

TECNOLOGIA PARA CIDADES INTELIGENTES: UMA ANÁLISE SISTEMÁTICA DA LITERATURA

RAFAELA SILVA
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

HEIDY RODRIGUEZ RAMOS
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO UNINOVE

TECNOLOGIA PARA CIDADES INTELIGENTES: UMA ANÁLISE SISTEMÁTICA DA LITERATURA

1 INTRODUÇÃO

Cidade inteligente é um conceito que surgiu na década de 1990 e apresentou suas primeiras publicações acadêmicas no mesmo período (Mora, Bolici & Deakin, 2017; Cocchia, 2014). Cocchia (2014) atribuiu esse fenômeno à assinatura do protocolo de Kyoto em 1997, que motivou as cidades, principalmente na Europa, a buscarem “projetos inteligentes” que visassem à sustentabilidade para o atingimento dos compromissos firmados no acordo. Com essa intenção, as cidades exploravam as possibilidades oriundas das novas tecnologias de informação e comunicação (TIC).

O termo “Cidade Inteligente”, quando pesquisado em bases científicas, de 1992 a 2012, está relacionado a, principalmente, dois caminhos de desenvolvimento: o primeiro tem base em publicações europeias que trazem uma perspectiva ampla de cidades inteligentes com diferentes dimensões, como humana, ecológica, tecnológica e de governança; já o segundo está relacionado a publicações norte-americanas com uma interpretação tecnocêntrica sobre o tema, ou seja, que tem a tecnologia como base (Mora et al., 2017).

Após 2010, o tema “Cidade Inteligente” apresenta uma tendência de aumento exponencial nas publicações, que é explicado por Cocchia (2014) como uma consequência da disseminação da internet na vida cotidiana, por meio da infraestrutura de banda larga e de redes de sensores sem fio, da efetivação do protocolo de Kyoto - que aconteceu apenas em 2005, e da promoção de programas ou movimentos como o da IBM denominado *IBM Smart Planet concept*, o Pacto de Autarcas para o Clima e Energia, ambos em 2008, e o *Europe 2020 strategy*, lançado em 2010.

A partir desse contexto, a questão de pesquisa do estudo é: Quais são as perspectivas teóricas, encontradas na literatura, para a estruturação de uma cidade inteligente sob a dimensão tecnológica? Portanto, o estudo tem como objetivo analisar as perspectivas teóricas sobre “tecnologia para cidades inteligentes” por meio da revisão sistemática da literatura de artigos recentes (2014 a 2018) e de alto impacto, visando propor uma agenda para pesquisas futura.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

O estudo utilizou a pesquisa bibliográfica como procedimento para coleta de dados, que, segundo Gil (2008), é constituída principalmente de livros e artigos científicos e tem como vantagem o acesso a um conteúdo mais abrangente sobre o tema estudado.

Para possibilitar a análise sistematizada do tema, os artigos foram agrupados por similaridade quanto as suas citações ou conjunto de referências. Para tanto, foi aplicada a técnica de acoplamento bibliográfico, que, segundo Grácio (2016), determina a relação entre dois artigos com base no número de referências (fontes de pesquisa) em comum. O acoplamento bibliográfico é uma medida de associação estática entre dois autores citando a mesma publicação; neste caso, se dois autores referenciam a mesma publicação, eles estão bibliograficamente acoplados (Grácio, 2016).

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados *Web of Science (WOS)* com o tópico de pesquisa “*Smart City**”, refinado pela palavra “*technolog**”, com a aplicação do filtro “somente artigos” e a definição dos anos de publicação de 2014 a 2018, do resultado da pesquisa, foram selecionados os 150 artigos mais citados.

O estudo utilizou o software *VOSviewer* para realizar a análise por acoplamento bibliográfico, que resultou no acoplamento de 53 publicações, divididas em 9 *clusters*. A análise empregou a técnica de revisão sistemática da literatura, que, segundo Briner e Denyer (2012), consiste em um sistema ou método projetado que avalia os documentos individualmente para sintetizar seu conteúdo e responder a uma pergunta específica, com base no acúmulo das descobertas de uma série de estudos anteriores.

3 RESULTADO DO ACOPLAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Os artigos da pesquisa foram categorizados em nove clusters ilustrados na figura 1.

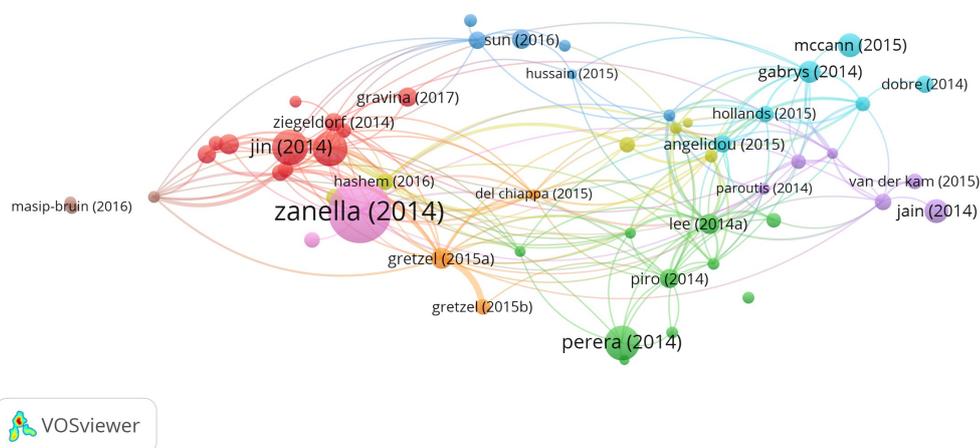


Figura 1 - Visualização da análise por acoplamento bibliográfico do tema tecnologia para cidades inteligentes
Fonte: Web of Science - Elaborado pelos autores (2018)

Na Figura 1, para cada publicação ou círculo, foi atribuída uma cor. Essa cor indica o grupo, ou *cluster*, em que cada publicação foi alocada. A proximidade entre os *clusters* representa o grau de similaridade entre eles, ou seja, quando mais próximo mais forte é a correlação. O tamanho do círculo de cada publicação é referente a sua relevância, ou seja, à somatória de citações na base *Web of Science*.

3.1 Análise sistemática da literatura dos agrupamentos por *clusters*

Os artigos foram analisados por meio da leitura do título, resumo, palavras-chaves, introdução, metodologia, resultados e conclusão, sempre na mesma ordem, de forma a responder às perguntas específicas: Qual o foco do estudo? Qual a metodologia principal? Quais os resultados apresentados? Quais foram as propostas de estudos futuros?

O quadro 1 apresenta a análise dos artigos do *Cluster 1*.

Quadro 1 - Sensoriamento e Internet das Coisas IOT (*Cluster 1*)

Referência	Foco do Estudo e Método Principal	Principais Resultados
Botta, Donato, Persico e Pescape (2016) - <i>Future Generation Computer Systems</i>	Estudo do paradigma <i>CloudIOT</i> referente à integração da tecnologia em nuvem com a internet das coisas (IOT) para aplicações inteligentes. Pesquisa bibliográfica.	O <i>Cloud</i> e o <i>IOT</i> são complementares, o uso conjunto reduz problemas como a privacidade dos dados, performance, armazenamento e aumenta a escala de uso beneficiando aplicações para cidades inteligentes.

Centenaro, Vangelista, Zanella e Zorzi (2016) - <i>IEEE Wireless Communications</i>	Comunicação sem fio de longo alcance em bandas não licenciadas na topologia estrela e suas vantagens para aplicações típicas de cidades inteligentes. Estudo de caso.	As <i>LPWANs</i> complementam os padrões atuais de comunicação IOT, atuando como um facilitador de aplicações em cidades pois se beneficia da comunicação de longo alcance, em bandas não licenciadas, para aumentar a escalabilidade.
Gravina, Alinia, Ghasemzadeh e Fortino (2017) - <i>Information Fusion</i>	Estudo sobre as redes de sensores corporais (<i>BSNs</i>), as vantagens da fusão de dados multissensores para monitorar a saúde dos indivíduos. Revisão sistemática da literatura.	Os autores apresentaram parâmetros e técnicas de design para fusão de dados de diferentes tipos de sensores <i>BSNs</i> e esclareceram que essa fusão traz vantagens para captação de dados da saúde individual ou do grupo.
Jara <i>et al.</i> (2014) - <i>Personal and Ubiquitous Computing</i>	Arquitetura “ <i>Discovery</i> ”, que permite a inclusão de sensores diversos, a integração do legado e a participação de usuários com sensores próprios. Experimento.	Arquitetura contribuiu para que os sensores de diversas tecnologias (<i>X10, IPV6, IP, RFID, Zigbee, etc.</i>) fossem descobertos e integrados à camada “ <i>Discovery</i> ”. A interoperabilidade possibilitou melhores estatísticas e alarmes mais precisos.
Jin, Gubbi, Marusic e Palaniswami (2014) - <i>IEEE Internet of Things Journal</i>	Arquitetura informacional de IOT aplicada a cidades inteligentes e o estudo de caso prático sobre monitoramento inteligente de ruídos. Estudo de caso.	Sensores de IOT podem efetivamente substituir a medição manual de ruídos com maior acuracidade. As pessoas podem interagir e enviar informações para a plataforma.
Khan <i>et al.</i> (2016) - <i>IEEE Communications Surveys and Tutorials</i>	As motivações para virtualização de redes de sensores wireless, o estado da arte e as limitações das soluções atuais. Pesquisa bibliográfica e documental.	Apresentou uma visão detalhada sobre os parâmetros da virtualização de <i>WSN</i> . A virtualização de <i>WSN</i> é muito relevante no contexto de IOT porque permite a escalabilidade e os serviços simultâneos.
Khorov, Lyakhov, Krotov e Guschin (2015) - <i>Computer Communications</i>	Mecanismos e desafios da tecnologia vindoura de comunicação de sensores sem fio denominada IEEE 802.11ah. Detalhamento das atividades e resultados de um grupo de tarefas “ <i>TGah</i> ”.	Esboço do mecanismo de funcionamento do padrão de comunicação IEEE 802.11ah, que permitiu a criação de vários cenários de cidades inteligentes, com a coleta de informação de múltiplos tipos de sensores.
Perera, Liu e Jayawardena (2015) - <i>IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing</i>	Avaliação de 100 soluções de IOT de empresas, desde <i>start-ups</i> até grandes corporações, com o objetivo de categorizá-las e sugerir estudos futuros. Pesquisa documental.	As soluções foram categorizadas em <i>smart wearable</i> , casa inteligente, cidade inteligente, ambiente inteligente e empresa inteligente, e posteriormente explicadas quanto a seus usos, tecnologias e potenciais de expansão.
Raza, Kulkarni e Sooriyabandara (2017) - <i>IEEE Communications Surveys and Tutorials</i>	Soluções IOT de baixo consumo de energia em áreas amplas (LPWA) como complemento às tecnologias tradicionais para cidades inteligentes. Pesquisa bibliográfica e documental.	Tecnologias LPWA combinam ampla cobertura, baixo consumo de energia e baixo custo, demandam técnicas sofisticadas e enfrentam desafios quanto à fragmentação do mercado e à falta de padronização.
Wu, Ota, Dong e Li (2016) - <i>IEEE Access</i>	Tecnologia <i>UCON (usage control)</i> para melhorar a segurança das <i>WSNs</i> em cidades inteligentes, com o objetivo de criar uma forma de defesa a ataques cibernéticos. Experimento.	Os resultados demonstraram a viabilidade e a eficiência do modelo para ampliar a segurança das <i>WSNs</i> , respondendo a uma das principais preocupações de uma cidade inteligente.
Ziegeldorf, Morchon e Wehrle (2014) - <i>Security and Communication Networks</i>	Principais problemas relativos à privacidade nas aplicações de IOT. Pesquisa bibliográfica.	IOT está em evolução e a privacidade é uma preocupação. Nesse sentido, os autores categorizam as sete principais ameaças em relação a privacidade e outros desafios.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

A área de pesquisa com maior destaque sobre o tema “tecnologias para cidades inteligentes” é a referente a tecnologias IOT, que consiste no uso de diversos tipos de sensores ligados à rede. Esses sensores possuem níveis de inteligência embarcada e utilizam protocolos de comunicação para captar e disponibilizar os dados. Segundo Botta *et al.* (2016), a ideia

básica por trás da presença generalizada dos sensores em torno das pessoas e nas cidades é medir, inferir, entender e até modificar o ambiente.

Os estudos apresentam diferentes formas de como o IOT pode interferir na tomada de decisões por parte do governo, nos negócios e na forma de vida dos cidadãos, e exemplificam formas de aplicação, como, por exemplo: monitoramento do meio ambiente (qualidade do ar, da água, de ruídos), monitoramento da saúde de pessoas em suas casas ou em hospitais e outras aplicações relacionadas ao transporte, tráfego, segurança pública e turismo inteligente (Raza et al., 2017; Perera et al., 2015; Jin et al., 2014). Além dos exemplos de aplicações, os estudos suscitam discussões quanto aos desafios e às oportunidades de melhoria no uso dos IOT, como por exemplo: uso da computação em nuvem, a padronização dos protocolos de comunicação para interoperabilidade, a propriedade dos dados, os modelos de negócio; a segurança dos sensores; e a privacidade dos dados contra-ataques cibernéticos.

Doze artigos incluídos neste *cluster*, isto é, 50%, foram publicados nos periódicos da *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) e são artigos da área de engenharia, sendo que cinco artigos são estudos empíricos que incluem experimentos e estudos de caso.

Os artigos que compõem o *cluster 2* (Quadro 2), são estudos de teóricos que incluem revisões da literatura e estudos de caso. 7 dos 10 artigos têm como foco principal a apresentação de *frameworks* ou arquiteturas relacionadas a cidades inteligentes.

Quadro 2 - Arquiteturas e *frameworks* relacionados a cidades inteligentes (*Cluster 2*)

Referência	Foco do Estudo e Método Principal	Principais Resultados
Cimmino et al. (2014) - <i>Transactions on Emerging Telecommunications Technologies</i>	Uso das células de pequeno alcance (<i>small cells</i>) com fontes de tecnologias heterogêneas para serviços inteligentes. Pesquisa bibliográfica e documental.	<i>Framework</i> relativo à arquitetura de <i>small cells</i> em cidades que considera a aplicação em nuvem fundamental para escalabilidade e flexibilidade de implantação de redes de multiserviços.
Lee, Hancock e Hu (2014) - <i>Technological Forecasting & Social Change</i>	Perspectivas práticas do processo de construção de uma cidade inteligente por meio de um <i>framework</i> integrativo. Estudo de caso.	Cidades inteligentes depende da atuação de agentes públicos, privados, e de elementos institucionais e tecnológicos. Os autores apresentaram oito fatos de influência baseados nos resultados empíricos.
Lee e Lee (2014) - <i>Government Information Quarterly</i>	Dimensões e tipologias da cidade inteligente centrada no cidadão (<i>framework</i>) e a classificação do inventário de cidades denominadas inteligentes. Revisão sistemática da literatura e pesquisa documental.	Apresentação das quatro dimensões (tipo da tecnologia, propósito do serviço, autoridade do serviço e forma de entrega) e das respectivas subcategorias permitiram agrupar os serviços de acordo com as similaridades.
Mattoni, Gugliemetti e Bisegna (2015) - <i>Sustainable Cities and Society</i>	<i>Framework</i> metodológico e de aplicação prática, constituído de ações setoriais para o planejamento de uma cidade inteligente. Método quantitativo (indexação).	Os resultados das redes de ações e as agregações por eixo demonstraram que existem diferenças de acordo com o nível territorial (distrito, cidade e região) e existe a necessidade de melhorar a integração dos diferentes setores.
Neisse, Steri, Fovino e Baldini (2015) - <i>Computer & Security</i>	<i>Framework</i> que estrutura um conjunto de ferramentas para o gerenciamento da segurança e a proteção dos dados provenientes dos dispositivos IOT. Estudo de caso.	A ferramenta “ <i>SecKit</i> ” que resultou flexível e eficiente para o gerenciamento das políticas de segurança e contribui também para a interoperabilidade dos dispositivos.
Perera, Zaslavsky, Christen e Georgakopoulos (2014) - <i>Transactions on Emerging Telecommunications</i>	Sensoriamento como serviço (<i>XaaS everything as a service</i>), com o IOT, sob as perspectivas tecnológica, econômica e social. Construção de cenários futuros.	As principais características e benefícios do <i>XaaS</i> são: a utilização na nuvem, o sensoriamento participativo, o compartilhamento dos resultados e a redução do custo total de aquisição e operação.

Piro, Cianci, Grieco, Boggia e Camarda (2014) - <i>The Journal of Systems and Software</i>	Plataforma centralizada e baseada nas tecnologias TIC e na NDN (<i>Named Data Networking</i>) para suporte aos serviços de uma cidade inteligente. Estudo de caso.	A plataforma aprimorou os serviços inteligentes por meio da arquitetura NDN como ponto de conexão entre a camada de serviço e a de tecnologia, definiu as fases de execução de serviços e um modelo de árvore de decisão.
Rong, Xiong, Cooper, Li e Sheng (2014) - <i>Network Technology and Applications</i>	Tecnologias aplicadas às cidades inteligentes para processamento de dados, por meio da apresentação de desenhos de arquiteturas e respectivos desafios. Pesquisa bibliográfica.	Arquitetura de dados em camadas: eventos, tipo ou domínio, software de suporte, armazenamento e virtualização, transmissão e aquisição de dados, permeado por questões de segurança, manutenção e padronização.
Savoldelli, Codagnone Misuraca (2014) - <i>Government Information Quarterly</i>	O baixo nível de adoção do modelo de “ <i>e-Government</i> ”. Validação de hipóteses: 1. Foi dada maior atenção às questões tecnológicas comparada com as institucionais e políticas e 2. as barreiras institucionais e políticas são as principais. Análise bibliométrica.	O estudo confirmou as duas hipóteses: 1. que por um longo período as aplicações de <i>e-government</i> foram baseadas em questões tecnológicas e operacionais e 2. as barreiras institucionais e políticas são as principais responsáveis pela baixa adoção do <i>e-government</i> .
Wang, Wang, Wang e Yang (2016) - <i>ACS NANO</i>	A nano geração de energia eólica e solar para aplicações em cidades inteligentes. Experimento.	Desenvolvimento de um nano gerador híbrido (solar e eólico) para geração descentralizada de energia aplicada a cidades inteligentes.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Os estudos podem ser subdivididos em duas linhas de pensamento: os artigos relativos a IOT, que propõe arquiteturas para melhorar aspectos técnicos, como segurança, comunicação dos dados, resiliência, armazenamento e compartilhamento do dados (Cimmino et al., 2014; Neisse et al., 2015; Perera et al., 2014); e os artigos que suscitam discussões teóricas sobre o processo de construção de uma cidade inteligente, como, por exemplo, os elementos institucionais, as categorias de serviços inteligentes e digitais, os índices de medição ou classificação para uma cidade inteligente e a forma de estruturação geográfica, ou seja, bairro, cidade e região (Mattoni et al., 2015; Lee et al., 2014; Lee & Lee., 2014; Savoldelli et al., 2014).

Os seis artigos do *cluster 3* (Quadro 3), são de cunho empírico, que incluem estudos de casos ou experimentos. Deste total, quatro são estudos publicados em periódicos de engenharia que tiveram como foco o uso combinado das tecnologias de informação e comunicação (TIC) com as tecnologias de IOT para aplicações específicas, como, por exemplo: estacionamento inteligente, monitoramento e gerenciamento do tráfego, georreferenciamento e sensores corporais para monitoramento da saúde (Puiu et al., 2016; Djahel et al., 2015; Hussain et al., 2015; Barone et al., 2014). E outros dois artigos tratam de estudos de casos amplos, ou seja, multidisciplinares, como Scuotto *et al.* (2016) com estudo de caso da IBM com foco no gerenciamento e administração da cidade do ponto de vista do incentivo à cultura para inovação aberta; e Sun *et al.* (2016), que suscita a discussão sobre comunidades inteligentes e as questões culturais ou individuais que devem ser consideradas por meio do estudo da cidade de Trento.

Quadro 3 - Estudos de casos (ou experimentos) de tecnologias específicas aplicadas ao contexto de cidades inteligentes (*Cluster 3*)

Referência	Foco do Estudo	Principais Resultados
Barone, Giuffrè, Siniscalchi, Morgano e Tesoriere (2014) - <i>Intelligent Transport Systems</i>	Arquitetura para gerenciamento de estacionamento em cidades inteligentes (<i>IPA – intelligent parking assistant</i>). Experimento.	O <i>IPA</i> consistiu em uma solução de <i>WSNs</i> que se mostrou eficiente para cumprir o objetivo de automatizar os espaços de estacionamentos urbanos, reduzindo o tempo total no tráfego, a poluição e o congestionamento.

Djahel, Doolan, Muntean e Murphy (2015) - <i>IEEE Communications Surveys & Tutorials</i>	Tecnologias para gerenciamento de tráfego (<i>TMS – traffic management systems</i>) e o potencial de carros inteligentes e das mídias sociais para captação de dados em tempo real sobre o tráfego. Estudo de caso.	O estudo resumiu as principais tecnologias encontradas quanto a arquitetura, segurança, eficiência, sustentabilidade e economia de energia, resiliência e inovação nos serviços, e concluiu que <i>TMS</i> é uma área de pesquisa ativa e desafiadora e com barreiras para implementação.
Hussain, Wenbi, da Silva, Nadher e Mudhish (2015) - <i>The Journal of Systems and Software</i>	Estrutura de sensores corporais sem (<i>body sensor IOT</i>), com propósitos de monitoramento em tempo real da condição da saúde de idosos. Experimento.	Sugestão de uma plataforma compartilhada de monitoramento em tempo real centrado no idoso que teve como principal barreira a heterogeneidade das tecnologias dos sensores.
Puiu et al. (2016) - <i>IEEE Access</i>	Estrutura de análise e interpretação de dados em larga escala e em tempo real, proveniente do IOT e de mídias sociais, Projeto <i>CityPulse</i> . Estudo de caso.	As técnicas de virtualização, agregação de dados e recuperação de falhas, do projeto <i>CityPulse</i> possibilitaram extrair e processar dados em larga escala, muito próximo ao tempo real, sendo uma plataforma aberta a desenvolvimento e integrações.
Scuotto, Ferraris e Bresciani (2016) - <i>Business Process Management Journal</i>	Discussão da relação da cidade inteligente e uso do IOT para serviços urbanos com a “rede de inovação ecossistêmica” e com a “inovação aberta”. Estudo de caso.	O estudo apresentou alguns <i>insights</i> : grandes empresas utilizam as cidades para testes de novas tecnologias e podem se beneficiar da abordagem de inovação aberta; os governos podem combinar recursos públicos e privados e devem incentivar a cultura de inovação.
Sun, Song, Jara e Bie (2016) - <i>IEEE Access</i>	Arquitetura de IOT para pequenas comunidades que prezam pela preservação da cultura e pela revitalização (<i>SCC – smart and connected communities</i>). Estudo de caso.	O IOT colaborou para captar e atribuir significado aos dados, mas também enfrentou barreiras como: significação correta que traduza a cultura do lugar, segurança dos dados e cooperação dos agentes para dar acesso a dispositivos e dados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

As publicações do *cluster 4* (Quadro 4) discutem as limitações e as oportunidades de uma cidade inteligente sob duas diferentes perspectivas: a primeira apresenta as questões relacionadas ao uso do *big data*, como o custo, a segurança dos dispositivos, a padronização dos dados captados e as aplicações para a melhora na sustentabilidade e na qualidade de vida, por meio da coleta, agregação, processamento, interpretação e comunicação dos dados na forma de relatórios ou informações gráficas e transparentes para tomada de decisões (Al Nuaimi et al., 2015; Hashem et al., 2016; Rathore et al., 2016); outro grupo de autores aborda o tema do *big data* e TICs de forma mais superficial e direciona o foco para questões acerca dos desafios relacionados ao poder de influência das grandes empresas de tecnologias, do distanciamento do objetivo da sustentabilidade e da necessidade de se considerar o cidadão e os demais *stakeholders* no processo de inovação (Ahvenniemi et al., 2017; Belanche et al., 2016; Hashem et al., 2016).

Quadro 4 – Dimensões complementares à tecnologia no contexto de cidades inteligentes (*Cluster 4*)

Referência	Foco do Estudo	Principais Resultados
Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppa e Airaksinen (2017) – <i>Cities</i>	Similaridades e diferenças entre os conceitos de “sustentabilidade” e “cidades inteligentes” e suas respectivas estruturas ou <i>framework</i> . Estudo de caso.	A cidade inteligente surgiu com o objetivo inicial do uso da tecnologia para a sustentabilidade, mas esse tema não é profundamente discutido nos <i>frameworks</i> de cidades inteligentes ou suficientemente representado nos indicadores.
Al Nuaimi, Al Neyadi, Mohamed e Al-Jaroodi (2015) - <i>Journal of Internet Service and Applications</i>	Aplicações de <i>big data analytics</i> para suporte às cidades inteligentes, em relação a oportunidades e desafios e ao computação em nuvem. Pesquisa bibliográfica.	O uso da <i>big data analytics</i> contribuiu para a melhora na qualidade de vida, a transparência, ao uso mais eficiente dos recursos, mas também apresenta desafios como custo, segurança e uniformização dos dados.

Belanche, Casalo e Orus (2016) - <i>Cities</i>	Níveis de vinculação à cidade, e outras questões pessoais que contribuem para o uso dos serviços urbanos inteligentes, como nível de instrução, cultura e motivações diversas. Estudo de caso e teste de hipótese.	A vinculação pode ser entendida como “sentimento de pertencimento à cidade” por parte do cidadão. O estudo respondeu a cinco hipóteses e explica que a vinculação não tem relação direta com o uso dos serviços e que o nível de instrução influencia diretamente.
Goodspeed (2015) - <i>Cambridge Journal of Regions, Economy and Society</i>	Análise do conceito de cidades inteligentes e, posteriormente, o debate sobre limitações de tecnologias cibernéticas quando utilizadas sem estarem associadas a questões institucionais. Estudo de caso.	Os autores sugeriram duas estratégias para melhor implementação das TICs: 1. criação de instituições no âmbito municipal para inovação; e 2. um desenho de plano colaborativo para as aplicações tecnológicas.
Hashem et al. (2016) - <i>Journal of Information and Management</i>	Análise de <i>big data</i> aplicada ao contexto de cidades inteligentes para melhorar a qualidade de vida e na sustentabilidade dos espaços urbanos. Estudo de caso.	A <i>big data analytics</i> constituiu-se a ferramenta que transforma dados em informações valiosas para tomada de decisões, mas as aplicações práticas estão na “infância do conhecimento”.
Rathore, Ahmad, Paul e Rho (2016) - <i>Computer Networks</i>	Combinação da infraestrutura de IOT para o desenvolvimento das cidades inteligentes e com o uso da <i>big data analytics</i> para o planejamento e a gestão do espaço urbano. Experimento.	Arquitetura de sistema em quatro níveis para larga escala de dados: coleta, agregação, comunicação, processamento e interpretação. Para obtenção de informações gráficas usadas na tomada de decisão rápidas e mais eficientes.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Os artigos que compõem o *cluster 5* (Quadro 5) são estudos de casos de cidades inteligentes que discutem a maturidade dos projetos técnicos e os desafios sociotécnicos. Os autores Carvalho (2015) e Kramers et al. (2014) apresentam o termo “sociotécnico” para reconhecer a complexidade da interação entre os cidadãos, o governo, as empresas com as tecnologias presentes no meio urbano, ou seja, como estas são acessadas e utilizadas e como esse uso pode influenciar o comportamento humano e a dinâmica das cidades. Paroutis et al. (2004) não utilizam o mesmo termo, mas ressaltam que as empresas multinacionais têm modelos de negócios prontos para cidades inteligentes e advertem sobre a importância de somar ao fator tecnológico uma visão sistêmica que inclua os diferentes *stakeholders*.

Os demais trabalhos do *cluster* são de cunho técnico e relacionados à sustentabilidade e à eficiência energética (Jain et al., 2014; Van Der Kam & Van Sark, 2015; Yigitcanlar & Lee, 2014).

Quadro 5 - Questões sociotécnicas, de meio ambiente e de eficiência energética (*Cluster 5*)

Referência	Foco do Estudo	Principais Resultados
Carvalho (2015) - <i>Cambridge Journal of Regions, Economy and Society</i>	Questões sociotécnicas em cidades inteligentes que são construídas do zero, considerando o uso das TICs – <i>Smart cities from scratch</i> . Pesquisa documental e entrevistas	A visão “tecnologia como a saída” negligencia desafios sociotécnicos. Os autores sugerem duas abordagens: o favorecimento do desenvolvimento de nicho ou local e a criação de processos que propiciem a troca de informações localmente para criação de práticas globais.
Jain, Smith, Culligan e Taylor (2014) - <i>Applied Energy</i>	Modelo de previsão de consumo de energia em prédios residenciais. Experimento e “regressão vetorial de suporte”.	Os resultados são de ordem técnica e descrevem a forma de medição mais eficiente dentro do modelo proposto, que se mostrou efetivo e replicável em prédios residenciais para medição do consumo de energia.
Kramers, Hojer, Lovehagen e Wangen (2014) - <i>Environmental Modelling & Software</i>	<i>Framework</i> com a proposição de uma tipologia que considera as oportunidades e limitações trazidas pelas TIC para a redução do consumo de energia. Estudo de caso.	Quadro orientativo com os tipos de tecnologias, as formas de consumo e as áreas com maior potencial de redução. O estudo explicou as limitações para estimar a redução real do consumo, mas afirmou que as TICs influenciam na forma como a sociedade utiliza a energia, por meio de fatores sócio-técnicos.

Paroutis, Bennett e Heraclous (2014) - <i>Technological Forecasting & Social Change</i>	Modelo de negócio de cidades inteligentes como uma opção estratégica para empresas em um ambiente de recessão. Estudo de caso e entrevistas.	Cidades inteligentes foram uma estratégia de negócio adotada por empresas no período de recessão, nesse sentido, os autores apresentaram um framework em que inclui, além dos fatores tecnológicos, questões estratégicas e sistêmicas.
Van Der Kam e Van Sark (2015) - <i>Applied Energy</i>	Modelo de algoritmos para carregamento inteligente de veículos elétricos, alimentados por energia fotovoltaica, aplicado em um bairro. Estudo de caso.	Os algoritmos de controle de carga contribuíram para o melhor equilíbrio entre a oferta e a demanda, o aumento do autoconsumo, a redução dos picos.
Yigitcanlar e Lees (2014) - <i>Technological Forecasting & Social Change</i>	Discussão se o conceito “ecocidade” suportada por tecnologias “ubiquitous-eco-city”, serve aos conceitos reais de sustentabilidade ou seria uma estratégia de mercado voltada à criação da marca. Estudo de caso.	O tema “u-eco-city”, sob as dimensões da sustentabilidade, ainda não é um conceito maduro e os autores não conseguiram demonstrar se seguem uma tendência de criação de marca ou de sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Dentre as publicações apresentadas no *cluster* 6 (Quadro 6), 83% têm foco no processo de inovação, ou seja, nas motivações e nos interesses de quem molda e estrutura uma determinada cidade inteligente. Nesse sentido, podem existir diversas forças, como: as políticas que buscam projetos de curto prazo ou médio prazo, negligenciando o desenvolvimento contínuo e de longo prazo; a forte influência do setor corporativo, que coloca em segundo plano uma gestão participativa; e a pouca ou inexistente troca de informação entre as cidades e o compartilhamento de boas práticas ou lições aprendidas.

Quadro 6 - Formas de inovação e críticas à estruturação de uma cidade inteligente (*Cluster* 6)

Referência	Foco do Estudo	Principais Resultados
Angelidou (2015) - <i>Cities</i>	Componentes ou forças que moldam uma cidade inteligente. Estudo em duas vertentes: a do detalhamento urbano e a da economia do conhecimento e inovação. Pesquisa bibliográfica.	A tecnologia sempre desempenhou um papel fundamental, mas entre os <i>stakeholders</i> , os interesses são divergentes e afastam os projetos dos princípios originais de sustentabilidade e de desenvolvimento contínuo de longo prazo.
Dobre e Xhafa (2014) - <i>Future Generation Computer Systems</i>	Papel e desafios da <i>big data</i> em uma cidade inteligente e apresentação de uma plataforma (CAPIM) para suportar a análise de <i>big data</i> em larga escala. Estudo de caso.	Modelo “ <i>context aware framework</i> ” que permite gerenciar o armazenamento inteligente de dados. A plataforma CAPIM resultou em um sistema eficiente para agregação de dados e geração de informação em larga escala.
Gabrys (2014) - <i>Environment and Planning</i>	Uso da teoria de Foucault para discutir propostas de cidades inteligentes em relação a processos relativos ao meio ambiente e à governança no contexto tecnológico. Análise de projeto.	Os projetos CSC e CUD são documentos sobre o planejamento de cidades inteligentes que tem enfoque em questões políticas e do engajamento do cidadão. A teoria de Foucault contribuiu para ampliar o conceito de sustentabilidade e as relações de poder no ambiente tecnológico da cidade inteligente.
Hollands (2015) - <i>Cambridge Journal of Regions, Economy and Society</i>	A forte influência do setor corporativo no direcionamento das cidades inteligentes e a pouca participação dos cidadãos, sob o conceito da gestão participativa. Pesquisa bibliográfica.	As questões sociológicas e até ideológicas que dizem respeito à felicidade dos cidadãos são negligenciadas e colocadas após as questões tecnológicas apresentadas por grandes corporações. Com isso, o autor apresenta uma série de questionamentos e reflexões para tornar o tema mais abrangente.
Mccann e Ortega-Argiles (2015) - <i>Regional Studies</i>	Conceito de “ <i>smart specialization</i> ” para a inovação no âmbito regional e a criação de uma política que permita a aplicação do tema tornando ao processo de inovação na União Europeia (UE). Pesquisa bibliográfica e documental.	Aplicado à UE, o conceito de “ <i>smart especialization</i> ” está relacionado à inovação por meio da participação de diversos setores para criar vantagens competitivas regionais. No âmbito regional, as disparidades sociais, culturais e outras devem ser consideradas e estar à frente da aplicação das tecnologias.

Viitanen e Kingston (2014) - <i>Environment and Development</i>	Superficialidade dada ao conceito e ao processo de decisão em cidades inteligentes, dada a hegemonia das grandes corporações, e a proposição de uma teoria interdisciplinar, incluindo questões sociológicas. Estudo de caso.	O termo “cidades inteligentes” tem origem nas questões ambientais da economia de baixo carbono e se tornou um setor lucrativo para grandes empresas de tecnologia. Os principais desafios residem em: dificuldades para a interoperabilidade; inclusão das comunidades mais pobres; externalidades geradas pelas tecnologias verdes; uso das tecnologias verdes para sustentabilidade e não para fomentar o consumismo.
---	---	---

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Os artigos do *cluster 7* (Quadro 7), estão associados pelo tema em comum “turismo inteligente”, ou seja, como o turismo pode se beneficiar da infraestrutura da tecnologia da informação e comunicação (TICs) disponível nas cidades e do uso do IOT, para atrair mais turistas, prestar melhores serviços e incentivar o consumo, aumentando a receita nos comércios locais (Del Chiappa & Baggio, 2015; Gretzel et al., 2015; Gretzel, Werthner, & Koo, 2015).

Quadro 7 - Turismo inteligente (*Cluster 7*)

Referência	Foco do Estudo	Principais Resultados
Del Chiappa e Baggio (2015) - <i>Journal of Destination Marketing & Management</i>	Tecnologias TIC, IOT e <i>cloud</i> utilizadas a favor da inovação e transferência de conhecimento em destinos turísticos e a mensuração da influência dos elementos reais e virtuais. Estudo de caso.	Os resultados demonstraram que os elementos atuam como rede, formando um ecossistema, e devem estar integrados e balanceados, sendo que os componentes virtuais são classificados como cruciais para a eficiência do “turismo inteligente”, pois possuem maior peso.
Gretzel, Sigala, Xiang e Koo (2015) - <i>Electron Markets</i>	Estudo sobre o turismo inteligente em relação às funções das tecnologias, suas vantagens, desvantagens e tendências. Pesquisa bibliográfica.	O estudo definiu os termos relativos ao turismo inteligente como: destino inteligente, ecossistema de negócios inteligente e experiência inteligente; apresentou os componentes tecnológicos básicos e sugeriu de dezessete temas de estudos futuros, divididos em três tópicos.
Gretzel, Werthner e Koo (2015) - <i>Computers in Human Behavior</i>	Estrutura conceitual do tema ecossistema do turismo inteligente (<i>smart tourism ecosystem – STE</i>) relacionado aos conceitos de cidade inteligente e tecnologias inteligentes. Pesquisa bibliográfica.	Os autores exemplificaram o ecossistema digital do STE, que conecta o consumo dos turistas, o dos residentes, os fornecedores e o mercado, e explicaram que, ainda que a tecnologia seja essencial, as questões regulatórias e de inovação são pouco exploradas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

O *cluster 8* (Quadro 8), está relacionado ao *cluster 1* e aborda o tema IOT sob uma perspectiva técnica de engenharia, por meio da apresentação de tecnologias para arquiteturas descentralizadas de IOT. São apresentados conceitos como computação em nuvem, *fog computing*, redes *Ad Hoc*s, que buscam melhorar a resiliência, a segurança e o desempenho geral, por meio da distribuição da comunicação e processamento na borda, ou seja, os dispositivos IOT seriam mais autônomos e teriam a capacidade de armazenar, processar e trocar informações com a nuvem, o servidor ou entre os próprios dispositivos (Lin et al., 2017; Qiu et al., 2017; Masip-Bruin et al., 2016).

Quadro 8 - Internet das Coisas IOT - *Fog Computing e Ad hoc network* (*Cluster 8*)

Referência	Foco do Estudo	Principais Resultados
Lin et al. (2017) - <i>IEEE/Internet of Things Journal</i>	Integração da computação de borda (<i>fog computing</i>), computação na nuvem com o IOT em relação a arquitetura, tecnologias disponíveis, aplicações, segurança e privacidade. Pesquis bibliográfica.	Os autores detalharam os desafios tecnológicos do IOT em quatro diferentes níveis e as questões de segurança e privacidade; apresentaram a forma e o modelo de integração, e exemplificaram com áreas de aplicação, como redes de energia e transporte inteligente.

Masip-Bruin, Marin-Tordera, Tashakor, Jukan e Ren (2016) - <i>IEEE Wireless Communications</i>	Introdução ao conceito e arquitetura, benefícios e desafios dos sistemas <i>fog to the cloud</i> (F2C), que permitem que os dispositivos IOT (borda) armazenem e troquem dados entre si e com a nuvem. Experimento.	Arquitetura do F2C em camadas permite um sistema altamente distribuído que possibilita diferentes serviços, especialmente os com necessidade de monitoramento em tempo real, com maior desempenho se comparado ao uso tradicional do <i>cloud</i> e IOT.
Qiu, Chen, Li, Qiao e Fu, (2017) - <i>Ad Hoc Networks</i>	Redes IOT <i>Ad Hoc Networks</i> (HANETs) – infraestrutura de IOT que se comunica sem nós ou bases, com formação espontânea distribuída entre dispositivos – em relação a sua conceituação e arquitetura. Pesquisa bibliográfica e documental.	As pesquisas sobre redes <i>Ad Hoc</i> (HANETs) são recentes e estão em crescimento. Os autores apresentam, por meio de uma figura, a arquitetura típica e descrevem posteriormente os principais desafios para pesquisas futuras.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

O *cluster 9* (Quadro 9) complementa o *cluster 1* e adiciona dois estudos de caso que exemplificam o IOT para aplicações urbanas: Leccese *et al.* (2014) aplicam à iluminação pública, enquanto Zanella *et al.* apresentam uma ampla gama de soluções de IOT que inclui a iluminação.

Quadro 9 - Internet das Coisas IOT – aplicações urbanas (*Cluster 9*)

Referência	Foco do Estudo	Principais Resultados
Leccese, Cagnetti e Trinca (2014) - <i>Sensors</i>	Iluminação para cidades inteligentes, lâmpadas que se comunicam via rede para monitoramento desde um ponto central; focado nos protocolos de comunicação ZigBee e WiMax. Estudo de caso.	O sistema de iluminação inteligente permite a economia de energia e, por consequência, a economia financeira, por meio da combinação de lâmpadas de LED, painéis fotovoltaicos, comunicação ZigBee e cartão RaspBerry-Pi.
Zanella, Bui, Castellani, Vangelista e Zorzi (2014) - <i>IEEE Internet of things Journal</i>	Aplicações urbanas do IOT para cidades inteligentes em relação a protocolos e arquiteturas. Estudo de caso.	Existe uma ampla gama de soluções de IOT para cidades inteligentes, mas ainda são pouco padronizadas; o exemplo da cidade de Padova demonstra como diferentes sensores (CO ₂ , umidade, iluminação, ruído, etc.) produzem informações para análise e tomada de decisão de maneira mais efetiva.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

4 DISCUSSÃO INTEGRATIVA DOS RESULTADOS

O termo “cidade inteligente” é um conceito que surgiu na década de 1990. Naquele momento, estava relacionado à sustentabilidade, ou seja, seria uma classificação para cidades que implementassem “projetos inteligentes” que utilizassem as tecnologias de informação e comunicação para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e atender as metas do Protocolo de Kyoto (Ahvenniemi *et al.*, 2017).

A sustentabilidade, juntamente com a melhora na qualidade de vida, constitui os dois principais objetivos das cidades inteligentes (Ahvenniemi *et al.*, 2017; Hashem *et al.*, 2016; Sun *et al.*, 2016; Yigitcanlar & Lee, 2014). Mas as aplicações reais têm se distanciado desses objetivos, visto que as cidades são concebidas sob as forças dos interesses de agentes públicos e privados, que, por vezes, não possuem uma visão sistêmica e desconsideram questões sociais, culturais, de capital humano e do meio ambiente, por não engajarem a academia e a população no processo de inovação, além de não consultarem as lições aprendidas em outras cidades (Goodspeed, 2015; Angelidou, 2015; 2015; Gabrys, 2014).

O setor privado exerce forte influência na construção das cidades inteligentes, visto que, segundo Cocchia (2014), no período de recessão iniciado no ano de 2008, as grandes empresas de tecnologias vislumbraram as cidades inteligentes como um negócio e criaram programas e movimentos para fomentar esse mercado. Nessa perspectiva, os administradores públicos são bombardeados com ofertas de modelos prontos de serviços inteligentes para as cidades, que tendem a fomentar o consumismo, sem uma avaliação das prioridades de longo prazo, das possíveis externalidades e de como esses pacotes de tecnologia irão contribuir em um plano macro para atingir metas de sustentabilidade e de qualidade de vida (Viitanen & Kingston, 2014; Hollands, 2015; Paroutis et al., 2014).

Como a tecnologia é um dos elementos estruturantes de uma cidade inteligente, os estudos sobre internet das coisas (IOT) apresentam maior destaque, visto que é discutida em profundidade nos *clusters* 1, 8 e 9, mas também está presente em todos os outros *clusters* por meio de exemplos de usos de sensores conectados à rede. A área de estudo sobre IOT é ampla e crescente, e teve maior foco na proposição de soluções técnicas para os principais quanto a: padronização dos protocolos de comunicação, segurança dos dados, resiliência do sistema, eficiência energética, armazenamento em larga escala e modelo de negócio (Gravina et al., 2017; Lin et al., 2017; Cimmino et al., 2014; Jara et al., 2014; Ziegeldorf et al., 2014).

Combinada com o IOT, a análise de *big data* é outro campo de pesquisa, uma vez que os dados captados pelos inúmeros tipos de sensores precisam ser processados, correlacionados e comunicados por meio de alarmes em tempo real, relatórios e informações gráficas. Para tanto, os autores apresentam modelagens, criações de algoritmos e fluxos de decisão que contribuem para a agilidade e assertividade nas tomadas de decisão (Hashem et al., 2016; Van Der Kam & Van Sark, 2015; Jain et al., 2014).

5 PROPOSIÇÃO DE ESTUDOS FUTUROS

Os artigos analisados possuem similaridades quanto às áreas sugeridas para estudos futuros, portanto, foi possível consolidar em quatro grandes áreas. Os respectivos tópicos sugeridos para pesquisa foram apresentados no quadro 10.

Quadro 10: Sugestões de pesquisas futuras por área

Referência	Tópicos sugeridos para estudos futuros
Área de pesquisa - Internet da Coisas (IoT)	
Botta <i>et al.</i> (2016); Cimmino <i>et al.</i> (2014); Jin <i>et al.</i> (2014); Perera <i>et al.</i> (2015); Puiu <i>et al.</i> (2016); Qiu <i>et al.</i> (2017); Raza <i>et al.</i> (2017); Sun <i>et al.</i> (2016)	Formas para padronização dos protocolos de comunicação que promovam a interoperabilidade de diferentes tipos de sensores, o uso de bases instaladas, ou legados de tecnologias anteriores, e a possibilidade da comunicação M2M (<i>machine to machine</i>).
Ahvenniemi <i>et al.</i> (2017); Botta <i>et al.</i> (2016); Cimmino <i>et al.</i> (2014); Jin <i>et al.</i> (2014); Khorov <i>et al.</i> (2015); Kramers <i>et al.</i> (2014)	Eficiência energética na borda, ou seja, no uso dos sensores, de forma que os dispositivos possam ter maior autonomia para resiliência do sistema e consumam menos por questões ambientais.
Al Nuaimi <i>et al.</i> (2015); Botta <i>et al.</i> (2016); Cimmino <i>et al.</i> (2014); Gretzel <i>et al.</i> (2015); Hashem <i>et al.</i> (2016); Jin <i>et al.</i> (2014); Khorov <i>et al.</i> (2015); Masip-Bruin <i>et al.</i> (2016); Neisse <i>et al.</i> (2015); Perera <i>et al.</i> (2015); Sun <i>et al.</i> (2016).	Segurança e privacidade dos dados sob as perspectivas de proteção contra possíveis ataques cibernéticos (seja aos dispositivos na borda, à rede de comunicação, aos servidores de armazenamento) e divulgação de informações pessoais ou uso de informações para fins comerciais ou ilícitos.
Botta <i>et al.</i> (2016); Khorov <i>et al.</i> (2015); Qiu <i>et al.</i> (2017)	Infraestrutura de redes distribuídas e descentralizadas, ou seja, estudos que explorem como os dispositivos podem se comunicar entre si de forma autônoma e como reduzem a dependência do gerenciamento centralizado para maior escalabilidade e resiliência.

Hashem <i>et al.</i> (2016); Jara <i>et al.</i> (2014); Khorov <i>et al.</i> (2015); Sun <i>et al.</i> (2016)	Sensoriamento participativo (<i>participative sensing</i>), que consiste na participação da sociedade principalmente por meio do envio de informações utilizando “ <i>smart devices</i> ”, como os celulares.
Al Nuaimi <i>et al.</i> (2015); Cimmino <i>et al.</i> (2014); Hashem <i>et al.</i> (2016); Jin <i>et al.</i> (2014); Khorov <i>et al.</i> (2015)	Computação em nuvem e virtualização, como essas tecnologias podem avançar para permitir a maior escala no armazenamento dos dados, a confiabilidade e a segurança no cenário das cidades inteligentes.
Hashem <i>et al.</i> (2016); Khorov <i>et al.</i> (2015); Jin <i>et al.</i> (2014); Masip-Bruin <i>et al.</i> (2016); Paroutis <i>et al.</i> (2014); Perera <i>et al.</i> (2014); Lee <i>et al.</i> (2014); Perera <i>et al.</i> (2015); Scuotto <i>et al.</i> (2016)	Modelo de negócio que considere o processo de inovação, a fabricação, a instalação e a manutenção dos projetos de IOT em cidades inteligentes. Como pode ser melhorada a cadeia com o objetivo de determinar as responsabilidades de cada etapa e a propriedade do sistema e dos dados. Estudo dos conceitos de PaaS e IaaS (plataforma como serviço e infraestrutura como serviço).
Área de pesquisa - Big Data	
Botta <i>et al.</i> (2016); Hashem <i>et al.</i> (2016); Dobre e Xhafa (2014); Qiu <i>et al.</i> (2017)	Análise em tempo real de dados provenientes de fontes heterogêneas. Estudos relacionados a formas de conversão de dados com padrões diferentes, ao desenvolvimento de protocolos de comunicação para agregação, mecanismos de fila para envio e recebimento de pacotes e algoritmos avançados para tratamento de dados em larga escala.
Dobre e Xhafa (2014); Hashem <i>et al.</i> (2016)	Metodologias e fluxos para uso do <i>big data</i> por meio da criação de um plano macro que considere os procedimentos, os fluxos de decisão e as boas práticas.
Área de pesquisa - Estudos Empíricos	
Gretzel <i>et al.</i> (2015); Lee <i>et al.</i> (2014)	Os autores sugerem que sejam realizados estudos de casos por setores específicos de uma cidade e destacam as áreas como: crimes, desastres ambientais, logística, saúde e mobilidade.
Ahvenniemi <i>et al.</i> (2015); Huovila <i>et al.</i> (2017); Hashem <i>et al.</i> (2016); Lee <i>et al.</i> (2014);	Desenvolvimento de índices e metas para determinar o nível de inteligência das cidades, de forma que a mensuração seja mais objetiva e evite auto intitulações com propósitos políticos ou de marketing.
Al Nuaimi <i>et al.</i> (2015); Angelidou (2015); Mattoni <i>et al.</i> (2015); Del Chiappa e Baggio (2015); Jain <i>et al.</i> (2014)	Estudos sobre os níveis geográficos de implementação de cidades inteligentes, que diferenciem os projetos e as ações que podem ser implementadas no âmbito local, regional ou nacional e a interdependência dessas esferas. Planos ou roteiros sugeridos de implementação que considerem a complexidade da cidade.
Kramers <i>et al.</i> (2014)	Eficiência energética no uso das TICs e IOT que não considere apenas o consumo dos dispositivos em uso, mas inclua a avaliação do ciclo produtivo e do ciclo de vida para estimar impactos ambientais desde a produção até o descarte.
Al Nuaimi <i>et al.</i> (2015)	Impactos negativos e positivos relativos a captação e comunicação de dados por meio das mídias sociais e aplicativos.
Área de pesquisa - Inovação	
Al Nuaimi <i>et al.</i> (2015)	Formas de melhorar o processo de inovação para construção de cidades inteligentes, de forma a engajar a universidade; possibilitar o intercâmbio de experiências e lições aprendidas entre os países ou mesmo cidades de um mesmo país.
Al Nuaimi <i>et al.</i> (2015); Belanche <i>et al.</i> (2016); Gabrys (2014); Hollands (2015)	Estudos sobre o papel do capital humano nas cidades inteligentes, ou seja, qual a relação das cidades inteligentes com as “pessoas inteligentes”, no sentido de estarem informadas e com nível de instrução suficiente para operar ou usar as tecnologias.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou nove perspectivas teóricas relacionadas à estruturação de uma cidade inteligente sob o ponto de vista da tecnologia, que podem ser divididas em elementos tecnológicos e elementos socio-institucionais. No que se refere aos elementos tecnológicos, a principal perspectiva é o uso do IOT para aplicações urbanas, que apresenta entraves técnicos e comerciais para a massificação; outro elemento é a análise de *big data*, que é a forma como os dados brutos podem se tornar informações relevantes para tomada de decisões. No que se refere aos elementos socio-institucionais, estes podem ser entendidos como as questões que permeiam a tecnologia, como o processo de inovação, que pode ser motivado por interesses políticos e empresariais; o engajamento do cidadão; as externalidades do uso intensivo da tecnologia; o distanciamento do objetivo inicial, que é a sustentabilidade; e a exclusão social.

Os artigos pesquisados demonstraram que o conceito “cidade inteligente” é alvo de críticas porque não possui uma definição clara, ainda que seja notória a sua relevância dada a constante busca das cidades a fim de se tornarem “mais inteligentes”, seja com propósitos de marketing, econômicos, de sustentabilidade ou outros. Nesse sentido, são necessárias formas para classificar e medir os serviços inteligentes das cidades a fim de atribuir maior objetividade ao conceito (Lee & Lee, 2014).

Outra contribuição da pesquisa foi apresentar a consolidação dos tópicos sugeridos para uma agenda de estudos futuros, divididos em quatro grandes áreas: IOT, *Big Data*, estudos empíricos e inovação. Essas podem ser entendidas como pilares para a estruturação de uma cidade inteligente. O IOT apresenta desafios principalmente físicos (*hardware*) relativos ao consumo de energia, a padronização, a resiliência e o modelo de negócio; o *Big Data* é a parte lógica (*software*) que atribui sentido aos dados, nesse sentido os desafios residem na segurança e proteção, na significação correta, e na criação de procedimentos e fluxos de decisão para ações mais assertivas; inovação é a forma como a cidade inteligente é estruturada, ou seja, os interesses reais que norteiam os projetos e o uso das tecnologias.

O estudo teve caráter representativo, e não exaustivo, para análise e sistematização do tema, pois se limitou às principais publicações, ou seja, as mais citadas da base de dados *Web of Science*.

REFERÊNCIAS

- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppa, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60, 234-245.
- Al Nuaimi, E., Al Neyadi, H., Mohamed, N., & Al-Jaroodi, J. (2015). Applications of big data to smart cities. *Journal Of Internet Services And Applications*, 6(25), 1-15.
- Angelidou, M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, 95-106.
- Barone, R., Giuffre, T., Siniscalchi, S., Morgano, M., & Tesoriere, G. (2014). Architecture for parking management in smart cities. *Iet Intelligent Transport Systems*, 8(5), 445-452.
- Belanche, D., Casalo, L., & Orus, C. (2016). City attachment and use of urban services: Benefits for smart cities. *Cities*, 50, 75-81.
- Botta, A., Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future generation computer systems-the International Journal of Science*, 56, 684-700.
- Briner, R. B., & Denyer, D. (2012). Systematic Review and Evidence Synthesis as a Practice and Scholarship Tool. In: Rousseau, D. M. *The Oxford Handbook of Evidence-Based Management* (p. 112-129). Online: Oxford University Press.

- Carvalho, L. (2015). Smart cities from scratch? A socio-technical perspective. *Cambridge Journal Of Regions Economy And Society*, 8(1), 43-40.
- Centenaro, M., Vangelista, L., Zanella, A., & Zorzi, M. (2016). Long-Range Communications In Unlicensed Bands: The Rising Stars In The Iot And Smart City Scenarios. (67. ed.). *IEEE Wireless Communications*, 23(5), 60.
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T.A., & Scholl, H.J. (2012). Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. *2012 45th Hawaii International. Conference on System Sciences* (p. 2289-2297).
- Cimmino, A., Pecorella, T., Fantacci, R., Granelli, F., Rahman, T., Sacchi, C., Carlini, C., & Harsh, P. (2014). The role of small cell technology in future Smart City application. *Transactions On Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1), 11-20.
- Cocchia, A. (2014). Smart and Digital City: A Systematic Literature Review. In: R. P. Dameri, & C. Rosenthal-Sabroux, *Smart City - How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space* (pp. 13-43). Genoa: Springer International Publishing Switzerland.
- Del Chiappa, G., & Baggio, R. (2015). Knowledge transfer in smart tourism destinations: Analyzing the effects of a network structure. *Journal of destination marketing & management*, 4(3), 145-150.
- Djahel, S., Doolan, R., Muntean, G.-M., & Murphy, J. (2015). A Communications-Oriented Perspective on Traffic Management Systems for Smart Cities: Challenges and Innovative Approaches. *IEEE Communications Surveys And Tutorials*, 17(1), 125-151.
- Dobre, C., & Xhafa, F. (2014). Intelligent services for Big Data science. *Future generation computer systems-the international journal of grid computing and escience*, 37, 267-281.
- Gabrys, J. (2014). Programming environments: environmentality and citizen sensing in the smart city. *Environment and planning d-society & space*, 32(1), 30-48.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (6 ed.). São Paulo: Atlas S.A.
- Goodspeed, R. (2015). Smart cities: moving beyond urban cybernetics to tackle wicked problems. *Cambridge Journal of Regions Economy and Society*, 8(1), 79-92.
- Grácio, M. C. (2016). Acoplamento bibliográfico e análise de cocitação: revisão teórico-conceitual. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 21, 82-99.
- Gravina, R., Alinia, P., Ghasemzadeh, H., & Fortino, G. (2017). Multi-sensor fusion in body sensor networks: State-of-the-art and research challenges. *Information Fusion*, 35, 68-50.
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: foundations and developments. *Electronic markets*, 25(3), 179-188.
- Gretzel, U., Werthner, H., & Koo, C. (2015). Conceptual foundations for understanding smart tourism ecosystems. *Computers in human behavior*, 50, 558-563.
- Hashem, I., Chang, V., Anuar, N., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., . . . Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal Of Information Management*, 36(5), 748-758.
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action*. 12(3), 303-320.
- Hollands, R. (2015). Critical interventions into the corporate smart city. *Cambridge Journal Of Regions Economy And Society*, 8(1), 61-77.
- Hussain, A., Wenbi, R., da Silva, A., Nadher, M., & Mudhish, M. (2015). Health and emergency-care platform for the elderly and disabled people in the Smart City. *Journal Of Systems And Software*, 110, 253-263.

- Jain, R., Smith, K., Culligan, P., & Taylor, J. (2014). Forecasting energy consumption of multi-family residential buildings using support vector regression: Investigating the impact of temporal and spatial monitoring granularity on performance accuracy. *Applied Energy*, 123, 168-178.
- Jara, A., Lopez, P., Fernandez, D., Castillo, J., Zamora, M., & Skarmeta, A. (2014). Mobile digcovery: discovering and interacting with the world through the Internet of things. *Personal And Ubiquitous Computing*, 18(2), 323-338.
- Jin, J., Gubbi, J., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2014). An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things. *IEEE Internet Of Things Journal*, 1(2), 112-121.
- Khan, I., Belqasmi, F., Glitho, R., Crespi, N., Morrow, M., & Polakos, P. (2016). Wireless Sensor Network Virtualization: A Survey. *IEEE Communications Surveys And Tutorials*, 18(1).
- Khorov, E., Lyakhov, A., Krotov, A., & Guschin, A. (2015). A survey on IEEE 802.11ah: An enabling networking technology for smart cities. *Computer Communications*, 58(1), 53-69.
- Kitchin, R. (2013). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1).
- Kramers, A., Hojer, M., Lovehagen, N., & Wangel, J. (2014). Smart sustainable cities - Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. *Environmental Modelling & Software*, 56, 52-62.
- Leccese, F., Cagnetti, M., & Trinca, D. (2014). A Smart City Application: A Fully Controlled Street Lighting Isle Based on Raspberry-Pi Card, a ZigBee Sensor Network and WiMAX. *Sensors*, 14(12).
- Lee, J., & Lee, H. (2014). Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services. *Government Information Quarterly*, 31, 93-105.
- Lee, J., Hancock, M., & Hu, M.-C. (2014). Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. *Technological Forecasting And Social Change*, 89, 80-99.
- Lin, J., Yu, W., Zhang, N., Yang, X., Zhang, H., & Zhao, W. (2017). A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications. *Ieee Internet Of Things Journal*, 4(5), 1125-1142.
- Masip-Bruin, X., Marin-Tordera, E., Tashakor, G., Jukan, A., & Ren, G.-J. (2016). Foggy clouds and cloudy fogs: a real need for coordinated management of fog-to-cloud computing systems. *IEEE wireless communications*, 23(5), pp. 120-129.
- Mattoni, B., Gugliermetti, F., & Bisegna, F. (2015). A multilevel method to assess and design the renovation and integration of Smart Citie. *Sustainable Cities And Society*, 15, 105-119.
- Mccann, P., & Ortega-Argiles, R. (2015). Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy. *Regional Studies*, 49(8), 1291-1302.
- Mora, L., Bolici, R., & Deakin, M. (2017). The First Two Decades of Smart-City Research: A Bibliometric Analysis. *Journal of Urban Technology*. 24 (Issue 1).
- Neisse, R., Steri, G., Fovino, I., & Baldini, G. (2015). SecKit: A Model-based Security Toolkit for the Internet of Things. *Computers & Security*, 54, 60-76.
- Paroutis, S., Bennett, M., & Heracleous, L. (2014). A strategic view on smart city technology: The case of IBM Smarter Cities during a recession. *Technological Forecasting And Social Change*, 89, 262-272.
- Paskaleva, K. A. (2011). The smart city: A nexus for open innovation? *Intelligent Buildings International*, 3(3), 153-171.

- Perera, C., Liu, C., & Jayawardena, S. (2015). The Emerging Internet of Things Marketplace From an Industrial Perspective: A Survey. *IEEE transactions on emerging topics in computing*, 3(4), 585-598.
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2014). Sensing as a service model for smart cities supported by Internet of things. *Transactions On Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1), 81-93.
- Piro, G., Cianci, I., Grieco, L., Boggia, G., & Camarda, P. (2014). Information centric services in Smart Cities. *Journal of Systems And Software*, 88, 169-188.
- Puiu, D., Barnaghi, P., Toenjes, R., Ali, M., Mileo, A., Parreira, J., . . . Fernandes, J. (2016). CityPulse: Large Scale Data Analytics Framework for Smart Cities. *IEEE Access*, 4, 1086-1108.
- Qiu, T., Chen, N., Li, K., Qiao, D., & Fu, Z. (2017). Heterogeneous ad hoc networks: Architectures, advances and challenges. *Ad Hoc Networks*, 55, 143-152.
- Rathore, M., Ahmad, A., Paul, A., & Rho, S. (2016). Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics. *Computer Networks*, 101, 63-80.
- Raza, U., Kulkarni, P., & Sooriyabandara, M. (2017). Low Power Wide Area Networks: An Overview. *IEEE Communications Surveys And Tutorials*, 19(2), 855-873.
- Rong, W., Xiong, Z., Cooper, D., Li, C., & Sheng, H. (2014). Smart City Architecture: A Technology Guide for Implementation and Design Challenges. *China Communications*, 11(3), 56-69.
- Savoldelli, A., Codagnone, C., & Misuraca, G. (2014). Understanding the e-government paradox: Learning from literature and practice on barriers to adoption. *Government Information Quartely*, 31(1), 63-71.
- Scuotto, V., Ferraris, A., & Bresciani, S. (2016). Internet of Things Applications and challenges in smart cities: a case study of IBM smart city projects. *Business Process Management Journal*, 22(2), 357-367.
- Sun, Y., Song, H., Jara, A., & Bie, R. (2016). Internet of Things and Big Data Analytics for Smart and Connected Communities. *Ieee Access*, 4, 766-773.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14, 207-222.
- Van Der Kam, M., & Van Sark, W. (2015). Smart charging of electric vehicles with photovoltaic power and vehicle-to-grid technology in a microgrid; a case study. *Applied Energy*, 152, 20-30.
- Viitanen, J., & Kingston, R. (2014). Smart cities and green growth: outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector. *Environment And Planning*, 46(4), 803-819.
- Wang, S., Wang, X., Wang, Z., & Yang, Y. (2016). Efficient Scavenging of Solar and Wind Energies in a Smart City. *ACS Nano*, 10(6), 5696-700.
- Wu, J., Ota, K., Dong, M., & Li, C. (2016). A Hierarchical Security Framework for Defending Against Sophisticated Attacks on Wireless Sensor Networks in Smart Cities. *IEEE Access*, 4, 416-424.
- Yigitcanlar, T., & Lee, S. (2014). Korean ubiquitous-eco-city: A smart-sustainable urban form or a branding hoax? *Technological Forecasting and Social Change*, 89, 100-114.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet Of Things Journal*, 1(1), 22-32.
- Ziegeldorf, J., Morchon, O., & Wehrle, K. (2014). Privacy in the Internet of Things: threats and challenges. *Security And Communication Networks*, 7(12), 2728-2742.