

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

PEDRO CALDAS COUTINHO

Big Data em Cidades Inteligentes: Um Mapeamento Sistemático

RIO DE JANEIRO

2019

PEDRO CALDAS COUTINHO

Big Data em Cidades Inteligentes: Um Mapeamento Sistemático

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Profa. Mônica Ferreira da Silva

RIO DE JANEIRO

2019

## CIP - Catalogação na Publicação

C871b      Coutinho, Pedro Caldas  
            Big Data em Cidades Inteligentes: Um Mapeamento  
            Sistemático / Pedro Caldas Coutinho. -- Rio de  
            Janeiro, 2019.  
            47 f.

            Orientadora: Mônica Ferreira da Silva.  
            Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
            Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto  
            de Matemática, Bacharel em Ciência da Computação,  
            2019.

            1. Cidades Inteligentes. 2. Big Data. 3.  
            Mapeamento Sistemático. I. da Silva, Mônica  
            Ferreira, orient. II. Título.

PEDRO CALDAS COUTINHO

Big Data em Cidades Inteligentes: Um Mapeamento Sistemático

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA:

---

Mônica Ferreira da Silva, DSc (UFRJ)

---

Eber Assis Schmitz, PhD (UFRJ)

---

Renato Montaleão Brum Alves, MSc (Petrobrás)

A todos aqueles que de alguma forma  
estiveram e estão próximos de mim, fazendo a  
vida valer cada vez mais a pena.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À minha orientadora Mônica, pela compreensão, apoio e pelas melhores aulas que tive na universidade.

Aos meus amigos, pelo carinho e força nos momentos difíceis.

Aos meus colegas de classe, por todo o aprendizado dos últimos anos.

À todos os professores da UFRJ, pelo ensino muito além das ementas das disciplinas.

Aos integrantes da banca Eber e Renato, por aceitarem o convite em participar deste trabalho.

## RESUMO

O conceito de Cidades Inteligentes ganhou maior atenção nos círculos acadêmicos, industriais e governamentais. À medida que a cidade se desenvolve ao longo do tempo, componentes e subsistemas como redes inteligentes, gerenciamento inteligente de água, tráfego inteligente e sistemas de transporte, sistemas de gerenciamento de resíduos inteligentes, sistemas de segurança inteligentes ou governança eletrônica são adicionados. Esses componentes ingerem e geram uma grande quantidade de dados estruturados, semi-estruturados ou não estruturados que podem ser processados usando uma variedade de algoritmos em lotes, micro lotes ou em tempo real, visando a melhoria de qualidade de vida dos cidadãos.

Esta pesquisa secundária tem como objetivo facilitar a identificação de lacunas neste campo, bem como alinhar o trabalho dos pesquisadores com outros para desenvolver temas de pesquisa mais fortes. Neste estudo, é utilizada a metodologia de pesquisa formal de mapeamento sistemático para fornecer uma revisão abrangente das tecnologias de Big Data na implantação de cidades inteligentes.

**Palavras-chave:** Cidades Inteligentes. Big Data. Mapeamento Sistemático.

## ABSTRACT

The concept of Smart Cities has gained more attention in academic, industry and government circles. As the city develops over time, components and subsystems such as smart grids, intelligent water management, intelligent traffic and transportation systems, intelligent waste management systems, intelligent security systems or electronic governance are added. These components ingest and generate a large amount of structured, semi-structured or unstructured data that can be processed using a variety of batch, micro-batch or real-time algorithms to improve citizens' quality of life.

This secondary research aims to facilitate the identification of gaps in this field, as well as to align the researchers' work with others to develop stronger research themes. In this study, the systematic mapping formal survey methodology is used to provide a comprehensive review of Big Data technologies in the deployment of smart cities.

**Keywords:** Smart City. Big Data. Systematic Mapping.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de seleção dos estudos primários.....	22
Figura 2 - Evolução do número de publicações por ano.....	23
Figura 3 - Distribuição de publicações por base.....	24
Figura 4 - Distribuição de publicações por tipo de objetivo.....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sintaxe de consultas para cada plataforma.....	20
Tabela 2 - Número de trabalhos retornados.....	21
Tabela 3 - Número de trabalhos retornados após aplicação de filtros.....	22

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	10
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>11</b>
2.1 CIDADE INTELIGENTE.....	11
<b>2.1.1 Conceito.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2 Desenvolvimento.....</b>	<b>11</b>
2.2 BIG DATA.....	12
<b>2.2.1 Conceito.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2 Tecnologias.....</b>	<b>12</b>
2.2.2.1 Detecção de Dados.....	13
2.2.2.2 Vitalização de Dados.....	13
2.2.2.3 Mineração de Dados.....	14
2.2.2.4 Visualização de Dados.....	14
2.3 TECNOLOGIAS BIG DATA EM IMPLANTAÇÃO DE CIDADES INTELIGENT... 15	
<b>2.3.1 Redes.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2 Saúde.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3 Transporte.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.4 Governança.....</b>	<b>16</b>
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA.....</b>	<b>18</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	18
3.2 QUESTÃO DA PESQUISA.....	18
3.3 PROTOCOLO DE PESQUISA.....	18
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DAS RESPOSTAS DAS EVIDÊNCIAS.....	23
<b>4.1.1 QP1: Distribuição dos artigos ao longo dos anos.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.2 QP2: Distribuição dos artigos nas base estudada.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.3 QP3: Principais autores da área.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1.4 QP4: Tipo de trabalho publicado.....</b>	<b>24</b>
4.2 DISCUSSÃO DA PERGUNTA PRINCIPAL.....	26
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>27</b>
5.1 CONCLUSÕES.....	27
5.2 TRABALHOS FUTUROS.....	27
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>30</b>
APÊNDICE A - LISTA DE ARTIGOS SELECIONADOS PARA MAPEAMENTO.....	30

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 INTRODUÇÃO

Muitos governos estão considerando adotar o conceito de cidade inteligente em suas cidades e implementar aplicativos de grande volume de dados que ofereçam suporte a componentes de cidades inteligentes para alcançar o nível necessário de sustentabilidade e melhorar os padrões de vida (CARAGLIU, DEL BO, NIJKAMP; 2011). Tornar as cidades mais inteligentes (ou seja, fornecer serviços urbanos inovadores, baseados em TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação - ou não, para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos) (ANTHOPOULOS, REDDICK; 2016) pode ajudar a otimizar a utilização de recursos e infraestrutura para sustentabilidade. Uma abordagem envolve a combinação criativa de grandes quantidades de dados gerados por várias fontes da cidade (como redes de sensores, sistemas de tráfego, dispositivos de usuários e redes sociais), a criação de serviços e aplicações integradas, melhorando assim os serviços da cidade e melhorando o uso de recursos da cidade.

### 2.1 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo analisar os estudos acerca das aplicações de Big Data para suportar cidades inteligentes. Ela trará breves definições de cidade inteligente e das tecnologias de Big Data. Em seguida responderá questões de pesquisas relacionadas a este tema que servirão de apoio para a pergunta principal: “Quais são as barreiras encontrados no desenvolvimento de tecnologias de Big Data na implantação de cidades inteligentes?”.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo será apresentada a fundamentação teórica obtida por meio de uma revisão bibliográfica tradicional (ad hoc, não sistemática). Os tópicos que serão abordados são: Cidade Inteligente, Big Data e Tecnologias de Big Data em implantação de cidades inteligentes. Ao longo das seções, será enfatizada a relevância do tema.

### **2.1 CIDADE INTELIGENTE**

#### **2.1.1 Conceito**

Apesar de não haver uma definição única do conceito, cidades inteligentes são comunidades que usam a tecnologia de informação para melhorar a performance dos serviços públicos, reduzir custos e potencializar o contato entre cidadãos e governo (DUSTDAR, NASTIC, SCEKIC; 2017).

As cidades inteligentes utilizam múltiplas tecnologias para melhorar o desempenho dos serviços de saúde, transporte, energia, educação e água, levando a níveis mais altos de conforto de seus cidadãos. Isso envolve a redução de custos e o consumo de recursos, além de envolver-se de forma mais efetiva e ativa com seus cidadãos (MARRONE, HAMMERLE; 2018). Uma das tecnologias recentes que tem um enorme potencial para melhorar os serviços da cidade inteligente é a análise de Big Data. Como a digitalização se tornou parte integrante da vida cotidiana, a coleta de dados resultou no acúmulo de enormes quantidades de dados que podem ser usados em vários domínios de aplicativos benéficos (CURRY et al. 2016).

O conceito de cidade inteligente está recebendo mais destaque ultimamente pelo aumento da urbanização global. Segundo Jadoul (2016), em 1950 apenas 30% da população global vivia em cidades; em 2014, o nível de urbanização chegou a 54% e a Organização das Nações Unidas prevê que em 2050 este nível será de 66% .

#### **2.1.2 Desenvolvimento**

O desenvolvimento da cidade inteligente segue desde a construção da infraestrutura de informação inicial da cidade até uma infraestrutura de cidade digital. No entanto, uma cidade inteligente presta mais atenção à integração de recursos de informação, compartilhamento de informações e integração de outras infraestruturas e serviços. Coloca uma ênfase maior no planejamento e coordenação da gestão municipal e tem requisitos de tempo que são mais rigorosos. Representa um estágio avançado de informatização e digitalização urbanas e é marcado por serviços em tempo real, interativos e inteligentes. É também um sinal de um alto grau de integração entre industrialização e tecnologia da informação (DEREN, CAO, YAO; 2015).

## 2.2 BIG DATA

### 2.2.1 Conceito

Big Data é um termo amplamente utilizado tanto na academia como em negócios. São dados complexos em termos de tamanho, mas também em variedade e relatividade para outras fontes de dados; dificultando a análise com técnicas convencionais de gerenciamento de banco de dados (MANYIKA et al., 2011).

A quantidade de dados digitais que atualmente está sendo criada diariamente por aplicativos de redes sociais e sistemas incorporados é enorme. Terabytes de informação são gerados a partir de vários tipos de fontes, como cliques na internet, transações móveis, transações comerciais, conteúdo gerado pelo usuário, mídia social, bem como conteúdo gerado propositadamente através de sensores ou genômica, saúde, gestão de operações de engenharia, finanças e internet industrial (GERGE, HAAS, PENTLAND; 2014).

A aplicação de tecnologias de Big Data em ambientes urbanos pode levar a cidades verdadeiramente inteligentes que podem ser gerenciadas em tempo real com alto grau de precisão (FINGER, RAZAGHI; 2016).

### 2.2.2 Tecnologias

Algumas tecnologias envolvidas no conceito de Big Data serão exploradas a seguir.

### 2.2.2.1 Detecção de Dados

A tecnologia de cidade inteligente centrada em dados é principalmente suportada por grandes quantidades de dados urbanos, desde um projeto de nível superior até detalhes de implementação de baixo nível (HAN, LIANG, ZHANG; 2015). “Além das tradicionais de sensoriamento, as pessoas geralmente gravam e compartilham o que vêem e ouvem, a qualquer hora e em qualquer lugar, usando seus telefones celulares, o que é chamado de sensoriamento de celular” (LANE, 2010, p.140). Sensores de propriedade privada, como câmeras, dispositivos de GPS e telefones celulares, são abundantes, e há até algumas estações meteorológicas domésticas; os dados de uma grande população desses sensores privados podem ser aproveitados para fornecer serviços valiosos em uma cidade inteligente. Isto é chamado de sensoriamento comunitário (SINGLA, KRAUSE; 2013), que pode ser considerado um complemento aos métodos tradicionais de aquisição de dados.

### 2.2.2.2 Vitalização de Dados

O conceito de vitalização de dados é um conjunto de novas tecnologias de gerenciamento de dados e modos de aplicação de dados, proposto por Xiong et al. (2014). A ideia central da tecnologia de vitalização de dados é refletir as associações entre os dados gerados pelo mundo físico e o mundo digital de armazenamento e gerenciamento de dados, transformando os dados isolados no espaço de armazenamento em uma totalidade orgânica e recriando associações entre dados em sistemas de informação para romper a limitação do uso de dados. Estes são organizados em células vitalizadas. Uma célula vitalizada é a unidade fundamental para o gerenciamento de dados de uma organização. Ela armazena dados e reflete associações e interações de dados. Quando uma célula vitalizada armazena dados, ela aprende continuamente os comportamentos do usuário e reorganiza os dados na célula para adaptar melhor os dados às solicitações do usuário. Quando os objetos mudam no mundo físico, as células vitalizadas também são capazes de alterar a estrutura de dados e seu conteúdo através de tecnologias de evolução de dados, realizando assim a evolução dos dados armazenados. “A vitalização de dados fornece a possibilidade de rastrear o processo de evolução de objetos físicos em sistemas de informação, o que pode ser considerado como uma poderosa tecnologia para gerenciar dados urbanos massivos em cidades inteligentes” (RONG

et al. 2014, p.7). A tecnologia de vitalização de dados mostrou vantagens técnicas em potencial em muitos campos do gerenciamento de dados. O uso da tecnologia de vitalização de dados para reconstruir a organização de dados urbanos, percebendo a inteligência a partir da estrutura inferior de dados, será uma tendência importante do conceito de cidade inteligente centrada em dados no futuro.

#### 2.2.2.3 Mineração de Dados

A mineração de dados é outra tecnologia importante para a aplicação de dados e descoberta de conhecimento a partir de Big Data (WU et al., 2014). Uma cidade inteligente centrada em dados deve fazer uso da mineração de dados para revelar informações e conhecimentos ocultos, desconhecidos e potencialmente valiosos do armazenamento de dados, especialmente de Big Data (FAN, BIFET; 2013). Um dos principais desafios neste domínio é como encontrar conjuntos de dados apropriados a partir de dados urbanos massivos para se adequarem a aplicações de domínio concreto. Por exemplo, a pesquisa de medição dinâmica urbana geralmente exige que o conjunto de dados urbano cubra o máximo possível de características dinâmicas urbanas (YIN et al., 2015). Ao mesmo tempo, aplicações de domínio concreto exigem que os dados sejam tão uniformes quanto possível. As solicitações de conjunto de dados criam desafios significativos para a coleta, o gerenciamento e a mineração de dados urbanos. Resolver o problema de seleção de conjuntos de dados e combinação de dados é muito importante para a mineração de dados de cidade inteligente.

#### 2.2.2.4 Visualização de Dados

A visualização de dados está associada aos usuários finais de uma cidade inteligente. É uma abordagem proposta para fornecer uma apresentação amigável de dados e serviços a usuários de aplicativos de cidades inteligentes (HERMAN, MELANON, MARSHALL; 2000). A visualização de dados pode mostrar dados urbanos complexos aos usuários de maneira direta e simples, e assim estabelecer uma interação entre dados e usuários. Um desafio importante é que, em aplicativos de cidade inteligente centrados em dados, os dados geralmente são grandes. “É difícil encontrar um método de visualização amigável ao usuário para apresentar Big Data urbana, e novas técnicas e estruturas para expressar os dados da



cidade são necessárias” (ANWAR, NAGEL, RATTI; 2014, p.12). Motivado por aplicativos de domínio, a visualização de dados deve ser uma parte essencial da futura tecnologia de cidade inteligente.

## 2.3 TECNOLOGIAS BIG DATA EM IMPLANTAÇÃO DE CIDADES INTELIGENTES

A aplicação de tecnologias de Big Data para a cidade inteligente permite que o armazenamento e processamento de dados eficientes produzam informações que podem melhorar diferentes serviços da cidade inteligente. Além disso, Big Data ajuda os tomadores de decisão a planejarem expansão em serviços e recursos da cidade inteligente. Para a tecnologia de Big Data atingir seus objetivos e avançar nos serviços em cidades inteligentes, ela precisa das ferramentas e dos métodos corretos para uma análise de dados eficiente e eficaz. Essas ferramentas e métodos podem incentivar colaboração e comunicação entre entidades e prestação de serviços a muitos setores da cidade inteligente, bem como melhorar as experiências dos clientes e as oportunidades de negócios.

### 2.3.1 Redes

A rápida distribuição de redes inteligentes permitiu que os pesquisadores integrassem, analisassem e utilizassem dados de consumo em tempo real, bem como outros tipos de dados ambientais. Em um ambiente de rede inteligente, uma grande quantidade de dados é gerada de diferentes fontes, como hábitos de utilização de energia dos usuários, dados de medição fasorial para consciência situacional e dados de consumo de energia medido por medidores inteligentes generalizados, entre outros (LAI, MCCULLOCH; 2015). O uso eficiente de Big Data coletados do ambiente de rede inteligente pode ajudar os tomadores de decisão a chegar a uma decisão sábia em termos de fornecer nível de eletricidade enquanto atende às demandas do usuário. A análise dos dados da rede inteligente também pode ajudar a prever a necessidade da fonte de alimentação no futuro. Além disso, a análise de dados de redes inteligentes pode ajudar a atender objetivos estratégicos por meio de planos de preços específicos consistentes com os modelos de suprimentos, demanda e produção (NUAIMI et al., 2015).

### **2.3.2 Saúde**

Na última década, uma enorme quantidade de dados foi gerada no setor de saúde (DEMIRKAN, 2013). A rápida taxa de aumento da população mundial facilitou as rápidas mudanças nos modelos de tratamento, e muitas decisões por trás dessas mudanças são conduzidas por dados. Ferramentas adequadas de análise podem permitir especialistas em saúde coletar e analisar os dados dos pacientes, que também podem ser usados pelas agências de seguro e administração de organizações. Além disso, análises adequadas de grandes dados de saúde podem ajudar a prever epidemias, curas e doenças, como bem como melhorar a qualidade de vida. A soma das informações acumuladas para problemas de saúde de pacientes específicos pode ser aumentada por meio de dispositivos inteligentes, que estão associados à casa ou às clínicas para monitorar comportamentos a fim de ajudar a entender os registros dos pacientes. Além disso, a análise de grandes quantidades de dados de saúde pode permitir que os médicos detectem os sinais de alerta de doença grave durante a fase inicial de tratamento, o que pode salvar centenas de vidas (ROY, PALLAPA, DAS; 2007).

### **2.3.3 Transporte**

Os padrões obtidos a partir das grandes quantidades de dados de tráfego podem ajudar a melhorar os sistemas de transporte em termos de minimizar o congestionamento de tráfego, fornecendo rotas alternativas e reduzindo o número de acidentes, histórico de contratempos, incluindo fatores como sua causa e a velocidade do motorista. Com os dados gerados pelo transporte, os sistemas também podem ajudar a otimizar os movimentos de frete (JU et al., 2013). Além disso, os grandes dados coletados dos sistemas de transporte podem ajudar a consolidar as remessas e otimizar os movimentos de transporte reduzindo a cadeia de suprimentos, evitando desperdício. Dados de transporte inteligentes também podem oferecer muitos benefícios, como a redução do impacto ambiental e aumentar a segurança, bem como melhorar a experiência do usuário de ponta a ponta, entre muitos outros.

### **2.3.3 Governança**

A análise de Big Data pode desempenhar um papel importante na ativação da governança inteligente (WILLKE, 2007). Organizações ou agências com interesses comuns podem ser facilmente identificadas através da análise de dados que pode levar à colaboração entre elas. Esta colaboração pode levar os países ao desenvolvimento. Além disso, a análise de Big Data pode ajudar os governos a estabelecer e implementar políticas satisfatórias, porque já estão familiarizados com as necessidades das pessoas em termos de saúde, assistência social, educação e assim por diante. Além disso, a taxa de desemprego também pode ser reduzida analisando os dados de diferentes institutos educacionais.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo é apresentada a metodologia científica que é indispensável em um trabalho acadêmico, já que traz confiança aos estudos e torna possível sua replicação, de forma independente, por outros pesquisadores. O capítulo apresenta a abordagem metodológica usada nesta pesquisa e está dividido em classificação, questão de pesquisa e protocolo de pesquisa.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Foi utilizado neste estudo como Método de Procedimento o Estudo de Mapeamento Sistemático (Systematic Mapping Study) para capturar o estado atual das pesquisas sobre tecnologias de Big Data na implantação de cidades inteligentes. Em comparação com outros métodos de pesquisa secundários, como revisões de literatura tradicional, um estudo de mapeamento fornece uma abordagem que facilita uma investigação de grande amplitude, enquanto sacrifica a profundidade, segundo Petersen (2008). Esta estrutura de mapeamento também tem como objetivo sintetizar o material, harmonizando esforços de revisão da literatura.

Além disso, a perspectiva de amplitude que pode ser derivada do mapeamento sistemático foi especialmente útil para relatar uma área abrangente de pesquisa que atualmente carece de teorias consistentes.

#### 3.2 QUESTÃO DA PESQUISA

O objetivo desta pesquisa é classificar as pesquisas atuais e identificar temas pertinentes e tendências na literatura, que se relacionam diretamente com as tecnologias de Big Data na implantação de cidades inteligentes.

A principal questão de pesquisa é intencionalmente ampla, pois atualmente não há revisões substanciais em português que abordam a questão. Portanto, a pergunta guia de pesquisa do estudo é: “Quais são as barreiras encontradas no desenvolvimento de tecnologias de Big Data na implantação de cidades inteligentes?”.

Para responder a principal questão de pesquisa, quatro questões de pesquisa auxiliares foram identificadas. Decompondo e caracterizando a questão principal de pesquisa em questões menores e mais específicas permite que o tópico seja considerado de múltiplas perspectivas, ao mesmo tempo em que fornece os resultados necessários para responder a principal questão de pesquisa. As questões adicionais de pesquisa são descritas abaixo.

- Questão de Pesquisa 1: Como é a distribuição dos artigos durante os anos?

A intenção desta questão é ilustrar o interesse na área de pesquisa ao longo do tempo, bem como identificar as principais fontes de literatura no campo. Este estudo pressupõe que a taxa de publicação é indicativa do interesse de pesquisa na área, enquanto as fontes mais proeminentes de pesquisa no campo são aquelas revistas e conferências que têm a maior frequência de publicação de literatura relevante.

- Questão de Pesquisa 2: Como é a distribuição dos artigos em cada base escolhida?

A intenção desta questão é ilustrar como se comporta o número de publicações em cada base selecionada. Ao responder a esta questão, o estudo pretende identificar se existe uma prioridade de publicações em determinada base. Além disso, identificar tendências e padrões de comportamento nos resultados da pesquisa.

- Questão de Pesquisa 3: Quais os principais autores na área?

A intenção desta questão é destacar os autores com maior número de artigos publicados. Ao responder a esta pergunta, o estudo pretende avaliar melhor quem são estes autores e quais são suas contribuições de pesquisa ao longo dos anos.

- Questão de Pesquisa 4: Que tipo de pesquisa está sendo realizada na área?

A intenção desta questão é destacar o tipo de pesquisa formal sendo empreendida na área. Ao responder a esta questão, o estudo visa compreender o objetivo da publicação, sendo ele uma pesquisa, um estudo de caso ou uma proposta de desenvolvimento de arquitetura. A partir desta pergunta, será possível mapear as publicações em áreas definidas.

### 3.3 PROTOCOLO DE PESQUISA

Esta pesquisa iniciou-se com a realização de pesquisa bibliográfica tradicional (revisão ad hoc com os principais temas que envolvem a pesquisa: Cidades Inteligentes e Big Data), apresentada no referencial teórico, descrito no Capítulo 2 desse trabalho.

Foram selecionadas cinco fontes de busca automática: ACM Digital Library, Science Direct, Scopus, SpringerLink e Web of Science. Essas bases de dados foram escolhidas por serem fontes relevantes de computação, tecnologia e engenharia. Como o recurso de pesquisa de cada banco de dados é diferente, a string de pesquisa principal tinha que ser transformada na sintaxe nativa de cada banco de dados. A tabela 1 mostra a sintaxe construída para cada plataforma.

**Tabela 1:** Sintaxe de consultas para cada plataforma.

Plataforma	Consulta
ACM Digital Library	acmdlTitle:(+ ("smart city" "intelligent city" "digital city" "urban environment" "digital govern") +( "big data" ) + ( "architecture" "platform")) OR recordAbstract:(+ ("smart city" "intelligent city" "digital city" "urban environment" "digital govern") +( "big data" ) +( "architecture" "platform")) OR keywords.author.keyword:(+ ("smart city" "intelligent city" "digital city" "urban environment" "digital govern") +( "big data" ) +( "architecture" "platform"))
Scopus	TITLE-ABS-KEY ( ( "smart city" OR "intelligent city" OR "digital city" OR "urban environment" OR "digital govern" ) AND ( "big data" ) AND ( "architecture" OR "platform" ) )
Science Direct	title-abs-key( ({smart city} OR {intelligent city} OR {digital city} OR {urban environment} OR {digital govern}) AND ({big data} AND (architecture OR platform) )
SpringerLink	( "smart city" OR "intelligent city" OR "digital city" OR "urban environment" OR "digital govern" ) AND ( "big data" ) AND ( architecture OR platform )
Web of Science	TI=(( "smart city" OR "intelligent city" OR "digital city" OR "urban environment" OR "digital govern" ) AND ( "big data" ) AND ( "architecture" OR "platform" )) OR TS=(( "smart city" OR "intelligent city" OR "digital city" OR "urban environment" OR "digital govern" ) AND ( "big data" ) AND ( "architecture" OR "platform" ))

Devido ao foco deste estudo, os termos de pesquisa "big data" e "smart city" foram considerados para serem os termos de busca primários mais óbvios. Depois de avaliar

combinações diferentes dos termos de pesquisa a principal string foi alterada para incluir os termos “intelligent city”, “digital city”, “urban environment”, “architecture” e “platform”.

A string de pesquisa primária escolhida foi usada como critério de pesquisa em cinco bases de dados digitais. A tabela 2 exibe o resultado das buscas utilizando as consultas construídas.

**Tabela 2:** Número de trabalhos retornados.

<b>Plataforma</b>	<b>Número de Publicações</b>
ACM Digital Library	20
Scopus	71
Science Direct	64
SpringerLink	81
Web of Science	64

Após a pesquisa nas bases utilizando as consultas construídas, foi feita uma triagem usando um conjunto de critérios de inclusão e exclusão para identificar as pesquisas mais relevantes para este estudo.

Para ser considerado para inclusão no estudo, a pesquisa em avaliação teve que se originar de uma fonte acadêmica, como uma revista ou conferência, e mostrar claramente sua contribuição focada em Big Data em cidades inteligentes, que foi determinada principalmente pela presença dos principais termos de pesquisa. As publicações que atenderam a esse critério foram processadas usando critérios de exclusão (filtros), com a intenção de destacar as pesquisas mais relevantes na área de big data.

Para as publicações que passaram nos critérios de inclusão, quatro filtros foram aplicados para reduzir as publicações apenas àquelas que foram consideradas diretamente alinhadas com o foco do estudo. Esses filtros são descritos da seguinte maneira;

- Filtro 1: remova publicações que não contenham "smart city", "intelligent city", "digital city", “urban environment” ou "digital govern" na seção título, resumo ou metadados do documento.
- Filtro 2: remova publicações que não contenham "big data" no título, resumo ou seções de metadados do documento.
- Filtro 3: remova artigos que se refiram apenas a "smart city", "intelligent city", "digital city", “urban environment”, "digital govern” ou "big data" como um ponto de referência

fugaz. Por exemplo, muitos grandes documentos relacionados a dados citam a possível aplicação da Big Data em cidades inteligentes, sem investigar exclusivamente a área.

- Filtro 4: remova artigos que não foram publicados entre os anos 2012 e 2018.
- Filtro 5: remova artigos que não foram publicados na área de Ciência da Computação.

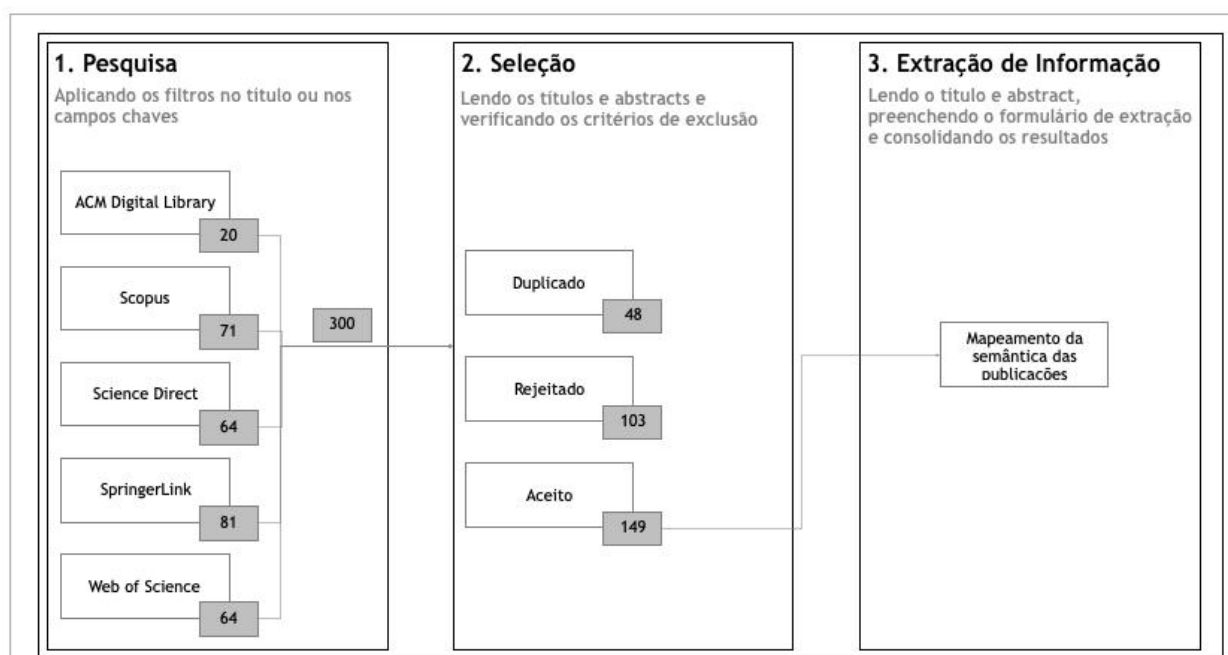
A tabela 4 exibe os resultados de artigos para cada base após a aplicação dos filtros selecionados.

**Tabela 3:** Número de trabalhos retornados após aplicação de filtros.

Plataforma	Número de Publicações
ACM Digital Library	20
Scopus	53
Science Direct	49
SpringerLink	5
Web of Science	22

É importante ressaltar que na base SpringerLink não é possível selecionar “abstract”, “title” e “keywords” na própria string de busca. Os filtros devem ser aplicados manualmente após a pesquisa.

A figura 1 ilustra o número de artigos de pesquisa de cada base e o processo de seleção.



**Figura 1:** Esquema de seleção dos estudos primários.



## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados do estudo executado através protocolo definido no capítulo anterior.

### 4.1 APRESENTAÇÃO DAS RESPOSTAS DAS EVIDÊNCIAS

Este capítulo apresenta as respostas para as questões de pesquisa que foram evidenciadas na Seção 3.2 encontradas neste mapeamento.

#### 4.1.1 QP1: Distribuição dos artigos ao longo dos anos

Considerando apenas os artigos incluídos no mapeamento sistemático, a figura 1 exibe o gráfico com número de publicações totais (somando os artigos das cinco bases selecionadas) ao longo dos anos considerados nesta pesquisa (Filtro 4). Percebemos assim que o número de publicações na área de Big Data em Cidades Inteligentes tem um crescimento notável, demonstrando um maior interesse em publicações e, como consequência, num maior desenvolvimento de arquiteturas para cidades inteligentes.

**Figura 2:** Evolução do número de publicações por ano.

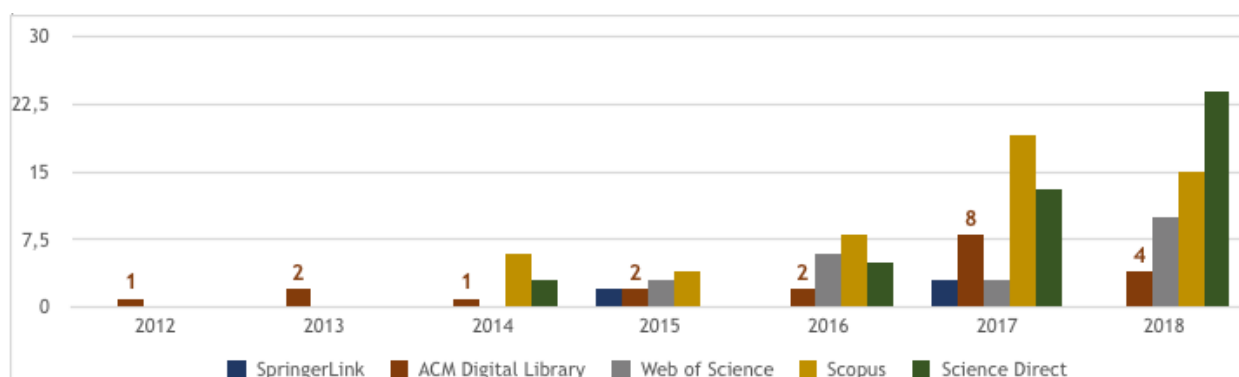


#### 4.1.2 QP2: Distribuição dos artigos nas bases estudadas

Com o objetivo de analisar o crescimento do número de publicações nas bases selecionadas, a figura 3 exibe a distribuição do número de artigos para cada base pesquisada. Apesar de todas as bases de pesquisa apresentarem números maiores no último ano

pesquisado (2018) em comparação com o ano inicial (2012), percebe-se que a única base que apresenta crescimento constante de publicações é a Science Direct, demonstrando assim uma tendência de publicações na área.

**Figura 3:** Distribuição de publicações por base.



#### 4.1.3 QP3: Principais autores da área

Foram coletados 512 nomes de autores no total de artigos selecionados. Há uma limitação para coletar uma resposta definitiva à questão de principais autores na área. Alguns artigos contêm nomes abreviados de forma diferente de outros, apesar de provavelmente se tratar do mesmo autor. Portanto, já que não é possível presumir que autores abreviados de uma forma correspondem aos mesmos autores de artigos diferentes, não há como afirmar com precisão os autores com mais publicações nos artigos selecionados para mapeamento.

Desta coleta o número máximo de artigos escritos por um mesmo autor foi três, sendo este número alcançado por dois autores: Mazhar Rathore e Anand Paul. Isto deve-se também ao fato deste campo de estudo ser relativamente novo, com poucos artigos publicados.

#### 4.1.4 QP4: Tipo de trabalho publicado

Neste estudo foram utilizadas classificações considerando o objetivo do artigo. Portanto, foram selecionadas 5 áreas para mapeamento:

- Pesquisa: artigos que trazem um conjunto extenso de definições e implementações visando a facilitação na tomada de decisão.
- Estudo de caso: artigos que trazem um estudo de caso de uma cidade inteligente real ou tecnologias de big data que funcionam em cidades inteligentes.
- Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City: artigos que trazem propostas de arquitetura para uma cidade inteligente completa ou arquiteturas para componentes de cidades inteligentes.
- Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data: artigos que trazem propostas de arquitetura de Big Data. Estes incluem melhores formas de utilizar a enorme quantidade de dados, porém sem um propósito específico dentro de uma cidade inteligente. Estas arquiteturas podem ser utilizadas em diferentes componentes.
- Desenvolvimento - Arquitetura de IoT: artigos que trazem propostas de arquitetura de IoT (Internet das Coisas, em português). Estes incluem melhores formas de utilizar a IoT, incluindo melhorias em redes de internet, porém sem um propósito específico dentro de uma cidade inteligente. Estas arquiteturas podem ser utilizadas em diferentes componentes.

A classificação dos artigos foi feita após a leitura do título e o resumo de cada artigo e se encontra no Apêndice A deste artigo. A figura 4 mostra a distribuição dos artigos segundo esta classificação.

**Figura 4:** Distribuição de publicações por tipo de objetivo.



É observado que a maior parte dos artigos deste mapeamento é do tipo Pesquisa. Isto deve-se ao fato de o tema Cidades Inteligentes ser relativamente novo, vide distribuição dos artigos da figura 1.

## 4.2 DISCUSSÃO DA PERGUNTA PRINCIPAL

A questão principal que inspirou a construção deste artigo é: "Quais são as barreiras encontradas no desenvolvimento de tecnologias de Big Data na implantação de cidades inteligentes?".

A maioria dos desafios significativos e problemas de pesquisa na implementação de uma arquitetura para uma cidade inteligente estão relacionados ao gerenciamento de dados. O problema mais citado na literatura a partir do mapeamento realizado é o de garantir a privacidade dos dados do usuário, devido à quantidade de dados pessoais e críticos que uma plataforma precisa manipular; atenção especial é dada a localizações de usuários e registros médicos.

O segundo desafio mais citado é a heterogeneidade, devido ao grande número de diferentes sistemas, serviços, aplicativos e dispositivos que uma plataforma deve suportar.

Uma questão importante e pouco estudada é como criar uma plataforma genérica para suportar requisições de cidades inteligentes para outras cidades inteligentes. Algumas pesquisas se concentram na plataforma de uma determinada cidade, como a WindyGrid, SmartSantander e Padova Smart City. Outras plataformas fornecem soluções sem discutir características das cidades em que essa solução deve ser aplicada. Os estudos que propõe soluções genéricas para Cidades Inteligentes carecem de discussão sobre como os componentes dessas plataformas poderiam ser adaptados para se adequar a cidades de diferentes tamanhos e características.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, as considerações finais deste trabalho são apresentadas. Entre elas são discutidos trabalhos futuros e as conclusões obtidas com a pesquisa.

### 5.1 CONCLUSÕES

Este mapeamento sistemático procurou na literatura por estudos que apoiam o desenvolvimento de cidades inteligentes a partir de tecnologias de Big Data. Quatro questões de pesquisa foram usadas para guiar o trabalho, sendo que as buscas retornaram 300 artigos. Ao aplicar os critérios de exclusão definidos, restaram 252 estudos potencialmente relevantes e destes, após a leitura do resumo e da conclusão, mais 103 foram excluídos, restando assim 149 estudos primários selecionados.

Esta pesquisa apresentou um processo para a realização de um estudo de mapeamento sistemático, visando facilitar futuras pesquisas na área através da classificação de artigos em áreas definidas e identificar novas evidências e lacunas para apoiar o desenvolvimento de cidades inteligentes, priorizando áreas de maior desafio, como privacidade e heterogeneidade.

### 5.2 TRABALHOS FUTUROS

Um importante ponto que deve ser evidenciado em um trabalho é o de se identificar oportunidades de trabalhos futuros. A seguir, apresenta-se alguns caminhos para novas pesquisas.

- Utilização prática da abordagem, através da condução de estudos de caso ou pesquisa em cidades inteligentes reais.
- Apresentar artigos de apoio ao desenvolvimento de arquiteturas de cidade inteligentes aos autores dos estudos primários, coletando a avaliação deles quanto à síntese constatada a partir dos seus estudos, fazendo assim uma análise qualitativa.
- E por fim, estender o protocolo a novos engenhos de busca e ampliar a busca manual a novas conferências e periódicos.

## REFERÊNCIAS

- ANTHOPOULOS, Leonidas; REDDICK, Christopher. **Understanding electronic government research and smart city: A framework and empirical evidence**. Polity 21, 99–117, 2016.
- ANWAR, A.; NAGEL, T.; RATTI, C. **Traffic origins: a simple visualization technique to support traffic incident analysis**. Proceedings of IEEE Pacific Visualization Symposium, Yokohama, 2014.
- CARAGLIU, Andrea; DEL BO, Chiara; NIJKAMP, Peter.. **Smart cities in europe**. J. Urban Technol. 65–82, 2011.
- CURRY, Edward; DUSTDAR, Schahram; QUAN Z.; SHETH, Amit. **Smart cities – enabling services and applications**. Doi: 10.1186/s13174-016-0048-6, 2016.
- DEMIRKAN, H. **A smart healthcare systems framework**. It Professional, 2013.
- DEREN, L.; CAO, J.; YAO, Y. **Big data in smart cities**. Doi: 10.1007/s11432-015-5396-5, 2015.
- DUSTDAR, S.; NASTIC S.; SCEKIC, O. **Introduction to Smart Cities and a Vision of Cyber-Human Cities**. In: Smart Cities. Springer, Cham, 2017.
- FAN, W.; BIFET, A. **Mining big data: current status, and forecast to the future**. ACM SIGKDD Explor Newslett, 2013.
- FINGER, M.; RAZAGHI, M. **Conceptualizing “Smart Cities”**. Doi: 10.1007/s00287-016-1002-5, 2016.
- GEORGE, G.; HAAS, M.; PENTLAND, A. **Big data and management**. Acad Manag J 57(2):321–326, 2014.
- HAN, Q.; LIANG, S.; ZHANG, H. **Mobile cloud sensing, big data, and 5G networks make an intelligent and smart world**. IEEE Netw, 29: 40–45, 2015.
- HERMAN, I.; MELANON, G.; MARSHALL, M. **Graph visualization and navigation in information visualization: a survey**. IEEE Trans Vis Comput Graph, 2000.
- JADOUL, M. **Smart practices for building smart cities**. Doi: 10.1007/s00502-016-0430, 2016.
- JU, G.; CHENG, M.; XIAO, M.; XU, J. et al. **Smart Transportation Between Three Phases Through a Stimulus–Responsive Functionally Cooperating Device**. Advanced Materials, 2013.

LAI, C.; MCCULLOCH, M. **Big Data Analytics for Smart Grid**. Disponível em: <http://smartgrid.ieee.org/newsletters/october-2015/big-data-analytics-for-smart-grid>, 2015.

LANE, N.; MILUZZO, E.; LU, H. et al. **A survey of mobile phone sensing**. IEEE Commun Mag, 48: 140–150, 2010.

MANYIKA, J.; CHUI, M.; BROWN, B.; BUGHIN, J.; DOBBS, R.; ROXBURGH, C.; BYERS, A. **Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity**. McKinsey Institute, New York, 2011.

MARRONE, Mauricio; HAMMERLE, Mara. **Smart Cities: A Review and Analysis of Stakeholders' Literature**. Doi: 10.1007/s12599-018-0535-3, 2018.

MEIJER, A.; BOLÍVAR, M. **Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance**. International Review of Administrative Sciences, 2015.

NUAIMI, AI; NEYADI, A.; MOHAMED, N.; AL-JAROUDI, J. **Applications of big data to smart cities**. Journal of Internet Services and Applications, 6(1), 1-15, 2015.

PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. **Systematic mapping studies in software engineering**. 12th Int Conf Eval Assess Softw Eng., pp. 68–77, 2008.

RONG, W.; ZIONG, Z.; COOPER, D. et al. **Smart city architecture: a technology guide for implementation and design challenges**. Netw Technol Appl, 2014.

ROY, N.; PALLAPA, G.; DAS, S. **A middleware framework for ambiguous context mediation in smart healthcare application**. Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications, 2007.

SINGLA, A.; KRAUSE, A. **Incentives for privacy tradeoff in community sensing**. In: Proceedings of 1st AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing, Palm Springs, 2013.

WILLKE, H. **Smart governance: governing the global knowledge society**: Campus Verlag, 2007.

WU, X.; ZHU, X.; WU, G. et al. **Data mining with big data**. IEEE Trans Knowl Data Eng, 2014.

XIONG, Z.; ZHENG, Y.; LI, C. **Data vitalization's perspective towards smart city: a reference model for data service oriented architecture**. 14th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing, Chicago. 865–874, 2014.

YIN, ChuanTao; XIONG, Zhang; CHEN, Hui; WANG, JingYuan; COOPER, Daven; BERTRAND, David. **A literature survey on smart cities**, 2015.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Lista de artigos selecionados para mapeamento

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Big Data in Large Scale Intelligent Smart City Installations	2013	Sylva Girtelschmid, Matthias Steinbauer, Vikash Kumar, Anna Fensel, Gabriele Kotsis	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Intelligent services for Big data science	2014	Dobre C., Xhafa F.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Big data in smart cities	2015	Li D.R., Cao J.J., Yao Y.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Big Data-based Smart City Platform: Real-Time Crime Analysis	2016	Debopriya Ghosh, Soon Ae Chun, Basit Shafiq, Nabil R. Adam	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Big traffic data processing framework for intelligent monitoring and recording systems	2016	Yingjie Xia, Jinlong Chen, Xindai Lu, Chunhui Wang, Chao Xu	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Cloudet: A cloud-driven visual cognition of large streaming data	2016	Baciu G., Li C., Wang Y., Zhang X.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Integrating Big Data into a Sustainable Mobility Policy 2.0 Planning Support System	2016	Semanjski, Ivana; Bellens, Rik; Gautama, Sidharta; et al.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Privacy Preserving Deep Computation Model on Cloud for Big Data Feature Learning	2016	Zhang, Qingchen; Yang, Laurence T.; Chen, Zhikui	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data



<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Big data architecture for decision making in protocols and medications assignment	2017	Boudhir Anouar Abdelhakim, Ben Ahmed Mohamed, Soumaya Fellaji	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
The SusCity Big Data Warehousing Approach for Smart Cities	2017	Carlos Costa, Maribel Yasmina Santos	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
SOLA: Stream OLAP-based Analytical Framework for Roadway Maintenance	2017	Takahiro Komamizu, Toshiyuki Amagasa, Salman Ahmed Shaikh, Hiroaki Shiokawa, Hiroyuki Kitagawa	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
An integrated architecture for future studies in data processing for smart cities	2017	Cristian Chilipirea, Andreea-Cristina Petre, Loredana- Marsilia Groza, Ciprian Dobre, Florin Pop	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Big Building Data - a Big Data Platform for Smart Buildings	2017	Lucy Linder, Damien Vionnet, Jean- Philippe Bacher, Jean Hennebert	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Distributed online Temporal Fuzzy Concept Analysis for stream processing in smart cities	2017	De Maio C., Fenza G., Loia V., Orciuoli F.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Smart urban planning using Big Data analytics to contend with the interoperability in Internet of Things	2017	Babar M., Arif F.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
City digital pulse: a cloud based heterogeneous data analysis platform	2017	Li Z., Zhu S., Hong H., Li Y., El Saddik A.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Big data analytics embedded smart city architecture for performance enhancement through real-time data processing and decision-making	2017	Silva B.N., Khan M., Han K.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Smart urban planning using Big Data analytics to contend with the interoperability in Internet of Things	2017	Babar, Muhammad; Arif, Fahim	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
An Interoperable Data Framework to Manipulate the Smart City Data using Semantic Technologies	2017	Beseiso, Majdi; Al-Alwani, Abdulkareem; Altameem, Abdullah	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
SMART TSS: Defining transportation system behavior using big data analytics in smart cities	2018	Moneeb Gohar, Muhammad Muzammal, Arif Ur Rahman	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
From big data to smart energy services: An application for intelligent energy management	2018	Vangelis Marinakis, Haris Doukas, John Tsapelas, Spyros Mouzakitis, Sgouris Sgouridis	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Models and Practices in Urban Data Science at Scale	2018	Marco Balduini, Marco Brambilla, Emanuele Della Valle, Christian Marazzi, Michele Vescovi	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
A smart system for sleep monitoring by integrating IoT with big data analytics	2018	Yacchirema D.C., Sarabia-Jacome D., Palau C.E., Esteve M.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
QoE-Driven Big Data Architecture for Smart City	2018	He X., Wang K., Huang H., Liu B.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
A Mobility-Aware Optimal Resource Allocation Architecture for Big Data Task Execution on Mobile Cloud in Smart Cities	2018	Enayet A., Razzaque M.A., Hassan M.M., Alamri A., Fortino G.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Urban Planning and Smart City Decision Management Empowered by Real-Time Data Processing Using Big Data Analytics	2018	Silva, Bhagya Nathali; Khan, Murad; Jung, Changsu; et al.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
An Efficient Graph-Based Spatio-Temporal Indexing Method for Task-Oriented Multi-Modal Scene Data Organization	2018	Feng, Bin; Zhu, Qing; Liu, Mingwei; et al.	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Hadoop Oriented Smart Cities Architecture	2018	Diaconita, Vlad; Bologna, Ana-Ramona; Bologna, Razvan	Desenvolvimento - Arquitetura de Big Data
Application caching for cloud-sensor systems	2014	Yi Xu, Sumi Helal	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
Aura Minora: A user centric IOT architecture for Smart City	2016	Talal Shaikh, Salih Ismail, Joseph D. Stevens	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
An Integrated IoT Architecture for Smart Metering	2016	Lloret J., Tomas J., Canovas A., Parra L.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
From smart-city and IoT simulation to big data generation	2017	Ahcène Bounceu	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
IoT security (IoTsec) mechanisms for e-health and ambient assisted living applications	2017	Daniel Minoli, Kazem Sohraby, Benedict Occhiogrosso	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Distributed online Temporal Fuzzy Concept Analysis for stream processing in smart cities	2017	Carmen De Maio, Giuseppe Fenza, Vincenzo Loia, Francesco Orciuoli	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
Smart city designing and planning based on big data analytics	2017	Murad Khan, Muhammad Babar, Syed Hassan Ahmed, Sayed Chhattan Shah, Kijun Han	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
Cognitive Privacy Middleware for Deep Learning Mashup in Environmental IoT	2017	Elmisery A.M., Sertovic M., Gupta B.B.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
Incorporating Intelligence in Fog Computing for Big Data Analysis in Smart Cities	2017	Tang B., Chen Z., Hefferman G., Pei S., Wei T., He H., Yang Q.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
IoT-based big data: From smart city towards next generation super city planning	2017	Rathore M.M., Paul A., Ahmad A., Jeon G.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
Ahab: A cloud-based distributed big data analytics framework for the Internet of Things	2017	Voegler, Michael; Schleicher, Johannes M.; Inzinger, Christian; et al.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
Towards a data-driven IoT software architecture for smart city utilities	2018	Simmhan Y., Ravindra P., Chaturvedi S., Hegde M., Ballamajalu R.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
Semantic Multimedia Fog Computing and IoT Environment: Sustainability Perspective	2018	Abdur Rahman Md., Shamim Hossain M., Hassanain E., Muhammad G.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
An Ingestion and Analytics Architecture for IoT Applied to Smart City Use Cases	2018	Ta-Shma P., Akbar A., Gerson-Golan G., Hadash G., Carrez F., Moessner K.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
An Efficient Algorithm for Media-based Surveillance System (EAMSuS) in IoT Smart City Framework	2018	Memos, Vasileios A.; Psannis, Kostas E.; Ishibashi, Yutaka; et al.	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
How Can Heterogeneous Internet of Things Build Our Future: A Survey	2018	Qiu, Tie; Chen, Ning; Li, Keqiu; et al	Desenvolvimento - Arquitetura de IoT
Intelligent services for Big Data science	2014	C. Dobre, F. Xhafa	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
CityPro; An Integrated City-protection Collaborative Platform	2014	Mohamad Dbouk, Hamid Mcheick, Ihab Sbeity	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Big data in smart city	2014	Li D., Yao Y., Shao Z.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
On the application of big data in future large-scale intelligent smart city installations	2014	Girtelschmid S., Steinbauer M., Kumar V., Fensel A., Kotsis G.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Using materialized view as a service of scallop4sc for smart city application services	2014	Yamamoto S., Matsumoto S., Saiki S., Nakamura M.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
A Hierarchical Distributed Fog Computing Architecture for Big Data Analysis in Smart Cities	2015	Bo Tang, Zhen Chen, Gerald Hefferman, Tao Wei, Haibo He, Qing Yang	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Architecture and Implementation of a Scalable Sensor Data Storage and Analysis System Using Cloud Computing and Big Data Technologies	2015	Aydin, Galip; Hallac, Ibrahim Riza; Karakus, Betul	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics	2016	M. Mazhar Rathore, Awais Ahmad, Anand Paul, Seungmin Rho	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Planning and Implementing a Smart City in Taiwan	2016	Chang C.-I., Lo C.-C.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Energy-Efficient Multi-Constraint Routing Algorithm With Load Balancing for Smart City Applications	2016	Jiang, Dingde; Zhang, Peng; Lv, Zhihan; et al.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
A Cloud-Driven Visual Cognition of Large Streaming Data	2016	Baciu, George; Li, Chenhui; Wang, Yunzhe; et al.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Smart urban planning using Big Data analytics to contend with the interoperability in Internet of Things	2017	Muhammad Babar, Fahim Arif	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Integration of Big Data analytics embedded smart city architecture with RESTful web of things for efficient service provision and energy management	2017	Bhagya Nathali Silva, Murad Khan, Kijun Han	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Citizen-centric data services for smarter cities	2017	Unai Aguilera, Oscar Peña, Oscar Belmonte, Diego López-de-Ipiña	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Time-Constrained Big Data Transfer for SDN-Enabled Smart City	2017	Bi Y., Lin C., Zhou H., Yang P., Shen X., Zhao H.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Cooperative Fog Computing for Dealing with Big Data in the Internet of Vehicles: Architecture and Hierarchical Resource Management	2017	Zhang W., Zhang Z., Chao H.-C.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Sensing service architecture for smart cities using social network platforms	2017	Chifor B.-C., Bica I., Patriciu V.-V.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
IoT-Based Big Data: From Smart City towards Next Generation Super City Planning	2017	Rathore, M. Mazhar; Paul, Anand; Ahmad, Awais; et al.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Generic architecture of a social media-driven intervention support system for smart cities	2018	Rahul Pandey, Hemant Purohit	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Towards a Framework for Context-Aware Intelligent Traffic Management System in Smart Cities	2018	Zeenat Rehena, Marijn Janssen	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Overall Structural System Solution for Supporting Services and Tourists Management Oriented on Smart City in Viet Nam	2018	Tran Hoang Vu, Nghia Hoang Ba Dai, Hong Nguyen Thi Khanh, Dong Nguyen Vo Quang	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Exploiting IoT and big data analytics: Defining Smart Digital City using real-time urban data	2018	M. Mazhar Rathore, Anand Paul, Won-Hwa Hong, HyunCheol Seo, Sharjil Saeed	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Real-time secure communication for Smart City in high-speed Big Data environment	2018	M. Mazhar Rathore, Anand Paul, Awais Ahmad, Naveen Chilamkurti, HyunCheol Seo	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities - An experiment on stockholm	2018	Karima Kourtit, Peter Nijkamp	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Video big data in smart city: Background construction and optimization for surveillance video processing	2018	Ling Tian, Hongyu Wang, Yimin Zhou, Chengzong Peng	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
A distributed image-retrieval method in multi-camera system of smart city based on cloud computing	2018	Jiachen Yang, Bin Jiang, Houbing Song	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
A generic internet of things architecture for controlling electrical energy consumption in smart homes	2018	Javed Iqbal, Murad Khan, Muhammad Talha, Haleem Farman, Hasan Ali Khattak	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Spatial query based virtual reality GIS analysis platform	2018	Weixi Wang, Zhihan Lv, Xiaoming Li, Weiping Xu, Yan Yan	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Complex Event Processing for City Officers: A Filter and Pipe Visual Approach	2018	Bonino D., De Russis L.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Water utility decision support through the semantic web of things	2018	Howell S., Rezgui Y., Beach T.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Real-time video processing for traffic control in smart city using Hadoop ecosystem with GPUs	2018	Rathore M.M., Son H., Ahmad A., Paul A.	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
A Novel Framework and Enhanced QoS Big Data Protocol for Smart City Applications	2018	Rani, Shalli; Chauhdary, Sajjad Hussain	Desenvolvimento - Arquitetura de Smart City
Big data for smart cities with KNIME a real experience in the SmartSantander testbed	2015	Jara A.J., Genoud D., Bocchi Y.	Estudo de caso



<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Using Big Data and Real-Time Analytics to Support Smart City Initiatives	2016	Arthur Souza, Mickael Figueredo, Nélío Cacho, Daniel Araújo, Carlos A. Prolo	Estudo de caso
Big Data for Supporting Low-Carbon Road Transport Policies in Europe: Applications, Challenges and Opportunities	2016	Michele De Gennaro, Elena Paffumi, Giorgio Martini	Estudo de caso
Internet of Things for Smart Cities: Interoperability and Open Data	2016	Ahlgren B., Hidell M., Ngai E.C.-H.	Estudo de caso
Managing large amounts of data generated by a Smart City internet of things deployment	2016	Lanza J., Sotres P., Sánchez L., Galache J.A., Santana J.R., Gutiérrez V., Muñoz L	Estudo de caso
Benchmarking real-time vehicle data streaming models for a smart city	2017	Jorge Y. Fernández-Rodríguez, Juan A. Álvarez-García, Jesús Arias Fisteus, Miguel R. Luaces, Victor Corcoba Magaña	Estudo de caso
A Master Data Management Solution to Unlock the Value of Big Infrastructure Data for Smart, Sustainable and Resilient City Planning	2017	S. Thomas Ng, Frank J. Xu, Yifan Yang, Mengxue Lu	Estudo de caso
Integrating building and urban semantics to empower smart water solutions	2017	Shaun Howell, Yacine Rezgui, Thomas Beach	Estudo de caso
Edge Computing-An Emerging Computing Model for the Internet of Everything Era	2017	Shi W., Sun H., Cao J., Zhang Q., Liu W.	Estudo de caso
ISO-Standardized Smart City Platform Architecture and Dashboard	2017	Zdraveski V., Mishev K., Trajanov D., Kocarev L.	Estudo de caso

Título	Ano	Autores	Área
Fog of Everything: Energy-Efficient Networked Computing Architectures, Research Challenges, and a Case Study	2017	Baccarelli E., Naranjo P.G.V., Scarpiniti M., Shojafar M., Abawajy J.H.	Estudo de caso
SenseCityVity: Mobile Crowdsourcing, Urban Awareness, and Collective Action in Mexico	2017	Ruiz-Correa S., Santani D., Ramírez-Salazar B., Ruiz-Correa I., Rendón-Huerta F.A., Olmos-Carrillo C., Sandoval-Mexicano B.C., Arcos-García Á.H., Hasimoto-Beltrán R., Gatica-Perez D.	Estudo de caso
A NoSQL-SQL Hybrid Organization and Management Approach for Real-Time Geospatial Data: A Case Study of Public Security Video Surveillance	2017	Wu, Chen; Zhu, Qing; Zhang, Yeting; et al.	Estudo de caso
A survey towards an integration of big data analytics to big insights for value-creation	2018	Mandeep Kaur Saggi, Sushma Jain	Estudo de caso
Water quality monitoring in smart city: A pilot project	2018	Yiheng Chen, Dawei Han	Estudo de caso
IoV distributed architecture for real-time traffic data analytics	2018	Mohamed Nahri, Azedine Boulmakoul, Lamia Karim, Ahmed Lbath	Estudo de caso
European-wide study on big data for supporting road transport policy	2018	Elena Paffumi, Michele De Gennaro, Giorgio Martini	Estudo de caso

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Analysis of urban environmental problems based on big data from the urban municipal supervision and management information system	2018	Rencai Dong, Siyuan Li, Yonglin Zhang, Nana Zhang, Xiao Fu	Estudo de caso
Towards a Cloud Computing Paradigm for Big Data Analysis in Smart Cities	2018	Massobrio R., Nesmachnow S., Tchernykh A., Avetisyan A., Radchenko G.	Estudo de caso
A Case Study Analysis of Clothing Shopping Mall for Customer Design Participation Service and Development of Customer Editing User Interface	2018	Yuan, Ying; Huh, Jun-Ho	Estudo de caso
Realizing the geospatial potential of mobile, IoT and big data	2012	George Percivall	Pesquisa
A middleware framework for urban data management	2013	Larissa Romualdo-Suzuki, Anthony Finkelstein, David Gann	Pesquisa
Km4City ontology building vs data harvesting and cleaning for smart-city services	2014	Pierfrancesco Bellini, Monica Benigni, Riccardo Billero, Paolo Nesi, Nadia Rauch	Pesquisa
Survey of data-centric Smart City	2014	Wang J., Li C., Xiong Z., Shan Z.	Pesquisa
IoT4S: A new architecture to exploit sensing capabilities in smart cities	2014	Fazio M., Puliafito A., Villari M.	Pesquisa

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Semantic reasoning with contextual ontologies on sensor cloud environment	2014	Park K., Kim Y., Chang J	Pesquisa
The impact of big data on M&S: do we need to get "big"?	2015	Siman J. E. Taylor	Pesquisa
Research on security construction of smart city	2015	Zhu Y., Zuo J.	Pesquisa
Safety awareness network	2015	Wang P., Woo K.W., Koyama K., Longo S., Martin M., Jacobs T.	Pesquisa
A literature survey on smart cities	2015	ChuanTao Zin, Zhang Xiong, Hui Chen, JingYuan Wang, Daven Cooper, Bertrand David	Pesquisa
Applications of big data to smart cities	2015	Eiman Al Nuaimi, Hind Al Neyadi, Nader Mohamed, Jameela Al-Jaroodi	Pesquisa
The Street As Platform How Digital Dynamics Shape the Physical City	2015	Hill, Dan	Pesquisa
The digital skin of cities: urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data	2015	Rabari, Chirag; Storper, Michael	Pesquisa
Energy Efficient Control of the Air Compressor in a Serial Hybrid Bus based on Smart Data	2016	Dzmitry Tretsiak, Tim Häberlein, Bernard Bäker	Pesquisa

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Reusable Coordination Components: Reliable Development of Cooperative Information Systems	2016	Kühn E.	Pesquisa
Application Architecture for the Internet of Cities: Blueprints for Future Smart City Applications	2016	Schleicher J.M., Vogler M., Dustdar S., Inzinger C.	Pesquisa
Extracting usage patterns from power usage data of homes' appliances in smart home using big data platform	2016	Honarvar A.R., Sami A	Pesquisa
The concept, key technologies and applications of temporal-spatial information infrastructure	2016	Li, Chengming; Liu, Po; Yin, Jie; et al.	Pesquisa
Analysis of the Spanish Information and Scientific Literature about the Smart-City Phenomenon, the Digital Native's Habitat	2016	Cabezuelo-Lorenzo, Francisco; Bonete-Vizcaino, Fernando; Sanchez-Martinez, Maria	Pesquisa
Enterprise Architectures for Supporting the Adoption of Big Data	2017	Yiwei Gong, Marijn Janssen	Pesquisa
NIST Big Data Reference Architecture for Analytics and Beyond	2017	Wo Chang	Pesquisa
Software Platforms for Smart Cities: Concepts, Requirements, Challenges, and a Unified Reference Architecture	2017	Eduardo Felipe Zambom Santana, Ana Paula Chaves, Marco Aurelio Gerosa, Fabio Kon, Dejan S. Milojevic	Pesquisa

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Enabling Smarter Societies through Mobile Big Data Fogs and Clouds	2017	Yasir Arfat, Muhammad Aqib, Rashid Mehmood, Aiiad Albeshri, Ahmed Alzahrani	Pesquisa
Enabling Next Generation Logistics and Planning for Smarter Societies	2017	Sugimiyanto Suma, Rashid Mehmood, Nasser Albugami, Iyad Katib, Aiiad Albeshri	Pesquisa
Object detection among multimedia big data in the compressive measurement domain under mobile distributed architecture	2017	Jie Guo, Bin Song, Fei Richard Yu, Zheng Yan, Laurence T. Yang	Pesquisa
RIoT Bench: An IoT benchmark for distributed stream processing systems	2017	Shukla A., Chaturvedi S., Simmhan Y.	Pesquisa
Applicability of Big Data Techniques to Smart Cities Deployments	2017	Moreno M.V., Terroso-Saenz F., Gonzalez-Vidal A., Valdes-Vela M., Skarmeta A.F., Zamora M.A., Chang V.	Pesquisa
Heterogeneous ad hoc networks: Architectures, advances and challenges	2017	Qiu T., Chen N., Li K., Qiao D., Fu Z.	Pesquisa
The GPS trajectory data research based on the intelligent traffic big data analysis platform	2017	Zhang X., Yuan Z.	Pesquisa
Big IoT Data Analytics: Architecture, Opportunities, and Open Research Challenges	2017	Marjani M., Nasaruddin F., Gani A., Karim A., Hashem I.A.T., Siddiqa A., Yaqoob I.	Pesquisa

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
My city dashboard: Real-time data processing platform for smart cities	2017	Usurelu C.-C., Pop F.	Pesquisa
Intelligent data metrics for urban driving with data fusion and distributed machine learning	2017	Silva F., Quintas A., Jung J.J., Novais P., Analide C.	Pesquisa
The core enabling technologies of big data analytics and context-aware computing for smart sustainable cities: a review and synthesis	2017	Simon Elias Bibri, John Krogstie	Pesquisa
Conceptualizing “Smart Cities”	2017	Matthias Finger, Mahomad Razaghi	Pesquisa
Managing Urban Resilience	2017	Bernhard Klein, Reinhard Koenig, Gerhard Schmitt	Pesquisa
A Smart City Environmental Monitoring Network and Analysis Relying on Big Data Techniques	2018	Ashraf Tahat, Ruba Aburub, Aseel Al-Zyoude, Chamseddine Talhi	Pesquisa
The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability	2018	Simon Elias Bibr	Pesquisa
SMLXL: Scaling the smart city, from metropolis to individual	2018	Nicole Gardner, Luke Hespanho	Pesquisa
Introduction: Innovation and identity in next-generation smart cities	2018	Hoon Han, Scott Hawken	Pesquisa

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
An urban building database (UBD) supporting a smart city information system	2018	Claudia Sousa Monteiro, Carlos Costa, André Pina, Maribel Y. Santos, Paulo Ferrão	Pesquisa
Smart cities and digital workplace culture in the global European context: Amsterdam, London and Paris	2018	Michelangelo Vallicelli	Pesquisa
Integrated intelligent water-energy metering systems and informatics: Visioning a digital multi-utility service provider	2018	Rodney A. Stewart, Khoi Nguyen, Cara Beal, Hong Zhang, Panagiotis Kossieris	Pesquisa
PETRA: Governance as a key success factor for big data solutions in mobility	2018	Wijnand Veeneman, Haiko van der Voort, Fabio Hirschhorn, Bauke Steenhuisen, Bram Klievink	Pesquisa
Towards fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare	2018	Bahar Farahani, Farshad Firouzi, Victor Chang, Mustafa Badaroglu, Kunal Mankodiya	Pesquisa
LocalFocus: A Big Data Service Platform for Local Communities and Smarter Cities	2018	Bergamini C., Bosi F., Corradi A., Rolt C.R.D., Foschini L., Monti S., Seralessandri M	Pesquisa
Distributed attack detection scheme using deep learning approach for Internet of Things	2018	Diro A.A., Chilamkurti N.	Pesquisa
Big Data Handling Over Cloud for Internet of Things	2018	Goyal T., Rathi R., Jain V.K., Pilli E.S., Mazumdar A.P.	Pesquisa



<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Área</b>
Distributed data stream processing and edge computing: A survey on resource elasticity and future directions	2018	Dias de Assunção M., da Silva Veith A., Buyya R.	Pesquisa
Smart e-learning systems with big data	2018	Caviglione L., Coccoli M.	Pesquisa
Analysis of security issues for the internet of vehicles in India	2018	Nithyanantham S., Kannimuthu S.	Pesquisa
Information management in the smart city	2018	Stone, Merlin; Knapper, Jonathan; Evans, Geraint; et al.	Pesquisa
Crowdsourced Quantification and Visualization of Urban Mobility Space Inequality	2018	Szell, Michael	Pesquisa
Smart Cities in Taiwan: A Perspective on Big Data Applications	2018	Wu, Shiann Ming; Chen, Tsung-chun; Wu, Yenchun Jim; et al.	Pesquisa