente e transparente dos órgãos governamentais e a criação de novos modelos de negócios são influenciadas pelo crescimento exponencial de análises baseadas em grandes volumes de dados.

Nesse cenário, o desenvolvimento de soluções de IoT perpassa pela edição de norma sobre proteção de dados pessoais que lide com a complexidade e as nuances do contexto tecnológico, e que seja capaz de trazer segurança jurídica a essa nova sociedade.

Mais do que a edição de norma específica sobre proteção de dados pessoais, também se faz necessária uma instância regulatória para lidar com os desafios da atual sociedade da informação, com uma autoridade capaz de apresentar opiniões técnicas para esse novo ambiente e realizar controle unificado e homogêneo da proteção de dados pessoais.

#### **5.3.4.3 Segurança da informação**

Por fim, diante do desenvolvimento da IoT, da expansão de vulnerabilidades em redes e da natureza “sem fronteiras” de incidentes em segurança da informação, a discussão sobre medidas

relacionadas à cibersegurança nos âmbitos do Poder Público e da iniciativa privada ganha destaque.

Modelos de governança são discutidos tanto para a cooperação internacional quanto para o arranjo institucional interno brasileiro. No âmbito local, deve se encontrar alternativas para incentivar a adoção de medidas protetivas à segurança da informação pela iniciativa privada, seja pela adoção de mecanismos voluntários de certificação de dispositivos ou pelo respeito a critérios mínimos de segurança em infraestruturas críticas.

Uma alternativa é a certificação voluntária sobre a segurança de dispositivos ligados à IoT. A estruturação de sistema de certificação baseado na autoavaliação voluntária, sem a imposição de obrigações legais aos aderentes, tem o potencial de criar cultura de transparência na prestação de informações ao usuário e incentivar a adoção de alto padrão de segurança pela iniciativa privada. Para viabilizá-lo, uma alternativa é a criação de “aliança” de representantes privados, que seria responsável pela organização estrutural e elaboração de diretrizes.

Nos QUADRO 65 e 66 são apresentados os elementos catalisadores da horizontal Regulatório, segurança e privacidade.

## QUADRO 65

### Regulatório, segurança e privacidade (1/2)



Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
Elementos catalisadores	<b>Regulação de telecomunicações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revisar o atual <b>conceito de comunicação M2M</b>.</li> <li>▪ Revisar o <b>quadro regulatório de telecomunicações</b> para viabilizar o investimento na <b>ampliação de rede</b> no país (p. ex.: PLC nº 79/2016).</li> <li>▪ Realizar o <b>mapeamento do uso do espectro licenciado no país</b>, utilizando a previsão contida no art. 5º, I, da Resolução da Anatel nº 671, de 3 de novembro de 2016 (comprovação periódica de uso efetivo de radiofrequências).</li> <li>▪ Rever os requisitos técnicos previstos na <b>regulamentação</b> para avaliar a <b>conformidade de equipamentos de radiocomunicação</b> restrita, de modo a evitar barreiras de entrada a tecnologias específicas.</li> <li>▪ Revisar o <b>modelo arrecadatório do Fundo de Fiscalização das Telecomunicações</b> (FISTEL) para comunicações M2M.</li> </ul>
	<b>Segurança da informação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprimorar os mecanismos de <b>cooperação internacional</b> para prevenção e tratamento de incidentes de <b>segurança da informação</b>, por meio da adesão a Acordos de Troca e Proteção Mútua de Informações Classificadas.</li> <li>▪ Incentivar a adoção de <b>padrões internacionais</b> na <b>segurança da informação</b> pela iniciativa privada.</li> <li>▪ <b>Estruturar a governança baseada em modelo multisectorial</b>, com a criação ou designação de estrutura específica para coordenação de atividades baseadas em segurança da informação, na forma de conselho permanente, órgão/entidade pública ou agência reguladora independente. Essa entidade pode apoiar a elaboração de políticas nacionais, a criação de mecanismos de resposta a incidentes, entre outras atribuições.</li> </ul>

## Regulatório, segurança e privacidade (2/2)



Tipo de iniciativa	Objetivo específico	Descrição
Elementos catalisadores	<b>Segurança da informação</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estimular a <b>cooperação e interação</b> entre o poder público, sociedade civil, iniciativa privada e academia, para promover medidas de conscientização e fomento da <b>segurança da informação</b>.</li> <li>▪ Incentivar a criação de <b>sistema de certificação de segurança da informação em dispositivos de IoT</b>, baseado em modelo de autorregulação pela iniciativa privada. O modelo pode ser baseado em autoavaliação voluntária, com a adoção de selo/sinalização de conformidade ao consumidor, o que evitaria alto custo de entrada.</li> <li>▪ <b>Estruturar modelo de corregulação ou regulação híbrida para a certificação de dispositivos de IoT</b>, mediante a consolidação do modelo de certificação voluntária, com a participação de conselho multissetorial ou agência pública focada em segurança da informação.</li> <li>▪ <b>Fortalecer a estrutura institucional</b> dedicada à segurança de infraestruturas críticas no âmbito da Administração Pública Federal, e incentivar os setores regulados a respeitarem aspectos mínimos de segurança da informação, em particular nos <b>setores de infraestrutura crítica</b>.</li> </ul>
	<b>Privacidade e proteção de dados pessoais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implantação de <b>segurança jurídica</b> para a proteção de dados pessoais.</li> <li>▪ Definição de autoridade central independente para a <b>proteção de dados pessoais</b>, potencialmente em modelo de corregulação.</li> </ul>

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

## 5.4 Projetos mobilizadores

Os projetos mobilizadores são um conjunto de iniciativas relacionadas com modelo de governança próprio, que fortalece a implementação do projeto. Eles não formam uma categoria exaustiva, portanto não cobrem todas as iniciativas identificadas neste estudo.

Em cada um desses projetos, a divisão entre ação estruturante, medida e elemento catalisador permanece. Essa organização continua determinando quais são as principais iniciativas, com maior potencial de impacto e viabilidade na implementação. A existência desses conjuntos de iniciativas com um projeto guarda-chuva oferece apenas uma nova lente para essas mesmas ações.

Como ilustrado no QUADRO 67, os três projetos mobilizadores detalhados são Ecossistema de inovação, Observatório de IoT e IoT em Cidades.

### QUADRO 67

#### Iniciativas

Projetos mobilizadores		
<b>A</b> <b>Ecossistema de inovação</b> Criação de redes de inovação Fortalecimento dos centros de competências  <b>B</b> <b>Observatório de IoT</b>  <b>C</b> <b>IoT em cidades</b> 		

FONTE: Fóruns de engajamento do estudo, discussões com BNDES/MCTIC e análise do consórcio

31

#### 5.4.1 Ecossistema de inovação

Entre os desafios mapeados no diagnóstico das horizontais da Fase I deste estudo (uma das partes do Produto 3)<sup>14</sup>, estava a preocupação em criar um ambiente propício para a inovação em IoT no

<sup>14</sup> Seção Diagnóstico das horizontais, parte do Produto 3 – Relatório de análise de oferta e demanda, da Fase I – deste estudo. Disponível em: <<https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/estudos/chamada-publica-internet-coisas/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>>.

Brasil. Esse ecossistema fértil e favorável deveria envolver empresas com interesse para investir em pesquisa e desenvolvimento, *startups* de base tecnológica com produtos inovadores e centros de pesquisa acadêmica dispostos a trabalhar em soluções com alto potencial mercadológico.

O plano de ação propõe duas formas complementares para criar esse ecossistema: (1) o estabelecimento de redes de inovação com projetos envolvendo grandes empresas, *startups* e centros de pesquisa de forma temática (por vertical, por exemplo); (2) a canalização do apoio técnico e financeiro àqueles centros de competências dispostos a oferecer base tecnológica (de pesquisa e desenvolvimento) adequada para a prosperidade das redes.

A confluência dos três grupos de atores nas redes de inovação, com especial fortalecimento dos centros de competências, tem grande potencial para gerar projetos inovadores que chegam ao mercado e geram riqueza. Esse é, afinal, o principal objetivo do projeto de ecossistemas de inovação.

Além disso, à medida que atores importantes do ecossistema de inovação em IoT se reúnem nas redes, o programa deve oferecer a oportunidade de organizar a busca por soluções para elementos que também foram destacados como prioritários em entrevistas e no levantamento que gerou as bases para o Produto 3. Entre esses desafios estão: mão de obra capacitada para criar e adotar soluções de IoT; regras claras de interoperabilidade entre os dispositivos; fontes de financiamento estáveis, seguras e acessíveis; e oportunidades de interação entre fornecedores de IoT e potenciais clientes.

#### **5.4.1.1 Formação das redes de inovação**

##### **Redes de inovação com divisão temática**

A proposta do plano de ação é que o Brasil experimente a criação de uma rede de IoT inserida em cada uma das quatro verticais priorizadas:

- **IoT em Cidades**
- **IoT em Saúde**
- **IoT Rural**
- **IoT em Indústria**

A expectativa é que essa rede seja capaz de atrair empresas das cadeias produtivas inseridas nos quatro ambientes. Isso pode ocorrer mesclando empresas-âncora, *startups* e *scale-ups*, como é comum nas redes de inovação no mundo. Um exemplo da amplitude da cadeia produtiva numa rede pode ser visto na IoT Rural. Nessa vertical, multinacionais de insumos básicos para a plantação ou grandes produtores, como cooperativas, podem interagir com *startups* de agronegócio e com empresas de *hardware* para criar soluções de IoT viáveis e que melhorem a produtividade.

#### **5.4.1.2 Fortalecimento dos centros de competências**

##### **Recursos de inovação canalizados para o desenvolvimento de *expertise* competitivo: centros de competência**

Independentemente do modelo escolhido para as redes de inovação descritas anteriormente, para que elas obtenham sucesso no Brasil será necessário evoluir a capacidade de desenvolver tecnologias que oferecem a base para as soluções de IoT. Portanto, é preciso identificar as áreas de conhecimento fundamentais para desenvolver aplicações IoT, mapear centros de conhecimentos com *expertise* nesses campos ou em setores próximos e canalizar recursos para investir na construção de uma base científica sólida nessas áreas.

Israel, por exemplo, investiu pesadamente na adaptação de centros de conhecimento locais em áreas como nanotecnologia e tecnologia ótica para desenvolver seu *hub* de neurotecnologia, indústria na qual é referência. Aplicações militares e de saúde foram adaptadas para o desenvolvimento de dispositivos que funcionam a partir de ondas cerebrais, permitindo, por exemplo, que cadeirantes consigam andar com um dispositivo acoplado às pernas. Desde o início dos anos 2000, foram disponibilizados recursos exclusivos para o desenvolvimento de pesquisas nesse campo. Um centro multidisciplinar na Universidade Hebraica reuniu vários campos de conhecimento em prol da neurotecnologia.

No Brasil, também é possível adaptar mecanismos de financiamento para estimular competências para a criação de base tecnológica, como Israel e outros países fizeram. Assim, é importante identificar ações similares já realizadas no país, bem como levantar as lições aprendidas. Em especial, destacam-se duas iniciativas locais: Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), promovidos pelo CNPq, e Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (CEPID), da FAPESP.

Os INCTs agregam, de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa em áreas de fronteira da ciência e estratégicas para o desenvolvimento sustentável do país. Para tal, impulsionam a pesquisa científica básica e fundamental de nível competitivo internacional, e estimulam o desenvolvimento científico e tecnológico de ponta para promover a inovação e o espírito empreendedor.

Já os CEPIDs têm como missão desenvolver investigação fundamental ou aplicada, com impacto comercial e social relevante, contribuir para a inovação por meio de transferência de tecnologia e oferecer atividades de extensão para professores e alunos do ensino fundamental e médio e para o público em geral.

Em termos práticos, espera-se que as redes de inovação identifiquem desafios que possam ser solucionados pela IoT. Parte desses desafios pode não ser solucionada ou implantada em escala por causa de alguma carência tecnológica. Dessa forma, os centros podem orientar o emprego

dos recursos para o amadurecimento de tecnologias com potencial de atender esses desafios, aumentando a chance de o resultado ser absorvido pelo mercado local e internacional.

### **Centros de competências: áreas de especialização tecnológica essenciais para o desenvolvimento de IoT**

Considerando a alta complexidade inerente aos sistemas de IoT, é importante definir áreas de especialização tecnológica nas quais os centros de competência devem focar seus recursos.

Assim, a seguir são elencadas linhas de pesquisa de alta relevância para atender as melhores oportunidades da aplicação da IoT no país, de forma a trazer ganho às verticais priorizadas, além de resultar em tecnologias com potencial de comercialização em âmbito global.

É fundamental ressaltar que a indicação das áreas de atuação é resultado de extensa pesquisa realizada ao longo do estudo. Assim, os principais insumos produzidos e utilizados são:

- Desenho das soluções das aplicações de destaque nas verticais priorizadas<sup>15</sup>.
- Entrevistas com líderes de empresas de tecnologia e de ICTs<sup>16</sup>.
- Pesquisa sobre competências tecnológicas dos ICTs<sup>17</sup>.
- *Roadmap* tecnológico em IoT<sup>18</sup>.
- *Workshop* com ICTs<sup>19</sup>.
- *Workshop* com especialistas em microeletrônica<sup>20</sup>.

Com relação ao desenho das soluções das aplicações, o QUADRO 68 apresenta uma visão consolidada das necessidades por tecnologias nos quatro ambientes.

É importante ressaltar que as tecnologias indicadas também podem ser aplicáveis a outros contextos, como no caso da robótica aplicada à manufatura avançada. Assim, o apoio a centros de competências em áreas temáticas tende a trazer benefícios para além do impacto esperado pela IoT. Similarmente, pode ser interessante que o apoio aos centros esteja alinhado com outros planos de políticas públicas, de forma que outras temáticas tecnológicas possam ser acrescentadas às mencionadas a seguir. Vale ainda destacar que as terminologias e nomenclaturas das tecnologias podem diferir conforme o ambiente em que são empregadas.

<sup>15</sup> Descritas nos relatórios de aprofundamentos das verticais (produtos 7A, B, C e D).

<sup>16</sup> Documentadas nos produtos 4A, B e C.

<sup>17</sup> Descrita no produto 3: Análise da oferta e demanda.

<sup>18</sup> Descrito no produto 2: *Roadmap* tecnológico.

<sup>19</sup> Documentado no produto 4A.

<sup>20</sup> Documentado no produto 4C.

## Competências tecnológicas

Aplicação	Tipos de tecnologia	Cidades	Saúde	Rural	Indústrias
 <b>Dispositivos</b>	▪ Armazenamento de energia	○	●	○	○
	▪ Atuadores	●	○	○	○
	▪ <i>Energy harvesting</i>	○	○	●	○
	▪ Integração de componentes	●	●	○	○
	▪ Módulo de geolocalização	○	○	●	○
	▪ Sensores biológicos/químicos	○	●	○	○
	▪ Sensores eletro/magnéticos	●	○	○	○
	▪ Sensores eletro/mecânicos	●	●	●	●
	▪ Sensores ópticos/imagem	●	●	○	○
	▪ Sistema embarcado compacto	○	○	●	○
	▪ Sistema embarcado alto desempenho	●	●	●	○
	▪ Sistema embarcado de baixo consumo	○	●	●	○
	▪ <i>Smart tag</i>	○	○	●	●
 <b>Conectividade</b>	▪ Redes Low Power Wide Area	●	○	●	○
	▪ Redes cabeadas	●	○	○	●
	▪ Redes celular	●	○	○	○
	▪ Redes de curto alcance e alta banda	○	●	●	○
	▪ Redes de curto alcance e baixa banda	○	●	○	●
	▪ Redes mesh	●	○	●	○
	▪ Redes Ultra Wideband	○	○	○	○
 <b>Supporte à aplicação</b>	▪ Advanced Analytics (aprendizado de máquina)	○	●	●	○
	▪ Analytics	●	●	○	●
	▪ Banco de dados não relacional	○	●	●	●
	▪ Banco de dados relacional	●	●	●	●
	▪ Comput. alto desempenho	●	○	○	○
	▪ <i>Edge computing</i>	●	●	○	●
	▪ Geoanalytics	●	○	●	○
	▪ Middleware IoT em nuvem	●	●	●	●
	▪ Middleware IoT on premises	●	●	○	●
	▪ Visão computacional	●	●	●	●
 <b>Segurança da informação</b>	▪ Criptografia embarcada	●	●	○	○
	▪ <i>Anti jamming</i>	●	○	○	○
	▪ <i>Anti tampering</i>	●	○	○	○
	▪ Assinatura digital	○	●	○	○
	▪ <i>Blockchain</i>	○	●	○	○
	▪ Controle de acesso ao dispositivo	●	○	●	●
	▪ Falha segura	●	○	●	●
	▪ Firmware seguro	●	○	●	●
	▪ Ingresso seguro à rede de acesso	●	○	○	○
	▪ Prevenção a DDoS	●	○	○	○

Para a camada de dispositivos destacam-se tecnologias para:

- **Autonomia energética:** dispositivos e até mesmo *gateways* podem não contar com fonte principal de energia em muitas aplicações. Assim, tecnologias que possibilitem a

autonomia energética por meio da redução do consumo, aumento da capacidade de armazenamento de energia ou sua utilização no ambiente possuem grande apelo para o desenvolvimento da IoT.

- **Sensoriamento:** sensores são a base de IoT e é através da capacidade em medir variáveis físicas que esses sistemas possibilitam agregar valor às mais diversas aplicações. A variedade de possibilidades de sensoriamento é imensa, o que se reflete nas inúmeras tecnologias que são aplicáveis a esse fim.
- **Identificação e localização:** com o crescimento exponencial no monitoramento de objetos e a necessidade de determinar de forma precisa a sua localização abrem-se oportunidades para a inovação tecnológica para esses fins.

Para a camada de conectividade destacam-se tecnologias para:

- **Redes sem fio especializadas:** a necessidade de fácil implantação e mobilidade na maioria das aplicações faz com que os dispositivos necessitem de interface de rede sem fio. Dessa forma, inúmeras tecnologias de comunicação podem ser desenvolvidas de acordo com as características de cada cenário.
- **Conectividade fixa:** a infraestrutura básica de rede, constituída por redes de acesso fixo e núcleo, é fundamental para a concentração e transporte dos dados gerados pelas aplicações de IoT. Assim, o constante aumento no tráfego e a necessidade de redes mais flexíveis configuráveis por meio de *software* abrem espaço para P&D relevante para IoT.

Para a camada de suporte à aplicação destacam-se tecnologias para:

- **Aprendizado de máquina:** a disponibilidade de grandes massas de dados, da qual IoT é uma das fontes de geração, e o contínuo aumento da capacidade de processamento está acelerando a evolução da computação cognitiva. Nesse ramo da ciência da computação, os algoritmos, cada vez mais maleáveis a múltiplas aplicações, se tornam eficazes na detecção de padrões a partir da análise dos próprios dados.
- **Visão computacional:** o uso de algoritmos para a detecção de padrões em imagens, com destaque em *deep learning*, possui grande aplicabilidade em IoT. Apesar de muitas das técnicas utilizadas atualmente se enquadrarem em categorias da computação cognitiva, a visão computacional merece destaque.
- **Organização e tratamento de dados em alto volume:** inúmeras aplicações de IoT são geradoras de *big data*. Embora na maioria dos casos os dispositivos gerem pequenas mensagens em minutos, horas ou até dias, elas precisam ser armazenadas para identificar padrões de tal maneira que durante longos períodos o volume de dados torna-se muito expressivo. Assim, os *softwares* capazes de organizar e tratar dados em alto volume são necessários para o desenvolvimento de aplicações de IoT relevantes.
- **Computação distribuída e próxima aos dispositivos:** casos de uso em que o tempo entre a detecção e atuação deve ser menor que o *delay* das transmissões, ou que o custo do transporte dos dados é muito alto, ou ainda em que o sistema não pode ficar sujeito a intermitências da rede, demandam que as aplicações de *software* estejam fisicamente

próximas aos dispositivos. Assim, a temática de *edge computing*<sup>21</sup> pode ser trabalhada com ferramentas ou sistemas de *software* que facilitem o desenvolvimento de aplicações para tais requisitos.

Para a camada de segurança destacam-se tecnologias para:

- **Segurança embarcada:** o desenvolvimento de robustos mecanismos de segurança passa a ser mais difícil quando executados em ambientes com restrições de capacidade computacional e disponibilidade energética. Assim, é necessário alto grau de competência nessa área para garantir que os sistemas atendam aos requisitos exigidos por muitas aplicações sensíveis ao roubo de dados ou em que a atuação no mundo físico pode trazer perdas financeiras ou mesmos da seguridade das pessoas.
- **Segurança de redes:** a criticidade na segurança da informação de algumas aplicações de IoT também se estende para a rede de comunicação. Duas questões se destacam nesse segmento: o ingresso dos dispositivos na rede de acesso e a prevenção de ataques de negação de serviço.
- **Acreditação da informação:** várias operações realizadas a partir da interação com o mundo físico geram registros digitais armazenados em nuvem que precisam ser acreditados com grande confiabilidade. Nesse aspecto, tecnologias de assinaturas digitais e armazenamento confiável das informações ganham importância.

#### 5.4.2 Observatório de IoT

O estabelecimento de um Observatório de IoT tem a função eminente de organização de informações e de transparência. Um desafio para o governo que pode ser endereçado pelo observatório é comunicar os mecanismos de apoio à empresa que demanda e que oferta soluções de IoT, seja por financiamento, cursos de capacitação ou parceria com instituições de ensino para pesquisa e desenvolvimento.

Simultaneamente, o Observatório possibilita acompanhar o andamento das iniciativas do Plano Nacional de Internet das Coisas, por meio de dois tipos de indicadores:

- Indicadores de esforço: refletem o avanço das iniciativas.
- Indicadores de impacto: refletem os resultados finais para a sociedade.

No processo de acompanhamento, a tendência dos envolvidos com a execução das iniciativas é focar no indicador de esforço, pois sua evolução depende das ações realizadas. No entanto, os

<sup>21</sup> Neste relatório, o conceito de *edge computing* também engloba o de *fog computing*. Tanto a *fog computing* quanto a *edge computing* envolvem o direcionamento das capacidades de inteligência e processamento para perto de onde os dados são originados, por exemplo, os sensores. A principal diferença entre as duas arquiteturas ocorre onde são colocados a inteligência e o poder de processamento. A *fog computing* direciona a inteligência para a área local da arquitetura da rede, processando dados em um *fog node* ou *gateway* de IoT. A *edge computing* direciona a inteligência, o poder de processamento e as capacidades de comunicação de um *gateway* ou dispositivo de borda diretamente para controladores de automação programáveis.

indicadores de impacto precisam ser definidos e acompanhados regularmente, pois eles direcionam a estratégia do governo de forma mais ampla.

Os indicadores de impacto são associados aos ambientes, pois estão relacionados aos dois níveis mais altos da pirâmide do Plano de Ação, que definem as aspirações e os objetivos estratégicos. Já os indicadores de esforço são associados a horizontais, pois estão relacionados aos dois níveis mais baixos da pirâmide do Plano de Ação, que definem os objetivos específicos e as iniciativas.

Dessa forma, o Observatório de IoT tem como objetivo ser um epicentro virtual de informações relacionadas com IoT. Assim, empreendedores e potenciais usuários de IoT poderão acessar informações relevantes em uma única plataforma *on-line*, na qual as informações e as ferramentas disponíveis para fomentar o desenvolvimento de IoT estarão concentradas. Atualmente, quando uma empresa pretende recorrer a mecanismos governamentais para viabilizar seu negócio em IoT, por exemplo, ela encontra as informações em diversos *sites*, como no BNDES, Finep e Embrapii. Nesse contexto, o Observatório de IoT tenta equacionar o problema de dispersão de informações ao propor o mapeamento de mecanismos de financiamento e sua disponibilização em uma porta de entrada única aos programas governamentais.

#### **5.4.3 IoT em cidades: soluções para melhoria da vida da população**

O projeto mobilizador de IoT em cidades possui foco na capacitação dos gestores públicos e nas orientações para implantação de soluções que melhorem a qualidade de vida da população. O apoio à aplicação de IoT em cidades ocorre através de três elementos, que serão detalhados a seguir:

- Criação de uma cartilha para aplicação de IoT em cidades.
- Apoio no planejamento de pilotos de IoT.
- Apoio na execução de pilotos.

#### **Cartilha de requisitos mínimos para aplicação de IoT**

Para que qualquer cidade brasileira possa empregar IoT e se tornar inteligente (*smart city*), existem elementos básicos que devem ser observados:

- **Vontade política:** o papel dos prefeitos como apoiadores do tema tecnológico e de IoT é central, seja como executores de iniciativas específicas, ou como líderes da transformação digital. Além do prefeito, a equipe de liderança do município (como os secretários municipais) precisa estabelecer agenda clara no tema tecnológico para definir prioridades da gestão municipal.
- **Legislação mínima local estabelecida:** as aplicações de IoT devem ser pensadas do ponto de vista legal e orçamentário, por exemplo, devem estar previstas no Plano Plurianual e nas Leis de Diretrizes Orçamentárias e Leis Orçamentárias Anuais.

- **Sistema coordenado de governança inteligente local:** a existência de fóruns com participação de governo, academia, setor privado, terceiro setor e sociedade é importante para manutenção de um ecossistema que permita criação de soluções técnicas sustentáveis financeiramente. Como protagonistas na implantação de IoT em cidades, as prefeituras possuem papel de liderança na articulação com demais atores.
- **Núcleo multidisciplinar de gestores públicos capacitados de forma permanente:** a capacitação dos membros das diferentes secretarias com o intuito de esclarecer os benefícios de IoT e da integração de seus dados é de suma importância para permitir a extração do máximo benefício após a coleta e processamento dos dados.
- **Sistema ativo de escuta ao cidadão:** a necessidade de aplicação de IoT nos municípios surge a partir de desafios enfrentados por seus cidadãos. Sua participação no processo de escolha é fundamental. Com um mecanismo de escuta efetivo do cidadão, o município estará preparado para discutir com a população quais problemas e soluções devem receber a IoT.
- **Incorporação de requisitos de IoT nas compras públicas:** para que a transformação do uso de dados seja real e duradoura, os novos bens e serviços contratados pelos municípios devem estar orientados e preparados para IoT. Os principais critérios de contratação e concessão de produtos e serviços orientados a IoT são: integração da empresa proponente com universidades, adoção obrigatória de requisitos de segurança e privacidade de dados, interoperabilidade dos produtos de comunicação etc.
- **Acesso do cidadão às informações geradas por IoT:** a presença de plataforma aberta e interoperável garante a disponibilização pública de dados da cidade<sup>22</sup>, com facilidade para o desenvolvimento de aplicações e preocupação com padronização de normas globais (por exemplo, os indicadores de performance da UTI).
- **Compartilhamento de infraestruturas com outros atores:** os diversos setores públicos, como prefeituras e estados, podem se beneficiar do compartilhamento dos ativos urbanos, principalmente de conectividade. Além disso, as bases de dados estaduais podem ser alimentadas por municípios, que, por sua vez, podem fazer uso das informações dessas bases.
- **Reconhecimento e aplicação de modelos de referência tecnológica existentes:** no âmbito do desenvolvimento de cidades inteligentes no Brasil, é fundamental que gestores públicos tenham conhecimento da tecnologia e dos padrões em desenvolvimento pelos órgãos normatizadores, como o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Inmetro.

Após a observação dos elementos básicos, as cidades devem iniciar sua transformação através de IoT, seguindo passos bem definidos e estruturados e incorporando os temas críticos em seu

<sup>22</sup> Exceto para dados considerados sensíveis do ponto de vista de segurança.

planejamento. O Banco Interamericano de Desenvolvimento, na publicação *Caminho para as Smart Cities: da gestão tradicional para a cidade Inteligente*, apresenta um potencial guia prático:

- a. Estruturar equipe.
- b. Realizar diagnóstico abrangente, com participação dos cidadãos.
- c. Desenhar solução integral com visão multisectorial.
- d. Elaborar plano de implementação com cronograma por fase, indicadores de desempenho e fontes de financiamento; e criar mecanismos para revisão e aperfeiçoamento contínuo.
- e. Implementar pilotos para iniciar ciclo virtuoso de planejamento, execução, monitoramento e aprendizagem.
- f. Buscar parcerias.
- g. Avaliar resultados.

Além dos requisitos e dos passos básicos para a aplicação de IoT em cidades, mesmo após a implementação, ainda existem estágios de desenvolvimento a cumprir para adoção dessa tecnologia, como pode ser visto no QUADRO 69.

## QUADRO 69

Visão geral dos Estágios de maturidade das Cidades Inteligentes



FONTE: IDC, 2015

16

Os conceitos mencionados são os requisitos mínimos que podem, no futuro, embasar a publicação de uma cartilha para orientação de municípios que pretendem aplicar IoT para melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos.

## Apoio no planejamento de pilotos de IoT

O apoio no desenvolvimento de um projeto estruturante para aplicação de IoT é o próximo nível para que a cidade possa obter os reais benefícios dessa tecnologia. Esse apoio pode ocorrer com financiamento (através, por exemplo, de modelagem de projetos), capacitação do corpo de servidores e a assessoria de especialistas em cidades inteligentes. Cumpridos os requisitos mínimos da cartilha, os municípios devem observar orientações adicionais para garantir bom planejamento para desenvolvimento dos pilotos em IoT:

- **Identificação dos desafios da cidade:** a gestão municipal deve ter clareza sobre quais os problemas mais latentes de sua população e sobre seus desafios particulares: mobilidade, segurança pública, eficiência energética, saneamento etc. Sem um diagnóstico preciso, não é possível garantir que a aplicação de IoT ajudará o município a se desenvolver de forma mais rápida e com maior custo-benefício.
- **Aplicação de princípios norteadores:** o município deve seguir princípios norteadores no planejamento de aplicações de IoT, por exemplo:
  - **Modelo de negócio sustentável:** o planejamento deve ter compatibilidade de custos com recursos próprios ou de terceiros. Apesar de o modelo, muitas vezes, representar altos custos de implantação, ele tem potencial de gerar economias em custos operacionais relevantes, justificando o investimento inicial em prol um retorno a longo prazo.
  - **Foco nos maiores desafios de IoT em cidades:** após o mapeamento dos desafios, eles devem ser priorizados, do ponto de vista de impacto e facilidade de implementação, e resolvidos por soluções de IoT. Essa priorização deve considerar também a opinião do cidadão, por meio de consultas e ferramentas de engajamento.
  - **Ecossistema/hubs/competências de inovação:** grupos da iniciativa privada, academia e setor público devem estar presentes e envolvidos no desenvolvimento de conjunto de aplicações.

#### **5.4.3.1 Apoio na execução de pilotos**

Para um grupo reduzido de projetos selecionados, além do suporte no planejamento para incorporação de IoT, o Plano de Ação poderá apoiar a seleção e execução de pilotos de IoT, o que pode incluir a seleção de municípios e o acompanhamento na entrega dos pilotos que empregam IoT.

A seleção dos municípios deverá seguir critérios determinados, como aspectos socioeconômicos, porte e perfil da cidade, natureza dos desafios e nível de governança intersetorial existente com indicadores para cada eixo exemplificado no QUADRO 70.

## QUADRO 70

### Eixos de seleção possíveis para cidades que receberão pilotos

Exemplos de critérios e indicadores	Sócio-econômico 	Porte/perfil 	Natureza dos desafios 	Governança intersetorial 
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Distribuição de renda</li><li>▪ Perfil etário da população</li><li>▪ Matriz econômica do município</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Número de habitantes</li><li>▪ Densidade populacional</li><li>▪ Geografia rural ou urbana</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mobilidade</li><li>▪ Segurança</li><li>▪ Uso eficiente de recursos</li><li>▪ Outros</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Existência de fóruns de cooperação entre setor público e privado</li><li>▪ Existência/atividade de associações de fomento à inovação</li></ul>

4

O modelo de seleção também poderá prever o faseamento da escolha dos pilotos, em um horizonte de cinco anos.

Com a adoção de IoT em diversos setores urbanos, muitas cidades podem implementar plataformas integradoras de dados e de visualização em centros de operações. Considerando as particularidades de cada cidade, há recomendações gerais para sua implementação:

#### Implantação de centro de operações

Diretrizes preliminares:

- **Governança para gestão de dados deve ser centralizada**, com centro de operações empoderado para interagir efetivamente com outras secretarias e agências.
- **Dados do centro de operações podem ser enviados tanto por órgãos internos quanto externos à prefeitura**, com possíveis convênios e parcerias.
- **Membros da equipe do centro devem representar secretarias municipais, mas ter visão conjunta**, com especialistas em suas áreas e, ao mesmo tempo, ser capazes de enxergar sinergias e influências externas em suas respectivas esferas.

## 6 Conclusão

A Internet das Coisas (IoT) é uma oportunidade única, e o Brasil está muito bem posicionado para capturar todo o seu valor. Até 2025, a IoT terá um impacto econômico maior que a robótica avançada, as tecnologias *cloud* e até mesmo a internet móvel. O impacto esperado no Brasil é de US\$ 50 a 200 bilhões por ano, o que representa cerca de 10% do nosso PIB.

O Plano de Ação de IoT para o Brasil é um marco fundamental, pois consolida uma visão estratégica sobre Internet das Coisas. Sua construção colaborativa engajou diversos atores dos setores público e privado, de associações empresariais à academia. Além de um levantamento de iniciativas representativo do ecossistema de IoT, esse processo de construção colaborativa potencializou o compromisso de atores-chave com o prosseguimento das ações do plano. O engajamento desses atores é uma valiosa contribuição deste estudo para o progresso de IoT.

Justamente pela importância do engajamento, o Plano de Ação não se limita às iniciativas deste estudo ou à estrutura de governança que o conduzirá nos próximos cinco anos. O objetivo deste trabalho é estimular a troca de conhecimento, o surgimento de novos negócios e as parcerias entre empresas consolidadas, *startups*, *scale-ups* e academia.

Este estudo técnico, conduzido de forma inovadora, servirá de base para o Plano Nacional de Internet das Coisas. Ao identificar os principais gargalos para a expansão de IoT e propor um conjunto robusto de iniciativas para endereçá-los, permitirá que o país se torne protagonista em seu desenvolvimento. O maior desafio agora é a implementação das iniciativas e a continuidade do engajamento dos diversos atores necessários para o sucesso do Plano. No entanto, o resultado do esforço será recompensado com impactos volumosos na economia e na qualidade de vida dos brasileiros.

Nas próximas etapas, serão realizadas sessões de trabalho com atores importantes na implementação do plano, por exemplo, ministérios, confederações, agências de fomento etc., para detalhamento das iniciativas e do modelo de governança que será instituído. A institucionalização do Plano Nacional de IoT deve acontecer por meio de decretos e portarias a serem lançados nos próximos meses.