

## **MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE SMART CITIES: UM ESTUDO TEÓRICO**

**NEY WAGNER FREITAS CAVALCANTE**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)  
ney.cavalcante@coppead.ufrj.br

**ELAINE TAVARES**  
elaine.tavares@coppead.ufrj.br

# MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE *SMART CITIES*: UM ESTUDO TEÓRICO

## 1. INTRODUÇÃO

O fluxo migratório das áreas rurais para urbanas se intensificando. Estudos apontam que, até 2050, mais de 65% da população mundial deve viver em áreas urbanas. Isto impõe às cidades a necessidade de utilizar de forma eficiente seus recursos, visando o aumento de qualidade de vida dos cidadãos (He *et al.*, 2014).

Esta demanda por eficiência vem tornando o uso das novas tecnologias da informação (TICs) essencial para a gestão das cidades. As ferramentas da Web, que tornaram-se parte da vida cotidiana, podem também desempenhar um importante papel social, estruturando processos organizacionais ou permitindo uma maior inteligência da gestão operacional (VIEIRA, 2006; NILSEN & LORANGER 2007; KODAGODA & WONG 2008).

Além da importância das TIC's, diversos autores (GIL-GARCIA *et al.*; 2016, KESAR, 2016; CARAGLIU *et al.*, 2011; MOREIRA, 2015) destacam a importância do cidadão no sucesso desses projetos. Para isso é preciso investimentos na educação da população vinculados às estratégias das TIC quanto ao uso eficiente de recursos: redução do consumo de energia e da mudança climática podem tornar essas cidades mais eficientes, (KAUR *et al.*, 2016; DORAN & DANIEL, 2014).

Neste contexto, surgiu o conceito de Cidades Inteligentes ou Smart Cities (SC), cujo objetivo seria a melhorar a qualidade de vida nas cidades e gestão dos serviços prestados aos cidadãos. Estes projetos possuem ampla rede de dispositivos eletrônicos para monitorar o ambiente urbano em tempo real, para que seja possível agir de forma responsiva, estabelecer controles automáticos, obter informações necessárias para tomadas de decisão inteligentes e facilitar serviços (KOURTIT *et al.*, 2012; WALRAVENS, 2015; ZENG *et al.*, 2015; OLIVEIRA & SILVA, 2012). As redes distribuídas de sensores, assim como nuvens e data centers de dados, formam a infraestrutura tecnológica das cidades inteligentes (KAMIENSKI *et al.*, 2016).

O conceito de SC engloba assim o uso de tecnologias, boa gestão pública e participação individual e coletiva dos atores envolvidos nesses projetos (JÚNIOR & GALIOTTO, 2013). Projetos desta natureza podem ter um papel primordial no desenvolvimento econômico das comunidades, uma vez que permitem reforçar a unidade social e regional, o desenvolvimento ambiental sustentável e a inovação tecnológica (ORBÁN, 2015).

O significado de SC normalmente passa pela ideia de melhorar a qualidade de vida das pessoas e comunidades pelo uso das TICs, mas seu conceito e aplicações são multifacetados. Por abranger diversas áreas de atuação da gestão pública e reunir iniciativas variadas, a definição de SC não tem um consenso entre pesquisadores. O que torna uma cidade inteligente pode não ser aplicável para outras, visto que necessidades locais e contextos podem divergir (ALBINO *et al.*, 2015; KOURTIT *et al.*, 2012; CARAGLIU *et al.*, 2011). Esta variabilidade de projetos de SC gera dúvidas sobre como avalia-los e como identificar, para cada contexto, o grau de inteligência das cidades. A utilização de ranking comparando cidades pode ser eficiente em alguns casos, pois esse é um instrumento útil para avaliar a atratividade de regiões urbanas (GIFFINGER *et al.*, 2007; ABDALA *et al.*, 2014; ANTHOPOULOS *et al.*, 2015).

Dentro desse contexto, essa pesquisa teve por objetivo, identificar e agrupar métodos de avaliação de projetos de SC, apontando lacunas nestes estudos que ainda precisam ser pesquisadas. Através da revisão sistemática da literatura, buscou-se: (i) identificar quais foram as principais metodologias de avaliação de projetos de SC,

englobando modelos, framework, aplicações, abordagens, dimensões e indicadores, desenvolvidos nos últimos dez anos; (ii) analisar como as metodologias utilizadas nos artigos analisados avaliam o impacto dos projetos de SC na vida dos cidadãos e (iii) concluir e (iv) apontar lacunas.

Este artigo está estruturado da seguinte forma. Na segunda seção, serão discutidos os procedimentos metodológicos, conceitos de *Smart City*, de inovação social e métodos de avaliação identificados na literatura.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a revisão sistemática de literatura proposta nesta pesquisa, foram consultadas as bases de dados *EBSCO* e *ProQuest*, entre março e setembro de 2016. Foram feitas buscas de artigos em revistas e periódicos com publicação, que contivessem as palavras-chave “*smart cities*” juntamente com uma das seis palavras: “*methodology*”; “*evaluation*”; “*framework*”; “*indicators*”; “*models*”; “*applications*”. Foram consultados artigos publicados entre os anos de 2006 e 2016, resultando da busca um levantamento de 198 artigos.

O tema SC apresentou crescimento na produção de trabalhos científicos nos últimos cinco anos, porém alguns importantes trabalhos artigos, muito referenciados na literatura, foram publicados em 2006 e 2007. Por conta disso, optou-se por esse critério de busca nos últimos dez anos.

Após um filtro qualitativo feito através da leitura dos resumos dos 198 artigos, foram selecionados os que continham realmente temas de SC e algum tipo de metodologia de avaliação de SC. Como resultado, restaram 56 artigos, sendo 32 da *EBSCO*, 24 do *ProQuest*. Após a leitura de todos os artigos, 31 apontavam algum tipo de método de avaliação e os mesmo foram utilizados para essa pesquisa (TABELA 1).

**TABELA 1**  
**Filtro das bases de dados**

Base de dados	Pesquisa (Filtros qualitativos data e periódico)	Artigos repetidos	Filtro qualitativo (escopo)	Final
EBSCO	122		-90	32
PROQUEST	76		-18	58
		-59		-59
TOTAL				31

Fonte: Elaborados pelos autores

A leitura dos artigos identificados permitiu perceber que três componentes estiveram presentes de forma recorrente nestas pesquisas: o conceito de SC, métodos de avaliação e algum tipo de variável social, essa última aparecendo em 24 artigos. Esses componentes serão discutidos nas seções 3, 4 e 5 respectivamente.

## 3. CONCEITOS DE SMART CITIES

O termo SC não encontra consenso na sua definição e suas definições têm se multiplicado nos últimos anos. As mesmas variam desde aquelas ligando o conceito de SC a qualidade e utilização de serviços prestados, independente do alcance, ferramentas ou tecnologia utilizada, até aquelas que identificam SC com a tecnologia em si (NANNI & MAZZINI, 2014). Vale ressaltar a importância da diferença entre o conceito de cidade inteligente com outros temas fortemente relacionados na literatura: cidade digital, cidade ubíqua ou ambiente inteligente. Essas variáveis estão se relacionando cada vez mais com outras: tecnologia, pessoas e comunidade (NAM & PARDO, 2011; ALBINO *et al.*, 2015).

Por conta dessa variedade de conceitos, relacionou alguns autores e as definições apresentadas pelos mesmos. BRANCHI *et al.* (2014) encontraram alguns conceitos mais comuns nas publicações que investigaram, que giram em torno de: (i) utilização de TIC's para tornar serviços públicos mais interativos, eficientes e visíveis para os cidadãos; (ii) plataforma digital que envolva os gestores administrativos, empresas e cidadãos; (iii) rede de sensores disponibilizando o acesso aos melhores serviços possíveis em cada momento; (iv) cidade em que as tecnologias da informação e comunicação desempenham um papel em um ou mais setores; (v) investimento em capital humano, social e governança participativa.

Alguns requisitos são necessários no sistema de gestão dessas cidades para melhoria de serviços convenientes e inteligentes para os cidadãos e que precisam ser bem executados: economia inteligente, mobilidade inteligente, ambiente inteligente, governança inteligente, vida inteligente e pessoas inteligentes (BOULOS *et al.*, 2015; ZHENG *et al.*, 2015). É razoável supor que na descrição de uma cidade inteligente, esses seis indicadores são mais comuns e possuem dimensões específicas: economia inteligente voltada para a competitividade, pessoas inteligentes como capital humano e social, governança inteligente no que tange a participação, mobilidade inteligente ligada ao transporte e uso das TIC's, ambiente inteligente e uso dos recursos naturais e por último, vida inteligente sobre qualidade de vida (GIFFINGER *et al.*, 2007; DORAN & DANIEL, 2014).

O conceito passa assim pela noção de cidades planejadas, projetadas e construídas a partir da otimização dos processos que aumentem a qualidade de vida urbana com o uso eficiente das TICs, objetivando proporcionar melhor qualidade de vida, mais segurança, redução do consumo de recursos e custos, mobilidade, além de estimular a participação do público nesses processos (HERNANDEZ-JAYO *et al.*, 2015; WALRAVENS, 2015).

A cidade inteligente liga a infraestrutura física, a infraestrutura de TI, infraestrutura social e a infraestrutura de negócios para alavancar a inteligência coletiva da cidade (WALRAVENS, 2015), transformando serviços públicos e privados, integrando as necessidades de comunicação em tempo real dos cidadãos e informações e melhorando as condições de se habitar naquele lugar (LEITAFÁ, 2015). É um espaço de convivência entre as pessoas que, com base nas tecnologias disponíveis, podem prosperar e desenvolver (BRANCHI *et al.*, 2014).

Percebe-se que o conceito de SC está fortemente ligado a componentes tecnológicos, uma vez que diferentes elementos incorporados em ambientes inter-relacionados interagem entre si e com os usuários gerando novos serviços e causando relevante impacto nas comunidades (ASENSIO *et al.*, 2015). A capacidade tecnológica é uma característica presente na maioria dos estudos sobre SC, uma vez que plataformas inteligentes, sensores em maiores quantidades e magnitude, tecnologia verde, equipamento de detecção e comunicação, monitoração de infraestrutura física, melhoria de transportes públicos e gestão da mobilidade são características importantes de SC (MERLINO *et al.*, 2015; ZENG *et al.*, 2015).

O foco de SC está baseado nas necessidades mais urgentes e nas maiores oportunidades que propiciem melhoria na qualidade de vida dos cidadãos no presente e no futuro (KESAR, 2016). Um exemplo é a questão da mobilidade, pois são concebidos para a melhor utilização de infraestrutura de transportes, maior entendimento e planejamento da situação de tráfego, possibilitando melhor mobilidade dos usuários (HERNANDEZ-JAYO *et al.*, 2015; SEMANJSKI & GAUTAMA, 2015).

Alguns autores afirmam que os gestores das cidades responsáveis pelo planejamento de SC ainda concentram-se muito em ferramentas e dispositivos

tecnológicos em detrimento dos cidadãos, que deveriam ser priorizados (ALLWINKLE & CRUICKSHANK, 2011; BRANCHI *et al.*, 2014), uma vez que o desempenho urbano depende cada vez mais da disponibilidade e qualidade da comunicação, conhecimento e do capital humano e social (CARAGLIU *et al.*, 2011).

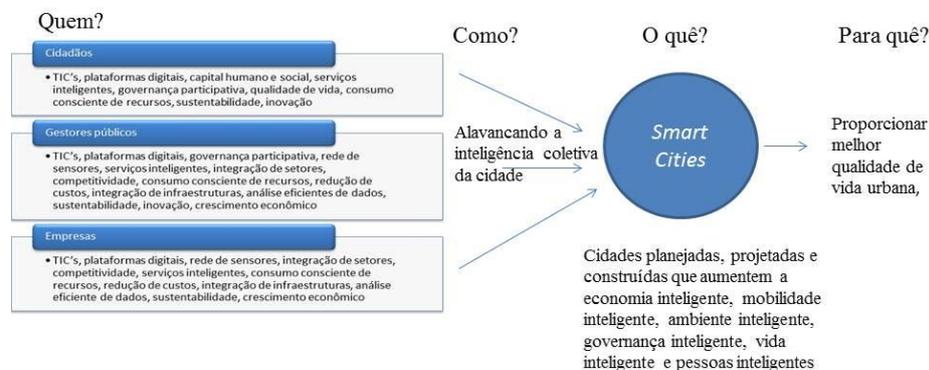
Vale destacar que cada cidade possui necessidades específicas de acordo com o contexto de cada local. Alguns trabalhos destacam a importância do contexto, o tipo de transporte de cada indivíduo e a possibilidade de mudança nos seus comportamentos (SEMANJSKI & GAUTAMA, 2015; POSLAD *et al.*, 2015).

No contexto europeu, cidades inteligentes possuem um conceito político com o objetivo de integrar todos os centros de conhecimento e de inovação para incremento socioeconômico. Na Europa, cidades inteligentes tem uma alta produtividade, uma vez que possuem uma fatia elevada da população com alto nível educacional, trabalhos intensivos em conhecimento, sistemas de planejamento orientados para resultado, atividades criativas e iniciativas orientadas pela sustentabilidade. Para isso, o cumprimento de indicadores quantitativos de desempenho são mandatórios (KOUTIT *et al.*, 2012). De qualquer forma, o desenvolvimento de ambientes competitivos e atraentes para negócios também deve visar o bem-estar dos seus cidadãos (SÁNCHEZ *et al.*, 2013; PIRO *et al.*, 2014).

Desta forma, o conceito de cidades inteligentes, conforme mencionado, é difuso na literatura, por se tratar de projetos e iniciativas aplicáveis a contextos socioeconômicos muito distintos. As iniciativas dos projetos variam entre cidades e países, uma vez que depende de diversos fatores: nível de desenvolvimento, vontade de mudança e melhoria, recursos e aspirações da população local (KESAR, 2016). Esse conceito vem sendo cunhado de forma mais abrangente, incorporando um conjunto de variáveis que levam a uma visão mais holística e desejável para compreender o fenômeno. Em outros termos, significa dizer que a tecnologia da informação deve estar a serviço da transformação da vida e do trabalho das pessoas, o que envolve utilizar esses recursos para gerir melhor os serviços prestados aos cidadãos. (COSGRAVE *et al.*, 2013).

O Quadro 1 apresenta as variáveis mais apontadas na literatura e presentes no conceito de SC. É razoável supor que aspectos ligados à tecnologia e infraestrutura são muito importantes. No entanto, governança participativa, consumo consciente de recursos, sustentabilidade e inovação fazem parte dessa nova concepção de conceito de SC, uma vez que impactam diretamente na melhoria dos serviços e qualidade de vida dos cidadãos e contribuem para melhor entendimento do fenômeno. É importante ressaltar que os artigos levantados nesta revisão de literatura foram preponderantemente desenvolvidos em países desenvolvidos. Portanto, algumas especificidades do tema em países emergentes ainda precisam ser exploradas. Isto será discutido nas considerações finais deste artigo.

## Quadro 1



### Variáveis mais presentes nos conceitos de SC.

Fonte: Elaborado pelos autores

## 4. INOVAÇÃO SOCIAL

A qualidade de vida nas cidades modernas depende de vários fatores ligados à serviços públicos, como por exemplo, educação, segurança e transportes (HANCKE *et al.*, 2001; DORAN & DANIEL, 2014). Diversas cidades europeias enfrentaram o desafio de combinar competitividade e desenvolvimento urbano de forma sustentável, gerando impacto sobre variadas questões como qualidade de moradia, economia, cultura e condições ambientais (GIFFINGER *et al.*, 2007). Para enfrentar antigos problemas e desafios, é preciso inovar – o que envolve o desenvolvimento de novas práticas.

O conceito de inovação, que já esteve ligado à domínio tecnológico, hoje não se restringe a esta vertente (ANDRÉ & ABREU, 2006). Quando tem o objetivo específico de responder às necessidades sociais, é denominado de Inovação social (ROLLIN & VICENT, 2007). No caso de SC, não se trata apenas de o quanto essa cidade é inteligente, mas sim do esforço contínuo para tornar-se cada vez mais inteligente, caracterizando assim uma inovação. No que tange à geração de valor para os cidadãos, as agências governamentais, empresas e outras partes interessadas são atores importantes nessa iniciativa, sendo ainda fundamental a participação da comunidade (GIL-GARCIA *et al.*, 2016). A inovação social deve assim estar presente nas políticas públicas e empresariais de inclusão de pessoas ou comunidades (ANDRÉ & ABREU, 2006).

Durante essa pesquisa foi possível identificar alguns casos ilustrativos que tiveram impactos sociais para a comunidade: facilidades de comunicação com o crescimento da conectividade móvel (WALRAVENS, 2015); internet rápida e Wi-fi para aplicações de emergência e saúde, segurança e privacidade (BOULOS *et al.*, 2015); interação entre economia, tecnologia, sociedade e cultura (KOURTIT *et al.*, 2012); melhoria da qualidade de vida pelo monitoramento e a integração de infraestruturas críticas de uma cidade: estradas, transportes, comunicações, água, energia, edificações, gestão de resíduos e mobilidade (LETAIFA, 2015); otimização de recursos e melhor planejamento das atividades de manutenção, segurança e com

isso, a melhoria dos serviços para os cidadãos (LAZAROIU & ROSCIA, 2012); conectividade, interação e gestão inteligente dos dados necessários para a administração da cidade (LEITAFÁ, 2015; BRANCHI *et al.*, 2014).

A tabela 2 resume alguns fatores relacionados a infraestrutura e conectividade apontados na literatura como relevantes para projetos de SC e o tipo de impacto causado pela conjunção entre tecnologia e inovação social.

**Tabela 2**  
**Tecnologia X Impacto social**

Pesquisa Autor (ano)	Infraestrutura tecnológica	Formação de redes de cidades inteligentes	Integração das infraestruturas	Tratamento dos dados	Impacto social
Schaffers <i>et al.</i> (2012)	X	X	X	X	Qualidade de vida
Giffinger <i>et al.</i> , 2007			X		Serviços
Doran & Daniel, 2014	X		X		Moradia
Merlino <i>et al.</i> , 2015	X		X	X	Mobilidade
Branchi <i>et al.</i> , 2014	X	X	X		Comunicação
Walravens, 2015	X				Comunicação
Boulos <i>et al.</i> , 2015	X		X		Saúde, segurança e privacidade
Kourtit <i>et al.</i> , 2012	X		X		Econômica e cultural
Letaifa, 2015			X		Mobilidade e qualidade de vida
Lazaroiu & Roscia, 2012			X		Serviços

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir das informações da tabela 2, pode-se supor que a infraestrutura tecnológica e a integração de infraestruturas críticas contribuem para o aprimoramento de serviços centrados no cidadão. Além de mobilidade, um dos pontos mais importantes em SC e com alto impacto social, pois facilitam a forma como o cidadão se desloca, otimizando tempo e recursos. Outro fator de destaque é o poder crescente de comunicação, uma vez que vários fatores contribuíram para aumento da produtividade, eficiência e habilidades de comunicação para a melhoria de vida: crescimento rápido do uso de conectividade móvel, queda nos preços dos smartphones, maior capacidade de processamentos dos aparelhos e dependência crescente de uso das pessoas (WALRAVENS, 2015).

## 5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE *SMART CITIES*

A complexidade do tema traz à tona algumas dificuldades que vão desde múltiplos conceitos até vários tipos de metodologias de avaliação de projetos de SC. Além disso, os variados tipos de cidades inteligentes dificultam a mensuração dos resultados.

GIFFINGER & HAINDLMAIER (2010) apontaram que as cidades são desafiadas a melhorarem sua competitividade utilizando novas abordagens e instrumentos para detectar seus pontos fortes e fracos para atingir esse objetivo. O ranking de cidades pode ser uma ferramenta para identificar ativos, além de pontos fortes e oportunidades para alcançar vantagens competitivas em relação a cidades do mesmo nível. No entanto, dependendo da abordagem metodológica e indicadores, uma cidade pode ser classificada de maneira muito diferente entre rankings (GIFFINGER *et al.*, 2007).

Várias iniciativas relacionadas à avaliação de cidades estão relacionadas à sustentabilidade, qualidade de vida e impactos no meio-ambiente (LÖVEHAGEN &

BONDESSON, 2013). Poucas pesquisas, no entanto, tratam de metodologias de ranking de SC (GIFFINGER & HAINDLMAIER, 2010), que poderiam permitir comparar e classificar rankings de cidades, apesar das especificidades de cada cidade. O desenvolvimento destas metodologias podem permitir o desenvolvimento de escalas para diferentes cidades (LÖVEHAGEN & BONDESSON, 2013).

Mediante a escassez destes trabalhos, este artigo identificou métodos de avaliação dos últimos dez anos encontrados na literatura (Tabela 3).

**Tabela 3**  
**Métodos de avaliação de projetos de SC identificados na literatura**

Métodos de avaliação de projetos de SC	Pesquisa Autor (ano)	Objetivo	Aplicação	Natureza das variáveis analisadas	Impacto social (como as metodologias avaliam impacto social)	Cidade (Sigla país)
Modelo	Doran & Daniel (2014)	Panorama dos desenvolvimentos atuais e futuros no domínio geoespacial para ilustrar as oportunidades que possam surgir para iniciativas de cidades inteligentes	Moradia, mobilidade, ambiente, cidadão	Econômica, ambiental, social	Gestão de estacionamento inteligente, limpeza de neve das ruas solicitado por GPS	Nova Iorque (USA), Quebec (CAN), Nice (FRA), Lion (FRA), Madri (ESP), Toronto (CAN)
	Batagan (2011)	Análise dos modelos de sustentabilidade em serviços inteligentes	Saúde, cidadão, meio-ambiente	Social, sustentabilidade	Armazenamento das fichas médicas dos últimos 10 anos. Dados completos do paciente para tratamento mais rápido e preciso	Quebec (CAN), República Tcheca (CZ)
	Nanni & Mazzini (2014)	Modelo organizacional para integração de dados e realização de SC	Sensores, infraestrutura	Tecnologia, governança	Compartilhamento de dados e conectividade para monitorar poluição, trânsito, deslizamento de terras	Emília-Romanha (ITA)
Framework	Chourabi <i>et al.</i> (2012)	Proposta de framework para facilitar a compreensão de SC a partir de oito dimensões	Infraestrutura, tecnologia, comunidades, cidadão	Governança, social, economia	Gestão participativa, investimento em educação	---
	Lee <i>et al.</i> (2014)	Framework de estudos de caso de São Francisco e Seoul descrevendo o processo de implementação do serviço e integração da rede	Infraestrutura, rede	Tecnologia, governança	Novos modelos de negócios e criação de novas empresas e empregos, desenvolvimento de aplicativo com participação da comunidade para melhoria climática (redução de CO2)	São Francisco (USA), Seoul (KOR)
	Theodoridis <i>et al.</i> (2013)	Desenvolvimento de <i>framework</i> a partir do levantamento dos principais desafios e	Transportes, infraestrutura, cidadão, sensores, <i>Big Data</i> , serviços	Mobilidade, tecnologia, social, governança, inovação	Tratamento padronizado de água, esgoto, medição inteligente de iluminação	Santander (ESP)

		oportunidades em SC			pública	
	Leng <i>et al.</i> (2010)	Framework utilizando várias imagens em 3D e principais componentes de SC	Transportes, infraestrutura, cidadão	Governança, mobilidade, tecnologia, saúde, social	Gerenciamento antecipado da mobilidade e integração de registros e casos médicos	---
	Walravens (2012)	Framework de negócios a partir de um estudo de caso do serviço 311 em NY	Cidadão, telefonia	Social, comunicação, segurança, governança	Unificação de 4.000 serviços de 120 agências municipais e organizações em um só número de telefone	New York (USA)
Aplicação	Semanjski <i>et al.</i> (2015)	Algoritmo para gestão de mobilidade a partir de dados comportamentais dos indivíduos em tipos diferentes de transportes	Mobilidade, cidadão	Social, transportes, comportamental e comunicação	Agilidade na mobilidade através da combinação de transportes multimodais utilizados e sugeridos pelos usuários	SIMULAÇÃO
	Leccese <i>et al.</i> (2014)	Desenvolvimento de aplicativo que controla remotamente postes de iluminação	Sensores	Energia, tecnologia	Redução de custos e utilização inteligente de recursos	Informou que aplicou em campo, mas não especificou localidade
	Hancke <i>et al.</i> (2013)	Plataformas de detecção e desafios técnicos associados com essas tecnologias	Sensores, cidadão, infraestrutura	Tecnologia, segurança, social	Controle de incêndios, aplicações e monitoramento na saúde	Coreia do Sul (KOR), Portugal (POR), Amsterdã (HOL), Barcelona (ESP), Viena (AUS), Santander (ESP)
Abordagem	Zheng <i>et al.</i> (2015)	Nova abordagem para tratamento e análise dos dados de imagens de vigilância	Segurança, cidadão	Social e segurança pública	Alta precisão e eficiência nas imagens de segurança e vigilância	SIMULAÇÃO
	Piro <i>et al.</i> (2014)	Plataforma que permite o gerenciamento de serviços inteligentes	Mobilidade, gestão pública, cidadão	Econômica, governança, ambiental, transportes, social, segurança	Transparência governamental, sinalização de acidentes, facilidades para abertura de negócios, marcação de consultas médicas	Santander (ESP)
	Albino <i>et al.</i> (2015)	Abordagem baseada a partir de extensa revisão de literatura identificando as principais dimensões e elementos que caracterizam SC	Meio-ambiente, cidadão	Sustentabilidade, desenvolvimento urbano, social	A definição atualmente de SC deve envolver 3 fatores: TIC's, desenvolvimento de pessoas e comunidade	---
Dimensões	Anthopoulos <i>et al.</i> (2015)	Avaliação comparativa do desempenho de seis dimensões em SC: pessoas, governo, mobilidade, ambiente e moradia	Mobilidade, moradia, cidadão	Social, transportes, governança, ambiental	Medição de cidades inteligentes a partir de 6 perspectivas: sustentabilidade, desempenho, resiliência, gestão pública,	---

					competitividade e governança urbana	
	Gil-Garcia <i>et al.</i> (2016)	Identifica 14 dimensões de inteligência em governos e propõe uma visão integrada	Meio-ambiente, cidadão	Sustentabilidade, inovação, governança, social, empreendedorismo	Governança participativa e transparente	---
Indicadores	Lazaroiu & Roscia (2012)	Calcula o peso de indicadores para estimar projetos de SC e conseguir financiamentos	Financeira, mobilidade, cidadão, recursos naturais	Social, governança, econômica, segurança pública, energia	Redução do consumo de energia, utilização de energias renováveis nos transportes	Noruega (NOR), Islândia (ISL), Croácia (CRO)
	Yoo <i>et al.</i> (2016)	Compara e analisa diferentes projetos em alguns países para concluir quais aspectos devem ser prioritários para o sucesso	Infraestrutura, mobilidade, energia, meio-ambiente, saúde, cidadão	Transportes, social, tecnologia, governança, ambiental, urbanização	Redução e previsão de desastre, tratamento inteligente de água, cuidados com idosos, redução de CO2	Coreia (KOR), Japão (JAP), China (CHN), Estados Unidos (USA)
Métricas	Hernandez-Jayo <i>et al.</i> (2015)	Testar um sistema de prevenção, alerta e comunicação de acidentes em um cenário simulado e validado	Mobilidade, cidadão	Social, transportes, segurança	Redução e prevenção de acidentes	Bilbao (ESP)
	Boulos <i>et al.</i> (2015)	Discussão de formas de medição e avaliação comparativa de desempenho de SC e impacto na qualidade de vida dos cidadãos	Economia, mobilidade, ambiente, qualidade de vida, cidadão	Social, econômica, governança, tecnologia	Disponibilidade de internet muito rápida, telefonia com banda larga, inclusão digital, criação de conteúdo e participação da comunidade	Vancouver (CAN), Hamburgo (DEU), Nice (FRA), Barcelona (ESP), Londres (UK), Viena (SWE), Munique (DEU)
	Branchi <i>et al.</i> (2014)	Medir e estabelecer uma média do uso de diferentes tecnologias e os impactos na vida dos cidadãos	Qualidade de vida, cidadão	Tecnologia, governança, social	Redução de consumo de energia, participação cidadã na preservação do meio ambiente	Rede de 41 cidades da Espanha (ESP)
	Pan <i>et al.</i> (2013)	Apresentam cinco domínios de aplicação promissores em mineração de dados	Dados, infraestrutura, sensores, telefonia, saúde, cidadão	Tecnologia, mobilidade, comunicação, comportamento, social, segurança	Maiores investimentos para melhoria de mobilidade e saúde, segurança, negócios	---
	Estudo de caso	Merlino <i>et al.</i> (2015)	Descrição da lógica, esforços e resultados da integração de IoT para gerir sensores	Mobilidade	Tecnologia, transportes	Redução de congestionamento, consulta de vagas de estacionamento, iluminação pública inteligente, otimização do uso de recursos naturais
Walravens (2015)		Levantamento da indústria de telefonia móvel em Bruxelas	Telefonia móvel	Tecnologia	Melhor utilização de telefonia móvel para aprimorar	Bruxelas (BEL)

					mobilidade	
	Cosgrave <i>et al.</i> (2013)	Estudo de caso de um pequeno número de cidades do Reino Unido	Tecnologia, inovação, cidadão	Social	Captação de dados em tempo real para criação e/ou aperfeiçoamento de políticas públicas com participação cidadã	Reino Unido (UK)
	Bakici <i>et al.</i> (2013)	Exploração dos componentes estratégicos, iniciativas e living labs	Infraestrutura, cidadão, moradia, serviços	Social, tecnologia, inovação, governança, urbanização, economia	Governança transparente e participativa facilitando a comunicação e aprimorando serviços públicos	Barcelona (ESP)
Implementação	Asensio <i>et al.</i> (2015)	Sistema para emergência em túneis	Segurança	Governança	Deteção, sinalização e comunicação com os usuários proporcionando mais segurança	Aragón (ESP)
	Poslad <i>et al.</i> (2015)	Sistema de sensores de tráfego	Mobilidade	Transporte	Diminuição do tráfego nos horários de pico e promoção de transporte multimodal	Enschede (NL), Gothenburg (SE), Leeds (UK)
	Leitafa (2014)	Proposição de quadro metodológico para a implementação de SC	Governança, mobilidade, energia, saúde, cidadão, recursos naturais	Social, economia, transporte, segurança, meio-ambiente	Monitoramento e integração de infraestruturas críticas incluindo estradas, pontes, túneis, trilhos, metrô, aeroportos, portos, comunicações, água, energia, edifícios	Singapura (SIN), Winnipeg (CAN), Toronto (CAN), New Taipei City (TAI), Londres (UK), Estocolmo (SWE), Amsterdam (HOL), Viena (SWE), Luxembourg (LUX), Turku (FIN), Eindhoven (HOL), Montpellier (FRA), Montreal (CAN), Berlin (DEU)
	Sanchez <i>et al.</i> (2013)	Arquitetura implantada para iluminação autônoma de parques públicos	Tecnologia, sensores, iluminação, cidadão	Social, energia	Redução de custos e utilização inteligente de recursos	Santander (ESP)
	Allwinkle & Cruickshank (2011)	Criação de plataforma <i>e-learning</i> para integração e transferência de conhecimento	Tecnologia, cidadão, gestão, aprendizagem	Social, inovação, conhecimento	Aprendizado, redução de burocracia, desenvolvimento de competências individuais e coletivas para serviços on-line	Glasgow (UK), Dublin (IRL)

Fonte: Elaborado pelos autores

Na tabela 3 foi possível ainda identificar a classificação da natureza das variáveis: econômica, ambiental, tecnológica, governança, sustentabilidade, políticas públicas, educação, saúde, mobilidade, segurança, comunicação, comportamental e social. Essa última apareceu em 24 trabalhos de forma clara. Pode-se supor ainda que mesmo em trabalhos que não houve qualquer citação ao cidadão ou comunidade, esses se beneficiariam de alguma forma.

Nesta pesquisa foi feita uma classificação geral dos objetivos dos artigos selecionados podemos destacar alguns enfoques dados pelos autores (Quadro 2).

## QUADRO 2 - Classificação geral dos objetivos dos autores

<b>Objetivos</b>	<b>Estudos comparativos de projetos de SC:</b> Chourabi <i>et al.</i> (2012); Gil-Garcia <i>et al.</i> (2016); Albino <i>et al.</i> (2015); Anthopoulos <i>et al.</i> (2015); Yoo <i>et al.</i> (2016); Boulos <i>et al.</i> (2015); Branchi <i>et al.</i> (2014)
	<b>Infraestrutura tecnológica e de dados:</b> Allwinkle & Cruickshank (2011); Lee <i>et al.</i> (2014); Sanchez <i>et al.</i> (2013); Merlino <i>et al.</i> (2015); Pan <i>et al.</i> (2013); Hancke <i>et al.</i> (2013); Zheng <i>et al.</i> (2015); Leng <i>et al.</i> (2010)
	<b>Desenvolvimento ou implementação de sistemas:</b> Semanjski <i>et al.</i> (2015); Leccese <i>et al.</i> (2014); Piro <i>et al.</i> (2014); Hernandez-Jayo <i>et al.</i> (2015); Leitafa (2014); Asensio <i>et al.</i> (2015); Poslad <i>et al.</i> (2015)
	<b>Oportunidades de projetos:</b> Doran & Daniel (2014); Theodoridis <i>et al.</i> (2013)
	<b>Novos modelos de projetos:</b> Batagan (2011); Nanni & Mazzini (2014); Bakici <i>et al.</i> (2013)
	<b>Gestão de negócio:</b> Walravens (2015)
	<b>Governança:</b> Lazaroiu & Roscia (2012); Cosgrave <i>et al.</i> (2013); Walravens (2012)

Fonte: Elaborado pelos autores

Para facilitar o agrupamento de trabalho a classificação feita nessa pesquisa levou em consideração temas que tivessem ligação. Nos artigos com objetivos ligados à ESTUDOS COMPARATIVOS DE PROJETOS DE SC (discussões, avaliações comparativas das dimensões e formas de medição de projetos de SC); INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA E DE DADOS (criação de plataformas de integração, arquitetura implantada de TI, domínios de aplicação, análise inteligente de dados); DESENVOLVIMENTO OU IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS (desenvolvimento de sistemas, aplicativos, plataformas de gerenciamento inteligente); OPORTUNIDADES DE PROJETOS (levantamento de desafios e oportunidades em projetos de SC); NOVOS MODELOS DE PROJETOS (análise de componentes modelos organizacionais estratégicos e sustentáveis); GESTÃO DE NEGÓCIO (levantamento de setor da indústria de telefonia); GOVERNANÇA (dimensões de integração e inteligência de governos, peso de indicadores para novos financiamentos, cases de sucessos).

Em relação às cidades, os trabalhos apontaram 96 cidades, sendo 4 na Ásia, 10 na América do Norte (EUA/Canadá) e 82 na Europa, ou seja 85,41% dos casos estão localizados na Europa. Não houve nenhum caso de cidade brasileira, ainda que existam projetos de SC no Brasil, mas não foram localizados na busca. É possível supor que isso ocorreu não por conta da ausência de trabalhos científicos brasileiros nos periódicos selecionados, mas por conta do critério que os artigos deveriam conter algum tipo de método de avaliação de projetos de SC.

### 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por objetivo, a partir da revisão da literatura, identificar e agrupar métodos de avaliação de projetos de SC, apontando lacunas nestes estudos que ainda precisam ser pesquisadas. Mais especificamente, por uma revisão sistemática da literatura, buscou-se: (i) identificar quais foram as principais metodologias de avaliação de projetos de SC, nos últimos 10 anos, englobando modelos, framework,

aplicações, abordagens, dimensões e indicadores, desenvolvidos nos últimos dez anos; e (ii) analisar como as metodologias utilizadas nos artigos analisados avaliam o impacto dos projetos de SC na vida dos cidadãos e das comunidades locais, de acordo com a teoria da Inovação Social.

Apesar de não existir um conceito único de SC, é possível destacar alguns componentes mais citados nos artigos e definir Smart Cities como uma cidade com presença de uma plataforma digital que envolva os gestores administrativos, empresas e cidadãos para tornar serviços públicos mais interativos, eficientes e visíveis para a melhoria da qualidade de vida da população.

Após a leitura dos 31 artigos selecionados, reunidos na tabela 3, percebeu-se que nenhum tipo de método destacou-se significativamente em termos numéricos e foram da seguinte forma: 3 artigos de modelo, 5 de framework, 3 de aplicação, 3 de abordagem, 2 de dimensões, 2 de indicadores, 4 de métricas, 4 de estudo de caso e 5 de implementação. Em relação à distribuição das cidades, destacamos que 85,41% dos casos estão localizados na Europa

Com a revisão da literatura percebeu-se que cidades da Europa, Ásia e América já investem há algumas décadas em desenvolvimento de projetos para tornar seus serviços cada vez mais centrados no cidadão, redução de consumo, uso inteligente de recursos. Além disso, essas cidades têm adotado TIC's, inclusive tecnologias verdes, como forma de incrementar oportunidades econômicas que surgem, bem como reforçar sua competitividade global. No entanto, o comércio e produção de resíduos desenvolvem sérios problemas sociais e econômicos (Albino et al. 2015; Lee *et al.*, 2014).

Contudo, países em desenvolvimento ainda possuem problemas graves de desigualdade social, falta de infraestrutura, acessibilidade, educação, saúde, urbanização. Por conta disso, projetos de SC com foco em inovação social são importantes, uma vez que esta surgiu a partir de necessidades não atendidas pelo Estado, principalmente em países em desenvolvimento, e por conta disso com mais espaço de atuação para melhoria da qualidade de vida (Oliveira & Silva, 2012).

FIGUEIREDO (2016) apontou que cidades do Norte Global (Europa e América do Norte) em relação à projetos de SC com a pergunta “como fazer igual ou melhor com menos?”. Enquanto que em países do Sul Global (América do Sul, África) a questão levantada é “como fazer?”.

É nesse ponto que encontram-se vários *gaps* da literatura:

- (i) Como um país como o Brasil, com sérios problemas estruturais pode desenvolver projetos de SC?
- (ii) Em que áreas já existem projetos no Brasil que tenham o cidadão ou comunidade como foco?
- (iii) Se existem projetos de SC com foco no cidadão no Brasil, a teoria de Inovação social está sendo aplicada? Qual a real preocupação destes projetos com o desenvolvimento social?
- (iv) Os métodos de avaliação, encontrados nessa pesquisa, dos países desenvolvidos aplicam-se no Brasil?

Esse trabalho identificou as metodologias de avaliação de projetos de SC, não se teve por objetivo comparar tais métodos. Esta comparação representa uma oportunidade de contribuição para o campo. Outra possibilidade futura é a investigação exploratória de cidades brasileiras.

Esse estudo possui limitações, apesar dos esforços para sistematizar as informações, devido a pequena amostra de artigos selecionados e a utilização de filtros qualitativos podem ter impedido uma revisão mais completa e robusta sobre o tema.

Algumas contribuições foram fornecidas com essa pesquisa, tanto práticas quanto acadêmicas. Empresas e governos podem se beneficiar dos achados da pesquisa em relação à novos modelos, oportunidades de negócios, gestão, governança, utilização de novas tecnologias e na área acadêmica, a compilação e classificação de métodos de avaliação de projetos de SC, bem como a apresentação de pontos comuns é de grande valia, uma vez que reúne vários autores de importantes periódicos do tema.

## REFERÊNCIAS

ABDALA, Lucas Novelino et al. Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. **International Journal of Knowledge Engineering and Management (IJKEM)**, v. 3, n. 5, p. 98-120, 2014.

ALBINO, Vito; BERARDI, Umberto; DANGELICO, Rosa Maria. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of Urban Technology**, v. 22, n. 1, p. 3-21, 2015.

ALLWINKLE, Sam; CRUICKSHANK, Peter. Creating smart-er cities: An overview. **Journal of urban technology**, v. 18, n. 2, p. 1-16, 2011.

ANDRÉ, Isabel; ABREU, Alexandre. Dimensões e espaços da inovação social. **Finisterra**, v. 41, n. 81, 2006.

ANTHOPOULOS, Leonidas G.; JANSSEN, Marijn; WEERAKKODY, Vishanth. Comparing Smart Cities with different modeling approaches. In: **Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web**. ACM, 2015. p. 525-528.

ASENSIO, Ángel et al. Managing emergency situations in the smart city: The smart signal. **Sensors**, v. 15, n. 6, p. 14370-14396, 2015.

BAKICI, Tuba; ALMIRALL, Esteve; WAREHAM, Jonathan. A smart city initiative: the case of Barcelona. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 4, n. 2, p. 135-148, 2013.

BĂȚĂGAN, Lorena. Smart cities and sustainability models. **Informatica Economică**, v. 15, n. 3, p. 80-87, 2011.

BRANCHI, Pablo E.; FERNÁNDEZ-VALDIVIELSO, Carlos; MATIAS, Ignacio R. Analysis matrix for smart cities. **Future Internet**, v. 6, n. 1, p. 61-75, 2014.

BOULOS, Maged N. Kamel; TSOUROS, Agis D.; HOLOPAINEN, Arto. ‘Social, innovative and smart cities are happy and resilient’: insights from the WHO EURO 2014 International Healthy Cities Conference. **International journal of health geographics**, v. 14, n. 1, p. 1, 2015.

CARAGLIU, Andrea; DEL BO, Chiara; NIJKAMP, Peter. Smart cities in Europe. **Journal of urban technology**, v. 18, n. 2, p. 65-82, 2011.

CHOURABI, Hafedh et al. Understanding smart cities: An integrative framework. In: **System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on**. IEEE, 2012. p. 2289-2297.

COSGRAVE, Ellie; ARBUTHNOT, Kate; TRYFONAS, Theo. Living labs, innovation districts and information marketplaces: A systems approach for smart cities. **Procedia Computer Science**, v. 16, p. 668-677, 2013.

DORAN, Marie-Andree; DANIEL, Sylvie. Geomatics and Smart City: A transversal contribution to the Smart City development. **Information Polity**, v. 19, n. 1, 2, p. 57-72, 2014.

GIFFINGER, Rudolf et al. City-ranking of European medium-sized cities. **Centre of Regional Science, Vienna UT**, p. 1-12, 2007.

GIFFINGER, Rudolf; GUDRUN, Haindlmaier. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities?. **ACE: Architecture, City and Environment**, v. 4, n. 12, p. 7-26, 2010.

GIL-GARCIA, J. Ramon; ZHANG, Jing; PURON-CID, Gabriel. Conceptualizing smartness in government: An integrative and multi-dimensional view. **Government Information Quarterly**, 2016.

HANCKE, Gerhard P. et al. The role of advanced sensing in smart cities. **Sensors**, v. 13, n. 1, p. 393-425, 2012.

HE, Yuan et al. Smart city. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 2014, 2014.

HERNANDEZ-JAYO, Unai; DE-LA-IGLESIA, Idoia; PEREZ, Jagoba. V-Alert: Description and Validation of a Vulnerable Road User Alert System in the Framework of a Smart City. **Sensors**, v. 15, n. 8, p. 18480-18505, 2015.

KAMIENSKI, Carlos et al. Computação Urbana: Tecnologias e Aplicações para Cidades Inteligentes.

KAUR, Gagan Preet; GUPTA, Puja; SYAL, Matt. Development and Validation of ICT for Energy Management: Building Capacities towards Smart Cities through Sustainable Resource Use. **International Journal of Environment and Sustainability (IJES)**, v. 5, n. 1, 2016.

KESAR, Purushottam. Smart Cities in India Can Only Succeed with Smart Governance. **Available at SSRN**, 2016.

KODAGODA, Neesha; WONG, B. L. Effects of low & high literacy on user performance in information search and retrieval. In: **Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction-Volume 1**. British Computer Society, 2008. p. 173-181.

KOURTIT, Karima; NIJKAMP, Peter; ARRIBAS, Daniel. Smart cities in perspective—a comparative European study by means of self-organizing maps. **Innovation: The European journal of social science research**, v. 25, n. 2, p. 229-246, 2012.

JÚNIOR, Hélio Santiago Ramos; GALIOTTO, Simone. Iniciativas pontuais de cidades inteligentes no meio-oeste catarinense: estudo do caso da cidade de Erval Velho, a Capital Catarinense da Reciclagem. **Revista Democracia Digital e Governo Eletrônico**, v. 2, n. 9, 2013.

LAZAROIU, George Cristian; ROSCIA, Mariacristina. Definition methodology for the smart cities model. **Energy**, v. 47, n. 1, p. 326-332, 2012.

LECCESE, Fabio; CAGNETTI, Marco; TRINCA, Daniele. A smart city application: A fully controlled street lighting isle based on Raspberry-Pi card, a ZigBee sensor network and WiMAX. **Sensors**, v. 14, n. 12, p. 24408-24424, 2014.

LEE, Jung Hoon; HANCOCK, Marguerite Gong; HU, Mei-Chih. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 89, p. 80-99, 2014.

LENG, Biao; XIONG, Zhang; FU, Xiangwei. A 3D shape retrieval framework for 3D smart cities. **Frontiers of Computer Science in China**, v. 4, n. 3, p. 394-404, 2010.

LETAIFA, Soumaya Ben. How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. **Journal of Business Research**, v. 68, n. 7, p. 1414-1419, 2015.

LÖVEHAGEN, Nina; BONDESSON, Anna. Evaluating sustainability of using ICT solutions in smart cities—methodology requirements. In: **Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability (ICT4S)**. 2013. p. 175-182.

MERLINO, Giovanni et al. A smart city lighting case study on an openstack-powered infrastructure. **Sensors**, v. 15, n. 7, p. 16314-16335, 2015.

MOREIRA, Cristiano Ramos. Uma iniciativa de smart city: o estudo de caso do Centro Integrado de Comando de Porto Alegre. 2015.

NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: **Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference ACM**, 2011. p. 282-291.

NANNI, Stefania; MAZZINI, Gianluca. From the Smart City to the Smart Community, Model and Architecture of a Real Project: SensorNet. **Journal of Communications Software & Systems**, v. 10, n. 3, 2014.

NIELSEN, Jakob; LORANGER, Hoa. Usabilidade na web: projetando websites com qualidade. **Rio de Janeiro: Campus**, 2007.

OLIVEIRA, Nilza Duarte Aleixo; SILVA, Tania Nunes. Inovação social e tecnologias sociais sustentáveis em relacionamentos intercooperativos: um estudo exploratório no CREDITAG-RO. **Revista de Administração da UFSM**, v. 5, n. 2, p. 277-295, 2012.

ORBÁN, Annamária. Building smart communities in the Hungarian social economy. **Community Development Journal**, p. bsv053, 2015.

PAN, Gang; Qi, Guande; Zhang, Wangsheng; Li, Shijian; Wu, Zhaohui; Yang, Laurence Tianruo. Trace analysis and mining for smart cities: issues, methods, and applications. **IEEE Communications Magazine**, v. 121, 2013.

PIRO, Giuseppe et al. Information centric services in smart cities. **Journal of Systems and Software**, v. 88, p. 169-188, 2014.

POSLAD, Stefan et al. Using a Smart City IoT to Incentivise and Target Shifts in Mobility Behaviour—Is It a Piece of Pie?. **Sensors**, v. 15, n. 6, p. 13069-13096, 2015.

ROLLIN, Joanie; VINCENT, Valérie. **Acteurs et processus d'innovation sociale au Québec**. Réseau québécois en innovation sociale, 2007.

SÁNCHEZ, Luis et al. Integration of utilities infrastructures in a future internet enabled smart city framework. **Sensors**, v. 13, n. 11, p. 14438-14465, 2013.

SEMANJSKI, Ivana; GAUTAMA, Sidharta. Smart City Mobility Application—Gradient Boosting Trees for Mobility Prediction and Analysis Based on Crowdsourced Data. **Sensors**, v. 15, n. 7, p. 15974-15987, 2015.

THEODORIDIS, Evangelos; MYLONAS, Georgios; CHATZIGIANNAKIS, Ioannis. Developing an IoT Smart City framework. In: **IISA**. 2013. p. 1-6.

VIEIRA, Euripedes Falcão. A Sociedade cibernética. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2006.

WALRAVENS, Nils. Mobile city applications for Brussels citizens: Smart City trends, challenges and a reality check. **Telematics and Informatics**, v. 32, n. 2, p. 282-299, 2015.

YOO, YEJIN; KIM, KABSUNG; HAN, JIHYE. COMPARISON ANALYSIS OF SMART CITY PROJECTS—IMPLICATIONS FOR U-CITY—. 2016.

ZHENG, Ran et al. Parallel key frame extraction for surveillance video service in a smart city. **PLoS one**, v. 10, n. 8, p. e0135694, 2015.