



INTERNET DAS COISAS IoT

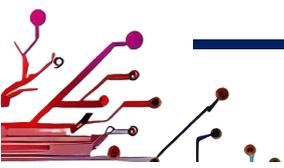
PROMOÇÃO DA COMPETITIVIDADE DO ECOSISTEMA DE IOT NO BRASIL

AGOSTINHO LINHARES

<https://ipedigital.tech>

LEONARDO EULER DE MORAIS

Abril de 2025





IPE DIGITAL

1 2 3

O BRASIL NÃO PODE FICAR PARA TRÁS!

A cláusula de vigência da adequação tributária de dispositivos de internet das coisas (IoT) encerra-se em 31/12/2025 (Lei 14.108/2020). É premente a manutenção dessa racionalização fiscal dado o potencial transformador das aplicações máquina-máquina, sendo essencial para o ganho de eficiência e competitividade do Brasil. Diversos países possuem políticas públicas para incentivar a adoção de dispositivos IoT na cadeia de valor de diversos setores econômicos e estão bem à frente de nosso país em termos de soluções tecnológicas e no quantitativo de dispositivos IoT por habitante. O potencial de arrecadação agregada induzida pela manutenção da desoneração tributária é superior a 3 vezes o valor que seria arrecadado com taxas e contribuições. Isto é, tal adequação não apenas será compensada, mas impulsionará a competitividade brasileira.



SUMÁRIO EXECUTIVO

Este estudo examina a importância da Internet das Coisas (IoT) no Brasil, destacando seu potencial para revolucionar vários setores e impulsionar o crescimento econômico no país. Analisa o cenário legal, técnico e econômico atual do ecossistema de IoT no Brasil e no mundo, focando na importância de um regime fiscal favorável para promover sua adoção em larga escala, maximizar os benefícios socioeconômicos do uso da tecnologia, aumentando a produtividade e a competitividade de diversos setores econômicos brasileiros.

Potencial Transformador

A IoT está transformando a forma como pessoas, indústrias e governos interagem, com aplicações em Agritech, Indústria 4.0, Saúde 4.0, cidades inteligentes, monitoramento ambiental, segurança pública e saúde. Suas aplicações típicas incluem a automação eficiente, monitoramento em tempo real e tomada de decisões baseada em dados, levando ao aumento da produtividade, redução de custos operacionais e melhoria da qualidade dos serviços em vários setores. O Brasil possui um grande potencial de crescimento, além de condições favoráveis para a adoção em larga escala e desenvolvimento de soluções com IoT, especialmente em setores de produção intensiva no agro e indústria e em atividades específicas de proteção do meio ambiente.



Adequação Fiscal e o Papel da Tributação

A promulgação da Lei nº 14.108/2020 estabeleceu um regime de adequação fiscal para dispositivos IoT, visando corrigir a assimetria tributária na cadeia de valor dessa tecnologia e incentivar seu uso no país. No entanto, o prazo limitado da lei (até 2025) representa um desafio para o investimento e crescimento a longo prazo.





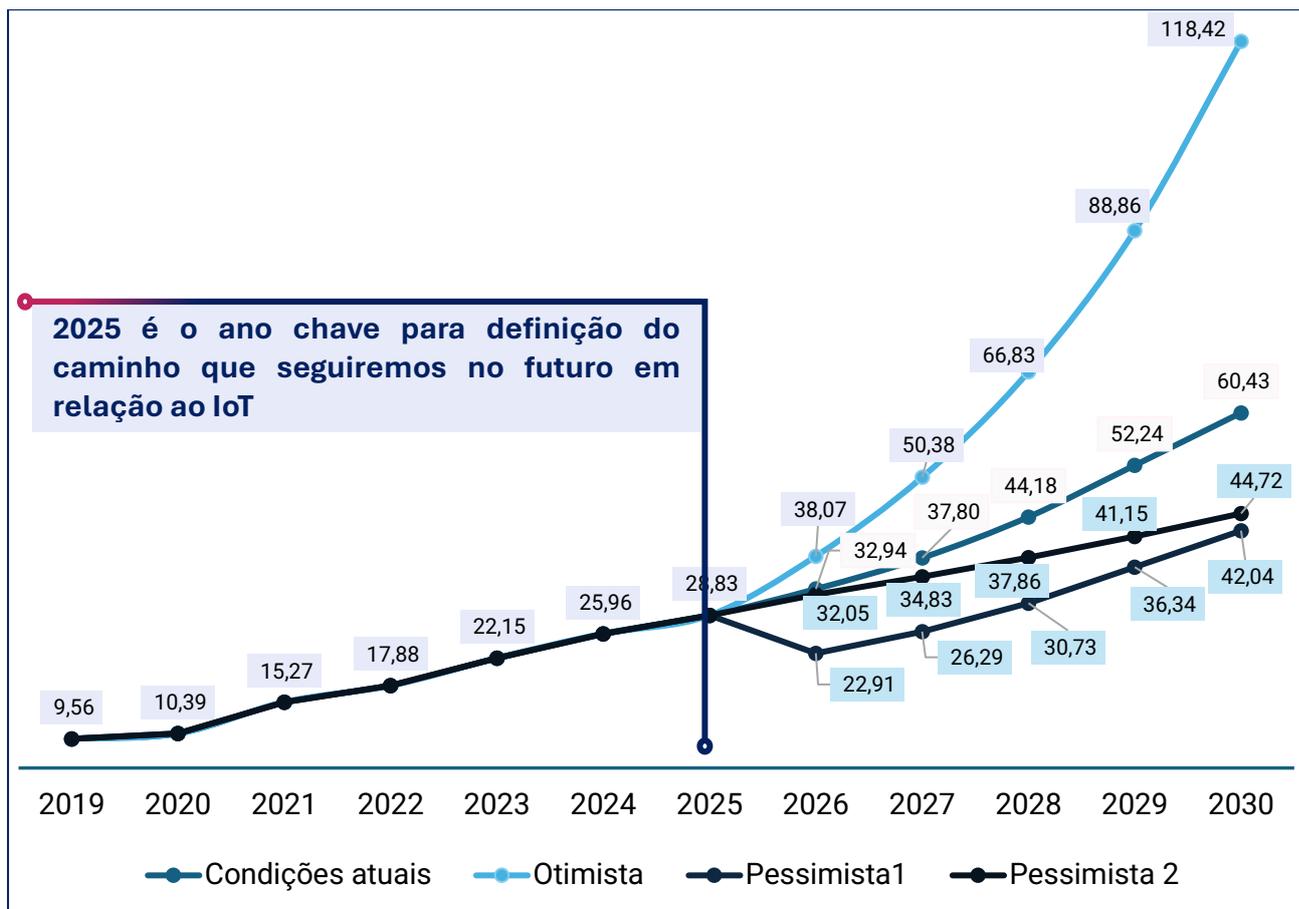
Estabelecer uma perspectiva de longo prazo para a adequação fiscal criaria um ambiente mais estável e previsível para investidores e desenvolvedores de tecnologia. Essa ação também aproximaria a abordagem brasileira às melhores práticas internacionais em tributação de IoT, destacando como países como Estados Unidos, Alemanha e Japão implementaram políticas fiscais que incentivam a adoção da IoT de modo permanente, reconhecendo seu potencial para produtividade e competitividade. A Figura a seguir indica como o Brasil está atrás de outros países em termos de número de dispositivos IoT por habitante.



Análise de Demanda e Projeções

A demanda por dispositivos IoT no Brasil é impulsionada por macrodesafios como o aumento da produtividade, a expansão do acesso a serviços críticos e a adaptação à natureza mutante do trabalho. Este estudo analisa dados sobre a adoção da IoT no Brasil, revelando uma concentração de uso em empresas de médio e grande porte e no setor de TIC. O estudo também destaca o impacto significativo da pandemia de COVID-19 na demanda por IoT, indicando uma ruptura na cadeia de suprimentos que afetou a adoção dessa tecnologia durante os anos críticos da pandemia. Ademais, apresenta modelo econométrico que estima a demanda por dispositivos IoT em quatro cenários. O cenário de base assume a continuidade da tendência de adoção de IoT *ceteris paribus*, ou seja, considerando a manutenção das condições econômicas e do regime tributário vigente. O cenário de alta demanda projeta um crescimento econômico acelerado, com efeitos sobre a adesão de IoTs no país. Já os cenários pessimistas consideram a interrupção da adequação fiscal, resultando em uma desaceleração na adoção de tais objetos físicos que se conectam à internet e trocam dados, com impactos negativos na cadeia de valor. A Figura abaixo apresenta projeções de demanda por dispositivos de IoT, em milhões, para os quatro cenários de demanda considerados no estudo. Os cenários ilustram o impacto potencial da adequação em discussão no volume de adoção dos dispositivos e as possíveis consequências de sua descontinuação.

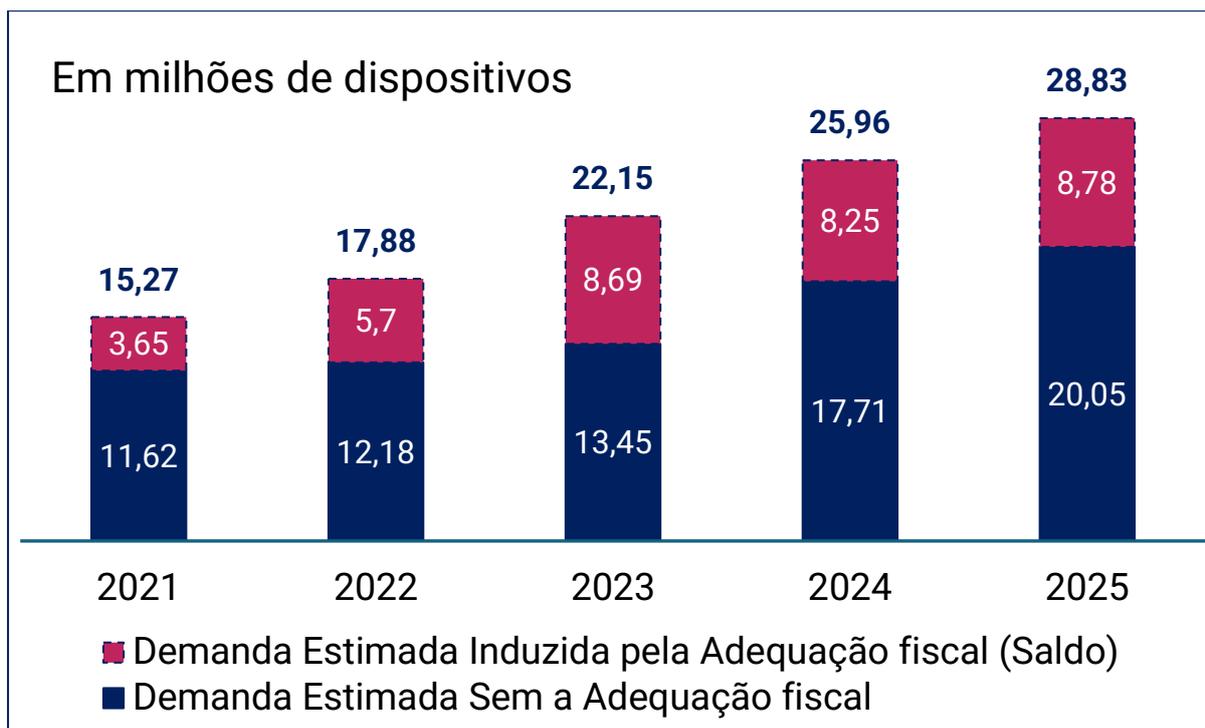




Efeitos da política pública

O modelo estima que 43,75 % da demanda por IoT no Brasil entre os anos de 2021 e 2025 pode ser atribuído à introdução da adequação fiscal. Portanto, aproximadamente 9 milhões de novos dispositivos IoT foram ativados no Brasil como consequência da política pública inaugurada pela Lei nº 14.108/2020. Uma vez mantidos os efeitos da política pública, o Brasil pode alcançar entre 60,5 e 118,4 milhões de dispositivos em 2030 vis-à-vis uma demanda estimada de 42,0 a 44,7 milhões de dispositivos para cenários desprovidos da política pública. A figura a seguir resume a demanda realizada por dispositivos de IoT no Brasil durante a vigência da política pública. Distingui a demanda orgânica, determinada pelas forças e maturidade do mercado brasileiro, daquela induzida pela política pública. Os dados estão em milhões de dispositivos.

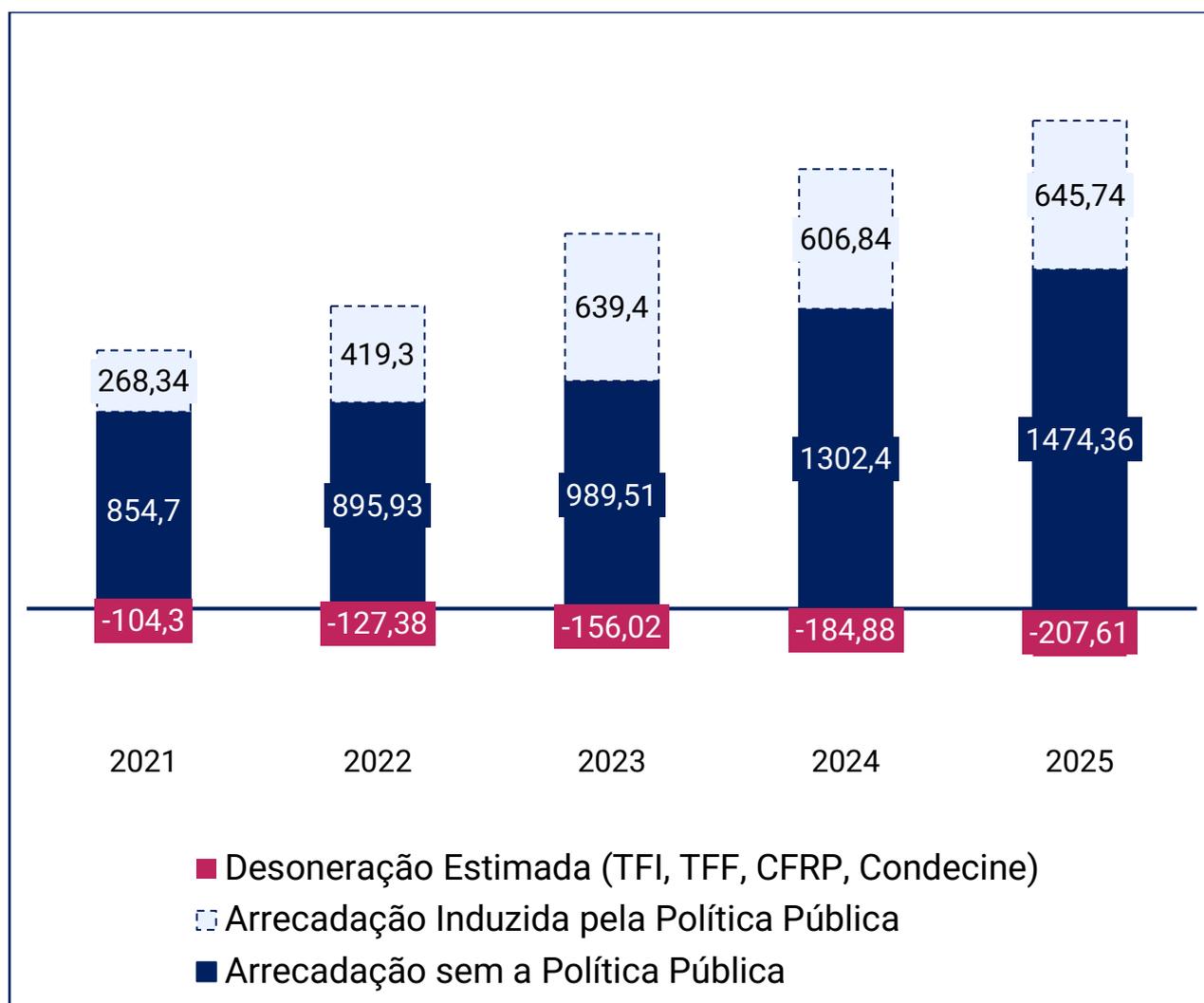




Estimativas de arrecadação agregada, induzida desoneração fiscal

Somente a demanda induzida por dispositivos IoT, resultante da política pública introduzida pela Lei nº 14.108/2020, gerou um ganho agregado de arrecadação tributária de R\$ 2,57 bilhões entre 2021 e 2025, o que representa montante 3,31 vezes superior à desoneração fiscal concedida no mesmo período. A arrecadação agregada contempla o agregado tributário composto por ICMS, ISS, IPI, FUST, FUNTTEL, PIS/COFINS e outros tributos que são arrecadados na cadeia de valor do IoT no Brasil.





Recomendações de Políticas Públicas

O estudo propõe uma abordagem abrangente para promover o ecossistema de IoT brasileiro, incluindo: (a) **Prorrogação da Adequação Fiscal**: a partir da renovação ou adoção perene da adequação fiscal estabelecida pela Lei nº 14.108/2020, o que é crucial para fomentar o investimento e a inovação a longo prazo, e a (b) **Expansão do Escopo da Adequação** mediante a inclusão de terminais de transferência eletrônica ("máquinas de cartão") no escopo da racionalização fiscal, o que estimularia a inovação no setor de pagamentos eletrônicos e promoveria a inclusão financeira no Brasil.

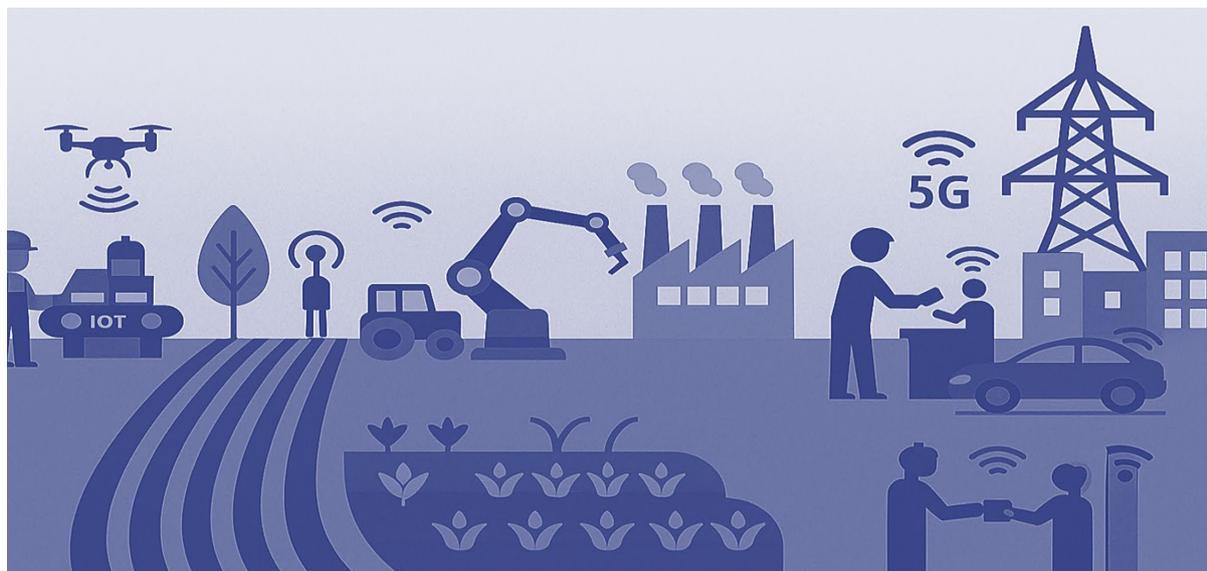




Conclusão

Promover a competitividade do ecossistema de IoT no Brasil é essencial para impulsionar a transformação digital e a inovação. O estudo enfatiza a importância de implementar políticas públicas que incentivem a adoção da IoT, criem um ambiente regulatório favorável e garantam investimentos a longo prazo. A experiência internacional demonstra que regimes fiscais apropriados podem ser um catalisador para o desenvolvimento da IoT. Em outros termos, a implementação de uma eficiente política tributária é fundamental para materializar os ganhos de produtividade decorrentes da nova economia digital.

E, para além disso, a análise quantitativa do caso brasileiro é reveladora do acerto da política pública consubstanciada na Lei nº 14.108/2020 ao adequar as taxas aplicadas sobre dispositivos que integrem sistemas de comunicação máquina a máquina. Recomenda-se, pois, a manutenção de sua vertente e a ampliação de seu escopo.





Promoção da Competitividade do Ecosistema de Internet das Coisas (IoT) no Brasil

1. Introdução

A Internet das Coisas (ou IoT, considerando a sigla para o termo do anglicismo *Internet of Things*) representa uma revolução tecnológica que está transformando a maneira como as pessoas, a indústria e os governos interagem. No Brasil, a adoção de dispositivos IoT tem o potencial de impulsionar toda a cadeia de valor digital, promovendo a automação, o monitoramento remoto, sensoriamento, de controle logístico e, enfim, a integração de diversas atividades econômicas ao mundo digital. Ao contribuir para a promoção de soluções digitais, tais dispositivos, que integram sistemas de comunicação máquina a máquina, favorecem ganhos de produtividade e, por consequência, o próprio desenvolvimento econômico do país.

Este estudo tem dois objetivos. O primeiro de explorar a relevância dos dispositivos IoT no Brasil, destacando suas aplicações recentes em setores como Agricultura de precisão, Indústria 4.0, Saúde 4.0, cidades inteligentes, meio ambiente, segurança pública e saúde. O segundo propósito é materializar a importância de se manter a política fiscal incidente sobre IoT como mecanismo fundamental para alavancar essa tecnologia no país.

Aplicações da chamada Agritech conformam exemplos notórios de setor no qual IoT pode adicionar valor no Brasil. Maior produtividade, menores custos e práticas de manejo mais sustentáveis são algumas das formas de geração de valor decorrentes da adoção de agricultura de precisão a partir do uso intensivo de sensores, GPS e imagens de satélite para monitorar e gerenciar variáveis como umidade do solo, fertilidade e presença de pragas. Com isso, soluções de IoT viabilizam a aplicação mais precisa de fertilizantes, a gestão de água, reduzindo desperdícios e custos. O mesmo com o uso de drones, que facilita o monitoramento das plantações, a aplicação de produtos químicos e a coleta de dados aéreos.

No setor industrial, os dispositivos IoT incluem a produção e uso desses dispositivos. Uma produção doméstica, de baixo custo e adequadas às demandas e necessidades do Brasil é um componente de sucesso para a indústria de hardwares no país. Quanto às aplicações industriais são conhecidas a capacidade desses dispositivos de coletar, processar e transmitir dados em tempo real, o que facilita a automação mais eficiente e um monitoramento contínuo de processos industriais e de prestação de serviços, resultando em ganhos de produtividade e redução de custos operacionais.

Existe também uma ampla gama de aplicações em setores de serviço e de gestão do meio ambiente. Por exemplo, referências a Saúde 4.0 utilizam dispositivos IoT para monitorar pacientes remotamente, aprimorar a gestão de recursos hospitalares e proporcionar um atendimento mais personalizado e eficiente. O mesmo se aplica às soluções de cidades inteligentes, que podem fazer uso de IoT para coleta e análise de dados em tempo real e otimizar soluções de transporte público, gestão de resíduos, segurança pública, iluminação, sustentabilidade ambiental e zeladoria da cidade. No setor de meio ambiente, os dispositivos IoT são utilizados para monitorar a qualidade do ar e da água, prever desastres naturais e implementar práticas agrícolas mais sustentáveis.





Figura 1: Exemplos das principais aplicações de IoT no Brasil



O Brasil reúne algumas das condições mais favoráveis para a ampla aplicação de IoT. As políticas de competitividade industrial e agrícola, desenvolvimento econômico sustentável, defesa do meio ambiente e transformação digital do setor público podem ser potencializadas com a adoção de IoT. Não obstante, para que o país possa aproveitar plenamente os benefícios da IoT e incluir esses dispositivos como um diferencial competitivo, é necessário um regime tributário que permita sua popularização e adoção. Afinal, o arcabouço tributário é elemento determinante para a efetividade das referidas ações e políticas públicas instituídas.

Um passo importante nessa direção foi a promulgação da Lei nº 14.108/2020¹. A Lei estabeleceu um regime de desoneração fiscal para os dispositivos de IoT e tratou de desonerar a tributação *ad rem*, de tal forma a isentá-los de taxas e contribuições. Na prática, o que a iniciativa promoveu foi a correção da assimetria tributária na cadeia de valor da tecnologia de IoT. Iniciativas como as carreadas pela Lei nº 14.108/2020 vão ao encontro das melhores práticas globais. Um estudo de caso realizado pela OCDE (2023)² junto a 10 empresas do setor industrial brasileiro revelou que o uso de IoT permitiu reduzir os custos de produção e melhoraram a produtividade.

A despeito de seus benefícios, os debates iniciados pelos dispositivos legais devem passar por um novo estágio de revisão. Isso porque, as vantagens tributárias nelas estabelecidas deveriam obedecer ao disposto do art. 116, § 2º, inciso II, da Lei nº 13.898/2019³ (Lei de Diretrizes Orçamentárias - LDO - 2019), que exige cláusula de vigência (de, no máximo, cinco anos) para iniciativas que concedam benefícios de natureza tributária. Assim, o prazo de alcance da política de desoneração findar-se-á em 31 de dezembro de 2025.

De modo a contextualizar o debate sobre a tributação, este artigo também discute as melhores práticas internacionais em termos de tributação de dispositivos IoT bem como apresenta proposições de políticas públicas e ações legislativas para promover sua adoção em prol do ecossistema digital brasileiro. A experiência internacional oferece lições sobre como estruturar um regime de tributação eficaz para dispositivos IoT. Por exemplo, países como os Estados Unidos, Alemanha e Japão têm implementado políticas fiscais que incentivam a adoção de IoT, reconhecendo o potencial dessas tecnologias para impulsionar a produtividade e a competitividade. No Brasil, a adoção de práticas semelhantes pode ajudar a criar um ambiente mais favorável para o desenvolvimento do ecossistema de IoT.

Cumpra esclarecer que há diferentes tecnologias que podem ser utilizadas em aplicações IoT, como NB-IoT, LTE Cat-M1, RedCap IoT, ZigBee, SigFox e LoraWan, entre outras. As três primeiras são soluções padronizadas pelo 3GPP⁴ e fazem uso de espectro de radiofrequências licitado, assegurando proteção contra interferências prejudiciais e soluções mais estáveis e escaláveis. As demais tecnologias são categorizadas como equipamentos de radiação restrita, não possuindo proteção contra interferências prejudiciais, e dispensadas de licenciamento. Para fins deste estudo, a abrangência da adequação fiscal se refere apenas às soluções licenciadas e, portanto, sujeitas às taxas e contribuições regulatórias.

¹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14108.htm

² https://www.oecd.org/en/publications/measuring-the-internet-of-things_021333b7-en.html

³ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Lei/L13898.htm#art116%A72ii

⁴ O 3GPP, ou Third Generation Partnership Project, é uma colaboração internacional entre empresas e grupos de padronização de telecomunicações, criada para desenvolver normas técnicas que regem a comunicação móvel.





2. Quadro legal, técnico e econômico do ecossistema de IoT no Brasil

O ecossistema de IoT no Brasil está em constante evolução, impulsionado por avanços tecnológicos, mudanças regulatórias e demandas econômicas. O panorama legal, técnico e econômico desse ecossistema é complexo e multifacetado, refletindo a diversidade de aplicações e os desafios enfrentados pelo país na adoção de tecnologias emergentes. Esta seção aborda esses aspectos, destacando as novas tecnologias, os vetores de oferta e demanda por dispositivos IoT e os debates sobre a promoção da produtividade em setores chave da economia brasileira.

Do ponto de vista legal, o Brasil tem avançado na criação de um marco regulatório para a IoT. O Decreto nº 9.854/2019⁵, que aprovou o Plano Nacional de Internet das Coisas, estabeleceu diretrizes para a implementação da IoT no país, é um exemplo significativo. Esse decreto define IoT como a infraestrutura que integra a prestação de serviços de valor adicionado com capacidades de conexão física ou virtual de coisas com dispositivos baseados em tecnologias da informação e comunicação existentes e nas suas evoluções, com interoperabilidade. Além disso, o Plano visou promover o desenvolvimento e a adoção de IoT em áreas prioritárias como saúde, cidades inteligentes, agronegócio e indústria.

Assim, percebe-se que o Decreto diferencia serviços que implementam dispositivos IoT, dos serviços de telecomunicações tradicionais. Conforme preceitua a Lei Geral de Telecomunicações (LGT), Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997:

“

Art. 61. Serviço de valor adicionado é a atividade que **acrescenta, a um serviço de telecomunicações que lhe dá suporte e com o qual não se confunde**, novas utilidades relacionadas ao acesso, armazenamento, apresentação, movimentação ou recuperação de informações.

§ 1º **Serviço de valor adicionado não constitui serviço de telecomunicações**, classificando-se seu provedor como usuário do serviço de telecomunicações que lhe dá suporte, com os direitos e deveres inerentes a essa condição.

(...)

” (grifos nossos)

No âmbito técnico, o Brasil tem investido em infraestrutura para suportar a expansão da IoT. A implementação de redes 5G é um passo crucial, pois oferece a largura de banda e a baixa latência necessárias para o funcionamento eficiente de diferentes casos de uso de aplicações IoT. Além disso, o desenvolvimento de plataformas de software e hardware compatíveis com IoT tem sido uma prioridade para empresas de tecnologia e centros de pesquisa no país. Essas plataformas facilitam a integração de dispositivos e a análise de grandes volumes de dados gerados por sensores e atuadores.

A IoT também tem o potencial de transformar diversos setores da economia brasileira. Os setores agrícola e pecuário merecem particular importância em função de sua vocação para uso de IoT e maturidade. Nesses setores a adoção de sensores IoT para monitoramento de solo, clima e saúde das plantas e animais pode aumentar a produtividade e a sustentabilidade das práticas produtivas.

Estima-se que o mercado global de IoT aplicado à agricultura e pecuária crescerá de US\$ 11,4 bilhões em 2021 para US\$ 18,1 bilhões até 2026⁶, impulsionado por inovações em sensoriamento de precisão, gestão eficiente de recursos, monitoramento ambiental e apoio ao manejo pecuário.

⁵ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9854.htm.

⁶ <https://forbes.com.br/forbesagro/2025/01/do-solo-ao-satelite-por-que-a-iot-no-agro-deve-crescer-para-us-181-bi-ate-2026/>





Aplicações reportadas para o contexto brasileiro^{7,8} incluem melhorias da gestão de culturas e criação animal, condições climáticas, qualidade do solo e desempenho de equipes, sistemas de irrigação inteligentes e monitoramento ambiental em tempo real, com efeitos sobre práticas agrícolas mais sustentáveis e para a eficiência e lucratividade na agricultura.

Por sua vez, a indústria pode se beneficiar da automação, do controle logístico e do monitoramento em tempo real proporcionados pela IoT, resultando em processos mais eficientes e redução de custos operacionais. No setor de serviços, a IoT pode melhorar a gestão de recursos e a qualidade do atendimento ao cliente.

As novas tecnologias emergentes no campo da IoT incluem avanços em inteligência artificial (IA), aprendizado de máquina (*machine learning*) e análise de *big data*. Essas tecnologias permitem que dispositivos IoT não apenas coletem dados, mas também os analisem e tomem decisões autônomas com base nesses dados. Isso é particularmente relevante para aplicações em cidades inteligentes, nas quais os dispositivos de IoT podem ser usadas para otimizar o tráfego, melhorar a segurança pública e gerenciar recursos urbanos de maneira mais eficiente.

Outras aplicações notáveis no Brasil incluem o uso de IoT em temas de proteção do meio ambiente. Por exemplo, as tecnologias de IoT, como NB-IoT e RedCap, permitem a operação autônoma e sustentável em terrenos de difícil acesso, facilitando a coleta de dados em tempo real e o monitoramento. Essa classe de IoT destaca-se pela eficiência energética e cobertura, escalabilidade, custo e segurança sendo ideais para diversas aplicações ambientais e logísticas em áreas como a Amazônia.

À luz de suas aplicações e potenciais, os vetores de oferta e demanda por dispositivos IoT no Brasil são influenciados por diversos fatores. Do lado da oferta, a disponibilidade de tecnologias avançadas e a capacidade de produção local são determinantes. Empresas brasileiras têm investido em pesquisa e desenvolvimento para criar soluções IoT adaptadas às necessidades do mercado local. Do lado da demanda, a crescente conscientização sobre os benefícios da IoT e a necessidade de aumentar a eficiência e a competitividade impulsionam a adoção desses dispositivos em diferentes setores.

A adoção de IoT no Brasil tem crescido desde 2018, com um aumento notável no número de empresas em fases de prova de conceito, projetos-piloto ou produção (LOGICALIS, 2022⁹). As soluções mais comuns incluem monitoramento de ativos, manutenção preditiva e geolocalização. Dados reportados pela IoT Snapshot 2022¹⁰ para o mercado brasileiro indicam que os setores de agronegócio e manufatura lideram os planos de investimento em IoT no Brasil, com 50% e 49% das empresas, respectivamente, planejando implementar a tecnologia.

Em 2023, 14% das empresas reportaram o uso de dispositivos de IoT no Brasil, com maior concentração nas grandes companhias e no setor de informação e comunicação¹¹. Os dispositivos de IoT mais comuns foram os de segurança de instalações, usados por 84% das empresas que adotaram a tecnologia. Esses dados indicam uma consolidação da digitalização empresarial, embora a adoção de novas tecnologias ainda esteja restrita a alguns processos específicos.

Dentre os desafios reportados para a ampliação do uso de IoTs no Brasil, a pesquisa IoT Snapshot 2022 identificou a viabilidade financeira dos dispositivos. Tal aspecto enfatiza a importância de criar um ambiente competitivo para o desenvolvimento dessa tecnologia no país.

⁷ <https://agro.estadao.com.br/summit-agro/agtechs-conheca-as-empresas-que-estao-revolucionando-o-agronegocio>

⁸ <https://www.terra.com.br/noticias/expansao-da-iot-no-brasil-inclui-atividades-agrarias,626e885f09529350d6127735dd9c1912un0t1qx8.html>

⁹ <https://imagine.la.logicalis.com/iot-snapshot-2022>

¹⁰ <https://imagine.la.logicalis.com/iot-snapshot-2022>

¹¹ <https://cetic.br/pt/pesquisa/empresas/indicadores/>





A importância das IoTs se reflete nas políticas setoriais. Por exemplo, Souza e Bidarra (2022)¹² fizeram um apanhado detalhado das políticas de fomento ao uso de IoT no setor do agronegócio. No levantamento, os autores identificaram a existência de pelo menos 9 políticas de fomento à transformação digital do setor agropecuário, conforme lista abaixo.

Tabela 1: Política pública e ações de apoio à agricultura digital.

Desenvolvimento da política pública	Ano	Marco legal e Regulatório	Objetivo
CT-Agronegócio	2001	Lei nº 10.332/2001 ¹³	Atrair investimentos para o agronegócio e instituir mecanismos de financiamento para o Programa de Ciência e Tecnologia do setor
Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação	2016	Lei nº 13.243/2016 ¹⁴	Promover atividades científicas e tecnológicas como estratégias para o desenvolvimento econômico e social
BNDES Pilotos IoT	2017	BNDES ¹⁵	Diagnosticar e propor um plano de ação estratégico de implantação de IoT no Brasil
Lei Geral de Proteção de Dados	2018	Lei nº 13.709/2018 ¹⁶	Proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural
Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT.BR)	2019	Decreto nº 9.854/2019 ¹⁷	Implementar a IoT como ferramenta de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira
Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital	2019	Decreto nº 10.052/2019 ¹⁸	Difundir a importância da agricultura de precisão e digital para o desenvolvimento agropecuário e para a promoção da sustentabilidade socioambiental no Brasil
Câmara do Agro 4.0	2019 Mapa e MCTIC	MCTI ¹⁹	Promover ações de expansão da internet no campo e a aquisição de tecnologias e serviços inovadores no ambiente rural
Programa Ater Digital	2020	EMBRAPA ²⁰	Fortalecer e ampliar o Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural por meio de um modelo inovador de governança, promovendo a ampla utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)
Programa Agro 4.0	2020	MAPA ²¹	Incentivar a constituição de um ambiente de inovação por meio de 14 projetos-piloto de adoção e de disseminação de tecnologias digitais para o agronegócio brasileiro

Notas: Conforme levantamento de Souza e Bidarra (2022)²² e baseado em referências da (1) Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo; (2) Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; (3) Ministério da Economia.

¹² <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1705/pdf>

¹³ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10332.htm

¹⁴ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm

¹⁵ <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/onde-atuamos/inovacao/internet-das-coisas/bndes-projetos-piloto-internet-das-coisas/bndes-pilotos-iot-internet-das-coisas>

¹⁶ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm

¹⁷ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9854.htm

¹⁸ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d10052.htm

¹⁹ <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/camara-agro>

²⁰ <https://www.atermaisdigital.cnptia.embrapa.br/>

²¹ <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-e-abdi-lancam-terceiro-edital-do-programa-agro-4.0>

²² <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1705/pdf>





Os autores também indicam que as iniciativas alavancadas por essas políticas podem justificar parte dos avanços observados para o setor de agritech nos últimos anos no Brasil. Nessa mesma linha, a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) estima que cerca de 67% das propriedades agrícolas do Brasil fazem uso de algum tipo de tecnologia²³.

O exemplo do conjunto de políticas e iniciativas aplicadas ao setor de agronegócio revela como o Brasil pode ter êxito na promoção da produtividade de setores chave da economia com o uso de IoT. Uma vez transposto ao contexto da Nova Indústria Brasil²⁴, política de promoção da neointustrialização do Brasil, os benefícios poderiam ser ampliados para outros setores estratégicos, notadamente aqueles destacados pela NIB, i.e., segurança alimentar, saúde, bem-estar urbano, modernização industrial, bioeconomia e defesa – todos com ampla possibilidade de aplicações IoT.

3. Benchmark internacional dos aspectos fiscais associados à tributação de dispositivos de IoT

A tributação de dispositivos IoT é um tema de crescente importância à medida que a adoção dessas tecnologias se expande globalmente. Diferentes países têm adotado abordagens variadas para a tributação dessa aplicável, refletindo, pois, suas prioridades econômicas, políticas fiscais e estratégias de inovação tecnológica.

Nos Estados Unidos, a tributação de dispositivos IoT é influenciada por um sistema fiscal complexo que varia entre estados. Alguns estados oferecem incentivos fiscais significativos para a adoção de tecnologias IoT, reconhecendo seu potencial para impulsionar a inovação e a competitividade. Por exemplo, a Califórnia oferece créditos fiscais para empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de tecnologias IoT²⁵, enquanto o Texas isenta dispositivos IoT de certos impostos sobre vendas e uso. Essas políticas visam reduzir o custo de adoção de IoT e estimular o crescimento do setor.

Na União Europeia, a abordagem à tributação de dispositivos IoT é mais harmonizada, com diretrizes estabelecidas pela Comissão Europeia. A Diretiva 2006/112/CE²⁶ sobre o sistema comum de imposto sobre o valor adicionado (IVA) permite que os Estados-Membros apliquem taxas reduzidas de IVA a dispositivos IoT que contribuam para a eficiência energética e a sustentabilidade ambiental. Além disso, programas como o Horizonte 2020²⁷ oferecem financiamento e incentivos fiscais para projetos de IoT que promovam a inovação e a competitividade na região.

A Alemanha, como uma das principais economias da União Europeia, tem adotado uma abordagem proativa em relação à tributação de dispositivos IoT. O país oferece incentivos fiscais para empresas que investem em tecnologias IoT, especialmente aquelas relacionadas à Indústria 4.0. A Lei de Incentivos Fiscais para Pesquisa e Desenvolvimento²⁸, implementada em 2020, permite que empresas deduzam até 25% dos custos de P&D relacionados a IoT de seus impostos corporativos. Essa medida tem o mérito de fomentar a inovação e manter a competitividade da indústria alemã no cenário global.

No Japão, a tributação de dispositivos IoT é parte de uma estratégia mais ampla de promoção da transformação digital. O governo japonês oferece incentivos fiscais para empresas que adotam tecnologias IoT, com foco em setores como manufatura, saúde e agricultura. A Lei de Incentivos Fiscais para a Transformação Digital²⁹, promulgada em 2018, permite que empresas deduzam uma parte

²³ <https://cnabrazil.org.br/noticias/a-internet-das-coisas-iot-chegou-no-agroneg%C3%B3cio>

²⁴ <https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi/plano-de-acao/nova-industria-brasil-plano-de-acao.pdf>

²⁵ https://lao.ca.gov/2003/randd_credit/113003_research_development.html

²⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex:32006L0112>

²⁷ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en

²⁸ <https://www.bdo.de/en-gb/insights/updates/tax-legal/r-d-tax-incentive-support-for-research-and-development>

²⁹ https://www.meti.go.jp/english/policy/economy/Technical_Promotion/index.html





significativa dos custos de implementação de IoT de seus impostos corporativos. Além disso, o Japão tem investido em infraestrutura de suporte, como redes 5G, para facilitar a adoção de IoT.

A China, por sua vez, tem adotado uma abordagem agressiva para promover a adoção de IoT como parte de sua estratégia de desenvolvimento tecnológico³⁰. O governo chinês oferece uma série de incentivos fiscais para empresas que investem em IoT³¹, incluindo isenções de impostos sobre vendas e uso, créditos fiscais para P&D e subsídios diretos. Essas políticas são parte do plano "Made in China 2025", que almeja transformar e consolidar a China como liderança global em tecnologias avançadas, incluindo IoT³².

Na Índia, a tributação de dispositivos IoT é influenciada por uma série de políticas fiscais destinadas a promover a inovação e a inclusão digital. O governo indiano oferece incentivos fiscais para startups e empresas que investem em tecnologias IoT, incluindo isenções de impostos sobre vendas e uso e créditos fiscais para P&D³³. Além disso, a Índia tem implementado programas de capacitação e educação tecnológica para preparar a força de trabalho para a era digital.

A Austrália também tem adotado políticas fiscais para incentivar a adoção de IoT, com foco em setores como agricultura e mineração. O governo australiano oferece créditos fiscais para P&D e isenções de impostos sobre vendas e uso para dispositivos IoT que contribuam para a eficiência e a sustentabilidade³⁴. Essas políticas visam promover a inovação e a competitividade da economia australiana.

No Canadá, a tributação de dispositivos IoT é parte de uma estratégia mais ampla de promoção da inovação tecnológica³⁵. O governo canadense oferece incentivos fiscais para empresas que investem em IoT, incluindo créditos fiscais para P&D e isenções de impostos sobre vendas e uso³⁶. Além disso, o Canadá tem investido em infraestrutura de suporte, como redes 5G, para facilitar a adoção de IoT.

Na Coreia do Sul, conhecida por sua liderança em tecnologia, a projeção do mercado para IoT é alcançar uma receita projetada de US\$ 7.219,3 milhões até 2030. Trata-se de uma taxa de crescimento anual composta de 51,9% entre 2024 e 2030³⁷. O país tem adotado uma abordagem audaciosa no que tange à concessão de incentivos tributários para massificar a adoção de dispositivos IoT. O governo sul-coreano oferece uma série de incentivos fiscais para empresas que investem em IoT, incluindo créditos fiscais para P&D e isenções de impostos sobre vendas e uso³⁸.

Em resumo, a tributação de dispositivos IoT varia entre os países, refletindo suas prioridades econômicas e estratégias de inovação. Enquanto alguns países, como os Estados Unidos e a China, adotam uma abordagem mais agressiva com uma série de incentivos fiscais, outros, como a União Europeia e o Japão, focam em políticas harmonizadas e incentivos específicos para setores estratégicos. No Brasil, a criação de um ambiente fiscal favorável à adoção de IoT também é crucial para promover a inovação e a competitividade da economia nacional.

Os efeitos dessas políticas são observados na intensidade de uso de dispositivos IoT entre os países analisados. A figura abaixo resume a relação dispositivos por habitante para fins de comparação. O Brasil é o país com menor penetração de IoT por habitante.

³⁰ <https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/16531-China-IoT-Report-LR.pdf>

³¹ <https://www.china-briefing.com/news/tax-incentives-china-to-encourage-technology-innovation-updated/>

³² https://asiagrowthpartners.com/files/pdf/newhome/Selling%20to%20Made%20in%20China%202025_IoT%20ONE_Oct%202018.pdf

³³ <https://www.hindustantimes.com/india-news/financial-incentives-necessary-to-encourage-5g-adoption-industry-to-trai-101706946627910.html>

³⁴ <https://www.pwc.com.au/consulting/assets/publications/acs-pwc-iot-report-web.pdf>

³⁵ <https://sbs-spe.feddevontario.canada.ca/en/technology-and-innovation-financial-support>

³⁶ <https://sbs-spe.feddevontario.canada.ca/en/technology-and-innovation-financial-support>

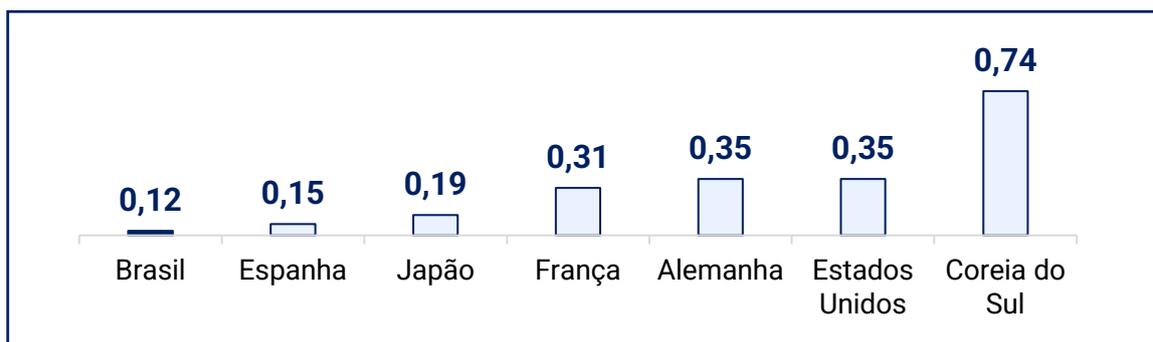
³⁷ <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/5g-internet-of-things-iot-market/south-korea>

³⁸ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308596121001944>





Figura 2: Dispositivos IoT/Habitante para uma seleção de países³⁹ em 2023



A análise comparativa dos aspectos fiscais associados à tributação de dispositivos IoT revela que os incentivos fiscais são uma ferramenta eficaz para estimular a adoção dessas tecnologias. Países que oferecem créditos fiscais para P&D, isenções de impostos sobre vendas e uso e subsídios diretos têm observado um crescimento significativo na adoção de IoT e na inovação tecnológica. Essas políticas não apenas reduzem o custo de adoção de IoT, mas também incentivam as empresas a investirem em pesquisa e desenvolvimento, criando um ciclo virtuoso de inovação e crescimento econômico.

Além dos incentivos fiscais, a infraestrutura de suporte, como redes 5G e plataformas de software e hardware compatíveis com IoT, é essencial para a adoção bem-sucedida dessas tecnologias. Países que investem em infraestrutura de suporte têm uma vantagem competitiva significativa, pois facilitam a integração de dispositivos IoT e a análise de grandes volumes de dados. Nesse aspecto o Brasil possui uma relativa vantagem regional o que pode assegurar uma vantagem comparativa do país face aos avanços na América Latina.

Em conclusão, a tributação de dispositivos IoT é um aspecto crucial para a promoção da inovação e da competitividade econômica. A análise comparativa dos benchmarks internacionais revela que os incentivos fiscais representam uma ferramenta eficaz para estimular a adoção de IoT, e que a infraestrutura de suporte é essencial para o sucesso dessas políticas. Conquanto cada país possa ter desafios próprios, o Brasil tampouco pode prescindir de arcabouço tributário favorável e investimentos em infraestrutura de suporte, aspectos fundamentais para promover a adoção de IoT e impulsionar a inovação tecnológica.

³⁹ Global Data (Pyramid)





4. Análise de impacto econômico e da racionalização tributária incidente sobre dispositivos de IoT

A racionalização tributária incidente sobre dispositivos de IoT pode ter um impacto significativo na economia e na estrutura tributária de um país. No contexto brasileiro, em que a carga tributária é frequentemente citada como um dos principais obstáculos ao crescimento econômico, a implementação de um regime tributário mais eficiente e favorável para dispositivos IoT pode promover a inovação, aumentar a competitividade e impulsionar a produtividade em diversos setores. Esta seção analisa os impactos econômicos e tributários de uma racionalização tributária para dispositivos IoT, considerando os benefícios potenciais e os desafios associados a essa medida.

A adoção de dispositivos IoT tem o potencial de transformar a economia brasileira, promovendo a automação, o monitoramento remoto e a integração de atividades econômicas ao mundo digital. No entanto, a carga tributária elevada e a complexidade do sistema tributário brasileiro podem desincentivar a adoção dessas tecnologias. Uma racionalização tributária que reduza a carga tributária sobre dispositivos IoT pode estimular a adoção dessas tecnologias, tornando-as mais acessíveis para empresas e consumidores.

Do ponto de vista econômico, a redução da carga tributária sobre dispositivos IoT pode resultar em um aumento significativo na produtividade de setores chave da economia brasileira, como agricultura, indústria e serviços. Na agricultura, por exemplo, a utilização de sensores IoT para monitoramento de solo e clima, além do uso de drones para identificação pragas e uso de defensivos agrícolas pode aumentar a eficiência e a sustentabilidade das práticas agrícolas, resultando em maiores rendimentos e menor uso de insumos. Na indústria, a automação e o monitoramento em tempo real proporcionados pela IoT podem reduzir custos operacionais e aumentar a eficiência dos processos produtivos.

Além disso, a racionalização tributária pode incentivar a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias IoT no Brasil. Empresas de tecnologia podem ser mais propensas a investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de soluções IoT se enfrentarem uma carga tributária menor. Isso pode resultar em um aumento na criação de empregos qualificados e no fortalecimento do ecossistema de inovação no país. A longo prazo, esses investimentos podem contribuir para a competitividade global da indústria brasileira de tecnologia.

A redução da carga tributária sobre dispositivos IoT também pode ter um impacto positivo na inclusão digital. Dispositivos IoT podem ser utilizados para melhorar a qualidade de vida em áreas rurais e comunidades menos favorecidas, proporcionando acesso a serviços essenciais como saúde, educação e segurança. A redução dos impostos sobre esses dispositivos pode torná-los mais acessíveis para essas populações, promovendo a inclusão digital e reduzindo as desigualdades sociais.

No entanto, a implementação de uma racionalização tributária para dispositivos IoT também apresenta desafios. Pesquisas que abordem aspectos técnico-econômicos de um setor podem desmistificar a ideia que redução de carga tributária implicaria necessariamente em redução de arrecadação. Na realidade, ocorre muitas vezes na prática é que a racionalização tributária pode alavancar a demanda de um setor, e, por conseguinte, o próprio aumento da arrecadação agregada do conjunto de tributos. A mesma lógica se aplica aos efeitos multiplicadores diretos e indiretos sobre a cadeia de suprimentos e da produtividade total dos fatores no qual a IoT opera como instrumento. Por isso, é essencial o desenvolvimento de estudos para auxiliar o Poder Executivo e o Poder Legislativo na tomada de decisões baseadas em evidências, em especial, em um tema tão estratégico quanto IoT.

Por isso, a racionalização tributária também deve ser acompanhada por políticas de incentivo à adoção de IoT. Programas de capacitação e educação tecnológica são essenciais para preparar a força de trabalho para as novas demandas do mercado e promover a adoção de tecnologias IoT. O governo também pode oferecer subsídios e financiamentos para empresas que invistam em IoT, especialmente aquelas em setores estratégicos como agricultura, saúde e indústria.





Como exposto na seção anterior, a experiência internacional oferece valiosas lições sobre os impactos econômicos e tributários de uma racionalização tributária para dispositivos IoT. Países como os Estados Unidos, Alemanha e Japão têm implementado políticas fiscais que incentivam a adoção de IoT, reconhecendo o potencial dessas tecnologias para impulsionar a produtividade e a competitividade. No Brasil, a adoção de práticas semelhantes pode ajudar a criar um ambiente mais favorável para o desenvolvimento do ecossistema de IoT.

Reiterando, a análise dos impactos econômicos e tributários de uma racionalização tributária para dispositivos IoT também deve considerar o efeito multiplicador dessas tecnologias na economia. A adoção de IoT pode gerar benefícios indiretos significativos, como a criação de novos mercados e oportunidades de negócios, o aumento da eficiência energética e a melhoria da qualidade dos serviços públicos. Esses benefícios podem compensar as perdas de receita tributária a curto prazo, resultando em um impacto positivo líquido na geração de riqueza bem como no resultado da arrecadação.

Além disso, a racionalização tributária pode contribuir para a sustentabilidade ambiental. Dispositivos IoT podem ser utilizados para monitorar e gerenciar recursos naturais de maneira mais eficiente, reduzindo o desperdício e promovendo práticas sustentáveis. A redução da carga tributária sobre esses dispositivos pode incentivar a adoção de tecnologias verdes, alinhando-se aos compromissos ambientais do Brasil e promovendo o desenvolvimento sustentável.

A implementação de uma racionalização tributária para dispositivos IoT também pode fortalecer a posição do Brasil no cenário global de tecnologia. Ao criar um ambiente fiscal favorável para a adoção de IoT, o Brasil pode atrair investimentos estrangeiros e se tornar um *hub* de inovação tecnológica na América Latina. Isso pode resultar em um aumento na competitividade global da indústria brasileira de tecnologia e na criação de novas oportunidades de negócios.

Em conclusão, a racionalização tributária incidente sobre dispositivos IoT pode ter um impacto significativo na economia e na estrutura tributária do Brasil. A redução da carga tributária pode estimular a adoção de IoT, promovendo a inovação, aumentando a produtividade e impulsionando a competitividade em diversos setores. No entanto, é importante que o governo avalie cuidadosamente os impactos fiscais dessa medida e desenvolva estratégias para mitigar possíveis perdas de receita. A experiência internacional oferece valiosas lições sobre como estruturar um regime tributário eficaz para dispositivos IoT, e a adoção de práticas semelhantes no Brasil pode ajudar a criar um ambiente mais favorável para o desenvolvimento do ecossistema de IoT.

A racionalização tributária deve ser acompanhada por políticas de incentivo à adoção de IoT, incluindo programas de capacitação e educação tecnológica, subsídios e financiamentos para empresas que investem em IoT, e investimentos em infraestrutura de suporte. Além disso, é importante considerar o efeito multiplicador das tecnologias IoT na economia e os benefícios indiretos que podem resultar da adoção dessas tecnologias. A longo prazo, a racionalização tributária para dispositivos IoT pode contribuir para o desenvolvimento sustentável, a inclusão digital e a competitividade global da economia brasileira.

4.1. Vetores da demanda por IoT no Brasil

A demanda por dispositivos de IoT no Brasil é impulsionada por macrodesafios que a tecnologia pode ajudar a resolver. Um estudo do BNDES (2017)⁴⁰ oferece um panorama amplo sobre os três principais macrodesafios. O primeiro desafio é aumentar a produtividade do país para que os setores brasileiros sejam competitivos no mercado global. A produtividade brasileira tem crescido lentamente em comparação com outros países emergentes, e a IoT pode desempenhar um papel crucial ao agregar valor aos produtos de exportação e reduzir despesas com atividades de baixo valor agregado. A implementação de IoT pode ajudar a modernizar a infraestrutura, aumentar a

⁴⁰ <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/6c597bfe-b92d-4084-ab07-5498e1ae2445/produto-3-analise-de-oferta-e-demanda-relatorio-parcial-analise-de-demanda.pdf?MOD=AJPERES&CVID=ISZJkHO>





transparência e reduzir o "custo Brasil", que inclui fatores como alta carga tributária e processos burocráticos lentos.

O segundo desafio é expandir o acesso e a qualidade de serviços críticos para melhorar o bem-estar e a qualidade de vida da população. A IoT pode ser aplicada em áreas como saúde, mobilidade urbana e segurança, que atualmente apresentam deficiências significativas no Brasil. Por exemplo, na saúde, a IoT pode melhorar o acompanhamento de pacientes, permitir exames domésticos e fornecer monitoramento em tempo real, o que é essencial para atender à crescente demanda devido ao envelhecimento da população. Na mobilidade urbana, a IoT pode otimizar o transporte público e reduzir os tempos de deslocamento, enquanto na segurança, pode ajudar a monitorar e prevenir crimes.

O terceiro desafio é lidar com as mudanças globais no perfil dos profissionais e nas relações de trabalho. A economia digital tem ganhado relevância em comparação à economia industrial, e a IoT é uma das competências digitais que pode gerar valor significativo. No setor agrícola, por exemplo, a IoT pode ser usada para monitorar condições do solo, níveis de água e colheitas, aumentando a eficiência e a produtividade. Outros setores, como mineração, petróleo e gás, e manufatura, também podem se beneficiar das aplicações de IoT, que podem otimizar operações, melhorar a gestão de estoque e aumentar a produtividade humana. A adoção de IoT pode, portanto, ajudar o Brasil a enfrentar esses desafios e promover um desenvolvimento sustentável e competitivo.

À luz desse conjunto de vetores, é possível examinar dados sobre a evolução da adoção de IoT no Brasil e, em seguida, elaborar projeções sobre os efeitos das políticas de incentivos adotadas no país.

Os dados demonstram que a implementação de IoT nas empresas brasileiras está concentrada em empresas de médio e grande porte⁴¹. O setor de TIC o que mais utiliza a tecnologia, alcançando 37% das empresas em 2023. Os dados também confirmam a relevância de aplicações de IoT para transporte e energia. A principal distinção é a predominância de aplicações no setor de segurança no Brasil, o que pode ser um reflexo dos desafios locais.

Os dados da pesquisa TIC também enfatizam a percepção geral de que a pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo na demanda por dispositivos de IoT no Brasil. Esse efeito também foi observado em outros países e revela uma desaceleração, ainda que temporária, da cadeia de suprimentos de dispositivos com efeito sobre sua produção e uso. Esse fenômeno foi relatado no estudo de caso da OCDE para os mercados da Alemanha e do Brasil.

A concentração de uso de IoT em médias e grandes empresas pode ter relação com o custo dos sistemas. Esse cenário é corroborado por pesquisa da Confederação Nacional da Indústria - CNI (2022)⁴². Na ocasião, a CNI constatou que o alto custo era a principal barreira interna para adoção de novas tecnologias como IoT.

A segunda inferência, elaborada a partir dos dados coletados e da revisão dos benchmarks internacionais, é que o Brasil está se distanciando de outros países na adoção de soluções de IoT para impulsionamento de sua economia. Enquanto no Brasil 15% das empresas utilizaram IoTs em seus processos produtivos em 2023, na União Europeia esse percentual foi de 29% em 2021, para uma amostra similar de mercados (OCDE, 2023)⁴³. Tal contexto pode exacerbar a lacuna de produtividade entre setores industriais brasileiros e internacionais.

Existem também os vetores habilitantes de IoT. A conectividade faz parte desse rol de determinantes da demanda. A Ericsson (2024)⁴⁴ prevê que a expansão da cobertura 5G *standalone* tem alavancado o mercado de dispositivos IoT de baixo custo no mundo. A demanda por dispositivos IoT baseados na tecnologia 5G é esperado que dobre nos próximos 5 anos, alcançando 4,3 bilhões de dispositivos em operação em 2030.

⁴¹ <https://cetic.br/pt/pesquisa/empresas/indicadores/>

⁴² <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-83-industria-40-cinco-anos-depois/>

⁴³ https://www.oecd.org/en/publications/measuring-the-internet-of-things_021333b7-en.html

⁴⁴ <https://www.ericsson.com/4adb7e/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2024/ericsson-mobility-report-november-2024.pdf>





4.2. Estudo de demanda e projeções

O estudo de demanda foi elaborado a partir de um modelo fundamental que estabelece a demanda por dispositivos IoT em função de um índice de atividade econômica do Brasil e uma marcação temporal sobre a introdução da adequação fiscal. Para fins de estimativas considerou-se a seguinte equação.

Equação 1: Fórmula da análise econométrica

$$\ln IOT_t = \beta_0 + \beta_1 \ln IBC_t + \beta_2 DUMMY_t + \mu$$

Onde IOT_t representa o número de acessos a dispositivos IoT licenciados para o ano t . A contagem dos acessos é disponibilizada pela ANATEL em sua plataforma de dados abertos⁴⁵. Por sua vez, variáveis explicativas contemplam o Índice de Atividade Econômica do Banco Central (IBC)⁴⁶ calculado pelo Banco Central para avaliar o ritmo de crescimento da economia brasileira ao longo dos meses. Os efeitos da isenção fiscal são identificados com uma DUMMY.

Para fins de regressão, as variáveis foram convertidas em logaritmo natural. Tal estratégia metodológica visa normalizar dados considerados e, portanto, melhorar precisão preditiva do modelo. Para fins de interpretação, os coeficientes estimados são traduzidos como variações percentuais entre as variáveis independentes e seus efeitos na variável dependente. Os dados estão dispostos em uma série temporal e contempla observações para o período de 2019 a 2024. A tabela a seguir resume os coeficientes da regressão.

Tabela 2: Estimativas de demanda

Variáveis	Coefficientes
Intercepto	-17,23 [8,66]
Ln_IBC \diamond	6,76 [1,76]**
Dummy_Lei	0,3629 [0,11]**
R ²	0,969
R ² Ajustado	0,949
Erro Padrão	0,086
Observações	6 anos

Notas:

- \diamond IBC: Índice real de atividade econômica do Banco Central (IBC-Br), Fonte: BACEN
- ** Significância $p < 0,05$
- Desvio Padrão em colchetes.

⁴⁵ Dados de Acessos de Comunicação Multimídia. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/acessos--banda-larga-fixa>

⁴⁶ <https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/24363-indice-de-atividade-economica-do-banco-central--ibc-br>





Os coeficientes da regressão múltipla indicam que o impacto das variáveis explicativas sobre a demanda por dispositivos IoT licenciados no Brasil. Os sinais dos coeficientes estão em conformidade com a literatura e são significativos em um nível de confiança de 5%. De acordo com o modelo, a atividade econômica é o principal vetor de demanda por IoT. Essa referência sugere que à medida que a confiança na economia avança, maior é a demanda por soluções de IoT nos setores produtivos.

A qualidade do ajuste do modelo e da consistência da combinação de variáveis foi verificado com testes estatísticos. Em particular verificou-se a ausência de autocorrelação (Durbin-Watson = 2,27) e de endogeneidade (ANOVA=405,555, com significância $p < 0,000,1$). Por sua vez, o teste F (F= 50,748, com significância 0,00486) indica que o modelo de regressão é significativamente diferente de um modelo nulo.

Por sua vez, o marcador temporal que captura os efeitos da vigência da Lei nº 14.108/2020⁴⁷ indica a importância desse vetor como indutor do consumo de IoT. **O coeficiente da variável DUMMY no modelo de regressão log-linear é interpretado como a diferença percentual na variável dependente (IoT), mantendo os outros fatores constantes. No caso, o coeficiente indica que 43,75%⁴⁸ da variação percentual da demanda por IoT no Brasil pode ser atribuído à introdução da adequação fiscal.** Tal diagnóstico confirma a importância da medida legislativa como fomentador do crescimento da demanda por IoT no Brasil.

O modelo e os dados que fundamentam sua implementação expressão um melhor esforço na tentativa de identificar padrões de demanda por IoT no Brasil. Trata-se de um primeiro estudo dessa natureza para o contexto brasileiro e novas inferências podem ser obtidas à medida que mais dados sejam disponibilizados para sua análise.

4.3. Cenários de demanda

De modo a exercitar as tendências sobre a adoção de IoT no Brasil e fazer inferências sobre o efeito a adequação fiscal no agregado tributário, são apresentados quatro cenários alternativos de demanda - linha de base, alta demanda e dois para baixa demanda. Esses cenários são projetados para contemplar tendências possíveis para a demanda pelo serviço para os próximos 5 anos. Para todos os cenários foram aplicados choques hipotéticos sobre a projeção da atividade econômica.

O cenário de base toma com referência a continuidade na tendência de evolução do IBC-Br ao longo dos próximos 5 anos. Esse cenário também pressupõe a manutenção do *status quo* da racionalização estabelecida pela Lei nº 14.108/2020. Trata-se, portanto, de uma tendência de crescimento consistente com os atuais vetores de demanda.

O cenário de alta demanda projeta um crescimento acelerado da confiança na economia brasileira, acima da média observada para os últimos 6 anos. A projeção considera um crescimento anual do IBC-Br na ordem de 4,2% entre 2025 e 2029, acima do valor registrado em 2024. Esse percentual se refere à melhor observação histórica entre 2019 e 2024. Esse cenário é arbitrário e se justifica, por exemplo, pela combinação da redução de preços de IoT no Brasil, provocado, por exemplo, pelo aumento da escala na produção e uso de dispositivos, e pela maior maturidade dos setores produtivos, entre outros.

Por outro lado, foram definidos dois cenários de baixa demanda (Pessimistas). O primeiro (Pessimista 1) considera a mesma média móvel para a variação da confiança no crescimento da economia brasileira e a interrupção hipotética dos efeitos da adequação fiscal objeto da Lei nº

⁴⁷ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14108.htm

⁴⁸ Para interpretar o coeficiente da variável dummy toma-se o $\exp(0,3629) = 43,75\%$





14.108/2020⁴⁹. Nesse cenário, o modelo econométrico sugere que parte dos usuários de IoT descontinuariam o seu uso, gerando um impacto a curto prazo. Esse impacto negativo seria sentido em toda a cadeia de valor da IoT.

O segundo cenário pessimista (Pessimista 2) considera a tendência de crescimento observada para o período anterior à introdução da adequação fiscal para projetar a demanda futura por IoTs. Trata-se de uma tentativa de mimetizar o padrão de crescimento para o período de 2019 a 2020, portanto sem a isenção tributária. Assim, nesse modelo, não existiria uma queda imediata na base já instalada, mas sim um crescimento mais lento de todo o setor IoT. Esse crescimento reverberaria em toda a cadeia de valor, e o Brasil deixaria de usufruir do potencial de ganho de eficiência e competitividade que a IoT traz.

Os resultados desses cenários são resumidos na tabela e na figura a seguir. Observa-se que no cenário “otimista”, o Brasil poderia alcançar o dobro de dispositivos face ao cenário “*Business-as-Usual*” o que aproximaria o país às potências tecnológicas mundiais. Por sua vez, o cenário pessimista indica um crescimento de 62% face os números realizados para 2024, porém inferior à projeção de crescimento em condições usuais e aproximadamente 3 vezes menor que o cenário otimista.

Tabela 3: Estimativas de demanda (milhões de dispositivos)

Ano	Condições atuais	Otimista	Pessimista 1	Pessimista 2
2026	32,94	38,07	22,91	32,05
2027	37,80	50,38	26,29	34,83
2028	44,18	66,83	30,73	37,86
2029	52,24	88,86	36,34	41,15
2030	60,43	118,42	42,04	44,72

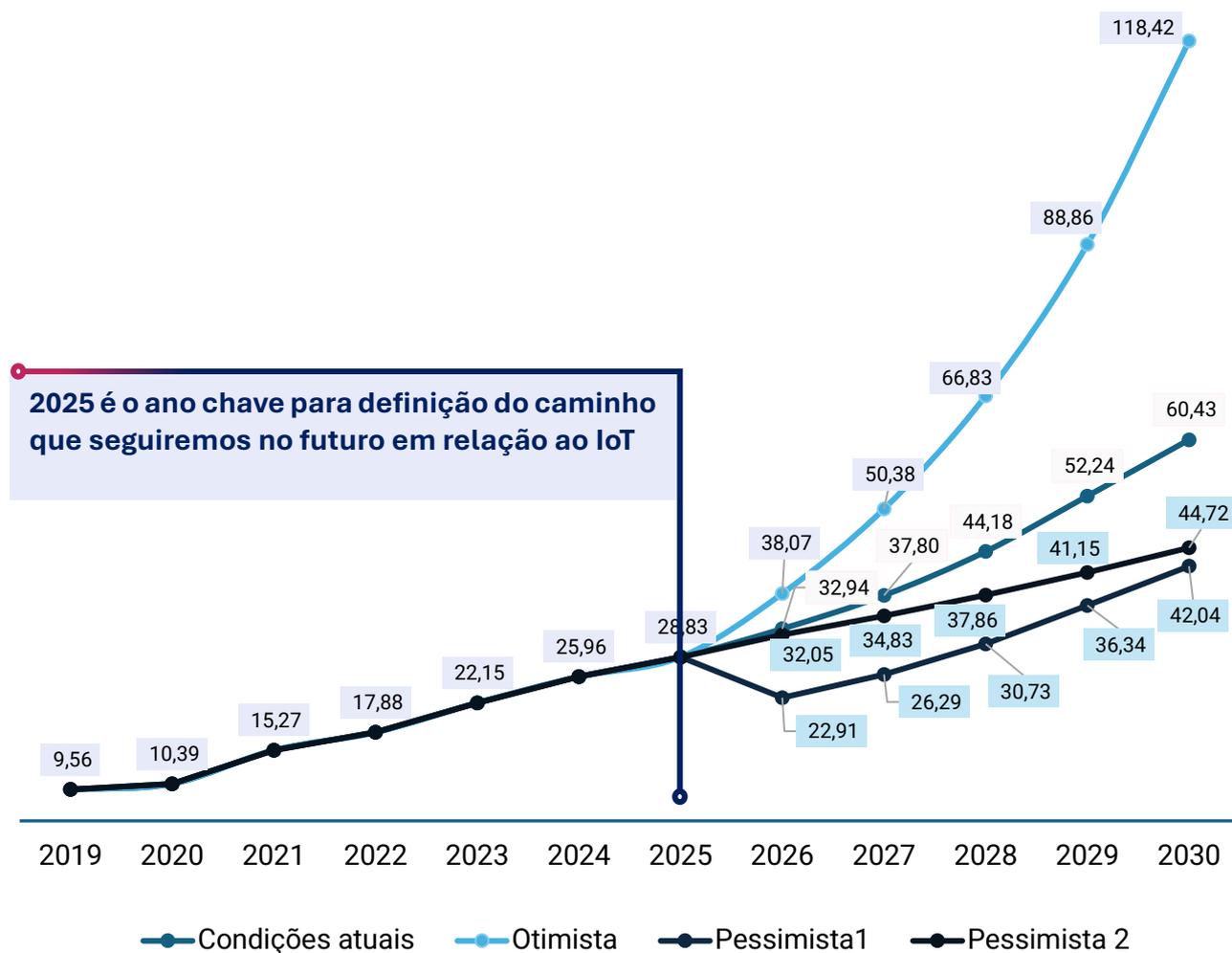
A figura 3 apresenta uma representação visual das projeções para cada cenário. A quebra da série para o cenário pessimista a partir de 2026 indica que uma eventual descontinuidade da política pública poderia ter impacto desde o primeiro ano com a descontinuidade da adoção de IoT, ainda que haja uma projeção de crescimento nesse cenário, impulsionado, pela atividade econômica. Na prática, o cenário pessimista excluiria parte dos setores produtivos mais sensíveis a preços, exacerbando a desigualdade da adoção de IoTs entre pequenas e grandes indústrias.

Os cenários exploram contextos possíveis para o futuro da demanda por IoT no Brasil. O destaque para o cenário Otimista indica como a junção de uma atividade econômica pujante e um apoio de políticas públicas podem alavancar o setor e elevar o uso do IoT no Brasil, de acordo com as práticas observadas para outros países. Nesse cenário, o Brasil alcançaria uma condição de uso que permitiria efeitos multiplicadores extraordinários em suas atividades econômicas, notadamente nos setores produtivos com maior peso na economia nacional.

⁴⁹ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14108.htm



Figura 3. Cenários de demanda projetadas (milhões de dispositivos)



Notas: A projeção para o ano de 2025 foi normalizada considerando o crescimento médio observado para os exercícios anteriores. Os anos seguintes, de 2026 a 2030, são resultados de projeções baseadas nos cenários de demanda descritos nesta seção.

Para fins de exercício, obedecendo a mesma lógica de projeção apresentada, é possível estimar o efeito da adequação tributária sobre a demanda induzida para o período de vigência dos efeitos da Lei nº 14.108/2020.



Tabela 4: Demanda realizada e induzida pela política pública durante sua vigência (milhões de dispositivos)

Ano	Demanda Realizada	Demanda Estimada Sem a Adequação fiscal	Demanda Estimada Induzida pela Adequação fiscal (Saldo)
2021	15,27	11,62	3,65
2022	17,88	12,18	5,70
2023	22,15	13,45	8,69
2024	25,96	17,71	8,25
2025	28,83*	20,05	8,78

Nota-se que, sem a política pública, o Brasil teria 8,78 milhões de dispositivos a menos que o efetivamente realizado. Essa demanda induzida sintetiza a força da adequação fiscal no quadro geral de adoção de IoT no Brasil.

4.4. Estimativa do impacto orçamentário e financeiro da renovação da adequação fiscal e o mecanismo de compensação

O conjunto de taxas e contribuições objeto da Lei nº 14.108/2020⁵⁰ consta resumida na tabela a seguir. Verifica-se que a incidência da TFI e do TFF sobre dispositivos IoT para o período de 2019 a 2020 ocorreu em conformidade com o art. 38 da Lei nº 12.715/2012⁵¹. A partir de 2021, sob os efeitos da Lei nº 14.108/2020 os valores foram racionalizados. Observa-se que a vigência da nova Lei ocorreu mediante revogação da condição do referido art. 38 de modo que uma vez que os efeitos da Lei nº 14.108/2020 cessem, em dezembro de 2025, **e considerado sua não prorrogação, o setor entraria em uma condição de insegurança jurídica com risco, inclusive, de passar a vigorar os termos da Lei nº 5.070/1966, e, portanto, o valor cheio da TFF e da TFI.**

Nessa condição, as taxas e contribuições incidentes sobre os dispositivos IoT seriam equiparadas aos aplicados aos terminais de telecomunicações móveis. *Ceteris paribus*, essa condição importaria um desequilíbrio na incidência desses tributos sobre os valores dos diferentes terminais sobre os quais incidem. Tal contexto se deve às distintas condições técnicas e os custos desses diferentes dispositivos. Por exemplo, os terminais IoTs apresentam valores unitários médios inferiores aos dos terminais móveis, e seu uso tipicamente exerce baixo impacto sobre a carga técnica nas redes de telecomunicações de modo que o peso dos impostos sobre essa classe de dispositivos é relativamente maior que o dos terminais móvel celular, com maior valor unitário e com uso mais intensivo da capacidade da infraestrutura de telecomunicações. A tabela a seguir resume o quadro de valores das taxas e contribuições.

⁵⁰ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14108.htm

⁵¹ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12715.htm





Tabela 5: Parâmetros para cálculo dos efeitos das Taxas e Contribuições objeto da Lei sobre os cenários de arrecadação

Taxa e Contribuição	Referência legal	Valor de Referência
TFI	Estabelecida pela Lei nº 5.070/1966 ⁵² e modificada pela Lei nº 13.097/2015 ⁵³	R\$ 26,83
TFF	Estabelecida pela Lei nº 5.070/1966 e modificada pela Lei nº 12.485/2011 ⁵⁴	R\$ 8,85
TFI reduzido	Conforme a Lei nº 12.715/2012	R\$ 5,68
TFF reduzido	Conforme a Lei nº 12.715/2012	R\$ 1,89
CFRP	Estabelecida pela Lei nº 11.652/2008 ⁵⁵	R\$ 1,34
Condecine	Estabelecido pela Lei nº 12.485/2011 e seus novos valores definidos pela Portaria Interministerial nº 835/2015 ⁵⁶	R\$ 4,14

A Taxa de Fiscalização da Instalação (TFI) e a Taxa de Fiscalização de Funcionamento (TFF) foram estabelecidas pela Lei nº 5.070/1966⁵⁷ e possuem funções complementares. A TFI é devida pelas concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviços de telecomunicações e de uso de radiofrequências para fins de fiscalização da ativação do serviço. Sua incidência ocorre no momento da emissão da licença para o funcionamento das estações. Nos termos da Lei nº 12.715/2012, a TFI aplicada aos dispositivos IoT equivaleria ao valor reduzido de R\$ 5,68 por dispositivo ativado, valor vigente até a entrada em vigor da Lei 14.108/2020. Por sua vez, a TFF serve para custear a fiscalização do funcionamento das estações, sendo paga anualmente. Seus valores correspondem a 33% dos fixados para a Taxa de Fiscalização de Instalação.

A Contribuição para o Fomento da Radiodifusão Pública (CFRP) foi estabelecida com o objetivo de propiciar meios para a melhoria dos serviços de radiodifusão pública e para a ampliação de sua penetração mediante a utilização de serviços de telecomunicações. A CFRP é devida pelas prestadoras dos serviços de telecomunicações, dentre outras, e o seu fato gerador é a prestação do serviço. A contribuição é paga anualmente e, assim como no caso das Taxas de Fiscalização.

Por fim, a Contribuição para o Desenvolvimento da Indústria Cinematográfica Nacional (Condecine) tem como fato gerador, dentre outros, a prestação de serviços que se utilizem de meios que possam, efetiva ou potencialmente, distribuir conteúdos audiovisuais nos termos da lei que dispõe sobre a comunicação audiovisual de acesso condicionado. Para os serviços de telecomunicações, a Condecine é devida anualmente.

A tabela a seguir resume a estimativa de desoneração fiscal para o período de validade da Lei nº 14.108/2020, bem como para os anos de 2025 a 2030, considerando cenários futuros com a renovação da adequação. Os valores correspondem exclusivamente à adequação dos tributos objeto da Lei.

⁵² https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5070.htm

⁵³ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13097.htm#art135

⁵⁴ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12485.htm

⁵⁵ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11652.htm

⁵⁶ <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/legislacao/portarias-interministeriais/2015/arquivos/portaria-interministerial-no-835-de-13-de-outubro-de-2015-1.pdf>

⁵⁷ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5070.htm





Tabela 6: Estimativas de desoneração e arrecadação fiscal estimadas em função da renovação ou interrupção da adequação fiscal objeto da Lei nº 14.108/2020 (Valores em milhões de Reais)

Ano	Desoneração Estimada		Arrecadação Estimada	
	Condições atuais	Otimista	Pessimista1	Pessimista 2
2021	R\$ 104,30			
2022	R\$ 127,38			
2023	R\$ 156,02			
2024	R\$ 184,88			
2025	R\$ 207,61			
2026	R\$ 523,45	R\$ 660,97	R\$ 254,47	R\$ 499,44
2027	R\$ 602,32	R\$ 875,89	R\$ 419,00	R\$ 533,92
2028	R\$ 712,86	R\$ 1.163,35	R\$ 495,90	R\$ 580,31
2029	R\$ 849,46	R\$ 1.548,72	R\$ 590,93	R\$ 630,74
2030	R\$ 968,36	R\$ 2.066,58	R\$ 673,64	R\$ 685,54

Notas: para fins de simulação adotou-se para os cenários futuros, em qualquer cenário, os valores de TFI e TFF conforme estabelecido pela Lei nº 5.070/1966.

Os dados revelam um crescimento dos valores estimados de desoneração, consistentes com a evolução projetada da demanda por IoT. **Para 2030, essa desoneração se aproxima de 968,4 milhões de reais para o cenário *business-as-usual* ou R\$ 2,1 bilhões no cenário otimista. Por sua vez, nos cenários pessimistas a arrecadação estimada para 2030 pode variar entre R\$ 673,8 e R\$ 685,5 milhões.**

4.5. Estimativa da arrecadação fiscal agregada induzida

As referências indicadas nas seções anteriores ilustram como a demanda por dispositivos IoT variam entre os cenários com e sem a manutenção da política pública. Essa percepção, ainda que parcial, é relevante à medida que sugere que o incremento da demanda no cenário com a adequação fiscal habilita maiores ganhos agregados com arrecadação proveniente de outros tributos, à exemplo do ICMS, ISS, PIS/COFINS, Imposto de Renda, entre outros.

O exemplo também ressalta a argumentação sobre a importância da racionalização tributária relacionadas à temas de tecnologia. Um marco importante nesse contexto foi a aprovação do Ato de Liberdade Tributária da Internet (Internet Tax Freedom Act) em 1998, nos Estados Unidos que impôs uma moratória de três anos sobre a incidência tributária aplicada ao provimento de serviços de Internet. Muitos analistas utilizam esse evento como base para medições empíricas sobre os efeitos de impostos na difusão da banda larga nos Estados Unidos (Goolsbee, 2006)⁵⁸.

Duas interpretações derivam do experimento norte-americano. A primeira diz respeito ao uso do mecanismo de tributação como artifício para desencorajar o uso da internet. Algumas referências sobre o tema apontam que diversos países têm utilizado esse instrumento para alcançar tal propósito (Kalathil e Boas, 2003)⁵⁹. O objetivo pode ser adequar a demanda às condições de oferta ou impor um custo adicional para coibir parte da população de ter acesso ao serviço. Outra interpretação é o uso dessas taxas para alavancar a arrecadação do Estado. O Brasil se posiciona nessa hipótese. Referências disponíveis indicam que a tributação de serviços de comunicações no Brasil figura entre as cinco maiores do mundo entre mais de 170 países analisados⁶⁰.

⁵⁸ <https://ideas.repec.org/a/bpj/bejeap/vcontributions.5y2006i1n8.html>

⁵⁹ <https://www.jstor.org/stable/j.ctt6wpj9n>

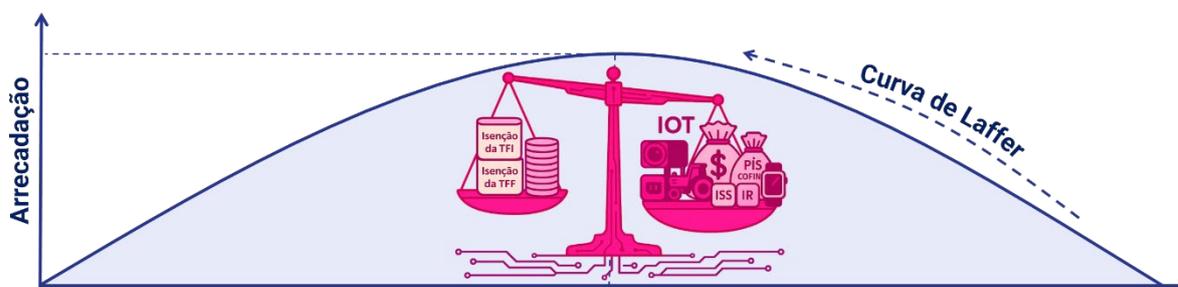
⁶⁰ <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/arrecadacao/carga-tributaria>





A despeito da ênfase atribuída às diferentes correntes fiscais, deve-se reconhecer que o equilíbrio entre taxaço e penetraço do serviço é orientado por uma racionalidade mais complexa. Uma das construções teóricas mais notórias sobre o tema se consolida nas denominadas curvas de Laffer⁶¹. Esse modelo se fundamenta na conjectura de que se a tributação incidente sobre um determinado produto ou serviço fosse otimizada para reduzir seu impacto sobre a demanda as receitas fiscais aumentariam e é ilustrado na forma de curvas em “U” invertido.

Figura 4. Conceito ilustrativo da Curva de Laffer (produção própria)



Aplicações do conceito da Curva de Laffer ao setor de tecnologia são conhecidas no Brasil. Por exemplo, a Lei nº 11.196/2005, denominada “Lei do Bem”⁶², se amparou nessa perspectiva para justificar uma renúncia fiscal decorrente de isenções fiscais sobre computadores e outros dispositivos digitais ressaltando em sua justificação a expectativa de compensação com a arrecadação agregada decorrente do aumento da demanda e dos efeitos multiplicadores sobre a produção, vendas e emprego no setor⁶³. Outros estudos apontam que o benefício da Lei do Bem gerou aumento de até 80% dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento no Brasil⁶⁴.

A lógica da curva de Laffer também foi abordada na justificação da Lei nº 14.173/2021⁶⁵, que equiparou as alíquotas de FISTEL e outras contribuições incidentes sobre as estações de banda larga via satélite às aplicadas aos terminais de uso móvel celular. Na ocasião, o legislador ressaltou que a iniciativa de racionalização da incidência das taxas de fiscalização geraria ganhos potenciais de arrecadação agregada. Tal racionalização ocorreria em função do aumento da demanda pelo serviço de internet via satélite e, por conseguinte, na maior arrecadação tributária.

A tabela a seguir apresenta uma tentativa de simulação do efeito da adequação fiscal objeto da Lei nº 14.108/2020 sobre o agregado tributário aplicado à IoT no Brasil, em diversas fases de sua cadeia de valor, i.e. serviços e manufatura. Antecipa-se que o exercício sintetiza uma visão conservadora dos efeitos expressos na chamada Curva de Laffer uma vez que não considera apenas o componente fiscal agregado e ignora os efeitos multiplicadores sobre a renda, criação de emprego, investimentos e outros efeitos sobre a cadeia de valor do ecossistema digital brasileiro. Para fins de simulação, considerou-se o IPI e ICMS incidente sobre a manufatura e comercialização dos hardwares, estimado em 26% da renda total gerada⁶⁶. O valor unitário de referência corresponde à razão entre a receita gerada e a quantidade de dispositivos ativados, conforme dados globais disponibilizados pela Analysys Mason⁶⁷.

⁶¹ <https://econpapers.repec.org/bookchap/eeemonogr/9780121588205.htm>

⁶² <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/lei-do-bem/paginas/o-que-e-a-lei-do-bem>

⁶³ https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/lei-do-bem/arquivo/pdf/8705_LEI_DO_BEM__O_que_e_inovacao_para_a_Lei_do_Bem_convertido__ANPEI__MCTIC.pdf

⁶⁴ <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/269-o-que-sabemos-sobre-a-efetividade-dos-incentivos-fiscais-para-p-d-da-lei-do-bem>

⁶⁵ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14173.htm

⁶⁶ https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_iot_forecast_report_sample_jan2020_rdme0.pdf

⁶⁷ https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_iot_forecast_report_sample_jan2020_rdme0.pdf





Tabela 7: Estimativas de ganhos de agregado tributário em função da desoneração tributária objeto da Lei nº 14.108/2020 (Valores em milhões de Reais)

Resultados e Tributos	Referências	Alíquota
Receita Bruta de Serviços de Telecom	R\$ 295,80*	
Serviços de Telecomunicações (sem tributos)	R\$ 275,69	
ICMS embutido no valor do Serviço	- R\$ 20,11	20%**
PIS / COFINS	- R\$ 10,06	3,65%
Receita Líquida de Serviços	R\$ 265,62	
ISS	- R\$ 3,90	2%***
IPI	- R\$ 11,54	15%****
FUST	- R\$ 0,21	1%*****
FUNTEL	- R\$ 0,11	0,50%*****
Resultado	R\$ 249,86	
Margem EBITDA (32,5%)	R\$ 81,21	
Imposto de renda	- R\$ 20,30	25%
Contribuição Social	- R\$ 7,31	9%
Resultado Líquido	R\$ 53,60	
Remuneração total de impostos	- R\$ 73,55	
Remuneração da cadeia produtiva (Receita Bruta - Impostos)	R\$ 222,25	
Carga tributária (Total impostos / Receita Bruta)	-24,86%	
Carga Tributária ad valorem (Total impostos / Receita Líquida Serviços)	-27,69%	

Notas: * Valor médio estimado por dispositivo IoT a partir de dados da Analysys Mason^{68,69}. Para fins de ponderação dos valores dos tributos, considerou-se a segregação da cadeia de valor em 3 componentes: hardware, conectividade e serviços. ** Assumiu-se como referência uma alíquota média de ICMS de 20% incidente sobre o percentual de 34% referente aos componentes de hardware e conectividade. *** Assumiu-se como referência uma alíquota média de ISS de 2% incidente sobre o percentual de 66% referente aos componentes de serviços de IoT. **** Assumiu-se como referência uma alíquota de IPI de 15% incidente sobre o percentual de 26% referente ao componente de hardware. ***** Assumiu-se como referência uma alíquota de FUST de 1% incidente sobre o percentual de 8% referente ao componente de conectividade. ***** Assumiu-se como referência uma alíquota de FUNTEL de 0,5% incidente sobre o percentual de 8% referente ao componente de conectividade.

A simulação resulta em uma arrecadação aproximada de R\$ 73,55 por dispositivo IoT. Tomando-se como referência as projeções indicadas na seção anterior, o agregado tributário induzido resultante do incremento da demanda face aos cenários com descontinuidade da política pública (Pessimista 1 e Pessimista 2) podem variar de R\$ 1,352 bilhões (cenário em condições atuais) a R\$ 5,617 bilhões (cenário otimista) em 2030. A tabela a seguir ilustra o agregado de arrecadação para os cenários definidos neste estudo.

⁶⁸ https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_iiot_value_chain_feb2017_sample_rdme04.pdf

⁶⁹ https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_iiot_forecast_report_sample_jan2020_rdme0.pdf





Figura 5: Ilustração do peso da arrecadação agregada por dispositivo IoT que, baseado nos conceitos da curva de Laffer, pode compensar a adequação da política fiscal do FISTEL.



Tabela 8: Projeção de receitas tributária agregada em função da política pública para o período de 2026 a 2030 (Valores em milhões de Reais)

Ano	Condições atuais	Otimista	Pessimista 1	Pessimista 2
2026	R\$ 2.422,62	R\$ 2.799,91	R\$ 1.684,95	R\$ 2.357,16
2027	R\$ 2.780,05	R\$ 3.705,27	R\$ 1.933,53	R\$ 2.561,62
2028	R\$ 3.249,28	R\$ 4.915,10	R\$ 2.260,08	R\$ 2.784,47
2029	R\$ 3.842,06	R\$ 6.535,33	R\$ 2.672,67	R\$ 3.026,43
2030	R\$ 4.444,41	R\$ 8.709,36	R\$ 3.091,89	R\$ 3.288,99

Nota: Para calcular a arrecadação adicional em função da manutenção da política pública basta subtrair os valores dos cenários em condições atuais e otimistas (com manutenção da adequação fiscal), dos cenários Pessimista 1 e Pessimista 2 (sem a manutenção da adequação fiscal).

Um exercício similar para o atual período de vigência da política pública é sintetizado na tabela a seguir. Os resultados representam o ganho excedente com agregado tributário apenas para as adições induzidas de terminais IoT em função da política pública.

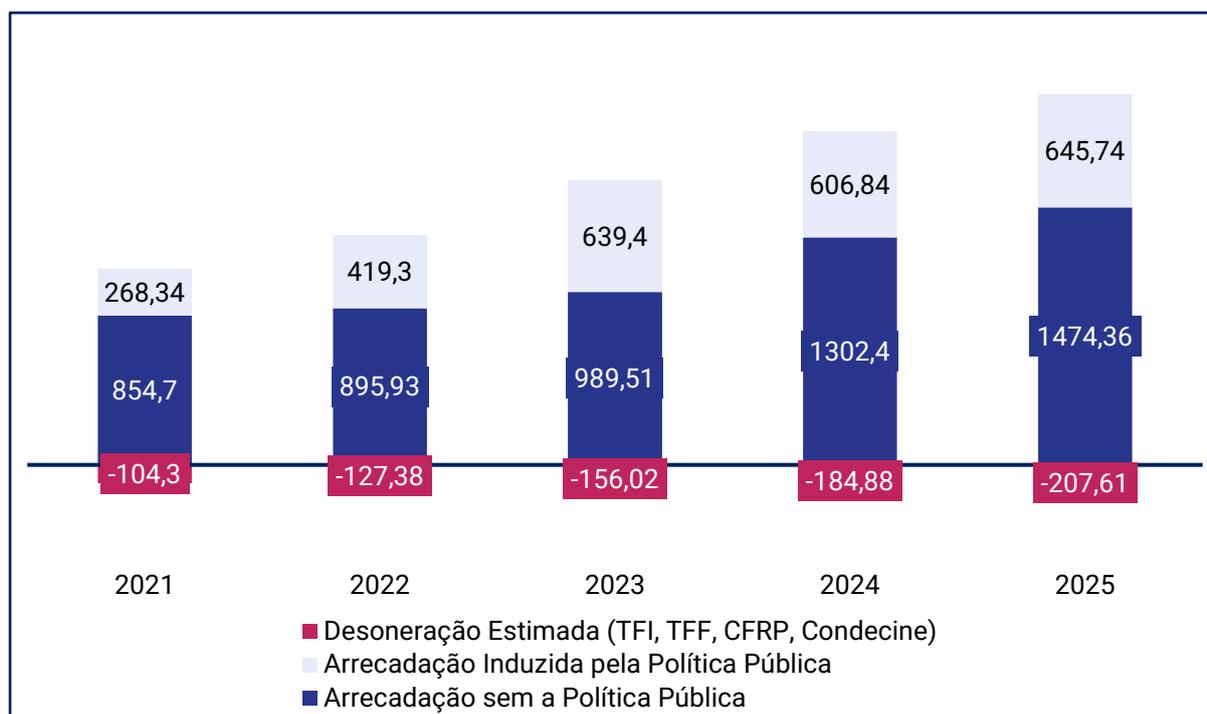


Tabela 9: Estimativas de receitas tributária agregada arrecadada em função da atual vigência da política pública (Valores em milhões de Reais)

Ano	Arrecadação tributária estimada
2021	R\$ 268,34
2022	R\$ 419,30
2023	R\$ 639,40
2024	R\$ 606,84
2025	R\$ 645,74

A figura a seguir resume a arrecadação agregada estimada total e a desoneração estimada das taxas e contribuições objeto da política pública. A arrecadação agregada é composta por dois componentes, a decorrente da demanda usual por dispositivos IoT e a decorrente da demanda induzida pela política pública.

Figura 6: Estimativas de arrecadação agregada e desonerações durante a vigência da política pública



Nesses termos, o Brasil arrecadou R\$ 2,579 bilhões em tributos apenas em função do efeito da política pública (demanda induzida). Trata-se de um valor 3,31 vezes superior à desoneração objeto da Lei nº 14.108/2020.



4.6. Efeitos multiplicadores na cadeia de valor do ecossistema de IoT e na economia brasileira

As referências revisadas também destacam que a IoT desempenha um papel crucial no desenvolvimento da cadeia de valor da indústria de hardware, conectividade e aplicações. No setor de hardware, a IoT possibilita a criação de dispositivos inteligentes que podem coletar, processar e transmitir dados em tempo real. Além disso, a IoT facilita a integração de sensores avançados e componentes eletrônicos, promovendo a inovação e a competitividade no mercado de hardware.

No âmbito da conectividade, a IoT é fundamental para a interconexão de dispositivos e sistemas, criando redes robustas e eficientes que suportam a troca de dados e a automação de processos. Essa conectividade aprimorada permite a implementação de soluções de monitoramento remoto e controle em tempo real, otimizando a gestão de recursos e a tomada de decisões estratégicas. Por fim, no desenvolvimento de aplicações, a IoT oferece uma plataforma para a criação de softwares e serviços inovadores que podem ser utilizados em diversos setores, desde a manufatura até a saúde e a agricultura. Essas aplicações não apenas melhoram a produtividade e a eficiência, mas também abrem novas oportunidades de negócios e modelos de receita.

A tabela a seguir, resume esses efeitos do IoT na cadeia de valor total, tomando-se como referência as receitas agregadas geradas nos componentes de hardware, conectividade e aplicações. O diagnóstico é da Analysys Mason^{70,71} para o mercado global de IoT.

Tabela 10: Porcentagem IoT na Cadeia de Valor Total para componentes de Hardware, Conectividade e Aplicações (Global, 2028)

Componentes da Cadeia de Valor	Hardware (Dispositivos, instalação de hardware e elementos modulares)		Conectividade (Serviços de Conectividade)	Aplicações (Aplicações finais, aplicações para habilitação de plataformas e integração de sistemas)	
	Dispositivos possuem hardware de comunicação como medidores inteligentes etc.	Dispositivos incluem SIM, terminais e módulos, que agrupam dados da máquina para comunicação.		Software aplicativo para executar uma tarefa e gerenciar os dados coletados pelo dispositivo.	Ferramentas e recursos para soluções de IoT, como hospedagem e design e integração de sistemas
Descrição			Transmissão de dados pela rede e monitoramento do desempenho das conexões IoT		
Projeção para 2025 ⁷²	25%		14%	61%	
Projeção para 2028 ⁷³	26%		8%	66%	

Os dados da Analysys Mason indicam que a receita total da cadeia de valor, distribuída nos componentes de hardware, conectividade e aplicações, crescerá a uma taxa composta anual de 22% entre 2018 e 2028, alcançando quase US\$ 211,5 bilhões em 2028. As projeções baseiam-se nas

⁷⁰ https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_iot_value_chain_feb2017_sample_rdme04.pdf

⁷¹ https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_iot_forecast_report_sample_jan2020_rdme0.pdf

⁷² https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_iot_value_chain_feb2017_sample_rdme04.pdf

⁷³ https://www.analysismason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_iot_forecast_report_sample_jan2020_rdme0.pdf





previsões de conexões de IoT móvel e da rede de longa distância de baixa potência (LPWA), que estimam um crescimento das conexões de IoT móvel de 357 milhões em 2018 para 1,4 bilhão em 2028.

O estudo também estima que todas as regiões experimentarão um crescimento de dois dígitos no número de conexões de IoT entre 2018 e 2028, com maior expansão em regiões em desenvolvimento como do oriente médio, norte da África e Ásia Pacífico, que terão uma taxa composta anual de crescimento de 37%.

O impacto econômico da IoT transcende os limites do seu ecossistema tecnológico. Referências disponíveis indicam que um aumento de 10% no investimento em IoT pode elevar o PIB da Alemanha em US\$370 bilhões e em US\$2,26 trilhões nos EUA ao longo de um período de 15 anos (2018-2032)⁷⁴. Cathles, Nayyar e Rückert (2020)⁷⁵ observaram que a adoção da IoT em uma amostra de 13.400 empresas dos Estados Unidos e da Europa teve um efeito positivo e significativo no aumento da produtividade.

5. Prorrogação das desonerações fiscais associadas aos dispositivos IoT e políticas para a promoção do ecossistema digital brasileiro

Os achados descritos na seção anterior mais que justificam a importância da prorrogação da política tributária para dispositivos IoT no Brasil inaugurada a partir do advento da Lei nº 14.108/2020.

A continuidade dessa política é um capítulo de um debate maduro no Brasil e que culminou na edição do citado diploma legal⁷⁶, cuja entrada em vigor deu-se em 2021. Essa política isenta dispositivos IoT de certas taxas fiscalizatórias e contribuições. Além disso, a ANATEL tem trabalhado para reduzir as barreiras regulatórias e promover a adoção de IoT no país⁷⁷.

Os benefícios dessa política foram evidenciados neste estudo. Todavia, existe uma barreira temporal que carece de revisão de modo a prorrogar a racionalização tributária dessa tecnologia habilitadora. Trata-se do prazo de vigência limitado dos efeitos dessa legislação que está circunscrito ao prazo máximo de 5 anos, conforme determina a Lei nº 15.080/2024 que dispõe sobre as diretrizes para a elaboração e a execução da Lei Orçamentária de 2025 e dá outras providências⁷⁸, e que define:

*Art. 139. As proposições legislativas que **concedam, renovem ou ampliem benefícios tributários deverão:** [grifo nosso]*

I - conter cláusula de vigência do benefício de, no máximo, cinco anos;

II - estar acompanhadas de metas e objetivos, preferencialmente quantitativos; e

III - designar órgão responsável pelo acompanhamento e pela avaliação do benefício quanto à consecução das metas e dos objetivos estabelecidos.

Em resposta a essa lacuna, o Projeto de Lei (PL) nº 4.635/2024⁷⁹, em trâmite na Câmara dos Deputados e de autoria do Deputado Federal Vítor Lippi, propõe a renovação dos incentivos fiscais até dezembro de 2030. Essa medida seria fundamental para consolidar o crescimento do ecossistema de

⁷⁴ https://www.frontier-economics.com/media/bj1b1vch/201803_the-economic-impact-of-iot_frontier.pdf

⁷⁵ <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/216827/1/1697026184.pdf>

⁷⁶ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14108.htm

⁷⁷ <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-retira-barreiras-regulatorias-a-internet-das-coisas-e-aplicacoes-maquina-a-maquina>

⁷⁸ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L15080.htm

⁷⁹ <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2474069>





IoT's no Brasil e expandir iniciativas tecnológicas que ainda estão em fase de desenvolvimento ou adoção inicial.

Conforme o Projeto:

Art. 1º O art. 6º da Lei nº 14.108, de 16 de dezembro de 2020, passa a vigorar com a seguinte redação:

*“Art. 6º Esta Lei entra em vigor em 1º de janeiro de 2021, e os benefícios tributários nela estabelecidos terão vigência até 31 de dezembro de 2030, em obediência ao disposto no inciso I do caput do art. 142 da Lei nº 14.791, de 29 de dezembro de 2023.”
(NR)*

Art. 2º Esta Lei entra em vigor em 1º de janeiro de 2026.

A justificativa para a apreciação desse PL projeto é assertiva e coerente com os apontamentos registrados no estudo em tela. E, para além disso, conforme demonstrado nas seções anteriores o impacto da renovação da política não são apenas qualitativos, **mas também quantitativos. Em outros termos, a análise quantitativa do agregado tributário para o caso brasileiro é reveladora do acerto da política pública consubstanciada na Lei n. 14.108/2020 ao desonerar os tributos aplicados sobre dispositivos que integrem sistemas de comunicação máquina a máquina. É correta, pois, a proposição legislativa ao recomendar a manutenção de sua vertente.**

Um outro projeto de lei trata desse tema. O PL 214/2025 de autoria do deputado Davi Soares altera Lei nº 5.070, de 7 de julho de 1966, a Lei nº 11.652, de 7 de abril de 2008, e a Medida Provisória nº 2.228-1, de 6 de setembro de 2001, para dispor sobre os valores da Taxa de Fiscalização de Instalação, da Taxa de Fiscalização de Funcionamento, da Contribuição para o Fomento da Radiodifusão Pública e da Contribuição para o Desenvolvimento da Indústria Cinematográfica Nacional (Condecine) das estações de telecomunicações que integrem sistemas de comunicação máquina-máquina.

Esse projeto possui o mesmo viés do anterior, só que com uma outra abordagem. A intenção aqui seria isentar os dispositivos IoT por meio de alterações a serem promovidas nas tabelas constantes da Lei no 5.070, de 7 de julho de 1966, da Lei no 11.652, de 7 de abril de 2008, e da Medida Provisória no 2.228-1, de 6 de setembro de 2001.

Importante mencionar que ambos os projetos debatem desonerações relacionadas ao Fundo de Fiscalização das Telecomunicações (FISTEL), criado pela Lei nº 5.070/1966 para financiar as atividades de fiscalização dos serviços de telecomunicações. A arrecadação do FISTEL deveria ser utilizada exclusivamente para custear a fiscalização do setor de telecomunicações, garantindo que a Anatel tenha recursos suficientes para desempenhar seu papel regulador e fiscalizador, assegurando a qualidade dos serviços prestados ao consumidor. Ocorre que grande parte dos recursos arrecadados pelo FISTEL não são utilizados para fiscalização e acabam sendo direcionados ao caixa único do Tesouro Nacional, onde são usados para outras despesas do governo. Esse desvio de finalidade já foi apontado pelo Tribunal de Contas da União (TCU) em diversas auditorias.

Nesse ponto, cumpre citar trecho do Acórdão nº 749/2017⁸⁰, do TCU, em que consta:

205. Esse potencial aumento arrecadatório e manutenção das tarifas nos mesmos patamares estabelecidos pela LGT, ou seja, há quase 20 anos, vão de encontro à baixa utilização de recursos do Fistel na sua finalidade original, evidenciando ainda mais o descompasso aqui em análise.

⁸⁰ Código eletrônico para localização na página do TCU na Internet: AC-0749-12/17-P.





(...)

211. Como restou demonstrado neste relatório, os recursos arrecadados pelos fundos de telecomunicações são, em sua grande maioria, desvinculados pelo governo e utilizados para o pagamento de outras despesas, principalmente benefícios previdenciários e pagamento da dívida pública. Essas finalidades não se coadunam com os objetivos iniciais dos fundos e reforçam o seu caráter meramente arrecadatório.

212. Ademais, dos dados coletados, poder-se-ia afirmar que, se não forem realizados os estudos necessários e, conseqüentemente, se nenhuma mudança no modelo for proposta, haverá um agravamento do citado descompasso, com o aumento da arrecadação nos próximos anos, sem qualquer sinalização de crescimento da utilização dos recursos nas finalidades originárias

Do exposto, além dos benefícios setoriais, externalidades positivas e impactos positivos sobre o resultado do agregado tributário, a prorrogação das referidas desonerações promove maior razoabilidade e racionalidade no que se refere à destinação do FISTEL.

Outro aspecto relevante que merece discussão diz a respeito dos terminais de transferência eletrônica, conhecidos como pontos de serviço, popularmente conhecidas como “maquininhas de cartão”. Atualmente, essa classe de dispositivos está excluída da desoneração fiscal, conforme o pelo Decreto nº 9.854/2019. Destaca-se que a GSMA⁸¹ classifica tais terminais na categoria “Enterprise IoT”, subcategoria “Smart Retail”, junto com máquinas de venda automática, terminais de autoatendimento (caixa eletrônico), entre outros. Ademais, há na literatura referências⁸² que também consideram máquinas de pagamento como dispositivos IoT, uma vez que elas apresentam características similares a outros sistemas de IoT, com comunicação de dados em tempo real e integração com redes digitais para processar transações financeiras.

Além de se classificar tecnicamente como IoT, as “maquininhas de cartão” exercem uma função instrumental na bancarização da sociedade brasileira. O uso desses dispositivos permitiu a diversificação dos meios de pagamento e transações, consolidando as transações com cartões de crédito e débito como opções preferenciais de pagamento entre os consumidores brasileiros⁸³. Também já possuem funções para realização de transações via PIX⁸⁴, inclusive com aproximação, o que ressalta sua função de bancarização. Assim, a reclassificação desses pontos de serviços como dispositivos elegíveis aos benefícios fiscais poderia impulsionar o ecossistema de IoTs no Brasil e assegurar inovações no segmento de pagamentos eletrônicos e democratizar o acesso a essas tecnologias.

Dados da ANATEL⁸⁵, ilustrado na figura a seguir, indicam que à despeito de sua importância, sua demanda por pontos de serviço não teve o mesmo impulso observado para os demais dispositivos IoTs. Esse padrão de crescimento pode ter relação com a inexistência de uma política específica de fomento, à exemplo daquelas definidas nos termos da Lei nº 14.108/2020. Ou ainda, por fatores intrínsecos à competição dos meios de pagamento, notadamente após a introdução do PIX, que pode ter afetado a demanda por pontos de serviço. A combinação desses dois exemplos, somado ao custo dos dispositivos, inclusive aqueles decorrentes da carga tributária, ratifica a importância de revisar a condições fiscal incidente sobre os pontos de serviço e reposicionar seu uso como um instrumento avançado de serviços financeiros.

⁸¹ <https://data.gsmaintelligence.com/research/research/research-2023/iot-connections-forecast-to-2030>

⁸² MANDARI, Herman. “Acceptance of Internet of Things in Developing Countries: An Empirical Study Using Value-Based Adoption Model”. July 2022 International Journal of Technology and Human Interaction 18(1):1-19.

⁸³ <https://www.bcb.gov.br/estatisticas/spbadendos?ano=2024>

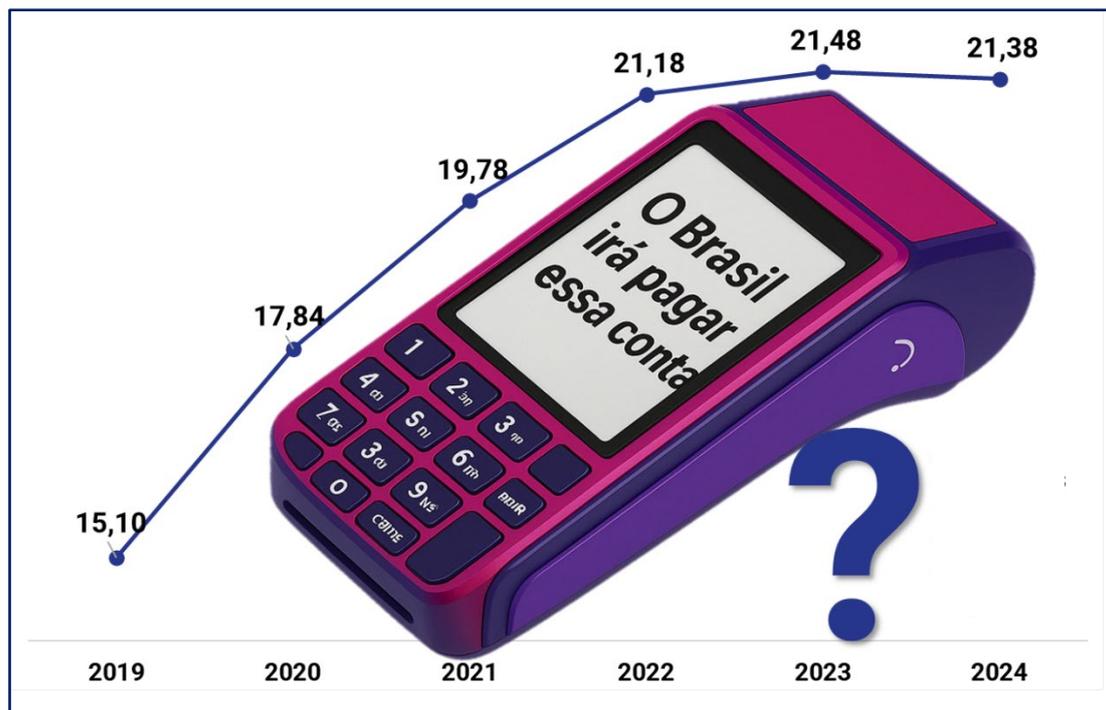
⁸⁴ <https://www.bcb.gov.br/meubc/faqs/p/pix-por-aproximacao>

⁸⁵ Dados de Acessos de Comunicação Multimídia. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/acessos--banda-larga-fixa>





Figura 7: Evolução dos acessos de Pontos de serviços (“maquinhas de cartão”) no Brasil (milhões de dispositivos)



Diante da evolução do mercado e das novas demandas tecnológicas, além da aprovação da manutenção da racionalização fiscal prevista nos Projetos de Lei tratados anteriormente, é imprescindível uma revisão do Decreto nº 9.854/2019 para não excluir os terminais de transferência eletrônica da adequação fiscal concedida a dispositivos IoT. Essa alteração não apenas promoveria a competitividade do setor de pagamentos eletrônicos, mas também incentivaria a inovação e a expansão de serviços financeiros digitais.

Atualmente o referido decreto veda esse tipo de definição:

Art. 8º Para fins do disposto no art. 38 da Lei nº 12.715, de 17 de setembro de 2012, são considerados sistemas de comunicação máquina a máquina as redes de telecomunicações, incluídos os dispositivos de acesso, para transmitir dados a aplicações remotas com o objetivo de monitorar, de medir e de controlar o próprio dispositivo, o ambiente ao seu redor ou sistemas de dados a ele conectados por meio dessas redes.

§ 1º Para fins do disposto no caput, os sistemas de comunicação máquina a máquina não incluem os equipamentos denominados máquinas de cartão de débito e/ou crédito, formalmente considerados terminais de transferência eletrônica de débito e crédito, classificados na posição 8470.50 da Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados - TIPI, aprovada pelo Decreto nº 8.950, de 29 de dezembro de 2016. (grifos nossos)

Nesse contexto, também seria necessária a revogação do disposto no §1º do Art. 8º, acima transcrito, para ampliar o escopo e, por consequência, a efetividade essa política pública. A prorrogação dos efeitos do tratamento tributário para dispositivos IoT dado pelo advento da Lei n. 14.108/2020, bem com a inclusão dos terminais de transferência para fins de seu enquadramento, representam uma oportunidade estratégica para o Brasil. Essas medidas não apenas potencializam a produtividade e a competitividade da economia brasileira, mas também tornam o país mais preparado para os desafios da transformação digital. A adoção de uma política pública abrangente e coerente com as demandas tecnológicas emergentes é fundamental para posicionar o Brasil como um protagonista no cenário global de inovação.





Nesse contexto de renovação da política pública, considera-se conveniente a oportunidade para estender os benefícios aportados pela Lei nº 14.108/2020 para uma gama mais ampla de aplicações de IoT. Em particular, a inclusão dos pontos de acesso poderia ampliar o uso da comunicação via dispositivos e expandir sua difusão nas atividades econômicas do Brasil.

Outro aspecto relevante é a necessidade de ajuste regulatório voltado para harmonizar o tratamento de dispositivos IoT. O Decreto nº 9.854/2019 define dispositivos IoT como parte de um serviço de valor adicionado, distinguindo-os das estações de telecomunicações tradicionais. Essa diferenciação implica que dispositivos IoT não deveriam estar sujeitos à tributação aplicável aos serviços de telecomunicações. Assim, uma alternativa à alteração legislativa seria um alinhamento conceitual entre os instrumentos legais e infralegais, eliminando a tributação desses dispositivos por meio de um reconhecimento normativo adequado e permitindo que os resultados citados aqui neste estudo sejam integralmente percebidos de maneira ainda mais coerente do ponto de vista conceitual.

Por fim, na mesma linha de conveniência e oportunidade, cabe uma reflexão acerca do estabelecimento de uma perspectiva de longo prazo para a adequação fiscal. Desonerar a obrigação do prazo implicaria no reconhecimento da importância dos terminais IoT e de sua função instrumental em um ecossistema que envolve conectividade, hardware e aplicações.

6. Conclusão

A promoção da competitividade do ecossistema de Internet das Coisas no Brasil é essencial para impulsionar a transformação digital e a inovação em diversos setores econômicos. A adoção ampla desses dispositivos pode trazer significativos ganhos de produtividade, eficiência e sustentabilidade, especialmente em áreas como agronegócio, indústria, saúde e cidades inteligentes. No entanto, para que o Brasil possa aproveitar plenamente esses benefícios, é crucial a implementação de políticas públicas que incentivem a popularização e adoção dessas tecnologias, bem como a criação de um ambiente regulatório favorável. A experiência internacional demonstra que regimes tributários adequados podem ser um catalisador importante para o desenvolvimento do ecossistema de IoT. Portanto, é imperativo que o Brasil continue a investir em infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento, tendo a correta compreensão do tratamento tributário necessário para garantir que o país se mantenha competitivo e preparado para as demandas do futuro digital.

A análise comparativa dos aspectos fiscais associados à tributação de dispositivos IoT revela que o arcabouço tributário constitui aspecto nodal para estimular sua adoção e promover a inovação. Alguns países têm ido além ao oferecer créditos fiscais para estimular o florescimento de um ecossistema de IoT mais diversificado, observando-se um crescimento significativo na sua adoção e inovação tecnológica. A experiência internacional oferece valiosas lições sobre como estruturar um regime tributário eficaz para dispositivos IoT, e a adoção de práticas semelhantes no Brasil pode ajudar a criar um ambiente mais favorável para o desenvolvimento do ecossistema de IoT.

O texto também explora como a racionalização tributária incidente sobre dispositivos de IoT pode ter um impacto significativo para o aumento da demanda por IoT no Brasil e sobre o agregado tributário. Nesses termos, o estudo indica que a política pública foi responsável por 43,75% da variação da demanda por IoT entre os anos de 2021 e 2025. Ainda de acordo como modelo desenvolvido, uma vez mantidos os efeitos da política pública, o Brasil pode alcançar entre 60,4 e 118,4 milhões de dispositivos em 2030 *vis-à-vis* uma demanda estimada de 42,0 a 44,7 milhões de dispositivos para cenários sem a política pública. Para o período de vigência da adequação fiscal, estima-se que aproximadamente 8,78 milhões de dispositivos foram ativados em função da política pública entre 2021 e 2025⁸⁶. Essa demanda induzida gerou um ganho agregado de arrecadação tributária de R\$ 2,57 bilhões entre 2021 e 2025, o que representa 3,31 vezes superior à desoneração concedida no mesmo

⁸⁶ Estimado para 2025.





período pela Lei nº 14.108/2020. Destaca-se que a pandemia de COVID-19 impactou negativamente a demanda por dispositivos IoT. Sem esse choque na demanda a expectativa seria mais positiva.

Em síntese, a análise quantitativa do agregado tributário para o caso brasileiro é reveladora do acerto da política pública consubstanciada na Lei nº 14.108/2020 ao adequar as taxas e contribuições aplicadas sobre dispositivos que integrem sistemas de comunicação máquina a máquina. Recomenda-se, pois, a manutenção de sua vertente e a ampliação de seu escopo.

Do exposto, a prorrogação da adequação fiscal para dispositivos IoT é essencial para consolidar o crescimento do ecossistema digital e promover a inovação tecnológica no país. A continuidade dessa política, conforme proposta pelo Projeto de Lei nº 4.635/2024, permitirá que o Brasil mantenha um ambiente favorável para a adoção de IoT, impulsionando a produtividade e a competitividade em diversos setores econômicos.

