

CIDADES INTELIGENTES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: uma avaliação do uso de TIC em cidades paulistas.

MARCOS CESAR WEISS

ESPM - ESCOLA SUPERIOR DE PROPAGANDA E MARKETING

JOSÉ GERALDO DE ARAÚJO GUIMARÃES

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

HELDER DE SOUZA AGUIAR

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE (FEA/USP)

CIDADES INTELIGENTES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: uma avaliação do uso de TIC em cidades paulistas.

Resumo

Esse trabalho tem por objetivo discutir a aplicação das tecnologias da informação e comunicação (TIC) como meio para a constituição de cidades inteligentes e sustentáveis. Trata-se de uma pesquisa qualitativa que faz uso de dados primários oriundos de levantamento realizado por meio de um modelo avaliativo de prontidão de TIC para a gestão das cidades, adaptado para contemplar aspectos críticos para a construção de cidades sustentáveis, segundo a literatura. O levantamento foi realizado nas cidades de Barueri, Cabreúva, São José do Rio Preto, Santana de Parnaíba, Santos, São Bernardo do Campo e Sorocaba, tendo como respondentes seus respectivos gestores de TIC. Os resultados mostraram que, independentemente de indicadores socioeconômicos, as cidades ainda privilegiam suas aplicações de TIC voltadas para as questões de arrecadação de tributos e outros ingressos financeiros, estando as questões mais afeitas à qualidade de vida e eficiência operacional para as organizações localizadas em patamares mais inferiores.

Palavras-chave: Cidades inteligentes e sustentáveis. TIC para gestão urbana. Modelo avaliativo de cidades inteligentes. Cidades para o desenvolvimento sustentável.

Abstract

The work aims to discuss the application of information and communication technologies (ICT) as a means for the constitution of smart and sustainable cities. It is a qualitative research that makes use of primary data from a survey carried out through an evaluation model of ICT readiness for city management, adapted for covering critical aspects for the construction of sustainable cities, according to the literature. The survey was carried out in the cities of Barueri, Cabreúva, São José do Rio Preto, Santana de Parnaíba, Santos, São Bernardo do Campo and Sorocaba, with the respective ICT managers as respondents. The results showed that, regardless of socioeconomic indicators, the cities are still favoring their ICT applications focused on the collection of taxes and other financial inflows, being their issues regarding the quality of life and operational efficiency for organizations located at lower levels.

Keywords: Smart and sustainable cities. ICT for urban management. Intelligent cities evaluative model. Cities for sustainable development.

INTRODUÇÃO

Os debates sobre a necessidade de equilíbrio entre desenvolvimento econômico, preservação do meio ambiente e equidade social têm sido uma constante nas agendas de governos, iniciativa privada, academia, organizações não governamentais e também no dia a dia do cidadão comum. Temas como a concentração populacional nos espaços urbanos, combate à pobreza e emprego, eficiência na prestação de serviços básico de saúde e educação, alimentos, saneamento básico, água e energia, entre outros temas, têm permeado os ambientes onde esses debates são travados. Encontrar possibilidades reais para o enfrentamento às restrições cada vez maiores de acessos aos recursos naturais e de vida digna às pessoas é um desafio interposto de forma urgente à sociedade contemporânea. Fracassar nesse intento não é uma opção, sob pena de se decretar o colapso das expectativas de prosperidade.

No atual cenário de envelhecimento e crescimento populacional, particularmente nos ambientes urbanos, em que se presencia tensões entre demandas e capacidades de fornecimento de infraestruturas e serviços públicos, considerar os princípios da sustentabilidade, para além das realidades históricas, culturais e políticas, torna-se um imperativo. É fundamental pensar as cidades sobre os pilares do desenvolvimento sustentável justamente porque elas têm se transformado nos mais significativos espaços para a distribuição e consumo de bens e serviços, mas nem sempre atentando para os limites de disponibilidade dos insumos necessários à sua produção.

Da perspectiva dos líderes globais, as cidades desempenham papel de significativa relevância no contexto do desenvolvimento sustentável e, por consequência, na perpetuação do planeta. Por ocasião da Rio+20, esses líderes se comprometeram a envidar esforços para promover a criação de cidades sustentáveis:

Comprometemos-nos a promover uma estratégia integrada para o planejamento e construção de cidades e assentamentos urbanos sustentáveis, nomeadamente mediante o apoio das autoridades locais, de forma a aumentar a sensibilização do público e a participação dos residentes urbanos, incluindo os pobres, na tomada de decisões. Também nos comprometemos a promover políticas de desenvolvimento sustentável que suportem a habitação e serviços sociais inclusivos; um ambiente de vida seguro e saudável para todos, especialmente para as crianças, jovens, mulheres, idosos e deficientes; energia e transporte viáveis e com preços acessíveis; promoção, proteção e restauração de espaços verdes seguros nas cidades; água potável e limpa e saneamento; qualidade do ar; geração de empregos decentes; melhoria do planejamento urbano; e urbanização de favelas. Apoiamos ainda a gestão sustentável dos resíduos através da aplicação do princípio dos 3R (reduzir, reutilizar e reciclar). (Rio+20, 2012, p. 26, tradução nossa).

Nesse contexto, o conceito de cidade inteligente surge como uma possibilidade para o encaminhamento razoável dos problemas que afetam das cidades, independentemente de tamanho que tenham ou de posição geográfica onde se localizem.

As cidades inteligentes fazem uso intensivo das tecnologias da informação e comunicação (TIC) como meio para a identificação, desenvolvimento e implementação de tecnologias, incluindo aplicativos, voltadas para a gestão da dinâmica urbana ultrapassando a simples disponibilização de infraestrutura digital apenas, embora a ausência de infraestrutura digital suficiente, acessível e de qualidade se configure como um potencial impeditivo para que a cidade inteligente se materialize (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2015).

A partir dessas reflexões introdutórias coloca-se a seguinte questão: qual o atual nível de disponibilização e utilização de TIC aplicáveis à gestão de áreas críticas para a sustentabilidade nas cidades?

Para responder a essa questão, esse trabalho tem por objetivo descrever e discutir o atual estado de aplicação de soluções de TIC para o gerenciamento de infraestruturas e serviços considerados pela literatura como críticos para o desenvolvimento da sustentabilidade urbana. Para tanto, se desenvolve por meio de uma pesquisa qualitativa que tem como base dados primários obtidos por meio de um instrumento de pesquisa específico sobre prontidão das TIC aplicáveis à gestão das cidades (WEISS, 2016) realizada nas cidades de Barueri, Cabreúva, São José do Rio Preto, Santana de Parnaíba, Santos, São Bernardo do Campo e Sorocaba, todas no estado de São Paulo.

Com esse trabalho pretende-se contribuir com as reflexões sobre como as cidades podem se habilitar com soluções em TIC para se tornarem mais inteligentes e sustentáveis, apoiando o poder público na identificação de oportunidades para a elaboração e implementação de políticas públicas, a iniciativa privada na geração de inovações para a gestão das cidades e o meio acadêmico na promoção das pesquisas acerca do desenvolvimento urbano sustentável.

O trabalho está organizado em cinco seções. Além dessa seção introdutória, a segunda seção apresenta o referencial teórico que aborda o tema cidades inteligentes e as perspectivas de TIC para sua constituição. A terceira seção é dedicada aos procedimentos metodológicos, incluindo uma explanação sobre o modelo de prontidão das TIC aplicáveis à gestão das cidades. Na quarta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos e, finalmente, na quinta seção são apresentadas as considerações finais, limitações e sugestões para futuros estudos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O papel das cidades no desenvolvimento econômico global (SASSEN, 1998) tem sido objeto e motivo para que governos, empresas e o meio acadêmico colaborem entre si no sentido de criar inovações (LOMBARDI et al., 2011) capazes minimizar ou mesmo solucionar as restrições institucionais, tecnológicas e humanas que afetam as cidades ao redor do planeta nesse início de século.

Se por um lado as cidades se configuram como os motores do desenvolvimento dos países onde se localizam e determinam o desempenho e o destino desses mesmos países, quaisquer que sejam eles, porque elas são centros de inovação e pontos de conexão às redes globais de ciência e tecnologia, por outro lado elas representam o principal consumidor de recursos naturais e o principal gerador de gases de efeito estufa, sendo responsáveis por cerca de dois terços da geração global de CO₂ e por iguais dois terços da demanda por energia elétrica no planeta (HAMMER et al., 2011). Anualmente, bilhões de dólares são desperdiçados como resultado das deficiências nos sistemas de transportes de carga e transporte público de passageiros; por incapacidades de agências na antecipação e pronta reação a desastres naturais ou falhas nas infraestruturas públicas; ineficiência no provimento e na gestão de serviços públicos de saúde, educação e segurança; áreas urbanas degradadas e entregues à própria sorte, provocando efeitos perversos na atividade econômica e, conseqüentemente, na condição social dos atores (CADENA; DOBBS; REMES, 2012) e a eles restringindo o direito à prosperidade.

Perseguir de forma intransigente a prosperidade econômica das cidades significa promover as capacidades de interação e transferência de conhecimento para a criação e manutenção de uma nova ordem urbana (WOLFE; BRAMWELL, 2008) a partir de um ambiente colaborativo que extrapole seus próprios limites geográficos (DOGDSON; GANN, 2011) e objetivando incremento da produtividade com vistas ao desenvolvimento econômico; desenvolvimento das infraestruturas e instalações públicas, incluindo tecnologias da

informação e comunicação de forma a incrementar a produtividade, mobilidade e conectividade, proporcionando melhores condições da vida urbana; qualidade de vida, pelo adequado uso dos espaços públicos e intensificação da coesão da comunidade e sua identidade cívica; equidade e inclusão social, que garanta a distribuição equitativa das riquezas geradas na cidade, reduzindo a pobreza e garantindo os direitos das minorias; sustentabilidade ambiental, que promova a proteção e o uso inteligente dos ambientes urbanos e dos bens naturais, e; governança urbana e legislação, que catalise a ação local em prol da prosperidade, incluindo a capacidade de regular o processo de urbanização (UN-Habitat, 2018).

Dutta et al. (2010), por ocasião da publicação do relatório *The Global Information Technology Report*, sobre a aplicação das TIC como motores da competitividade e prosperidade, afirmaram:

As TIC são cruciais para a promoção da sustentabilidade econômica. O mesmo é verdade para a sustentabilidade ambiental e social: as TIC têm grande responsabilidade e um importante papel a desempenhar neste cenário, tanto como uma indústria em si como na habilitação das infraestruturas. Mais e mais governos de todo o mundo reconhecem o poder revolucionário das TIC como um motor de crescimento econômico sustentável e um facilitador de melhores condições de vida para seus cidadãos. Esses governos têm cada vez mais colocado as TIC em posição de destaque em suas estratégias de competitividade geral e agendas nacionais (DUTTA et al., 2010, p. 26, tradução nossa).

A proposição que afirma que a crise é a alavanca da inovação (TUSHMAN; SMITH, 2004) se aplica também às cidades e para se evitar que a rápida urbanização se transforme em uma crise sem precedentes, é vital operar as cidades de forma inteligente, inovadora e sustentável (BATAGAN, 2011). Engajar, então, os atores ao redor dos objetivos do desenvolvimento urbano sustentável se conforma como importante estratégia para que as cidades possam estabelecer melhor posição no cenário global de competição por mercados e talentos (DUNN, 2010; ELKINGTON, 2012; AHMAD; COLIN; AHMED, 2012). Para isso, a adoção dos princípios de cidades inteligentes se apresenta como uma abordagem viável para suportar essa estratégia.

A abordagem para a gestão dos ambientes urbanos trazida pelas cidades inteligentes emerge como uma maneira de resolver os intrincados problemas organizacionais, sociais e materiais resultantes do fenômeno da urbanização. Constituir cidades inteligentes, entretanto, não se trata apenas de uma revolução provocada e promovida pelas tecnologias ou de um fenômeno localizado num dado espaço geográfico em particular. É, antes de mais nada, um fenômeno global que privilegia a orientação a serviços e o desenvolvimento socioeconômico (NAM; PARDO, 2011) por meio da harmonização entre o mundo material e o mundo virtual e a integração entre todos os subsistemas urbanos (TOPPETA, 2010; RASOOLIMANESH; BADARULZAMAN; JAAFAR, 2011).

Ao conceito de cidades inteligentes, em tempos mais recentes, outros qualificadores têm sido agregados: cidades inteligentes e sustentáveis (AHVENNIEMI et al., 2017), cidades inteligentes e humanas (OLIVEIRA; CAMPOLARGO, 2015), cidades inteligentes e criativas (CARTA, 2014), cidades inteligentes e inclusivas (REBERNIK et al., 2017), cidades inteligentes e inovadoras (VLACHOSTERGIU, 2015), cidades inteligentes e resilientes (PAPA et al., 2015). Qualquer que seja o adjetivo agregado, permanece o núcleo:

A cidade inteligente é aquela que realiza a implementação de tecnologias da informação e comunicação (TIC) de forma a transformar positivamente os padrões de organização, aprendizagem, gerenciamento da infraestrutura e prestação de serviços públicos, promovendo práticas de gestão urbana mais eficientes em benefício dos atores sociais, resguardadas suas vocações históricas e características culturais (WEISS, 2016, p. 68).

A importância das TIC é indiscutível e seus benefícios são encontrados em todas as atividades humanas, embora possam ainda haver posicionamentos contrários. Essas tecnologias permanecem - e tudo indica que assim continue - incrementando as capacidades produtivas da economia; promovendo a aproximação e a interação de pessoas e de organizações; promovendo transformações na gestão pública. Os avanços em pesquisa e desenvolvimento de soluções modulares, escaláveis e colaborativas têm permitido que poder público, iniciativa privada e academia possam desenvolver e implementar estratégias para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e as condições de operação das empresas que vivem e atuam nas cidades (BEDDOE, 2009).

No contexto das cidades do futuro, as inovações em TIC, particularmente aquelas fortemente estimuladas pela chamada transformação digital, se conformam como importantes instrumentos para o planejamento, monitoramento, entrega e gerenciamento das infraestruturas e serviços urbanos, capazes de encurtar as distâncias e estreitar o relacionamento entre poder público e sociedade (CROMER, 2010; KOMNINOS et al., 2011; MARSAL-LLACUNA et al., 2015). Para além de tecnologias em sistemas de informação para a gestão pública e em redes de comunicações de alta velocidade, com ou sem fio (LONGO; ROSCIA; LAZAROIU, 2014), tecnologias como Internet das Coisas (DLODLO et al., 2012; SONG et al., 2014), Big Data e a Ciência de Dados (KITCHIN, 2014), Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina (AGARWAL; GURJAR; AGARWAL; BIRLA, 2015), Computação Cognitiva e Computação em Nuvem (VENTER; WHITLEY, 2012), Aplicações Móveis (IVANUS; IOVAN, 2014), Georreferenciamento (DORAN; DANIEL, 2014) e Soluções de colaboração e redes sociais (SHELTON; POORTHUIS; ZOOK, 2015) vão imprimindo maior inteligência às cidades.

Todas essas tecnologias e suas consequências não seriam possíveis não fosse o advento e a profunda difusão da internet em todos os cantos do planeta, a despeito de ainda haver populações à margem desse fenômeno social, para além de tecnológico. No âmbito das relações cidadão-poder público ou mesmo empresa-poder público, a internet tem possibilitado que canais de comunicação mais eficientes sejam estabelecidos, demandas sejam anotadas e atendidas sem, necessariamente, exigir que os interessados tenham que se deslocar até postos de atendimento (ALLWINKLE; CRUICKSHANK, 2011; CHOURABI et al., 2012).

A combinação cada vez mais efetiva das tecnologias e dos sistemas computacionais em se integrar vão permitindo o atendimento a inúmeras demandas da sociedade para o enfrentamento aos mais diversos problemas e restrições que afetam as cidades do presente e do futuro.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

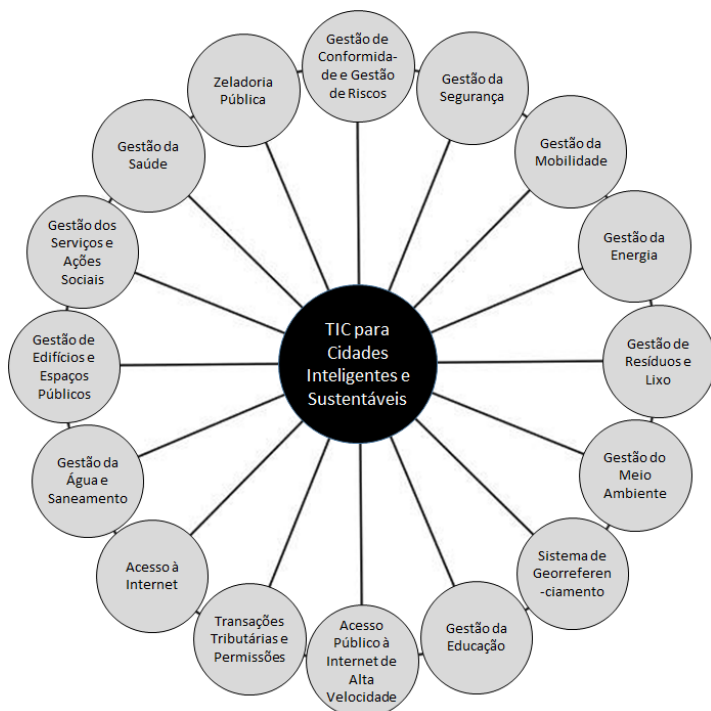
Esse trabalho pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa exploratória, tendo em vista a necessidade de se buscar maior proximidade e conhecimento sobre o fenômeno que se pretende estudar e sobre o qual ainda não se tem informações suficientes para responder à pergunta de pesquisa (CRESWELL, 2002; FLICK, 2004).

Utiliza dados primários obtidos junto aos representantes das cidades, de seus respectivos departamentos de tecnologia da informação, por meio da aplicação de uma adaptação do Modelo Avaliativo de Prontidão de Tecnologia da Informação e Comunicação Aplicáveis à Gestão das Cidades (WEISS, 2016). Essa adaptação, todavia, não implicou em qualquer mudança em sua dinâmica de resolução ou em sua caracterização de funcionalidades esperadas para cada dimensão, mas tão somente na exclusão de determinadas dimensões por não se configurarem, na visão do autor, críticas ou diretamente conectadas às questões apontadas no presente trabalho. Nesse sentido, foram desconsideradas as seguintes

dimensões: AGFP-Planejamento e Finanças Públicas, AGAS-Ativos e Suprimentos, AGRH-Recursos Humanos, AGCP-Compras Públicas, AGIG-Informações Gerenciais, IPTT-Transporte e Tráfego, ECIC-Informações e Interação com Cidadãos, ECIE-Informações e Interação com Empresas, ECIT-Informações e Interação com Turistas, ECIO-Informações e Interação com outras Cidades, PSHC-Hospedagem e Computação em Nuvem, PSCC-Centro de Comando e Controle, PSSS-Sistema de Sensores, PSBD-Analítico e Grandes Volumes de Dados, IEDL-Capacitação pela Internet, IECO-Colaboração e Rede Social, IEPD-Comunidades Virtuais de P&D, IEDS-Desenvolvimento de Soluções para a Cidade, IEAD-Abertura de Dados na Internet e IEIT-Internet das Coisas.

Foram, portanto, consideradas para a investigação as dimensões: **AGGR**-Conformidade e Gestão de Riscos, **SPSD**-Saúde, **SPED**-Educação, **SPSE**-Segurança, **SPAS**-Serviços e Ações Sociais, **SPMO**-Mobilidade, **SPZP**-Zeladoria Pública, **IPEN**-Energia, **IPAG**-Água e Saneamento, **IPEE**-Edifícios e Espaços Públicos, **IPRL**-Resíduos e Lixo, **IPMA**-Meio Ambiente, **ECAI**-Acesso à Internet, **ECTP**-Transações Tributárias e Permissões, **PSIV**-Acesso Público à Internet de Alta Velocidade e **PSGE**-Sistema de Georreferenciamento, ilustradas na Figura 1.

Figura 1 – Dimensões da dinâmica urbana apoiadas por sistemas de informação.



Fonte: Autor “adaptado de” WEISS, 2016.

Para cada dimensão, são considerados cinco níveis de prontidão, como caracterizados no Quadro 1. A determinação do ponto da escala qualitativa de cada dimensão se dá pela melhor adequação descritiva do nível da dimensão à realidade identificada pelo respondente.

Quadro 1 - Quadro explicativo dos níveis de prontidão das TICs para cidades inteligentes.

Nível	Descrição
1 - Inexistente	Nesse nível, a cidade não realiza atividades ou ações relacionadas à dimensão e não utiliza qualquer tipo de TIC para suportá-las.
2 - Elementar	Nesse nível, a cidade realiza atividades ou ações relacionadas à dimensão utilizando recursos elementares das TIC, como planilhas eletrônicas, editores de textos ou aplicativos isolados – <i>stand alone</i> – criados pelos próprios usuários.

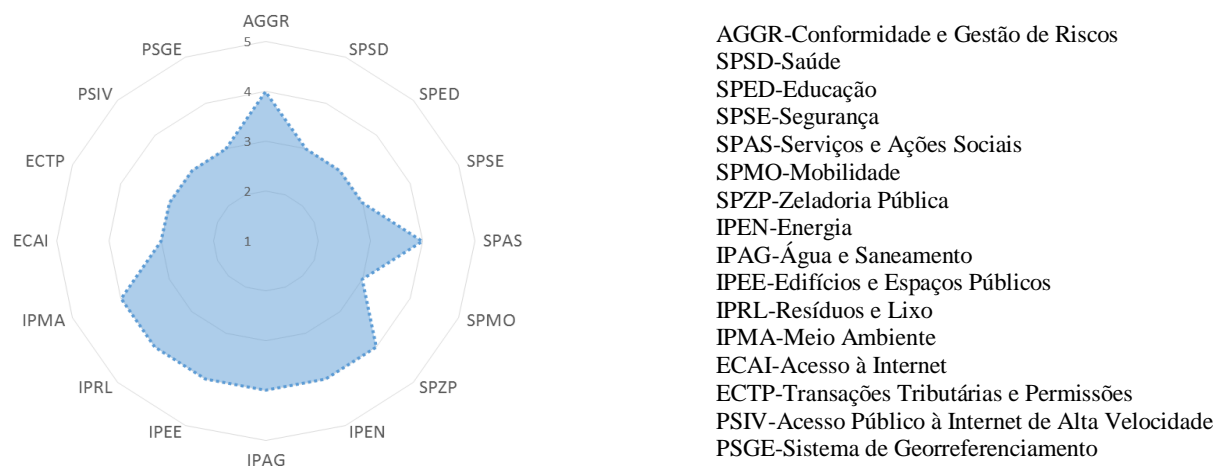
Quadro 1 - Quadro explicativo dos níveis de prontidão das TICs para cidades inteligentes.

Nível	Descrição
3 - Automatizada	Nesse nível, as atividades ou ações realizadas pela cidade, relacionadas à dimensão, contam com recursos de TIC, particularmente com um sistema de informações desenvolvido (ou adquirido) para a finalidade específica exigida pela dimensão, sem recursos de integração com outros sistemas de informações de dimensões do mesmo domínio ou de outros domínios.
4 - Integrada	Nesse nível, os recursos de TIC, particularmente o sistema de informações desenvolvido (ou adquirido) para a finalidade específica exigida pela dimensão, é complementado com funcionalidades avançadas e conta com integração de recursos de TIC e sistemas de informações de outras dimensões, do mesmo domínio ou de outros domínios.
5 - Avançada	Nesse nível, os recursos de TIC, particularmente o sistema de informações desenvolvido (ou adquirido) para a finalidade específica exigida pela dimensão, é integrado a recursos de TIC e a sistemas de informações de outras dimensões, do mesmo ou de outros domínios; é complementado por funcionalidades de publicação e abertura automatizada de dados na internet, além de contar com facilidades de interação com os atores, em tempo real, acerca de todos os eventos que permeiam a dinâmica urbana, notadamente aqueles relativos à dimensão considerada.

Fonte: Autor “adaptado de” WEISS, 2016.

Consideradas as dimensões selecionadas para a análise proposta nesse trabalho, o modelo adaptado produz um resultado mínimo esperado, como caracterizado por meio da Figura 2, e que servirá como base de comparação para as aferições obtidas junto às cidades.

Figura 2 - Caracterização do resultado mínimo esperado



Fonte: Autor “adaptado de” WEISS, 2016.

Assim como uma cidade é o resultado entre as interações de seus diferentes subsistemas de forma a formar uma rede de infraestruturas e serviços, o modelo, se consideradas as funcionalidades particulares de seus sistemas de informação, também assim se caracteriza. Em outras palavras, os diferentes sistemas e tecnologias da informação forma uma rede que objetiva, em última análise, cobrir todos os aspectos da dinâmica urbana.

Nesse sentido, o modelo avaliativo utilizado para o presente estudo se resolve, para além das demonstrações de aderência dos resultados ao que preconiza o modelo, por meio da teoria das redes complexas. Ou seja, cada dimensão analisada corresponde a um “nó” e as interações possíveis entre esses “nós” formam as “arestas” da rede, formando uma matriz de adjacência quadrada e binária. Nessa matriz, a ocorrência de interações entre essa e aquela

funcionalidade de duas dadas dimensões são representadas por “1” e, caso contrário, são representadas por “0”.

Segundo Figueiredo:

Essa matriz codifica todas as arestas da rede e é conhecida como matriz de adjacência, denotada aqui por A. A matriz “A” é quadrada de n elementos e cada elemento A(i, j) representa o par de vértices (i, j). Se o par estiver relacionado, então temos que A(i, j) = 1, caso contrário A(i, j) = 0 (FIGUEIREDO, 2011, p. 310).

A matriz de adjacência para esse trabalho, resultado da adaptação do modelo como explanado anteriormente, contempla 16 nós (n = 16) e 70 arestas (E = 70) propostas. Essa matriz resultante apresenta densidade “D” igual a 0,5833, resultado da aplicação da expressão $D = 2E / n(n - 1)$.

O campo de aplicação do modelo foi limitado às cidades de Barueri, Cabreúva, São José do Rio Preto, Santana de Parnaíba, Santos, São Bernardo do Campo e Sorocaba, todas no estado de São Paulo. O acesso às cidades foi realizado inicialmente por intermédio de mensagem eletrônica com o intuito de obter autorização e designação dos respondentes e, posteriormente e já em tempo de execução da pesquisa, por meio de envio do instrumento eletrônico de coleta de dados. Uma vez completados pelos respondentes, foram devolvidos também por meio de mensagem eletrônica e então validados e consolidados, segundo a dinâmica de resolução do modelo.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Previamente a apresentação e discussão dos resultados obtidos pela aplicação do modelo avaliativo de TIC para a gestão das cidades, é relevante caracterizar as cidades por meio de alguns indicadores socioeconômicos, como apresentado na Tabela 1, e que serão recuperados posterior para análise.

Tabela 1 - Indicadores socioeconômicos das cidades objeto do estudo.

Indicadores Socioeconômicos	Barueri	Cabreúva	Rio Preto	Santana de Parnaíba	Santos	São Bernardo	Sorocaba
População estimada (2017)	267.534	47.877	450.657	131.887	434.742	827.437	659.871
Área (km ²)	65,701	260,234	431,944	179,949	281,033	1.869,36	450,382
Densidade (hab/km ²)	3.665	160	945	605	1.494	410	1.304
Empresas instaladas	14.171	1.152	23.391	9.273	22.888	27.322	25.519
PIB Per Capita (R\$)	182.225	83.830	33.784	61.881	46.007	52.324	47.396
IDH-M	0,786	0,738	0,797	0,814	0,840	0,805	0,798
Esgotamento sanitário adequado	95,4%	89,7%	95,8%	71,8 %	95,1%	91,9%	98%
Vias públicas arborizadas	72,7%	80,4%	96,5%	58,4%	87,3%	84,1%	82,2%
Vias públicas urbanizadas	71,5%	40,3%	26,2 %	37,1 %	84,0%	52,3%	48,5%
Escolarização de 6 a 14 anos	97,8%	97,3%	98%	97,3%	98,2%	97,6%	98,1%
IDEB nos anos iniciais	6,3	6,2	6,7	5,7	6,1	6,8	6,5
IDEB nos anos finais	5,2	4,9	5,1	4,6	5,0	4,6	5,0
Escolas de nível fundamental	65	19	136	50	147	198	194
Escolas de nível médio	36	7	61	31	66	99	98
Mortalidade infantil (/1000 vivos)	9,55	15,05	9,53	8,72	13,7	9,86	12,43
Estabelecimentos de Saúde SUS	40	8	53	11	79	70	75

Notas:

IDH-M: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IDEB: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

Fonte: IBGE, 2018.

A cidade de **Barueri**, segundo o modelo aplicado, apresentou níveis importantes para as dimensões de gestão da saúde, segurança e serviços e ações sociais e nível acima do esperado pelo modelo para a dimensão de gestão das transações tributárias e permissões. Os demais níveis, particularmente aqueles diretamente afeitos às questões da gestão do meio ambiente, se encontram em níveis mais elementares e dependem desse ou daquele esforço particular e não integrado para prover o mínimo de assistência tecnológica à sua realização. A aplicação do método de resolução do modelo na cidade de Barueri resultou uma rede com 25 arestas e densidade $D=0,2083$, representando 36% de proximidade ao modelo-base para a análise.

A cidade de **Cabreúva** apresentou os mesmos resultados mínimos esperados pelo modelo para as dimensões de gestão da saúde, educação, água e saneamento, acesso à internet e transações tributárias e permissões. As demais dimensões ficaram aquém do mínimo previsto no modelo. Assim como na cidade de Barueri, essas dimensões que têm sistemas de informações e tecnologias em níveis mais elementares dependem de esforços particulares e pouco integrados para suportar suas atividades. A aplicação do método de resolução do modelo na cidade de Cabreúva resultou uma rede com 7 arestas e densidade $D=0,0583$, representando 10% de proximidade ao modelo-base para a análise.

Em **São José do Rio Preto**, a aplicação do modelo demonstrou que a cidade apresenta os mesmos níveis do modelo para as dimensões de gestão da saúde, educação, acesso público à internet e sistema de georreferenciamento. Para as demais dimensões consideradas, a cidade apresenta níveis inferiores ao mínimo esperado pelo modelo. A aplicação do método de resolução do modelo na cidade de São José do Rio Preto resultou uma rede com 24 arestas e densidade $D=0,2000$, representando 34% de proximidade ao modelo-base para a análise.

Santana de Parnaíba apresentou resultados significativos, comparativamente ao modelo. Gestão da saúde, educação, zeladoria pública, acesso à internet, tanto para serviços quanto o provimento da infraestrutura propriamente dita, e sistema de georreferenciamento se mostraram em níveis superiores aos minimamente esperados pelo modelo. Mesmo para as demais dimensões, a cidade apresenta boa proximidade ao modelo. As exceções correm por conta das dimensões mobilidade, edifícios e espaços públicos e resíduos. A aplicação do método de resolução do modelo na cidade de Santana de Parnaíba resultou uma rede com 85 arestas e densidade $D=0,7083$, representando 121% de proximidade ao modelo-base para a análise, ou seja, a cidade ultrapassou o mínimo esperado pelo modelo e já caminha para outros patamares de aplicação de seus sistemas de informação com vistas à cidade inteligente e sustentável.

Santos apresentou os melhores resultados, comparativamente ao modelo e às demais cidades. Para algumas dimensões, nomeadamente conformidade e gestão de riscos, meio ambiente, acesso à internet, transações e permissões, acesso público à internet de alta velocidade e sistema de georreferenciamento, a cidade apresentou resultados acima dos esperados pelo modelo-base. Para as demais dimensões, os resultados se equipararam ao modelo-base, com exceção à dimensão água e saneamento. Com esses resultados aferidos, a cidade de Santos produziu uma rede de interações com 87 arestas e densidade $D=0,7250$, representando 124% de proximidade ao modelo-base, ultrapassando, assim, o mínimo esperado e, a exemplo de Santana de Parnaíba, já caminhando para outros patamares de uso das TIC para a criação de uma cidade inteligente e sustentável.

São Bernardo do Campo apresentou níveis acima dos esperados para as dimensões segurança, acesso à internet, transações tributárias e permissões e sistema de georreferenciamento. Conformidade e gestão de riscos, saúde e meio ambiente são dimensões que contam com recursos de TIC específicos, mas não integrados, para suportá-las. As demais

dimensões se encontram abaixo do nível mínimo esperado pelo modelo. A despeito dos resultados particulares de cada dimensão, a aplicação do modelo na cidade de São Bernardo produziu uma rede com 70 arestas e densidade $D=0,5833$, coincidindo com a rede do modelo do ponto de vista numérico.

A cidade de **Sorocaba** apresentou resultados acima do esperado para as dimensões acesso à internet, transações tributárias e permissões e acesso público à internet de alta velocidade e, de igual forma, segurança, mobilidade e água e saneamento se apresentaram acima dos níveis esperados pelo modelo-base. Saúde e educação resultaram em níveis iguais aos do modelo-base e para as dimensões energia, edifícios e espaços públicos, resíduos e lixo e meio ambiente são dimensões que merecem especial destaque. Para essas dimensões, a cidade não está minimamente equipada com sistemas de informação adequados para suportá-las. A aferição para a cidade Sorocaba produziu uma rede de interações com 64 arestas e densidade $D=0,5333$, representando 91% de proximidade ao modelo-base.

Ao concluir a apresentação dos resultados da aferição realizada nas cidades objeto do estudo, propõe-se a Tabela 2. Nessa tabela possível observar de forma consolidada os resultados das aferições nas cidades e compará-los contra os níveis esperados pelo modelo-base.

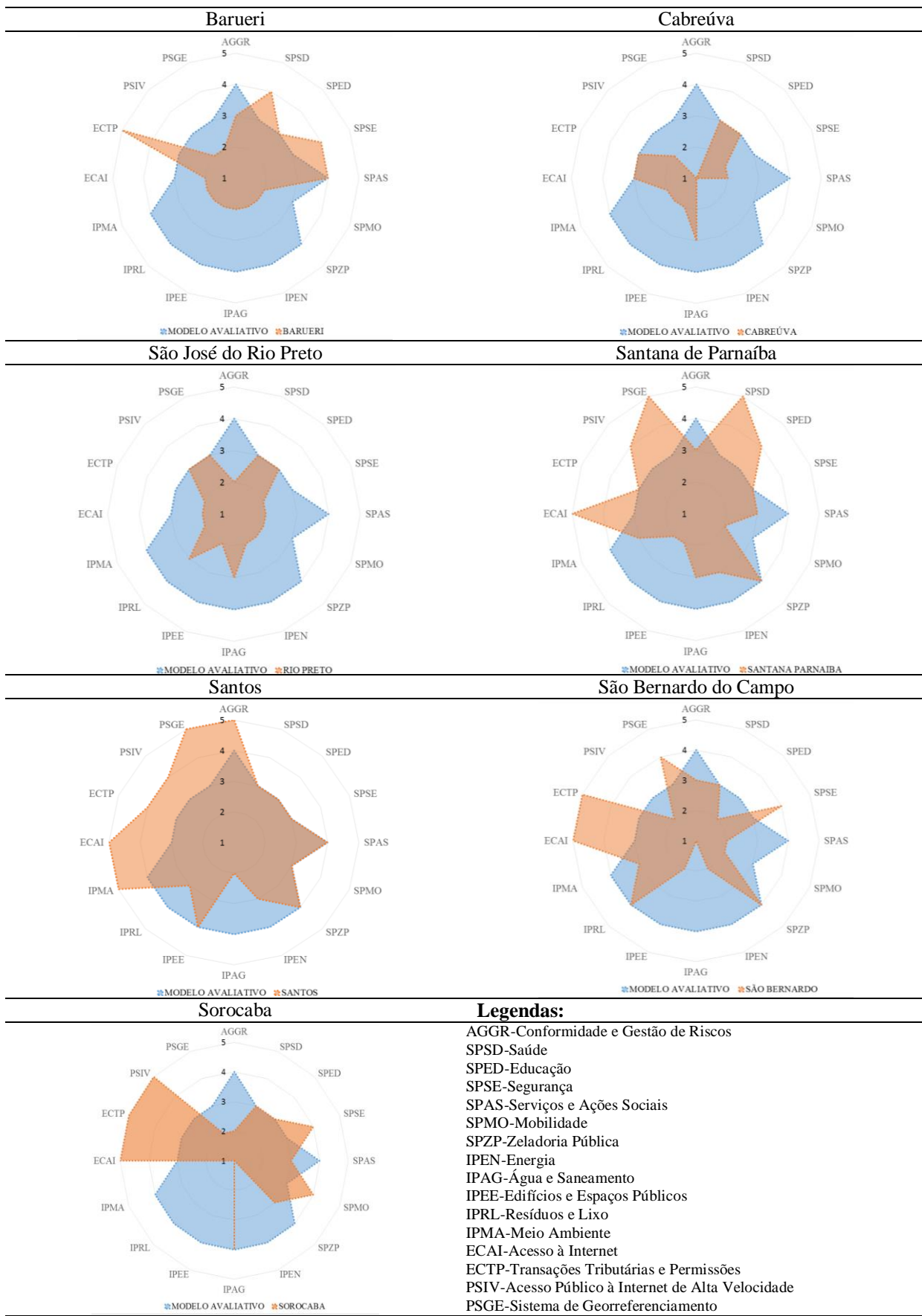
Tabela 2 - Resultados consolidados das aferições nas cidades objeto do estudo.

DIMENSÃO	MODELO AVALIATIVO	BARUERI	CABREÚVA	RIO PRETO	SANTANA PARNAIBA	SANTOS	SÃO BERNARDO	SOROCABA
AGGR-Conformidade e Gestão de Riscos	4	3	1	2	3	5	3	2
SPSD-Saúde	3	4	3	3	5	3	3	3
SPED-Educação	3	3	3	3	4	3	2	3
SPSE-Segurança	3	4	2	2	3	3	4	4
SPAS-Serviços e Ações Sociais	4	4	2	2	3	4	2	3
SPMO-Mobilidade	3	2	1	2	2	3	2	4
SPZP-Zeladoria Pública	4	2	1	2	4	4	4	3
IPEN-Energia	4	2	1	2	3	3	2	1
IPAG-Água e Saneamento	4	2	3	3	3	2	1	4
IPEE-Edifícios e Espaços Públicos	4	2	2	2	2	4	2	1
IPRL-Resíduos e Lixo	4	2	2	3	2	3	4	1
IPMA-Meio Ambiente	4	2	2	2	3	5	3	1
ECAI-Acesso à Internet	3	2	3	2	5	5	5	5
ECTP-Transações Tributárias e Permissões	3	5	3	2	3	4	5	5
PSIV-Acesso Público à Internet de Alta Velocidade	3	2	2	3	4	4	2	5
PSGE-Sistema de Georreferenciamento	3	2	1	3	5	5	4	2

Fonte: Autor.

Ainda, de forma a complementar a apresentação dos resultados, a demonstração gráfica, apresentada por meio da Figura 3, permite observar visualmente os resultados das cidades comparativamente ao modelo-base.

Figura 3 – Resultados demonstrativos das cidades.

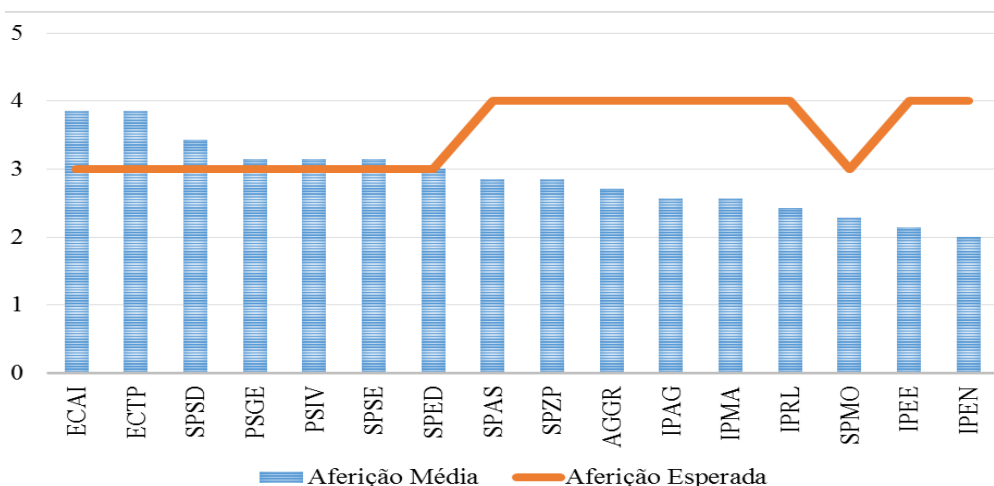


Fonte: Autor “adaptado de” WEISS, 2016.

As questões que envolvem o uso de tecnologias da informação e comunicação para a criação de cidades inteligentes e sustentáveis permanecem latentes na literatura e também na prática diária da dinâmica urbana.

Embora o governo central do Brasil venha insistindo em criar e distribuir diretrizes e estudos acerca da implementação de TIC que possibilitem colocar as cidades em novos patamares de modernidade, competitividade e, por consequência, em favoráveis patamares de prosperidade, os resultados trazidos pelo estudo mostram que utilizar as TIC ainda se configura, particularmente, como uma questão de sobrevivência. Ou seja, utilizar as TIC para incrementar as capacidades de geração de receitas advindas dos tributos e outros ingressos financeiros. Se tomadas as aferições, se observará que o acesso aos serviços internet e transações tributárias e permissões são as dimensões que, particularmente para cada cidade e em média, representam os melhores posicionamentos de aplicação de TIC para a gestão das cidades. Mesmo quando a dimensão trata, por exemplo, do sistema de georreferenciamento, essas tecnologias são utilizadas, em larga escala, com o objetivo de mapear a cidade com o intuito de identificar oportunidades para a revisão de lançamentos tributários, como no caso de Santana de Parnaíba. O cálculo da média dos níveis das cidades mostra que essa afirmação se comprova, ao menos para as cidades objeto do estudo, como mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Dimensões de maior presença média nas cidades aferidas.



Fonte: Autor.

Uma questão que merece atenção diz respeito à capacidade da cidade em se apropriar das TIC comparativamente à suas capacidades financeiras. Poderia ser de se supor que as cidades com maior riqueza per capita contemplassem, também, as melhores riquezas em termos de TIC ou ainda se as cidades de maiores populações também pudessem ser razão para tal. Não obstante essas possibilidades, ficou latente que a correlação entre a densidade da matriz de funcionalidades de TIC para a gestão dos aspectos de sustentabilidade das cidades e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal guarda, entre si, significativo valor de proximidade (Pearson $\rho = 0,847$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As possibilidades trazidas pela implementação de TIC na gestão urbana potencializam os aspectos da sustentabilidade urbana e, direção à construção de cidades inteligentes e sustentáveis.

Esse trabalho teve como objetivo descrever e discutir o atual estado de aplicação de soluções de TIC para o gerenciamento de infraestruturas e serviços considerados pela

literatura como críticos para o desenvolvimento da sustentabilidade urbana, com o intuito de responder à questão: qual o atual nível de disponibilização e utilização de TIC aplicáveis à gestão de áreas críticas para a sustentabilidade nas cidades?

Para atender a esse objetivo, o trabalho se utilizou de uma pesquisa qualitativa que teve como base dados primários obtidos por meio de um instrumento de pesquisa específico sobre prontidão das TIC aplicáveis à gestão das cidades realizada nas cidades de Barueri, Cabreúva, São José do Rio Preto, Santana de Parnaíba, Santos, São Bernardo do Campo e Sorocaba, todas no estado de São Paulo.

Os resultados mostraram que, independentemente de indicadores socioeconômicos, as cidades ainda privilegiam suas aplicações de TIC voltadas para as questões de arrecadação de tributos e outros ingressos financeiros, estando as questões mais afeitas à qualidade de vida e eficiência operacional para as organizações localizadas em patamares mais inferiores.

O modelo adaptado, embora não exaustivo e passível de se constituir como objeto de críticas e futuros estudos, apresentou-se como um instrumento apropriado para a averiguação da utilização das TIC com vistas às cidades inteligentes e sustentáveis.

Por se tratar de um estudo qualitativo e exploratório, a presença de subjetividade nas respostas dos representantes das cidades onde o modelo foi aplicado é um aspecto a ser considerado como limitação do estudo. Outra potencial limitação a ser considerada trata da quantidade de cidades submetidas ao modelo. Além disso, retrata a visão do poder público entre os anos de 2016 e 2017. Portanto, aspectos estatísticos e de aceitação e utilização pelos atores sociais – cidadãos, empresas e organizações não governamentais - não foram considerados para os efeitos desse trabalho, bem como as possíveis correlações e extrapolações para quaisquer outros índices ou indicadores afeitos à gestão pública, particularmente em âmbito local.

Possibilidade para futuros estudos por podem envolver indicadores de sustentabilidade das cidades e a aplicação de TIC nessas cidades; comparativos entre cidades inteligentes e sustentáveis nos diferentes contextos socioeconômicos no Brasil, com base em modelos cientificamente e/ou formalmente aceitos pela academia ou pelo poder público; o regime de adoção e adaptação das TIC em face às políticas ou normativas do governo brasileiro relativas às políticas de ciência e tecnologia, universalização do acesso à internet ou mesmo para o chamado governo eletrônico.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, P. K.; GURJAR, J.; AGARWAL, A. K.; BIRLA; R. Application of Artificial Intelligence for Development of Intelligent Transport System in Smart Cities. **International Journal of Transportation Engineering and Traffic System**, v. 1, n. 1, 20-30, 2015.

AHMAD, W.; COLIN, L.S.; AHMED, T. Strategic thinking on sustainability: challenges and sectoral roles. **Environment, Development and Sustainability**, v. 14, n. 1, p. 67-83, 2012.

AHVENNIEMI, H.; HUOVILA, A.; PINTO-SEPPÄ, I.; AIRAKSINEN, M. What are the differences between sustainable and smart cities? **Cities**, v. 60, p. 234-245, 2017.

ALLWINKLE, S; CRUICKSHANK, P. Creating smart-er cities: an overview. **Journal of Urban Technology**, v. 18, n. 2, p. 1-16, 2011.

BATAGAN, L. Smart cities and sustainability models. **Informatica Economica**, v. 15, n. 3, p. 80-87, 2011.

- BEDDOE, R. *et al.* Overcoming systemic roadblocks to sustainability: the evolutionary redesign of worldviews, institutions and technologies. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, n. 8, p. 2483–2489, 2009.
- CADENA, A.; DOBBS, R.; REMES, J. The growing economic power of cities. **Journal of International Affairs**, v. 65, n. 2, p. 1-17, 2012.
- CARTA, M. **Reimagining Urbanism: creative, smart and green cities for the changing times**. Barcelona: ListLab, 2014.
- CHOURABI, H. *et al.* Understanding smart cities: an integrative framework. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 45th. 2012, Hawaii. **Anais...** Albany: Center for Technology in Government, 2012. p. 2289-2297.
- CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches**. 2. ed.. Thousand Oaks: Sage, 2002.
- CROMER, C. Understanding Web 2.0's influences on public e-services: A protection motivation perspective. **Innovation: Management, Policy & Practice**, v. 12, n. 2, p. 192-205, 2010.
- DLODLO, N. *et al.* The State of Affairs in Internet of Things Research. **Electronic Journal Information Systems Evaluation**, v. 15, n. 3, p. 244-258, 2012.
- DOGSDON, M.; GANN, D. Technological innovation and complex systems in cities. **Journal of Urban Technology**, v. 18, n. 3, p. 101-113, 2011.
- DORAN, M-A; DANIEL, S. Geomatics and Smart City: A transversal contribution to the Smart City development. **Information Polity**, v. 19, p. 57-72, 2014.
- DUNN, B.P. **Tracing the path of sustainable development through major international conferences: a brief history and overview of sustainable development 1964-2002**. Texas: University of North Texas, 2010.
- DUTTA, S. *et al.* **The global information technology report 2009–2010: world economic forum**. Genebra: SRO-Kundig, 2010.
- ELKINGTON, J. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. São Paulo: M.Books do Brasil, 2012.
- FIGUEIREDO, D. R. Introdução às Redes Complexas. In Souza, A. F. de; Meira Jr. W. (Eds). **Atualizações em Informática**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, p. 303-358, 2011.
- FLICK, U. **Uma introdução à Pesquisa Qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2004.
- HAMMER, S. *et al.* **Cities and green growth: a conceptual framework**. OECD Regional Development Working Papers 2011-08, 2011. OECD Publishing. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/5kg0tflmzx34-en>>. Acesso em: 04 set. 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. 2018. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 ago. 2018.
- IVANUS, C.; IOVAN, S. Governmental Cloud – Part of Cloud Computing. **Informatica Economica**, v. 18, n. 4, p. 91-100, 2014.
- KITCHIN, R. The Real-Time City? Big Data and Smart Urbanism. **GeoJournal**, v. 79, n. 1, p. 1–14, 2014.
- KOMNINOS, N. *et al.* Developing a policy roadmap for smart cities and the future internet. In: ECHALLENGES e-2011 CONFERENCE PROCEEDINGS, 2011, Istanbul. **Anais**

eletrônicos... Thessalonik: URENIO - Urban and Regional Innovation Research, 2011. Disponível em: <http://www.urenio.org/wp-content/uploads/2008/11/2011-eChallenges_ref_196-Roadmap-for-Smart-Cities-Publied.pdf>. Acesso em: 14 set. 2012.

LOMBARDI, P. *et al.* **An advanced triple-helix network model for smart cities performance.** Research Memorandum 2011-45, Universidade de Amsterdam, 2011. Disponível em: <<http://dare.uvu.nl/bitstream/handle/1871/24007/rm%202011-45.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 set. 2012.

LONGO, M.; ROSCIA, M.; LAZAROIU, G. C. Innovating Multi-agent Systems Applied to Smart City. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v. 7, n. 20, p. 4296-4302, 2014.

MARSAL-LLACUNA, M. L.; COLOMER-LLINÀS, J.; MELÉNDEZ-FRIGOLA, J. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 90, p. 611-622, 2015.

NAM, T.; PARDO, T.A. Smart city as urban innovation: focusing on management, policy and context. In: 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON THEORY AND PRACTICE OF ELECTRONIC GOVERNANCE (ICEGOV2011), 2011, Tallin. **Anais eletrônicos...** New York: ACM, 2011. Disponível em: <http://www.ctg.albany.edu/publications/journals/icegov_2011_smartcity/>. Acesso em: 20 jun. 2012.

OLIVEIRA, A.; CAMPOLARGO, M. From Smart Cities to Human Smart Cities. In: 48th Hawaii International Conference on System Sciences, p. 2336-2344, 2015, Kauai, HI, **Anais...** Disponível em < <https://ieeexplore.ieee.org/document/7070095/>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

PAPA, R.; GALDERISI, A.; VIGO MAJELLO, M.C.; SARETTA, E. Smart and Resilient Cities: A Systemic Approach for Developing Cross-sectoral Strategies in the Face of Climate Change. **TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment**, v. 8, n. 1, p. 19-49, 2015.

RASOOLIMANESH, S.M.; BADARULZAMAN, N.; JAAFAR, M. Achievement to sustainable urban development using city development strategies: a comparison between cities alliance and the World Bank definitions. **Journal of Sustainable Development**, v. 4, n. 5, p. 151-166, 2011.

REBERNIK, N.; OSABA, E.; BAHILLO, A.; MONTERO, D. A Vision of a Smart City Addressing the Needs of Disabled Citizens. In: Proceedings of the Conference Accessibility 4.0., p. 70-79, 2017, Malaga. **Conference Paper.** Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/321051297_A_Vision_of_a_Smart_City_Addressing_the_Needs_of_Disabled_Citizens>. Acesso em: 16 mai. 2018.

RIO+20 – UNIÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The future we want.** 2012. Disponível em: <<http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N11/476/10/PDF/N1147610.pdf?OpenElement>>. Acesso em: 2 ago. 2012.

SASSEN, S. **As cidades na economia mundial.** São Paulo: Studio Nobel, 1998.

SHELTON, T.; POORTHUIS, A; ZOOK, M. Social Media and the City: Rethinking Urban Socio-Spatial Inequality Using User-Generated Geographic Information. **Landscape and Urban Planning**, v. 142, p. 198-211, 2015.

SONG, J. *et al.* Connecting and managing M2M devices in the future internet. **Mobile Networks and Applications**, v. 19, p. 4-17, 2014.

TOPPETA, D. The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, “livable”, sustainable cities. **The Innovation Knowledge Foundation**, 2010. Disponível em: <http://www.thinkinnovation.org/file/research/23/en/Toppeta_Report_005_2010.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2012.

TUSHMAN, M.L.; SMITH, W.K. Innovation streams, organization designs and organizational evolution. In: TUSHMAN, M.L.; ANDERSON, P. **Managing strategic innovation and change: a collection of readings**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2004. cap.1, p.2-17.

UN-HABITAT. **The Six Dimensions of Urban Prosperity**. 2018. Disponível em: <<http://cpi.unhabitat.org/six-dimensions-urban-prosperity>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

VENTERS, W.; WHITLEY, E. A. A critical review of cloud computing: researching desires and realities. **Journal of Information Technology**, v. 27, p. 179-197, 2012.

VLACHOSTERGIU, A.; STRATOIANNIS, G.; CARIDAKIS, G.; SIOLAS, G.; PHIVOS, M. Smart home context awareness based on Smart and Innovative Cities. In: Proceedings of the 16th International Conference on Engineering Applications of Neural Networks EANN '15, 2015, New York: ACM. **Anais...** disponível em <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2797150>>. Acesso em: 24 jan. 2017.

WEISS, M. C. **Cidades inteligentes: proposição de um modelo avaliativo de prontidão das tecnologias da informação e comunicação aplicáveis à gestão das cidades**. 2016. 279 p. Tese (Doutorado em Administração) – Centro Universitário da FEI, São Paulo.

WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de Porto Alegre. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 3, n. 7, p. 310-324, 2015.

WOLFE, D.A.; BRAMWELL, A. Innovation, creativity and governance: social dynamics of economic performance in city-regions. **Innovation: management, policy & practice**, v. 10, n.2-3, p.170–182, 2008.