



## MAIN CHALLENGES OF BRAZILIAN CITIES AND ALTERNATIVES OPPORTUNIZED BY IOT

*Principais desafios das cidades Brasileiras e alternativas oportunizadas pela internet das coisas*

Deuzilene Braga Santana<sup>1</sup>, Vivianni Marques Leite dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <sup>2</sup>Universidade Federal do Vale do São Francisco

Cursando Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação

E-mail: deuzilene.braga@univasf.edu.br ; vivianni.santos@gmail.com

### ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a technology that encompasses electronic devices that have embedded technologies, sensors and connection to the Internet network, capable of collecting, processing, transmitting data and sharing information among each other, in order to transform data into information for decision making. On the other hand, there are still urban challenges facing cities where IoT can contribute. Aiming to support this theme, this study developed a systematic mapping of the literature on IoT and the main challenges faced by Brazilian cities, pointing out existing initiatives and alternatives of how IoT can help to solve them. The results showed evidence of practical applications on the use of IoT as a solution to the challenges in the cities. In addition, these results suggest the feasibility of using IoT in the solution of these problems.

**Keywords:** IoT, Alternatives and opportunities, Challenges of Cities.

**ACEITO EM: 30/01/2020**

**PUBLICADO: 30/05/2020**



RISUS - Journal on Innovation and Sustainability  
volume 11, número 1 - 2020  
ISSN: 2179-3565  
Editor Científico: Arnaldo José de Hoyos Guevara  
Editor Assistente: Rosa Rizzi  
Avaliação: Melhores práticas editoriais da ANPAD

## PRINCIPAIS DESAFIOS DAS CIDADES BRASILEIRAS E ALTERNATIVAS OPORTUNIZADAS PELA INTERNET DAS COISAS

*Main challenges of Brazilian cities and alternatives opportunized by IoT*

Deuzilene Braga Santana<sup>1</sup>, Vivianni Marques Leite dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <sup>2</sup>Universidade Federal do Vale do São Francisco

Cursando Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação  
E-mail: deuzilene.braga@univasf.edu.br ; vivianni.santos@gmail.com

### RESUMO

A Internet das Coisas ou Internet of Things (IoT) é uma tecnologia que abrange dispositivos eletrônicos que possuem tecnologias embarcadas, sensores e conexão com a rede de internet, capazes de coletar, processar, transmitir dados e compartilhar informações entre si, visando transformar dados em informações para tomada de decisão. Por outro lado, ainda existem os desafios urbanos enfrentados pelas cidades onde a IoT pode contribuir. Visando apoiar essa temática, esse estudo desenvolveu um mapeamento sistemático da literatura sobre IoT e os principais desafios enfrentados pelas cidades brasileiras, apontando iniciativas existentes e alternativas de como IoT pode ajudar resolvê-los. Os resultados apontaram evidências de aplicações práticas sobre o uso de IoT como solução dos desafios existentes nas cidades. Adicionalmente, estes resultados sugerem a viabilidade de se usar IoT na solução desses problemas.

**Palavras-Chave:** IoT, Alternativas e oportunidades, Desafios das Cidades.

## INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica vem se tornando um fator estratégico para organizações, empresas e até países fazerem frente às demandas dinâmicas por novos produtos e serviços públicos exigidos pela globalização das novas tecnologias, da necessidade da sociedade baseada no conhecimento, da hiper competição e das expectativas sociais relacionadas às organizações (Castel et al., 2019; Silva et. al, 2019).

A Internet das Coisas ou Internet of Things (IoT) é uma inovação tecnologia que abrange um conjunto de dispositivos eletrônicos que possuem tecnologias embarcadas, sensores e conexão com a rede de internet, capazes de coletar, processar, transmitir dados e compartilhar informações entre si, visando transformar dados em informações para tomada de decisão (Atzori et al., 2010; Singer, 2012).

Atualmente, a IoT está presente no nosso dia-a-dia de diversas maneiras, tais como naquelas citadas por Singer (2012), quando destacou os celulares, que permitem captar informações do ambiente, as etiquetas inteligentes para monitoramento de produtos, as geladeiras inteligentes que enviam lista de compras e outras aplicações. Para Evans (2011), a IoT representa uma evolução propiciada pela internet, dando um grande salto na capacidade de coletar, analisar e distribuir diferentes volumes de dados que podem ser transformados em informações ou conhecimento. Segundo Neto et al. (2017), esse conjunto de tecnologias ainda está em franco desenvolvimento e desperta grande interesse das grandes corporações do mercado de tecnologia, por exemplo, IBM, CISCO, MICROSOFT, INTEL, SAMSUNG, entre outras.

No entanto, de acordo com Neto et al. (2017) as pesquisas e o desenvolvimento em IoT exigem grandes investimentos, por isso, concentram-se, em sua maioria, em países desenvolvidos como Estados Unidos, China, Reino Unido, entre outros, os quais são responsáveis pela maior quantidade de depósitos de pedidos de patentes na área. Isso mostra que, o desempenho entre países no contexto da inovação tecnológica é bastante heterogêneo, mesmo com ações que geram a cooperação científica e a transferência de tecnologia, a exemplo de investimentos no estrangeiro, das comunicações, do crescimento contínuo do comércio internacional e das políticas públicas (Lima et al., 2019).

As organizações que inovam precisam desenvolver capacidades de adaptar, absorver e disseminar o aprendizado para manter a vantagem competitiva em relação a seus concorrentes (Fedato et al., 2018). Segundo Bergamo et al. (2017), no cenário tecnológico das empresas as Tecnologias da Informação e Comunicação são presenças marcantes por serem utilizadas em diversos níveis no cotidiano das pessoas, bem como utilizadas, categoricamente, pelas organizações.

Conforme exposto, IoT é uma inovação tecnológica em ascensão. Nesse contexto, há vários desafios tecnológicos e urbanos a serem enfrentados que ameaçam diminuir o desenvolvimento e evolução da IoT como forma de facilitar a rotina e o cotidiano das pessoas, entre os quais é importante destacar: os desafios tecnológicos como transição do Protocolo de Internet (IP) do IPv4 para IPv6, a definição de um conjunto de padrões específicos para IoT e o desenvolvimento de fontes de energia para milhares de sensores (Santos et al., 2015; Evans, 2011).

Por outro lado, ainda existem os desafios urbanos enfrentados pelas cidades onde a IoT pode contribuir. Nesse contexto, a utilização de IoT pode trazer vários benefícios aos cidadãos e à gestão pública, em diversas áreas, como transporte, segurança, eficiência energética, saúde, entre outras. A IoT pode, por exemplo, pode viabilizar monitoramento em tempo real dos movimentos na cidade. Isto pode servir de referência para tomada de decisão durante o desenvolvimento de políticas públicas, com base em dados históricos. O conhecimento gerado a partir da interpretação dos dados fornecidos pela rede de dispositivos conectados pode alimentar a gestão e o planejamento de diferentes políticas públicas (BNDES, 2018).

Segundo o BNDES (2018), a IoT pode trazer para o cenário mundial, no ambiente das cidades, um ganho potencial econômico de US\$1,6 trilhões de dólares. No cenário das cidades brasileiras, esse ganho econômico pode chegar a US\$27 bilhões de dólares na forma de economias com iluminação pública, monitoramento do tráfego em tempo real e redução da mortalidade causada pela violência, isso são exemplos de como IoT pode trazer ganhos aos municípios. A transformação desses municípios, bem como, a evolução dos governos baseados

no paradigma da IoT passa pela transposição de barreiras relacionadas aos diversos desafios existentes nesses ambientes urbanos (BNDES, 2018).

Visando apoiar essa temática, esse estudo desenvolveu um mapeamento sistemático da literatura sobre IoT e os principais desafios enfrentados pelas cidades brasileiras, apontando iniciativas existentes e alternativas de como IoT pode ajudar resolvê-los. As próximas seções estão estruturadas da seguinte forma: na seção 02 é apresentada a revisão da literatura que dá suporte à pesquisa; na seção 03 descreve-se a metodologia utilizada para a condução da pesquisa, abordando o protocolo da pesquisa; na seção 04, apresenta-se a análise e discussão dos resultados; e, por fim, na seção 05, faz-se a conclusão do trabalho e apresentam-se algumas considerações finais.

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

Internet das coisas é um conceito que se apresenta em várias situações, ou aplicações, nas quais insere-se no contexto de ambiente inteligente, computação ubíqua, web das coisas, internet do futuro ou cidades inteligentes (Singer, 2012; Friedewald & Raabe, 2011). Por conta de toda essa variedade, também há uma série de definições para a Internet das Coisas.

Segundo Atzori et al. (2010), IoT é a presença pervasiva de várias coisas ou objetos, com endereços únicos (RFID, sensores, celulares), que podem interagir entre si e cooperar com aqueles próximos para atingir objetivos comuns. Ainda de acordo com o autor o termo “Web of Things” é correlato.

Para Singer (2012), IoT é um conceito bem aceito na Europa, enquanto nos Estados Unidos, as pesquisas estão mais concentradas em torno de termos como objetos inteligentes ou computação em nuvem.

Há indícios que o termo IoT surgiu por volta de 1999, quando o pesquisador do MIT (Massachusetts Institute of Technology), Kevin Ashton, fez uso do termo Internet das Coisas pela primeira vez, em uma apresentação direcionada à empresa Procter & Gamble (Serafim, 2014). Outro possível uso pioneiro do termo se deu no mesmo ano, quando o então diretor do consórcio de pesquisa “Things that Think” do MIT Media Lab, Neil Gershenfeld, publicou “When Things Start to Think” (1999). O livro prevê e descreve algumas experiências sobre as tecnologias que envolvem IoT.

Segundo uma pesquisa realizada na base de dados da Organização Mundial sobre Propriedade Intelectual ou World Intellectual Property Organization (WIPO), o desenvolvimento de IoT é crescente se considerado os pedidos de patentes ao longo dos anos (WIPO, 2018).

A pesquisa WIPO (2018) aponta que a China lidera com quase 12 mil pedidos de patentes, seguida pelos Estados Unidos, com quase 2 mil pedidos na área de IoT. O Brasil aparece somente com 1 pedido, no mesmo período, mostrando que está bastante aquém em investimentos e pesquisas nessa área. A base de dados também permite concluir que os primeiros desenvolvimentos com pedido de proteção por meio de patentes datam do ano de 2010, com comportamento crescente e exponencial. Adicionalmente, a maioria dos pedidos com aplicação da IoT estão concentrados nas áreas de Eletricidade e Física (WIPO, 2018).

Segundo BNDES (2018), a IoT em ambientes urbanos pode representar vários benefícios aos cidadãos e à gestão pública, seja na área de segurança, saneamento, transporte, entre outras. A IoT pode, por exemplo, viabilizar informações em tempo real sobre o que acontece nessas áreas, o que permite fundamentar de maneira mais concreta o desenvolvimento de políticas públicas, com base em maior quantidade de dados, podendo gerar economias com iluminação pública, monitoramento do tráfego em tempo real e redução da mortalidade causada pela violência são exemplos de aplicações nas quais IoT pode trazer ganhos aos municípios.

No entanto, a transformação dos municípios, fundamentada nos princípios de IoT pode trazer inúmeras barreiras como desafios nas áreas de educação, formação humana, atividade econômica, o tratamento de dados dos cidadãos e a cooperação entre municípios, entre outras (BNDES, 2018). Os dados mostram a relevância do tema e a necessidade de se investigar quais os principais desafios que as cidades brasileiras vêm enfrentando e como a IoT pode contribuir para resolvê-los, bem como, reunir mais informações sobre as iniciativas de IoT existentes nessas cidades.

## 2. METODOLOGIA

Esta pesquisa desenvolveu um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) sobre IoT e os principais desafios enfrentados pelas cidades brasileiras, visando apresentar e agrupar as evidências de forma mais geral (Kitchenham et al., 2007).

### 2.1 Protocolo da Pesquisa

Nesta seção apresenta-se o protocolo do MSL para que o processo de seleção dos estudos e coleta das evidências sigam regras mais rigorosas, em relação a uma revisão da literatura aleatória, de modo que, cada estudo seja avaliado seguindo um processo sistemático com os mesmos parâmetros de comparação.

Desta forma, adotou-se as diretrizes do guia de revisões sistemáticas de Kitchenham et al. (2007), por ser uma das referências mais adotadas na execução desse tipo de estudo. Essa estratégia visou minimizar o viés de seleção que pode ocorrer durante a seleção dos estudos primários ao longo do processo.

Este mapeamento sistemático buscou estudos primários publicados em inglês e português. Para aumentar a abrangência desse estudo foram realizadas buscas automáticas, em base de dados digitais, e buscas manuais em sites do Governo Federal não indexadas nas bases de dados digitais das buscas automáticas (Santos et al., 2017).

#### 2.1.1 Objetivo e questões de pesquisa

O objetivo deste MSL é identificar os principais desafios das cidades brasileiras e descobrir como a internet das coisas pode ajudar a resolvê-los. Além disso, identificar as principais iniciativas sobre IoT registradas nas cidades brasileiras. Diante do exposto, três questões de pesquisa (QP) foram definidas:

**QP1:** quais os principais desafios das cidades brasileiras no contexto de IoT?

**QP2:** como IoT pode ajudar resolver esses desafios?

**QP3:** quais as principais iniciativas de IoT registradas para resolver problemas nas cidades brasileiras?

#### 2.1.2 Termo e String de Busca

O Quadro 1 apresenta os termos e os sinônimos de busca utilizados para formação da string de busca.

Quadro 1. Termos e Sinônimos de Busca

Termos de busca	Sinônimos
Internet das Coisas	Internet of things, IoT

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O processo de definição dos termos de busca foi realizado da seguinte forma: primeiro, os termos foram extraídos de palavras-chave das questões de pesquisa. Em seguida foram definidos os sinônimos e disponibilizados em inglês e português. Dessa forma, buscou-se uma maior cobertura de busca possível sobre o tema pesquisado (Santos et al., 2017).

Para formatação da string de busca os termos foram unidos através do operador lógico "OR". Realizou-se alguns testes pilotos com a string visando verificar sua correte e abrangência dos resultados, certificando-se que seriam recuperados os principais artigos relacionados ao tema em estudo (Santos et al., 2017).

A seguir apresenta-se o exemplo da string em português: ("Internet das Coisas" OR "IoT").

### 2.1.3 Fontes de Busca

Para a busca automática foi escolhida a base de dados do Portal de Periódicos Capes/MEC (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), que indexa as principais conferências e periódicos nacionais e internacionais na área de investigação.

Para a busca manual foi escolhida a base de dados do Governo Federal do Plano Nacional de Internet das coisas (BNDES, 2018), que não estava indexada na base de dados da busca automática.

### 2.1.4 Critério de inclusão (ci) e exclusão (ce)

Critérios de inclusão:

CI-01- Somente estudos relacionados a IoT para solução dos desafios das cidades.

Critérios de exclusão:

CE-01-Estudos que se apresentam no formato de editoriais, prefácios, correspondência, debates;

CE-02-Estudos que não respondem as nossas perguntas de pesquisa;

CE-03-Estudos repetidos sem informação adicional;

CE-04-Estudos publicados antes de 2008;

CE-05-Estudos não escritos em Português ou Inglês;

CE-06-Estudos não disponíveis.

### 2.1.5 Processo de seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos seguiu as principais etapas definidas por Kitchenham et al. (2007). Essa estratégia de seleção teve o objetivo de reduzir possíveis vieses que pode existir durante a seleção dos artigos (Kitchenham et al., 2007, Santos et al., 2017). O processo é descrito a seguir:

- Etapa 1: Realizou-se as buscas automáticas e manuais nas bases de dados, visando reunir os estudos relevantes sobre o tema;
- Etapa 2: De posse dos resultados da Etapa 1, selecionou-se os estudos potencialmente relevantes através da leitura do título e resumo;
- Etapa 3: De posse dos resultados da Etapa 2, selecionou-se os estudos relevantes através da leitura completa.
- Etapa 4: Após identificação dos estudos relevantes na etapa 3, realizou-se a extração e análise dos dados em respostas às questões de pesquisa.

### 2.1.6 Extração, síntese e análise dos dados

Este estudo adotou o processo de extração dos dados estruturado (Santos et al., 2017). A extração dos dados foi realizada da seguinte forma:

- a) Leitura cuidadosa dos estudos para familiarização com os dados dos estudos;
- b) Identificação dos segmentos de texto relacionados com os objetivos da pesquisa;
- c) Extração dos dados de publicação, contexto dos resultados em resposta às questões de pesquisa.

O processo de síntese e análise dos dados consiste em:

- (1) fazer uma leitura inicial dos estudos;
- (2) posteriormente, realizar a extração dos dados e evidências;
- (3) apresentar os dados em tabelas e gráficos para explicação das questões de pesquisa.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Na Etapa 1-** Busca automática e manual: A partir da string, as buscas automáticas e manuais foram realizadas para o período de 2008 a 2018. Foram identificados 71 estudos, sendo 70 resultantes da busca automática realizada na base de dados do Portal Periódicos Capes e 1 estudo resultante da busca manual realizada na base de dados do Governo Federal do Plano Nacional de Internet das coisas.

**Na Etapa 2 -** Seleção dos estudos pelo título e resumo: Nesta fase, realizou-se a leitura do título e resumo de todos os 71 artigos, de forma individual e independente, aplicando os critérios de inclusão e exclusão, descartando irrelevantes e os duplicados. Dessa forma, foi possível rejeitar 52 artigos considerados irrelevantes para o escopo da pesquisa. Esta fase finalizou com a inclusão de 19 estudos potencialmente relevantes.

**Na Etapa 3 -** Seleção dos estudos pela leitura completa: Os 19 estudos resultantes da fase anterior foram analisados pela leitura completa. Dessa forma, 14 estudos foram considerados irrelevantes e foram excluídos. Ao final, 5 artigos foram identificados como relevante.

**Na Etapa 4 -** Extração dos dados: Os dados foram extraídos conforme descrito no protocolo.

Ao final do processo de seleção, 5 estudos relacionados ao tema foram identificados como relevantes, pois possuíam evidências em respostas às questões de pesquisa.

A identificação e a referência dos estudos podem ser visualizadas no Quadro 2

**Quadro 2. Identificação e a referência dos estudos**

ID	Referência
S0002	CARVALO, F.; SOUZA, T. L. Internet das Coisas e Sua Aplicação em Bibliotecas. Revista Gestão.Org, v. 13, Edição Especial. 2015. p. 264-270. ISSN 1679-1827.
S0011	SANTOS, D. O.; FREITAS, E. B. A Internet das Coisas e o Big Data inovando os negócios. Revista Fatec Zona Sul. 2016. ISSN: 2359-182X.
S0018	SANTOS, M. C. INTERNET DAS COISAS E SISTEMAS INTELIGENTES NO JORNALISMO: Explorando novas formas narrativas para reinventar a percepção de valor das novas gerações. Revista Observatório. 2017, Vol.3(3), pp.85-112. ISSN: 2447-4266.
S0022	SÔNEGO, A. A., MARCELINO, R.; GRUBER, V. A Internet das Coisas aplicada ao conceito de eficiência energética: uma análise quantitativo-qualitativa do estado da arte da literatura. AtoZ: Novas Práticas em Informação e Conhecimento. 2017, Vol.5(2), pp.80-90. ISSN: 2237-826X ; E-ISSN: 2237-826X ; DOI: 10.5380/atoz.v5i2.47860

ID	Referência
S0071	BNDES. Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil. 2017. Acesso em: 02 de outubro 2017. Disponível em: <a href="https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisas/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil">https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisas/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil</a>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

**QP1: quais os principais desafios das cidades brasileiras no contexto de IoT?**

**QP2: como IoT pode ajudar resolver esses desafios?**

As respostas para essas questões podem ser compreendidas com base na análise do Quadro 3, onde são descritas as principais áreas e desafios das cidades brasileiras encontradas como resultado do processo de extração de dados realizado no MSL.

Os resultados do MSL (Quadro 3) revelaram um baixo número de artigos diretamente relacionados ao tema proposto, assim, há indícios de que existem poucos estudos publicados na literatura brasileira em resposta às questões de pesquisa levantadas nesse estudo, visto que, o portal de periódico da capes é o principal veículo de publicação científica brasileira.

A pesquisa revelou que dos 71 artigos encontrados nas fontes de dados planejadas, somente 5 artigos são estudo com natureza exploratória com informações práticas sobre o uso de IoT.

**Quadro 3. Desafios das cidades brasileiras no contexto de IoT**

ID	Áreas dos desafios	Desafios das cidades (QP1)	Como IoT pode ajudar (QP2)
S0002	Ciência da Informação	Problemas no gerenciamento das informações nas bibliotecas	1-Controlar o inventário 2- Os portões eletrônicos também são exemplo das possibilidades de uso de IoT 3-etiquetas magnéticas antifurtos
S0011	Saúde	Problemas no gerenciamento de prontuários dos pacientes em hospitais	Acompanhamento de pacientes em tempo real e o controle de doenças
S0018	Comunicação	Problema relacionado ao suporte do processo de produção jornalística	Criação de uma plataforma inteligente para apoiar o processo de produção e divulgação de notícias
S0022 S0071	Energia	Problema com eficiência energética em prédios públicos Dificuldades no gerenciamento da gestão pública de energia.	Controle energético em prédios públicos com uso de IoT Reduzir desperdício e criar rede de iluminação pública que habilite soluções de IoT de forma ampla na cidade. Utilizar Medidores inteligentes e gestão da demanda de energia

S0071	Mobilidade	Tempo de deslocamento experiência trânsito.	de e no	Reduzir tempos de deslocamento através de Semáforos eletrônicos adaptáveis
	Segurança Pública	Dificuldades gerenciamento controle de crimes nos ambientes urbanos	no e	Aumentar a capacidade de vigilância e monitoramento de áreas da cidade para inibir e mitigar situações de risco à segurança. Monitoramento por vídeo.
	Saneamento	Tratamento dos resíduos	dos	Sistema inteligente de coleta de resíduos

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Carvalho e Souza (2015) desenvolveram um estudo exploratório para ampliar o conhecimento sobre a Internet das coisas e levantar as possibilidades de seu uso nas atividades exercidas em bibliotecas e/ou unidades de informação. As descobertas apontaram que existem poucas evidências sobre o uso de IoT em bibliotecas, embora já se notem usos de RFID para atividades como inventário, uso de etiquetas magnéticas nos itens do acervo para a segurança do material detectadas por meio de portões eletrônicos, bem como aplicação do Google Glass para gravar e registrar eventos ocorridos na biblioteca, reconhecer caracteres óticos para portadores de deficiências entre outras possibilidades. Os autores concluíram que há um campo vasto de pesquisa no assunto que pode ser otimizado por pesquisadores da área de biblioteconomia e ciência da informação.

Santos e Freitas (2016) desenvolveram uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso sobre o uso de Internet das Coisas e o Big Data na área de saúde. O estudo de caso proporcionou verificar a atuação efetiva na Big data e IoT em empresas e usuários na área da saúde, demonstrando que ainda há muitos campos que podem ser explorados e muitas pesquisas a desenvolver no setor, visando o bem-estar, com inovações que beneficiam os pacientes, as pessoas em geral, as empresas, os hospitais e os pesquisadores.

Santos (2017) discute a capacidade de integração de redes e fluxos informativos no ambiente das cidades, a partir de sistemas inteligentes no suporte ao processo de produção jornalística. O trabalho relata, também, a iniciativa chamada projeto Jumper, que é uma plataforma para distribuição de notícias em ambientes urbanos com alta densidade de conexões. Os autores concluíram que IoT está apenas começando a ser descoberta por vários setores da atividade humana, entre eles, o jornalismo.

Sônego et al. (2017) desenvolveram uma revisão sistemática da literatura relacionando IoT e eficiência energética. Os autores apresentaram definições, aplicações e características inerentes a estes dois conceitos, através da adoção dos métodos de revisão sistemática da literatura e análise quantitativo-qualitativa. Os dados obtidos sinalizam um extenso volume de publicações, indicando a relevância do tema. Em contrapartida, constata-se que os documentos discorrem acerca do uso eficiente de energia nos dispositivos, principalmente os sensores, associados à Internet das Coisas, apresentando pouca ênfase, em comparação à quantidade total de publicações existentes, na aplicação efetiva da tecnologia ao conceito de “eficiência energética”, vislumbrando-se desta maneira, um considerável universo investigativo a ser explorado.

Por fim, BNDES (2018) desenvolveu um estudo chamado “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”. O estudo para o diagnóstico e a proposição de plano de ação estratégico para o país em Internet das Coisas é, em si mesmo, uma inovação, que permite ao país estabelecer com clareza os principais gargalos para que seja protagonista no desenvolvimento de IoT e propõe como resolvê-los. Considera-se que o maior desafio está na sua implementação, entretanto, espera-se que o esforço seja recompensado com impactos volumosos na economia e no dia a dia dos brasileiros.

Portanto, após exposição dos resumos dos artigos e análise e síntese dos dados pode-se observar a descoberta de 7 eixos ou áreas com grandes desafios nas cidades brasileiras: saúde; segurança pública; energia; comunicação; mobilidade; ciência da informação; e saneamento. Os dados apontam diversos desafios que vão desde o gerenciamento de prontuários dos pacientes em hospitais até a dificuldade da gestão pública de energia, entre outros.

Também, pode-se observar que IoT pode ajudar resolver esses problemas. As soluções vão desde o controle de doenças e acompanhamento dos pacientes até semáforos inteligentes, conforme pode ser observado no Quadro 2.

Apesar da baixa quantidade de evidências encontradas, constatou-se que a tecnologia RFID, sensores e softwares embarcados são as tecnologias mais utilizadas por meio da IoT na resolução dos problemas existentes nos ambientes urbanos das cidades brasileiras.

QP3: quais as principais iniciativas de IoT registradas para resolver problemas nas cidades brasileiras? Em resposta a essa questão de pesquisa, o Quadro 4 contém as principais iniciativas do uso de IoT nas cidades brasileiras.

**Quadro 4 - Iniciativas do uso IoT nas cidades brasileiras**

ID	Desafios das cidades	Iniciativas
S0002	Problemas no Gerenciamento das informações nas bibliotecas nacionais	Sem relato de experiência concreta. Somente evidências teóricas de possíveis forma de uso.
S0011	Problemas no gerenciamento de prontuários dos pacientes	Sem relato de experiência concreta. Somente evidências teóricas de possíveis forma de uso.
S0018	Problema relacionado ao suporte do processo de produção jornalística	Projeto Jumper de Jornalismo. Em desenvolvimento no laboratório de convergência de mídia da UFMA (LABCOM)
S0022	Problema com eficiência energética em prédios públicos	Projeto IMPReSS: Construção de uma Plataforma de Desenvolvimento de Sistemas (SDP) que permite o desenvolvimento rápido de sistemas de IoT e de reconhecimento de contexto para eficiência de energia em edifícios inteligentes.
	Dificuldades no gerenciamento da gestão pública de energia	1 - Belo Horizonte (MG): 1ª capital do país a modernizar 100% de sua iluminação pública com uso de LED e utilizando serviço de telegestão, com previsão de no mínimo 45% de economia de energia e maior controle e monitoramento específico de cada local de iluminação. 2- Caraguatatuba (SP): Implantação de sistema de luminárias preparadas como plataforma básica para criação de uma rede Smart Grid. O sistema permite que o prefeito controle e receba informações da rede por um smartphone. 3- São Luís do Paraitinga (SP): Uso de tecnologias para gestão e economia de energia elétrica, tais como: medição inteligente, geração distribuída, iluminação pública, veículos elétricos e interação com consumidores.
S0071	Tempo de deslocamento e experiência no trânsito	PLANO PAITT: programa para melhorar a fluidez e velocidade do trânsito em Fortaleza. Inclui duas iniciativas relacionadas com IoT: implementação de GPS em ônibus para permitir maior previsibilidade no itinerário das linhas e um projeto piloto de compartilhamento de carros elétricos com recursos de IoT.
	Dificuldades no	Canoas (região metropolitana de Porto Alegre):

gerenciamento e controle de crimes nos ambiente urbanos	utilização de mais de 30 sensores para detectar ruídos de alerta, como disparos de armas de fogo, que emitem alerta, automaticamente, para a Central Integrada de Monitoramento do Gabinete de Gestão Integrada Municipal.
Tratamento dos resíduos	Itu (SP): implantação de um sistema inteligente de coleta de resíduos, com 3.300 contêineres inteligentes distribuídos pela cidade.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Considerando as iniciativas práticas do uso de IoT como solução para resolver os diversos desafios encontrados nos ambientes urbanos das cidades brasileiras, verifica-se que ainda são poucas as iniciativas já realizadas (Quadro 4), de modo que há um campo promissor para inovação e desenvolvimento tecnológico ligado à busca de soluções para os desafios das cidades brasileiras usando a IoT. Além disso, entre as 8 iniciativas (Quadro 4), duas não contém relatos de experiências concretas

Ademais, de acordo com o estudo, São Paulo, Porto Alegre, Minas Gerais e Fortaleza são cidades brasileiras que identificaram o potencial da IoT, com resultados pioneiros na área, uma amostra insignificante quando considerada a população de mais de cinco mil e quinhentos municípios. Espera-se que os representantes políticos dos municípios estejam atualizados quanto ao potencial da IoT para melhoria da qualidade de vida e da gestão nas cidades brasileiras.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Há poucas evidências empíricas, ou aplicações práticas publicadas cientificamente, sobre o uso de IoT para proposição de soluções para vencer desafios existentes nas cidades brasileiras. Por outro lado, a análise dos resultados e discussões sobre como a IoT pode contribuir para solução de problemas sugerem a viabilidade desta aplicação ainda pouco explorada. Assim, recomenda-se estudos para compreender essa relação de forma detalhada em estudos futuros.

Os sete maiores desafios nas cidades brasileiras identificados nesse estudo são: saúde; segurança pública; energia; comunicação; mobilidade; ciência da informação; e saneamento. Os desafios que vão desde o gerenciamento de prontuários dos pacientes em hospitais até a dificuldade da gestão pública de energia, entre outros.

Entre as ferramentas de pesquisa para desenvolvimento tecnológico, a IoT surge como possibilidade de soluções que vão desde propostas para melhor acompanhamento de pacientes em tempo real até semáforos inteligentes, que viabilizam melhorias na mobilidade urbana. Finalmente, aponta-se algumas tecnologias, como RFID, uso de sensores para monitoramento de parâmetros e uso de softwares embarcados que permitem a comunicação homem-máquina-homem, com foco na minimização ou resolução dos problemas existentes nos ambientes urbanos das cidades brasileiras.

Algumas limitações da pesquisa devem ser destacadas de modo a evitar inadequada generalização (Santos et al., 2017):

- Recorte da seleção em um período de tempo específico. Para reduzir esse risco buscou-se o maior tempo possível considerando o tempo e os recursos disponíveis;
- Ameaça a transferência dos resultados. Para aumenta a possibilidade de utilização dos resultados em outros contextos o protocolo do MSL foi descrito em detalhes.

De acordo com o estudo, São Paulo, Porto Alegre, Minas Gerais e Fortaleza são as poucas cidades brasileiras com ações pioneiras relacionadas à aplicação da IoT. Espera-se que os resultados alcançados e tecnologias desenvolvidas sirvam de referência ou sejam compartilhadas com os gestores dos demais municípios.

Portanto, este estudo pode servir como referência para gestores públicos que queiram saber um pouco mais sobre os desafios das cidades brasileiras e como IoT pode contribuir para minimizar ou solucionar os problemas do cotidiano.

Adicionalmente, na academia, os pesquisadores podem utilizar o conhecimento gerado nessa pesquisa como fonte de referência no sentido de observar lacunas que podem ser exploradas em desenvolvimentos tecnológicos futuros.

Isto posto, os desafios das cidades brasileiras podem ser minimizados ou solucionados a partir da aproximação do governo, por meio de políticas públicas, com os pesquisadores, que tem sua especialidade voltada a pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico usando entre outros conhecimentos, o conceito da IoT, foco deste estudo.

## REFERÊNCIAS

LUIGI, A., IERA, A., & MORABITO, G. The Internet of Things: a survey. *Computer Networks*, 2010.

BNDES. Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil. Acesso em: 02 de outubro 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>

BERGAMO, F., SILVA, M. A. M, & TEIXEIRA, F. L. C. Cibercultura e Inovação: Reflexões sobre o ambiente inovativo das organizações na era da informação e seus cenários futuros. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, 2017, vol. 4, n. 2, ISSN: 2319-0639. DOI: 10.18226/23190639.v4n2.04.

CARVALHO, F. & SOUZA, T. L. Internet das Coisas e Sua Aplicação em Bibliotecas. *Revista Gestão.Org*, 2015, Vol.13, Edição Especial, 264-270. ISSN 1679-1827. Disponível em: < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/22142> >.

CASTEL, A. F. G., SANZ, J. P., & SALVADOR, L. E. Uso da TIC em Empresas Cooperativas: Propriedade e Governo. *RISUS – Journal on Innovation and Sustainability*, São Paulo, 2015, Vol. 10, n.1, 20-36, ISSN 2179-3565, <http://dx.doi.org/10.24212/2179-3565.2019v10i1p20-36>.

CRUZES, D. S. & DYBA, T. Recommended Steps for Thematic Synthesis in Software Engineering. *International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, Banff, AB, 2011, 275-284. DOI: 10.1109/ESEM.2011.36

EVANS, D. A. Internet das coisas: como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. Cisco Internet Business Solutions Group –IBSG, 2011. San Jose, Canada, Disponível em: [http://www.cisco.com/c/dam/global/pt\\_br/assets/executives/pdf/internet\\_of\\_things\\_iot\\_ibsg\\_0411final.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf).

FEDATO, G. A. L., SZNITOWSKI, A. M., & KAROLCZACK, M. E. Prática Estratégica nas rotinas da firma Inovadora: Capacidade de absorver conhecimentos para manter a inovação. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, 2018, 6. 1-26. DOI: 10.18226/23190639.v6n1.01.

FRIEDEWALD, M., RAABE, O. Ubiquitous computing: An overview of technology impacts. *Telematics and Informatics*, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2010.09.001>.

KITCHENHAM, B., CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, Keele University and Durham University Joint Report, EBSE, 2007.

LIMA, S. M., CABRAL J. E. O., BARBOSA, F. L. S., & SANTOS, A. R. Incentivos para Inovação e Desempenhos Inovativo e Econômico dos Estados e Regiões. *Revista de Administração Sociedade e Inovação (RASI)*, Volta Redonda/RJ, 2019, v. 5, n. 2, pp. 221-240, DOI: <https://doi.org/10.20401/rasi.5.2.332>.

NETO, J. A. C., SANTOS, F. M., BOMFIM, J. S. B., SANTOS, J. V., DIAS, W. R. A., SANTOS, J. A. B. Um Mapeamento Tecnológico sobre Internet das Coisas: Uma Visão com Base nas Patentes. 8th Internacional Symposium on Technological Innovation, Aracaju, Sergipe. Brasil, 2017. DOI: 10.7198/S2318-3403201700080043.

PETERSEN, K., FELDT, R., MUJTABA, S., & MATTSON, M. Systematic mapping studies in software engineering. In *Proceedings of the 12th international conference on evaluation and assessment in software engineering*, volume 17(1). 2008. DOI: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2227115.2227123>

SANTOS, G. A, MACHADO, G. J. C, DE ALMEIDA Jr., R. A. A., SOUZA, M. S. Internet of Things (Iot): Um Cenário Guiado Por Patentes Industriais. UFPE, 2015. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/gestaoorg/index.php/gestao/article/view/800>>.

SANTOS, D. O. & FREITAS, E. B. A. Internet das Coisas e o Big Data inovando os negócios. *Revista Fatec Zona Sul*, 2016. ISSN: 2359-182X (Online). Disponível em: <<http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/71> >

SANTOS, M. C. Internet das Coisas e Sistemas Inteligentes no Jornalismo: Explorando novas formas narrativas para reinventar a percepção de valor das novas gerações. *Revista Observatório*, 2017, Vol.3(3), 85-112. ISSN: 2447-4266. DOI: 10.20873/uft.2447-4266.2017v3n3p85.

SANTOS, M., SOARES, E., OLIVEIRA, S. R., & VASCONCELOS, A.M. Explorando a gestão de contratos com fornecedores no contexto de CMMI-DEV e metodologias ágeis: a identificação de um gap. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*. 2017, 9, 2, 14-28. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5335/rbca.v9i2.6042>.

SERAFIM, E. Uma estrutura de rede baseada em tecnologia IoT para atendimento médico a pacientes remotos. (Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Faculdade Campo Limpo Paulista, Campo Limpo Paulista). FACCAMP, 2014. Recuperado de [http://www.cc.faccamp.br/Dissertacoes/Edivaldo\\_2014.pdf](http://www.cc.faccamp.br/Dissertacoes/Edivaldo_2014.pdf)

SILVA, F. G., RIBEIRO, J. A., & BARROS, F. M. R. Mapeamento da atuação dos Núcleos de Inovação Tecnológica dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. *Revista de Administração Sociedade e Inovação (RASI)*, Volta Redonda/RJ, 2019, v. 5, n. 2, pp. 180-197, DOI: <https://doi.org/10.20401/rasi.5.2.344>.

SINGER, T. A. Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas. *Simpósio em Tecnologias Digitais e Sociabilidade – Práticas Interacionais em Rede*, 2012.

SÔNIGO, A. A., MARCELINO, R., GRUBER. A Internet das Coisas aplicada ao conceito de eficiência energética: uma análise quantitativo-qualitativa do estado da arte da literatura. *A.to.Z.: Novas Práticas em Informação e Conhecimento*. 2017, Vol.5(2), pp.80-90. ISSN: 2237-826X; E-ISSN: 2237-826X; DOI: 10.5380/atoz.v5i2.47860

WIPO. World Intellectual Property Organization. The World Intellectual Property Organization (WIPO) is the global forum for intellectual property services, policy, information and cooperation. 2018. Disponível em: <http://www.wipo.int/portal/en/index.html>.