



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE PÚBLICO NO ÂMBITO DAS CIDADES INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

*PUBLIC TRANSPORT TECHNOLOGIES IN THE FRAMEWORK OF INTELLIGENT CITIES:
A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

MAICON DA CUNHA FOGAÇA

INSTITUTO DE GESTÃO EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO - IGTI

EDER JUNIOR ALVES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Nota de esclarecimento:

Comunicamos que devido à pandemia do Coronavírus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020**.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE PÚBLICO NO ÂMBITO DAS CIDADES INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Objetivo do estudo

O objetivo desta pesquisa é de forma sistemática identificar e analisar dentro do contexto de cidades inteligentes as principais tecnologias e trabalhos que buscam torna o transporte público mais eficiente e sustentável.

Relevância/originalidade

Devido ao crescente adensamento urbano no século XXI, torna-se cada vez mais importante e necessário o interesse por tecnologias que possam melhorar a mobilidade urbana, para isso surge o conceito Cidade Inteligente. Nesse sentido, como os governos e profissionais dentro dos conceitos de cidades inteligentes estão solucionando problemas na mobilidade urbana através do transporte público?

Metodologia/abordagem

Esta pesquisa é básica, descritiva e qualitativa, realizada por meio de revisão sistemática da literatura as bases de dados EBSCO, Google Acadêmico e IEEE entre os anos de 2013 a 2019.

Principais resultados

Os principais resultados foram 8 publicações em português e 23 publicações em inglês relevantes ao tema, sendo: RFID, GPS, TICs, IoT, Computação em Nuvem e Big Data as principais tecnologias no contexto de cidades inteligentes para o transporte público.

Contribuições teóricas/metodológicas

Através da análise de todos os trabalhos selecionados, foi apresentado um conceito teórico de gestão dos dados de forma integrada, aonde possibilita torna o transporte público mais informativo, inteligente e eficiente.

Contribuições sociais/para a gestão

Concluiu-se que através dessas tecnologias é possível identificar e compreender quais são os reais fatores causadores do problema de mobilidade urbana da cidade, permitindo buscar soluções mais assertivas e com menor tempo de resposta.

Palavras-chave: Cidade Inteligente, Inovação no Transporte Público, Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), Mobilidade Inteligente, Revisão Sistemática da Literatura



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



PUBLIC TRANSPORT TECHNOLOGIES IN THE FRAMEWORK OF INTELLIGENT CITIES: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Study purpose

The objective of this research is to systematically identify and analyze within the context of smart cities the main technologies and jobs they seek to make public transport more efficient and sustainable.

Relevance / originality

Due to the growing urban density in the XXI century, the interest in technologies that can improve urban mobility becomes more and more important and necessary, for this reason the Smart City concept arises. In this sense, how are governments and professionals within the concepts of smart cities solving problems in urban mobility through public transport?

Methodology / approach

This research is basic, descriptive and qualitative, carried out through systematic literature review of the databases EBSCO, Google Scholar and IEEE between the years 2013 to 2019.

Main results

The main results were 8 publications in Portuguese and 23 publications in English relevant to the theme, being: RFID, GPS, ICTs, IoT, Cloud Computing and Big Data the main technologies in the context of smart cities for public transport.

Theoretical / methodological contributions

Through the analysis of all the selected works, it was presented a theoretical concept of data management in an integrated way, where it makes public transport more informative, intelligent and efficient.

Social / management contributions

It was concluded that through these technologies it is possible to identify and understand what are the real factors that cause the problem of urban mobility in the city, allowing to seek more assertive solutions and with less response time.

Keywords: Smart City, Innovation in Public Transport, Intelligent Transport Systems (ITS), Smart Mobility, Systematic Literature Review



1 Introdução

No século XXI, estudiosos de todo mundo, cada vez mais estão se preocupando com o crescimento acelerado da população em cidades. De acordo com Postscapes (2015), mais de 50% da população do mundo inteiro já mora em cidades e esse número tem previsão de chegar a 65% em 2040. Está rápida transição para locais urbanos cria vários desafios referentes ao planejamento, desenvolvimento e operação das cidades (Bollier, 1998). Portanto gerir áreas urbanas cada vez mais se tornará um dos desafios mais importantes do século XXI.

Nesse contexto um desafio enfrentado por grande parte das cidades vem a ser sobre mobilidade urbana. A dificuldade dos órgãos gestores e as empresas de transportes em promover ações rápidas e eficientes, com o tempo, vêm favorecendo a ineficiência dos serviços de transporte público, conduzindo os resultados ao afastamento de seus objetivos. Desta forma, quanto mais ineficiente forem os serviços de transporte público, mais aumentará o uso de veículos particulares. Este aumento trás desequilíbrio na utilização do espaço urbano referente à mobilidade. Cada vez mais índices de lentidão e congestionamentos nas vias urbanas acontecerão, refletindo ineficiência em todos os modais de transporte.

De acordo com Cardoso (2008), os prejuízos causados pela ineficiência de um sistema de transporte público são observados por todos os cidadãos da cidade, principalmente pelos cidadãos de menor renda que mais necessitam de tais transportes. Os impactos da ausência de mobilidade urbana podem ser observados em diversos setores, como é explicado por Costa (2015) que a ausência de mobilidade na cidade tem forte impacto negativo na qualidade de vida dos cidadãos e também na economia. Demonstra como exemplo os prejuízos financeiros das empresas pelos congestionamentos que causam a redução de desempenho dos funcionários em virtude do tempo perdido no deslocamento de sua residência para o trabalho.

Segundo Costa (2015), várias soluções vem sendo pensadas e trabalhadas ao redor do mundo, tecnológicas ou não, em busca de alternativas que visão melhorar a mobilidade urbana. Andrade e Galvão (2016) explicam que países desenvolvidos tem buscado soluções que tornem o transporte público de massa em um transporte eficiente para solucionar os problemas de mobilidade nas cidades, através da sua qualidade, passa a ser alternativa ao transporte individual.

A busca por soluções inteligentes e sustentáveis para encarar os desafios impostos pelo crescimento urbano acelerado e seus impactos vem a ser o conceito de *Smart City* (Cidade Inteligente). Sendo o termo Cidade Inteligente adotado por algumas empresas de tecnologia em 2005 (CISCO, IBM, SIEMENS), de forma a representar todo tipo de sistema de informação que integre serviços de infraestrutura urbana ou de inovação tecnológica para o planejamento, desenvolvimento e operação de cidades (Harrison & Donnelly, 2011).

São inúmeras tecnologias envolvidas no contexto de cidades inteligentes, considerando tal fato, como os gestores públicos e profissionais podem solucionar problemas de mobilidade urbana através do transporte público implementando conceitos de cidade inteligente? Quais são as tecnologias que permeiam o transporte público em uma cidade inteligente? Quais trabalhos tem relevância na solução de problemas na mobilidade urbana através do transporte público dentro do contexto de cidades inteligentes?

O objetivo do presente artigo é dentro do contexto de cidades inteligentes identificar e compreender os principais conceitos tecnológicos que possibilitam o transporte público se torna eficiente e sustentável. Identificar as tecnologias mais presentes no setor de transporte público e apresentar um modelo que auxilie na criação de um transporte público inteligente.



2 Referencial Teórico

2.1 Definições de Cidade Inteligente – *Smart City*

O termo Cidade Inteligente começou a surgir no início da década de 90, sendo um conceito que defendia a criação e implantação de políticas urbanas inovadoras para enfrentar os diversos problemas das cidades devido ao rápido adensamento urbano e envelhecimento das infraestruturas urbanas. Isso trouxe a luz discussões sobre como as tecnologias modernas poderiam auxiliar na solução de tais problemas (Bollier, 1998).

A partir de então houve várias definições sobre o que é uma cidade inteligente, mas não há um consenso universal sobre tal definição. No entanto, podemos destacar que a maioria dessas definições citam que o objetivo de uma cidade inteligente é a melhoria da qualidade de vida do cidadão. A tabela 1 apresenta algumas definições sobre o que é uma cidade inteligente em ordem alfabética por autor.

Tabela 1
Definições sobre uma Cidade Inteligente

Autor	Definição
Caragliu, Bo e Nijkamp (2011)	Uma cidade é inteligente quando os investimentos em capital humano, social e em infraestrutura de comunicação tradicional (transporte) e moderna (TIC) impulsionam o crescimento econômico sustentável e a alta qualidade de vida, com uma gestão inteligente dos recursos naturais, por meio de uma governança participativa.
Dameri (2013)	Define Cidade Inteligente como uma área geográfica bem definida, na qual tecnologias como TIC, logística, produção de energia e assim por diante cooperam para criar benefícios para os cidadãos em termos de bem-estar, inclusão e participação, qualidade ambiental e desenvolvimento inteligente.
Hall (2000)	Define como uma cidade que monitora e integra as condições de todas as suas infraestruturas críticas, incluindo estradas, pontes, túneis, ferrovias, metrô, aeroportos, portos, comunicações, água, energia, até mesmo grandes edifícios, podem otimizar seus recursos, planejar suas atividades de manutenção preventiva e monitorar os aspectos de segurança, maximizando os serviços para seus cidadãos.
Harrison et al. (2010)	Definem Cidade Inteligente como sendo áreas urbanas que exploram os dados operacionais, tais como os que resultam do congestionamento de tráfego, das estatísticas de consumo de energia e dos eventos de segurança pública, a fim de otimizar a operação dos serviços da cidade.

Nota. Fonte: o autor, 2019.

2.2 Internet das Coisas – IoT, definições e características

O termo Internet das Coisas surgiu em uma apresentação de Kevin Ashton para executivos da Procter & Gamble em 1999, com intuito de demonstrar uma nova ideia do sistema de *Radio-frequency identification* (RFID) ou Identificação de Rádio Frequência para a rastreabilidade do produto na cadeia de suprimentos. Para Ashton (2009), os objetos do mundo físico poderiam se conectar a internet, criando um mundo mais inteligente.

A definição de Internet das Coisas entre os estudiosos tem variações e diferenças no entendimento e conceituação, não havendo uma definição única. Segundo Waher (2015), a Internet das Coisas é algo que conseguiu-se obter quando conecta “coisas”, não operadas por humanos, à internet.

Em uma visão mais profunda a União Internacional de Telecomunicações define IoT sendo uma infraestrutura global que permite interconexão (física e virtual) de “coisas”, utilizando-se de tecnologias interoperáveis de informação e comunicação (TICs), existentes e que estão em evolução (*International Telecommunication Union [ITU]*, 2012).

De acordo com Buckley (2006) a IoT pode ser interpretada como uma evolução radical da internet atual para uma rede de objetos interconectados que não apenas colhe



informações do ambiente físico, mas suporta padrões existentes da Internet para realizar serviços de transferência de informação, de análise, aplicações e comunicações entre si.

A IoT está fazendo com que o mundo físico se torne um ecossistema de informação. Isso possibilita qualquer objeto sentir o ambiente a sua volta e se comunicar com outros objetos independentemente de intervenção humana. Os objetos passam então a ter participação ativa nos processos de negócio (Chui, Löffler, & Roberts, 2010; Weber, 2013). Permite que as pessoas e objetos conectem a qualquer hora, em qualquer lugar, utilizando algum tipo de rede e protocolo padrão de comunicação para utilização de serviços (Razzaque, Milojevic-Jevric, Palade, & Clarke, 2016).

As redes de sensores sem fio formam um grafo, através de vários nós que realizam o sensoriamento de uma região e enviam informações para um nó coletor, usualmente através de conexão com a internet. Com isso, podemos perceber que a sua maior característica é a heterogeneidade dos dispositivos e componentes que a integram (Razzaque, Milojevic-Jevric, Palade, & Clarke, 2016).

Dentro do contexto de cidades inteligentes a IoT tem possibilitado várias inovações para solucionar problemas cotidianos da cidade atual, ampliando o potencial humano em diversas áreas como: planejamento urbano (cidades, edifícios e trânsito inteligente), meio ambiente (energia e água), indústria, comércio, turismo, educação, saúde, trabalho, segurança e governo.

2.3 Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs)

As TICs surgiram na metade da década de 1970 no contexto da Terceira Revolução Industrial e Revolução Informacional. Mas o grande avanço das novas TICs ocorreu a partir da década de 1990, com o objetivo de captar, transmitir e distribuir de forma precisa e rápida as informações, através dos meios de televisão, das telecomunicações e pela internet (Portal Educação, 2017).

Atualmente as TICs estão presentes em vários aspectos do cotidiano das pessoas transformando hábitos pessoais em dados urbanos tangíveis e manejáveis no meio virtual, com o monitoramento, armazenamento, transmissão e análise dos dados. Através dessas ações passa a ser possível ajustar o comportamento humano, entender o dinamismo da cidade, detectar situações modificadoras do comportamento coletivo ou individual, entender o cotidiano dos cidadãos e suas necessidades perante o espaço urbano (Silva, Melo, Almeida, & Loureiro, 2014).

Essa análise dos dados urbanos revela um novo ambiente urbano chamado por cidade inteligente (Bollier, 1998), sendo uma cidade com a capacidade de coletar, processar e analisar dados das interações humanas e do meio ambiente através de “coisas” inteligentes distribuídas pela cidade. A intenção das TICs é adaptar e otimizar as operações da cidade de forma preditiva, ou para auxiliar na tomada de decisões em que exijam imediatismo por parte dos *stakeholders* que gerenciam a cidade (Hall, 2000; Harrison et al., 2010).

Neste contexto as TICs desempenham papel em potencializar a criação de uma cidade inteligente que é capaz de sentir, gerir e responder com eficiência aos desafios impostos pelo rápido adensamento urbano no século XXI (Nam & Pardo, 2011; *International Data Corporation [IDC]*, 2012).

2.4 Big Data

O termo *Big Data* é bem amplo e existem várias definições entre os autores, por tanto não há um consenso universal sobre o termo. McKinsey (2011) explica o termo *Big Data* como um conjunto de dados cujo crescimento é exponencial e sua dimensão está além das



habilidades das ferramentas tradicionais utilizadas pelo mercado em capturar, armazenar, gerenciar e analisar dados.

Em uma outra definição Gartner (n.d.) explica que em termos gerais, *Big Data* é como um ativo de alto volume, velocidade e variedade de informação com inovação e um baixo custo de processamento de informação de forma automática, permitem aos tomadores de decisões uma melhor percepção dos dados.

De acordo com o IDC (2011) o *Big Data* demonstra uma nova geração de tecnologias e arquiteturas criadas para extrair de forma econômica o valor de grandes volumes de dados heterogêneos, permitindo alta velocidade de captura, descoberta e análise.

Dentro destes conceitos pode-se perceber que o *Big Data* possui quatro características principais conhecidas como 4 Vs, são eles: Volume - quantidade de dados gerados e coletados em diversos dispositivos, a qual ferramentas de *Big Data* devem ser capazes de lidar com esse desafio; Variedade - representa a variedade dos dados, como dados estruturados, semi-estruturados e não-estruturados; Velocidade - processamento de dados bem mais rápido que o tradicional, em alguns casos, em tempo real; Veracidade - é a qualidade dos dados, utilizando fontes confiáveis e consistentes.

No contexto de uma cidade inteligente, o *Big Data* faz com que seja possível o gerenciamento de grande quantidade de dados heterogêneos gerados por uma cidade inteligente. Sendo possível analisar em tempo real condições de temperatura, qualidade do ar e pluviometria da cidade, dados gerados por cidadãos através de *smartphones* ou por modais públicos como ônibus, metrô, BRT, trem que podem enviar em tempo real a sua posição, velocidade, quantidade de passageiros ou até mesmo a situação do trânsito na cidade para uma aplicação (Westcon, n.d.).

2.5 Computação em Nuvem – *Cloud Computing*

O termo Computação em Nuvem surgiu em 2006 em uma palestra de Eric Schmidt, da Google, em uma explicação de como a Google gerenciava seus *data centers*. (Taurion, 2009).

Esse termo traz consigo várias definições entre os estudiosos, mas de certa forma são relativamente parecidas. Segundo Vaquero, Rodero-Merino, Caceres e Lindner (2009), computação em nuvem pode ser entendido como sendo um conjunto de recursos virtuais de fácil acesso e uso. Sendo esses recursos elásticos, se ajustando a necessidade do serviço, permitindo a expansão ou otimização do uso dos recursos.

Apesar de existir várias definições o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) dos EUA publicou uma definição que é frequentemente vista em trabalhos acadêmicos e citada como umas das definições mais articuladas e abrangentes sobre computação em nuvem, definindo-a como sendo um modelo que possibilita o acesso à rede de forma ubíqua, com um conjunto compartilhado de recursos computacionais configuráveis que visa o mínimo de esforço na gestão ou interação com o provedor de serviços, possibilitando de maneira rápida o fornecimento ou adaptação dos recursos a qualquer momento (Mell & Grance, 2011).

Em uma cidade inteligente as tecnologias são aplicadas em espaços públicos onde estão sujeitas a influências sazonais, devido à própria dinâmica da mobilidade urbana, faz com que varie o grau de utilização dos recursos de comunicação dos dispositivos e sensores, portanto há a necessidade de gerenciamento dinâmico e recursos computacionais flexíveis que proporcionem escalabilidade horizontal e vertical de maneira fácil e rápida a medida que haja necessidade de utilização. Com isso, a computação em nuvem vem se tornando um importante pilar para as estratégias que visam tornar as cidades mais sustentáveis e inteligentes.



3 Metodologia

A partir de uma revisão sistemática da literatura, buscou-se identificar e compreender as tecnologias envolvidas no contexto de cidades inteligentes para o transporte público. Sendo para Kitchenham (2007), a revisão sistemática da literatura o meio pelo qual se busca identificar, avaliar e interpretar através de um formato sistêmico pesquisas disponíveis e relevantes para uma dada questão de interesse. Segundo Jalonon (2012), é uma metodologia confiável, tem princípios rigorosos e permite ser auditável para validar os resultados se necessário, busca interpretar pesquisas prévias relacionadas a um fenômeno particular de interesse do pesquisador. Para Kitchenham (2007), seus motivos mais comuns são resumir as evidências existentes relativas a um tratamento ou tecnologia, identificar lacunas nas pesquisas atuais sugerindo investigações adicionais e posicionar adequadamente futuros esforços de pesquisas.

Como definição a pesquisa é de natureza básica. Tem como objetivo a pesquisa descritiva para demonstrar as principais tecnologias em cidades inteligentes como solução para problemas de mobilidade urbana com foco no transporte público. A abordagem analítica adotada foi qualitativa. Para tanto, foram considerados critérios de inclusão e exclusão dos resultados, a estratégia para localizar e selecioná-los, conforme descrito a seguir.

Este artigo conduziu a revisão sistemática da literatura em três fases. Na primeira fase, foram escolhidas as bases de dados EBSCO, Google Acadêmico e IEEE por serem bases multidisciplinares e apresentarem amplo conteúdo. Em seguida foram realizadas três rodadas de consultas as bases eletrônicas para estruturação das *strings* de pesquisa. Vale ressaltar que esse artigo adotou os idiomas em português e inglês para realização do estudo, portanto buscou-se obter um parâmetro do nível de estudo atual no Brasil em comparação ao mundo.

A criação das *strings* para a pesquisa dos trabalhos em português ficaram definidas conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2

Strings para pesquisa de trabalhos em idioma português

Base de dados	String
EBSCO	"transporte público" AND tics AND ("cidades inteligentes" OR "cidade inteligente" OR "smart city" OR "smart cities") AND "big data"
Google Acadêmico	"transporte público" AND tics AND ("smart cities" OR "cidades inteligentes") AND "big data"
IEEE	Não há trabalhos em português nesta base de dados.

Nota. Fonte: o autor, 2019.

A criação das *strings* para a pesquisa dos trabalhos em inglês ficaram definidas conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3

Strings para pesquisa de trabalhos em idioma inglês

Base de dados	String
EBSCO	Não foi realizado um estudo sobre os trabalhos, por ter ficado muito grande a quantidade de resultados obtidos pela base de dados.
Google Acadêmico	"public transport" AND "big data" AND ("smart city" OR "smart cities") AND technology AND intelligent AND ict AND "internet of things" AND "intelligent transport system"
IEEE	"public transportation" AND "smart cities" AND "big data"

Nota. Fonte: o autor, 2019.

A busca foi configurada em todas as bases para localizar os termos sem filtro por área de conhecimento e foram considerados os períodos de abrangência de 2013 a 2019. A busca



nas bases de dados resultou em um total de 274 publicações em português e 304 publicações em inglês.

Na segunda fase, foram criados os critérios de inclusão e exclusão, sendo: O termo inserido na máquina de busca deve constar no título ou palavras-chave do resultado; Deve estar disponível na base de dados; Ser um estudo teórico ou empírico com foco em tecnologias para o transporte público e está relacionado diretamente ao tema de pesquisa.

A terceira fase foi dividida em duas etapas, sendo o processo de seleção preliminar onde consistiu na documentação dos trabalhos recuperados das bases em um formulário de condução da revisão sistemática e selecionados nos critérios mencionados anteriormente. Obras repetidas foram documentadas uma única vez. Em seguida foi realizada a leitura dos resumos dos trabalhos armazenados. Constatando-se a relevância de um trabalho, já destacada no resumo, ele foi selecionado para ser lido na íntegra. Para tanto foi realizada uma categoria de relevância ao tema de pesquisa em três níveis, sendo eles: 0 – não relevante; 1 – pouco relevante; 2 – relevante.

A segunda etapa, foi o processo de seleção final onde consistiu na leitura completa dos trabalhos selecionados na etapa de seleção preliminar e que obtiveram o nível de relevância 2. Foram selecionadas 8 publicações em português e 23 publicações em inglês. Na leitura foi realizada uma síntese geral e algumas considerações sobre os resultados observados nos trabalhos selecionados, destacando-se as tecnologias, os métodos de implantação e os conceitos subjacentes envolvidos. Para conceitos clássicos foram realizados fichamento de conteúdo acompanhado de um fichamento de citações e fichamento bibliográfico.

4 Análise dos Resultados

As bases de dados não tiveram o mesmo início de ano em relação às publicações. Para padronizar o espaço temporal da pesquisa em todas as bases, foi adotado o critério de buscar trabalhos que tivessem sua publicação a partir do ano de 2013.

4.1 Resultados da pesquisa no idioma português

Para apresentação dos resultados em português o histórico de publicações em relação as *strings* de pesquisa entre 2013 e 2019, como é apresentado no Figura 1.

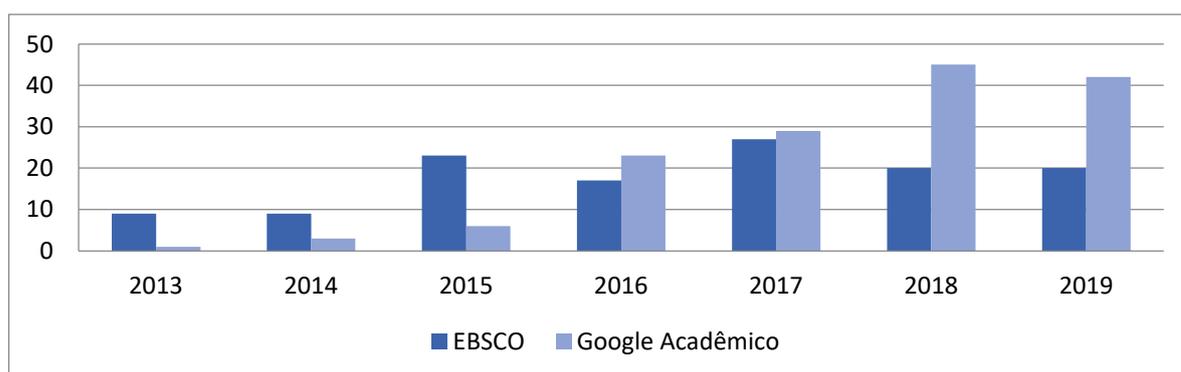


Figura 1. Histórico de publicações em português por base de dados

Fonte: o autor, 2019.

A Figura 1 demonstra que a base de dados Google Acadêmico foi a que mais trouxe resultados para a pesquisa e também teve o melhor desempenho em trabalhos com maior relevância ao tema proposto, sendo a quantidade de 6 trabalhos para a base Google Acadêmico e 2 para a base EBSCO. Nesse sentido a Tabela 4 apresenta os trabalhos mais relevantes no idioma português selecionados em ordem alfabética por autor, destacando-se o autor(es), o título, o objetivo do estudo e a metodologia.



Tabela 4

Informações dos trabalhos selecionados em português

Autor(es)	Título	Objetivo do estudo	Metodologia
Baad e Lasalvia (2013)	Aplicação Móvel para orientação de rotas a usuários de transporte público por ônibus, em Petrolina-PE	O Sistema Ônibus do Vale é uma aplicação móvel com foco nos passageiros de transporte público de ônibus da cidade de Petrolina-PE. Sua função é mostrar as rotas dos ônibus, a localização e os locais de paradas dos ônibus. Também é disponibilizada em tempo real a localização do usuário no mapa facilitando o acompanhamento do percurso até a parada desejada.	Empírico
Cruz e Sampaio (2017)	Investigando a Mobilidade Urbana Através de Dados Abertos Governamentais Enriquecidos com Proveniência	Criação do Sistema BusInRio que visa disseminar informações públicas disponibilizadas pela FETRANSPOR em conformidade com a política do governo brasileiro para dados abertos. Os clientes podem consultar DAG curados através da API e exibir para o usuário lista de linhas de ônibus e exibir as representações gráficas.	Empírico
Ferreira (2015)	Automação de Metodologia para avaliação da demanda de passageiros para transportes públicos na mobilidade urbana por meio da tecnologia RFID	Propor uma alternativa para obter informações sobre locais onde os passageiros do transporte público realizam os embarques e desembarques nos ônibus e algumas outras informações que medem a qualidade dos serviços.	Empírico
Junior et al. (2018)	Inovação nas paradas de ônibus de Presidente Prudente/SP	Elaborar um nova proposta de projeto para os terminais de ônibus e apresentar um aplicativo que torna o transporte público mais informativo e eficiente quanto a pagamento.	Teórico
Kamienski et al. (2016)	Computação Urbana: Tecnologias e Aplicações para Cidades Inteligentes	Demonstra no geral exemplos, conceitos e resultados obtidos pelas cidades inteligentes. Como estão aplicando essas tecnologias e o envolvimento de pessoas e governo unidos para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos nas cidades.	Teórico
Lourenço (2015)	Rio de Janeiro além de 2016: um projeto para a nova geração de infraestrutura em transportes	Identificar as principais políticas de transportes que orientam a administração do estado do Rio de Janeiro, da Região Metropolitana (RM) do Rio de Janeiro e da cidade do Rio de Janeiro, buscando apontar oportunidades para aprimoramentos gradativos, decorrentes de tendências futuras de desenvolvimento.	Teórico
Mata et al. (2014)	SIUT – Um Sistema de Informação Geográfica Móvel para Usuários de Transporte Público Urbano	Oferecer acesso aos usuários de ônibus de Brasília o tempo previsto para chegada de cada ônibus a partir de uma determinada parada. Busca orientar os usuários em tempo real a localização dos ônibus e do próprio usuário.	Empírico
Soares e Medeiros (2017)	Sistema para o Transporte Público Urbano baseado no conceito de <i>smart city</i>	Desenvolvimento do sistema <i>MobileBus</i> , voltado aos usuários de transporte público via ônibus. Seu desenvolvimento visa conseguir dimensionar o tempo que o usuário fica parado no ponto de ônibus, tempo de trajetória em tempo real do usuário e outros. Seu foco está no passageiro.	Empírico



Sousa (2019)	Modelo conceitual e físico para sistemas de transportes públicos utilizando modelagem de dados espaciais e análise orientada a objetos	Propor um padrão de modelo de dados conceitual e físico para sistemas de transportes públicos municipais, aplicando métodos de modelagem de dados espaciais e análise orientada a objetos.	Teórico
--------------	--	--	---------

Nota. Fonte: o autor, 2019.

Como um dos objetivos do trabalho, buscou-se identificar os 20 termos tecnológicos mais presentes no setor de transporte público relacionados ao conceito de cidade inteligente, portanto a Figura 2 apresenta uma nuvem de palavras, ao qual visa demonstrar quais são as tecnologias e sua importância por vezes que foi citada nos trabalhos selecionados.



Figura 2. Nuvem de palavras, trabalhos em português.

Fonte: o autor, 2019.

Observa-se que o termo RFID aparece em destaque, isso ocorre, porque esta é uma tecnologia de comunicação de curto alcance e etiquetas RFID podem ser lidas automaticamente por sensores na entrada ou saída de modais ou em pontos de parada, por exemplo, fazendo com que possa registrar a rotina de embarque e desembarque de um modal gerando informações como quantidade de passageiros no modal e no ponto de parada, horários de pico no transporte e etc. Essa tem sido uma tendência em projetos de transporte público no contexto de cidades inteligentes.

4.2 Resultados da pesquisa no idioma inglês

Para apresentação dos resultados no idioma inglês, o histórico de publicações em relação às strings de pesquisa tem início no ano de 2013, como é apresentado na Figura 3.

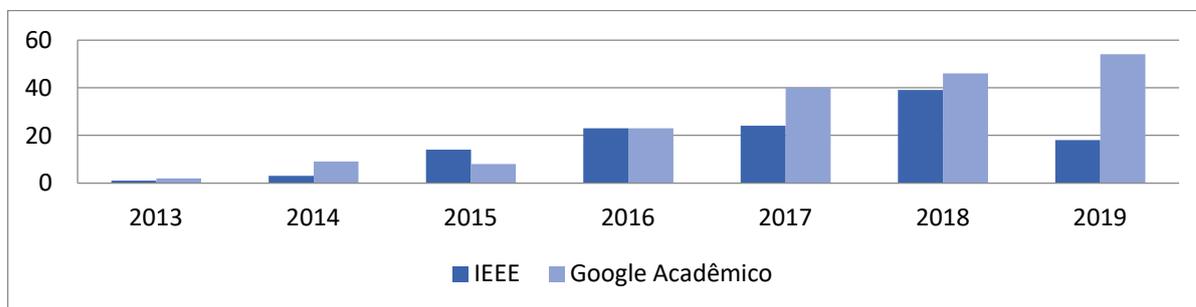


Figura 3. Histórico de publicações em inglês por base de dados

Fonte: o autor, 2019.

A Figura 3 demonstra que ambas as bases de dados trouxeram um número significativo de resultados para a pesquisa, mas o IEEE teve o melhor desempenho em trazer trabalhos com maior relevância ao tema proposto, sendo a quantidade de 16 artigos para a base IEEE e 7 para a base Google Acadêmico. A tabela 5 apresenta os artigos mais relevantes em inglês seguindo os mesmos critérios de seleção dos trabalhos em português.



Tabela 5

Informações dos trabalhos selecionados em inglês

Autor(es)	Título	Objetivo do estudo	Metodologia
Amugongo, Nggada e Sieck (2016)	Leveraging on open data to solve city challenges	Ilustrar através de um estudo de caso como a cidade de Windhoek pode utilizar e explorar dados abertos para fornecer informações mais inteligentes e serviços eficientes aos seus cidadãos.	Teórico
Chen et al. (2018)	TripImputor: Real-Time Imputing Taxi Trip Purpose Leveraging Multi-Sourced Urban Data	Propor uma estrutura probabilística de duas fases chamada <i>TripImputor</i> , para fazer a imputação em tempo real da finalidade da viagem de táxi e recomendar serviços aos passageiros nos pontos de desembarque.	Empírico
Chow et al.	Utilizing real-time travel information, mobile Applications and wearable devices for smart public transportation	Desenvolver um sistema que faça recomendações criando alternativas de viagem ao destino requerido em tempo real para que o passageiro em situações inesperadas como um atraso de um ônibus possa replanejar a sua viagem de maneira rápida, sem que perca muito tempo esperando o transporte.	Empírico
Davidsson (2016)	The Fourth Wave of Digitalization and Public Transport: Opportunities and Challenges	Identificar as oportunidades desafios da quarta onda de digitalização, conhecida como Internet das coisas (IoT), no que se refere ao transporte público, com isso entender como esse setor pode apoiar o desenvolvimento sustentável da sociedades.	Teórico
Farsi e Achuthan (2018)	Analysis of effectiveness of smart city implementation in transportation sector in Oman	Analisar e fornecer uma ilustração clara da eficácia da implementação de cidade inteligente no transporte público em Omã usando <i>Big Data</i> e suas aplicações.	Empírico
Fiore et al. (2019)	An Integrated Big and Fast Data Analytics Platform for Smart Urban Transportation Management	Desenvolver um aplicativo de análise de transporte público sobre a plataforma EUBraBIGSEA, para enfrentar análise de dados de tráfego urbano e os desafios de planejamento.	Empírico
García et al. (2016)	Systematic Development of Intelligent Systems for Public Road Transport	Propor um modelo de arquitetura para o desenvolvimento sistemático de sistemas avançados de telemática para melhorar o transporte público de passageiros por estrada.	Empírico
Horazdovský, Kozhevnikov e Svítek (2019)	Dynamic Public Transport in Smart City using Multi-agent system	Desenvolver um sistema multiagente que processa continuamente todos os dados on-line disponíveis e propõe rotas dinâmicas e horários de diferentes meios de transporte público.	Empírico
Horazdovský, Novotný e Svítek (2018)	Data-driven management of dynamic public transport	Criar uma proposta para a operação de um sistema de transporte público que responda à demanda real de passageiros através de rotas dinâmicas, tendo como foco municípios de pequeno porte a onde há uma pequena demanda por transporte público.	Teórico
Itoh et al. (2016)	Visual Exploration of Changes in Passenger Flows and Tweets on Mega-City Metro Network	Propor a integração visual de análise de tráfego e análise de mídia social usando duas formas de big data: dados de cartão inteligente no Metrô de Tóquio e dados de mídia social no Twitter.	Empírico



Kang et al. (2016)	A Public Transport Bus as a Flexible Mobile Smart Environment Sensing Platform for IoT	Apresentar um projeto e testes de pré-implantação de um ônibus de transporte como um serviço <i>Mobile Enterprise Sensor Bus</i> (M-ESB) na China que suporta dois requisitos principais: monitorar o ambiente físico urbano e monitorar condições de estrada.	Empírico
Menon, Sinha (2013)	Implementation of Internet of Things in Bus Transport System of Singapore	A pesquisa visa aumentar as informações em tempo real fornecidas aos passageiros do sistema de transporte de ônibus em Cingapura usando a Internet das Coisas.	Empírico
Posland et al. (2015)	Using a Smart City IoT to Incentivise and Target Shifts in Mobility Behaviour—Is It a Piece of Pie?	Analisar os tipos de incentivos que podem ser usados para mudar as viagens dos cidadãos atendendo metas específicas de sustentabilidade de transporte e desenvolver um sistema de incentivo que tenha consciência espacialmente temporal e possa ter como alvo contexto espaço-temporal antes de iniciar ou durante o seu deslocamento diário.	Empírico
Sun et al. (2018)	Short-Term Transit Decision Support System Using Multi-task Deep Neural Networks	Propor uma cadeia de ferramentas genérica que utiliza <i>feeds</i> de trânsito de GTFS e informações contextuais (padrões de atraso recorrentes antes e depois de grandes eventos na cidade / eventos agendados e condições climáticas previstas) como entradas e fornecer alertas de serviços como saída.	Empírico
Surnin et al. (2019)	Urban Public Transport Digital Planning based on an Intelligent Transportation System	Apresentar um sistema de transporte inteligente para gerenciamento, análise e controle avançado de transporte público urbano de passageiros.	Empírico
Vela et al. (2017)	Defining a NoSQL document database of accessible transport routes	Desenvolver uma estrutura tecnológica através do banco de dados NoSQL do tipo documento para o processamento, gerenciamento e exploração de dados abertos. Seu objetivo é promover acessibilidade aos transportes públicos da cidade visando pessoas com deficiência.	Empírico
Wang et al. (2016)	A big data Approach for smart transportation management on bus network	Propor um sistema de gerenciamento de três camadas para apoiar a mobilidade urbana inteligente, com ênfase no transporte de ônibus.	Empírico
Wang, Chen et al. (2016)	Early warning of city-scale unusual social event on public transportation smartcard data	Propor uma nova estrutura de detecção baseada em previsão que possa detectar precocemente um evento de multidão social em uma escala nível de cidade.	Empírico
Wang et al. (2017)	IS2Fun: Identification of subway station functions using massive urban data	Propor um <i>framework</i> baseado em modelo semântico chamado IS2Fun com a finalidade de identificar as funções de serviço das estações de metrô de Shanghai, tendo como base dados do mundo real, através de cartões inteligentes e pontos de interesse.	Empírico
Xia et al. (2018)	Exploring human mobility patterns in urban scenarios: A trajectory data perspective	Analisar os padrões de mobilidade humana nos finais de semana e nos dias úteis. Utilizando dados do metrô, táxi da cidade Quiangsheng em Xangai.	Empírico



Ydav, Singh (2019)	A Systemic Analysis for Development of Smart Transit System: An Indian Prospective	Realizar uma análise se o sistema de treinamento em simulação SIMIO tem capacidade de apoiar a fase de verificação do projeto de simulação para trânsito inteligente.	Empírico
Zhene et al. (2018)	Deep Convolutional Mesh RNN for Urban Traffic Passenger Flows Prediction	Propor um modelo de aprendizado profundo baseado na CNN e na RNN, que recebe o tráfego matricial como entrada, usando a CNN para extrair características de tráfego e a RNN para prever a evolução dos recursos para obter a previsão do fluxo de tráfego.	Empírico
Zong et al. (2017)	Spatiotemporal multi-task learning for citywide passenger flow predict	Desenvolver uma ferramenta analítica de aprendizagem multitarefa espaço-temporal através de uma abordagem de regressão para prever o fluxo de passageiros em toda cidade.	Empírico

Nota. Fonte: o autor, 2019.

Seguindo os mesmos critérios dos resultados em português a Figura 4 apresenta uma nuvem de palavras, ao qual visa demonstrar a importância dos termos por vezes citados nos trabalhos selecionados em inglês.



Figura 4. Nuvem de palavras, trabalhos em inglês.

Fonte: o autor, 2019.

Em comparação com a nuvem de palavras em português percebe-se que basicamente em sua maioria são os mesmo termos citados nas publicações em português, mas o termo *Big Data* e *App* se fazem bem mais presentes nos artigos em inglês, demonstrando uma grande importância no estudo do termo *Big Data* em outros países do que no Brasil. Os artigos em inglês tiveram muitos trabalhos empíricos, criação de aplicativos e sistemas, isso fez com que o termo *App* fosse bastante presente.

4.3 Discussão dos Resultados

A uma grande corrida por parte dos governos de todo mundo para torna os meios de transportes públicos existentes em sistemas inteligentes de transporte (ITS) com intuito de solucionar problemas na mobilidade urbana. Para que isso venha acontecer é necessário ter uma base de sustentação tecnológica e tendo como ponto de partida um incentivo por parte do governo buscando integrar empresas privadas e cidadãos a participarem de forma colaborativa para o bem comum. Os pilares de sustentação para se obter uma mobilidade inteligente, tem como fundamento o emprego de TICs, IoT e Computação em Nuvem, juntas elas conseguem gerar grande quantidade de dados possibilitando através do *Big Data* realizar análises em tempo real. Isso traz uma mudança de cultura e dinâmica no cotidiano de uma cidade. Faz com que serviços de transporte público passem a ser mais eficientes no atendimento ao cidadão, mas também seja fonte principal de benefício a outras áreas da sociedade, como: meio ambiente, saúde, segurança, entre outras. Uma cidade com mobilidade inteligente é uma cidade muito mais preparada para enfrentar o adensamento urbano, fornecendo vários



serviços à sociedade que dependem de uma boa mobilidade urbana. A Figura 5 demonstra as camadas que integram uma mobilidade inteligente dentro do conceito de cidades inteligentes.

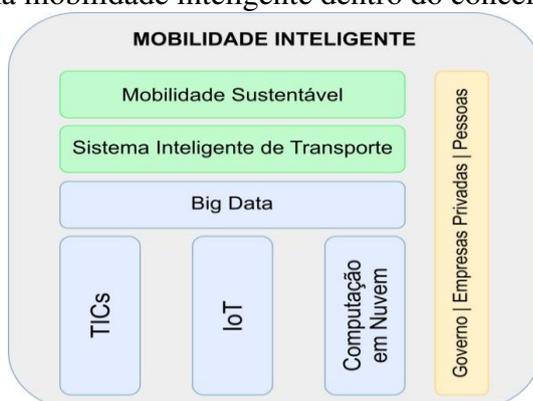


Figura 5. Pilares da mobilidade inteligente.

Fonte: o autor, 2019.

A forma como os países desenvolvidos estão trabalhando para melhorar a mobilidade urbana evidencia a busca por incentivar cada vez mais cidadãos a utilizarem o transporte público, mas para tanto o mesmo precisa ser eficiente e sustentável. Não existe um conceito e prática única para tornar o transporte público inteligente, isso ocorre porque cada cidade tem problemas específicos quanto à mobilidade. Sempre haverá adaptações dos modelos para melhor interagir com o cotidiano de cada cidade.

Nesse contexto, um ITS deve possibilitar a participação de todos os *stakeholders* e deve ser por parte do governo as iniciativas e estruturação da infraestrutura tecnológica em integrar as informações em um canal de acesso livre a todos. Com base em tais conceitos é proposto um modelo de fluxo de dados em um ITS de visão macro, como apresentado na Figura 6. O fluxo do processo de obtenção e disponibilização dos dados até o usuário final tem como foco não apenas a obtenção de dados, mas a disponibilização de dados para que todos os cidadãos possam contribuir e participar ativamente da evolução de sua cidade.

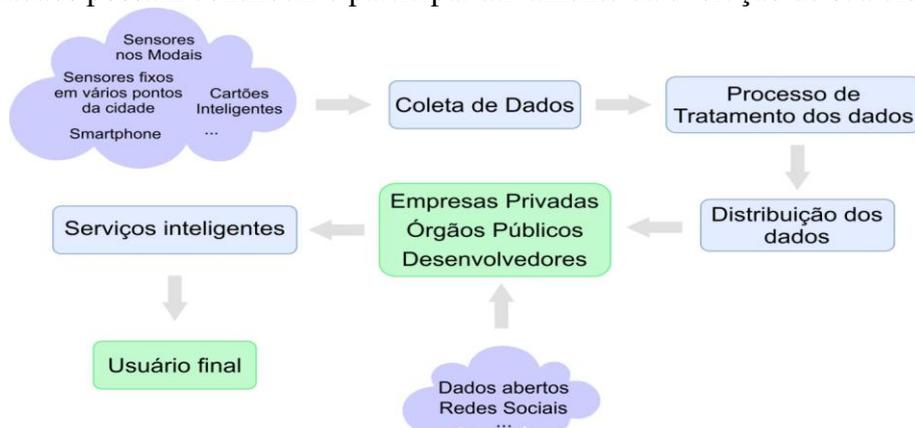


Figura 6. Visão macro sobre o fluxo de dados em um ITS.

Fonte: o autor, 2019.

O controle inicial dos dados até chegar aos *stakeholders* deve ser função do governo gerir e realizar a manutenção contínua, para que dessa forma consiga ter integração de vários dados em um canal único e disponível a todos.

A primeira etapa do fluxo de dados é onde encontra todas as tecnologias que vão gerar informações aos sistemas de coleta de dados, podem ser através dos *smartphones*, cartões inteligentes ou sensores em postes, paradas de ônibus, dentro dos ônibus, metrô, táxis. Nesse formato todas as “coisas”, pessoas e modais passam a gerar informações heterogêneas aos



sistemas de coleta. Essa etapa utiliza-se de plataformas IoT para integração e comunicação dos objetos.

Na etapa de coleta de dados, encontram-se os sistemas que visam coletar essa grande massa de dados heterogêneos e armazenar os dados em sua forma original. Essa etapa utiliza-se de tecnologias de *Big Data* para controle do processo.

Na etapa de tratamento dos dados, o objetivo é fazer um processo de Extração, Transformação e Carregamento (ETL) desses dados, sendo as atividades de limpeza, consolidação, agregação e integração, antes de disponibilizar os Dados.

Na etapa seguinte é o estágio de liberação dos dados, tornando-os Dados abertos a qualquer cidadão que queria analisar ou gerar informação com eles.

A última etapa do processo é de transformação desses dados em informação inteligente por parte dos órgãos públicos, empresas privadas e desenvolvedores. Isso possibilita gerar informações inteligentes de maneira compartilhada e transparente ao usuário final.

Os benefícios em um fluxo de informação como ilustrado é a transparência dos dados, isso faz com que todos os *stakeholders* possam ajudar na solução de problemas referente ao transporte público, sendo por análise dos dados, criação de aplicativos, manutenção dos serviços, entre outros. Com investimento em infraestrutura e esse tipo de pensamento por parte dos governos, passa a dar abertura para entrada de diversas tecnologias existentes e que virão no futuro.

5 Considerações Finais

Concluiu-se que os conceitos TICs, IoT, Computação em Nuvem e *Big Data* são a base tecnológica que estão sustentando a implantação de Sistemas Inteligentes de Transporte. Através das tecnologias pertencentes a estes conceitos passa a ser possível gerar, processar e analisar uma grande massa de dados e isso tudo em tempo real, com essa possibilidade os tomadores de decisão e todos os *stakeholders* envolvidos no transporte público passam a identificar e compreender quais são os reais fatores causadores dos problemas de mobilidade da cidade, isso permite buscar soluções mais assertivas e com menor tempo de resposta, fazendo com que o transporte público seja eficiente e traga melhor qualidade de vida aos cidadãos que utilizam o serviço buscando atender as demandas cotidianas e crescimento populacional, sendo um transporte sustentável.

Identificou-se que as principais tecnologias em projetos para o transporte público em cidades inteligentes são RFID e GPS. Essas tecnologias se demonstraram muito importantes pela frequência de vezes que apareceram nos trabalhos selecionados.

Um Sistema Inteligente de Transporte Público é um organismo vivo que depende dos dados, tecnologias e pessoas de forma integrada, por tanto necessita da participação de todos. Isso faz com que haja transparência no serviço prestado, impondo aos gestores públicos grandes desafios. Para que isso ocorra deve-se trabalhar com o conceito de dados abertos possibilitando a contribuição de todos os cidadãos na melhora e produtividade do serviço, com isso, há a necessidade de implantação de um fluxo para os dados gerados como foi apresentado na Figura 6, a qual visa nortear os gestores públicos a como trabalhar com os dados gerados pelos serviços de transporte público em uma cidade inteligente obtendo a participação de todos os cidadãos no processo constante de melhoria dos serviços.

A pesquisa apresentou limitações quanto a encontrar estudos e soluções para todos os serviços de transporte público, com isso não havendo na pesquisa um estudo para todos os tipos de transporte público. Ao longo do estudo identificou-se uma lacuna como a ausência de estudos que buscam analisar mais de um serviço de transporte público de forma integrada, sendo esta lacuna possíveis trabalhos futuros.



6 Referências

- Andrade, J. N., & Galvão, D. C. (2016). O conceito de smart cities aliado à mobilidade urbana. *HUM@NAE*, 10(1), 1-19.
- Ashton, K. (2009). *That "Internet of Things" Thing*. Recuperado em 12 agosto, 2018, de <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Bollier, D. (1998). *How smart growth can stop sprawl: a fledgling citizen movement expands*. Washington, DC: Essential Books.
- Buckley, J. (2006) *The Internet of Things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems*. New York: Auerbach Publications.
- Caragliu, A., BO, D. C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.
- Cardoso, C. E. P. (2008). *Análise do transporte coletivo urbano sob a ótica dos riscos e carências sociais*. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica (PUC). São Paulo, SP, Brasil.
- Chui, M., Löffler, M., & Roberts, R. (2010). *The internet of things*. Recuperado em 12 agosto, 2018, de <https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things>
- Costa, C. A. (2015). Cidades inteligentes e big data. *Cadernos FGV Projetos*, 24, Ano 10, 108-123.
- Dameri, R. P. (2013). Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, 11(5), 2544-2551.
- Gartner. (2012). Big Data. Recuperado em 05 outubro, 2018, de <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>
- Hall, P. (2000) Creative cities and economic development. *Urban studies*, 37(4), 639-649.
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1-16.
- Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011, julho). A Theory of Smart Cities. *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISS*, Hull, Inglaterra, UK, 55.
- International Data Corporation. (2011). The 2011 Digital Universe Study: Extracting Value from Chaos. Recuperado em 04 outubro, 2018, de <https://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-extracting-value-from-chaos-ar.pdf>
- International Data Corporation. (2012). Análisis de las ciudades inteligentes en españa 2012 – El viaje a la ciudad inteligente. Recuperado em 13 agosto, 2018, de <https://dg6223fhel5c2.cloudfront.net/PD/wp-content/uploads/2014/06/IDCsmartcityEspana.pdf>
- International Telecommunication Union. (2012). New ITU standards define the Internet of Things and provide the blueprints for its development. Retirado em 11 agosto, 2018, de <http://newslog.itu.int/archives/245>
- Jalonen, H. (2012). The uncertainty of innovation: a systematic review of the literatura. *Journal of Management Reserch*, 4(1), 1-47.



Kitchenham, B. (2007, 2.3). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (EBSE Technical Report/2007), Inglaterra, Reino Unido, Software Engineering Group School of Computer Science and Mathematics Keele University, Department of Computer Science University of Durham.

Maniyka, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. (Research Report/2011), McKinsey Global Institute.

Mell, P., & Grance, T. (2011, 800-145). *The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology* (Reports on Computer Systems Technology/2011), Gaithersburg, MD, Computer Security Division, Information Technology Laboratory, National Institute of Standards and Technology.

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011, june). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference on Digital Government Innovation in Challenging Times*, New York, NY, USA, 12.

Portal Educação. (2017). Histórico: Tecnologias de Informação e Comunicação - TICS. Portal Educação. Recuperado em 13 agosto, 2018, de <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/informatica/historico-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-tics/53796>

Postscapes. (n.d.). Anatomy of a Smart City. Postscapes Infographic. Recuperado em 11 agosto, 2018, de <https://www.postscapes.com/anatomy-of-a-smart-city/>

Razzaque, M. A., Milojevic-Jevric, M., Palade, A., Clarke, S. (2016). Middleware for Internet of Things: A Survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(1), 70-95.

Silva, T. H., Melo, P. O. S. V., Almeida J. M., Loureiro, A. A. F. (2014). Large-scale study of city dynamics and urban social behavior using participatory sensing. *IEEE Wireless Communications*, 21(1), 42-51.

Taurion, C. (2009). *Computação em Nuvem: Transformando o mundo da tecnologia da informação*. Rio de Janeiro: Brasport.

Vaquero, L. M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., Lindner, M. (2009). A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39(1), 50-55.

Waher, P. (2015). *Learning Internet of Things: Explore and learn about Internet of Things with the help of engaging and enlightening tutorials designed for Raspberry Pi*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.

Weber, R. H. (2013). Internet of things: Governance quo vadis?. *Computer Law & Security Review*, 29(4), 341-347.

Westcon. (n.d.). Qual a importância do Big Data para as Smart Cities?. Canal Westcon. Recuperado em 11 agosto, 2018, de <https://blogbrasil.westcon.com/qual-a-importancia-do-big-data-para-as-smart-cities>