

CIDADES INTELIGENTES E SUA RELAÇÃO COM A MOBILIDADE INTELIGENTE

Resumo

Dados das Nações Unidas indicam um rápido crescimento da população urbana nos últimos anos: atualmente, 54% dos habitantes vivem nas cidades. Tal fato gera sérias deficiências estruturais, resultantes dos modelos de produção e consumo não sustentáveis, da ampliação na emissão de poluentes, da degradação ambiental e das desigualdades econômicas e sociais. Neste cenário, este estudo propõe uma definição para as cidades inteligentes, a partir da revisão dos principais trabalhos encontrados na literatura acadêmica, a qual descreve aspectos relacionados às dimensões das cidades, aos recursos utilizados e a seus objetivos. Além disso, destaca os principais serviços e as áreas deste novo paradigma. Entre elas, está a mobilidade inteligente, domínio de aplicação que trata de inúmeros problemas que influenciam direta e negativamente a qualidade de vida dos cidadãos, seja por meio do aquecimento global devido às emissões dos gases do efeito estufa, dos prejuízos causados às atividades econômicas decorrentes do tráfego congestionado ou do aumento no número de acidentes no trânsito, que resultam na redução geral da qualidade de vida dos cidadãos. Assim, este trabalho expõe a importância da mobilidade inteligente e propõe diversos temas que podem ser aprofundados pela comunidade científica em trabalhos futuros nesta linha de pesquisa.

Palavras-chave: cidade inteligente, mobilidade inteligente, dimensões e aplicações.

1. Introdução

Segundo o relatório das Nações Unidas (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015), a população urbana mundial já é maior que a rural, pois 54% dos habitantes vivem nas cidades. Este número é significativamente superior ao observado na década de 1950, quando apenas 30% encontravam-se em regiões urbanas. Dados recentes indicam uma completa inversão em 2050, sugerindo que somente 34% residirão em regiões rurais. A Figura 1 ilustra a evolução da população urbana e rural mundial desde 1950 até 2050, conforme as projeções calculadas pelas Nações Unidas. Em 1950, apenas 700.000 pessoas viviam nas áreas urbanas; em 2014, cerca de 3,9 bilhões de indivíduos estavam nos centros urbanizados; por fim, estima-se que este número alcançará 6,3 bilhões em 2050.

Historicamente, o processo de urbanização está associado a outras importantes transformações nas áreas econômicas e sociais, tais como: maior mobilidade geográfica, aumento na expectativa de vida, envelhecimento da população, redução das taxas de natalidade, diminuição dos índices de pobreza, maior acesso à educação e aos sistemas de saúde e mais oportunidades de participação cultural e política. No entanto, contrastando com este cenário positivo, o rápido crescimento e a ausência de planejamento adequado para a ampliação das áreas urbanas resultam em deficiências estruturais, modelos de produção e consumo não sustentáveis, maiores níveis de poluição, degradação ambiental e desigualdades econômicas e sociais (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015).

Desta forma, devido à tendência inequívoca de urbanização mundial, os desafios do desenvolvimento sustentável estão concentrados nestas regiões. Neste contexto, insere-se o conceito de cidades inteligentes como uma alternativa para tratar as dificuldades oriundas deste célere movimento.

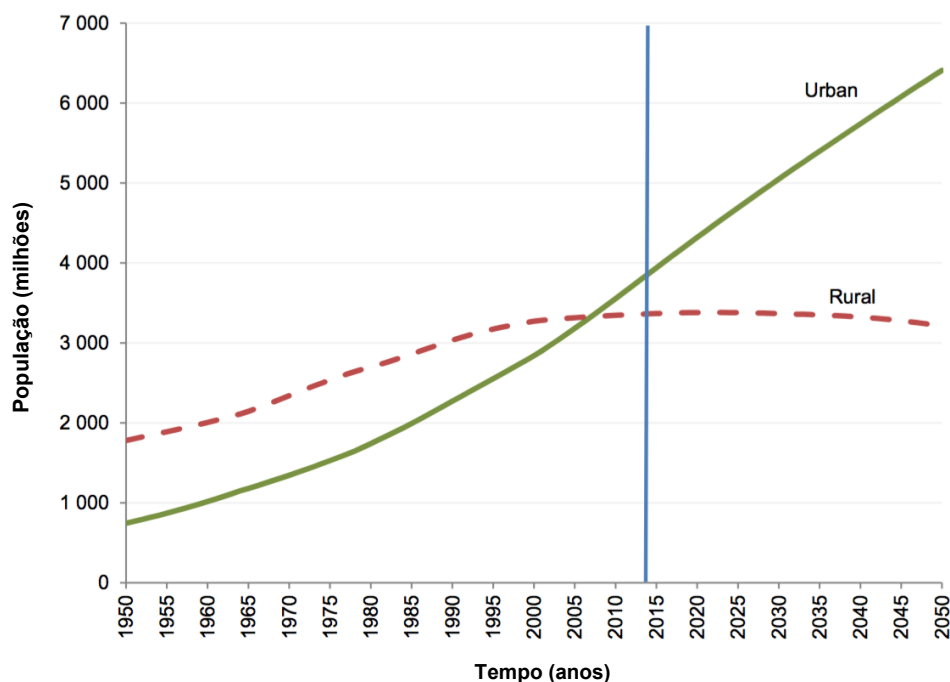


Figura 1. População urbana e rural mundial entre 1950 e 2050.

Fonte: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2015). World urbanization prospects: The 2014 revision (ST/ESA/SER.A/366). Disponível em <http://esa.un.org/unpd/wup/FinalReport/WUP2014-Report.pdf>.

1.1. Objetivos

Este trabalho possui a finalidade de revisar os principais artigos disponíveis na literatura acadêmica sobre cidades inteligentes, procurando determinar seu significado e descrever a abrangência deste paradigma em termos de suas dimensões e dos seus serviços provisionados à população em geral, de tal forma que se destaque sua função na promoção da melhoria do bem-estar e da qualidade de vida dos cidadãos. Também será abordada a mobilidade inteligente, uma das áreas críticas das cidades inteligentes, realçando sua definição e a proposta de trabalhos futuros que resultem no aprofundamento desta linha de pesquisa.

1.2. Justificativa de pesquisa

O crescimento da população nas zonas urbanas ocorrerá de maneira acentuada nos próximos anos. Diversas cidades desenvolvem projetos ou promovem iniciativas com o objetivo de se tornarem mais eficazes e eficientes na gestão dos serviços disponibilizados aos cidadãos. Neste contexto, pode-se notar a importância do uso dos recursos e das inovações tecnológicas como viabilizadores de novas alternativas para a resolução de uma série de dificuldades já conhecidas e que, muitas vezes, foram potencializadas pelo célere crescimento da população. Em linhas gerais, associa-se o uso destas tecnologias àquelas que são denominadas cidades inteligentes. Também é vital observar que uma das etapas essenciais para a especificação de iniciativas, de escopo dos projetos, de medidas de desempenho e de objetivos a serem alcançados, é o entendimento de uma definição precisa e completa do que são estas cidades, quais são seus serviços e de que forma são viabilizados pelos administradores públicos.

Esta é uma área de conhecimento relativamente nova, conforme será observado no decorrer deste trabalho, portanto, é preciso reforçar a necessidade do aprofundamento em cada um dos seus domínios de aplicação, tais como a mobilidade inteligente. Este é um dos serviços críticos provisionados pelas cidades, conforme será ratificado pela parcela significativa de iniciativas e de projetos recém concluídos ou em andamento, relatados pela comunidade internacional. Deste modo, ressalta-se a importância do desenvolvimento de estudos sobre diversos aspectos que serão apresentados nas próximas seções.

2. Cidades inteligentes ou cidade digitais?

Genericamente, associa-se o uso intensivo de tecnologias da informação e da comunicação (TIC) às cidades inteligentes, com o objetivo de criar novas soluções aos problemas existentes, melhorando a eficiência dos serviços providos aos cidadãos. Batty et al. (2012) afirma que as cidades estão se tornando inteligentes não somente pela automação de serviços rotineiros que atendem pessoas, edificações e sistemas de gestão, entre outros, mas porque permitem monitorar, compreender, analisar e planejar seu desenvolvimento, aumentando a eficiência, os investimentos e a qualidade de vida dos cidadãos em tempo real.

Definir as cidades inteligentes não é uma tarefa trivial, pois ao pesquisá-las na literatura científica e nos relatórios técnicos podem ser observados diversos termos empregados em contextos similares, tais como: cidades digitais (*digital cities*), cidades cabeadas (*wired cities*), cidades do conhecimento (*knowledge cities*), cidades verdes (*green cities*), cidades inteligentes (*intelligent cities*¹) e outros. Segundo Hollands (2008), estas cidades usualmente associam mudanças políticas, econômicas e socioculturais às transformações viabilizadas pela tecnologia da informação e comunicação. Particularmente, é possível notar o uso frequente dos termos cidades inteligentes e cidades digitais em situações análogas. Nestas, a TIC é uma das mais importantes ferramentas empregadas para suportar as estratégias definidas pelas entidades públicas e privadas, sendo provavelmente, por esta razão, citadas como sinônimos (Dameri, 2013).

Contudo, Dameri e Cocchia (2013) afirmam que não é possível saber se os vocábulos inteligente e digital são utilizados com o mesmo significado ou se estes definem tecnologias, estratégias ou cidades distintas. As autoras defendem que esta não é somente uma questão acadêmica ou teórica, mas, uma definição operacional, porquanto especificar o tipo de cidade é o primeiro passo para direcionar as escolhas técnicas, políticas e econômicas para implementar projetos e ações assertivas e eficientes para a construção de cidades que realmente contribuam para a melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos.

Entre as diversas revisões sistemáticas da literatura disponíveis sobre este tema, Cocchia (2014) e Dameri e Cocchia (2013) descrevem que a primeira menção às cidades inteligentes ocorreu em 1994. No entanto, foram poucos os pesquisadores que utilizaram o termo até 2010, quando a União Europeia começou a utilizar a nomenclatura *smart* para projetos sustentáveis e ações no espaço urbano (neste ano foi aprovada a *Europe 2020 Strategy for smart, sustainable and inclusive growth* pela comissão europeia – European Commission, 2010). Já as primeiras referências às cidades digitais ocorreram em 1997, sendo publicados entre 20 a 40 artigos por ano, entre 2000 e 2012. A Figura 2 descreve a análise de tendência no uso dos termos *smart* e *digital*, apresentando o número de artigos publicados no período de 1994 a 2012 (o intervalo de pesquisa dos autores foi entre 1993 e 2012).

¹ É importante notar que comumente adota-se o vocábulo inteligente como tradução para *smart*, embora na literatura em inglês também seja observado o termo *intelligent cities*.

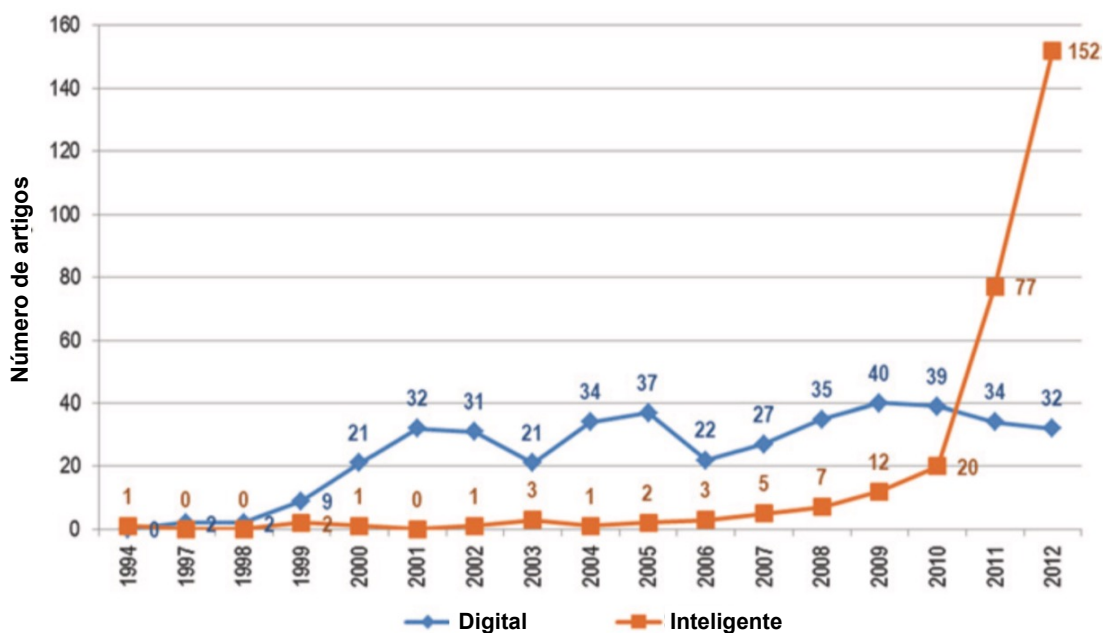


Figura 2. Publicações sobre cidades inteligentes e cidades digitais entre 1993 e 2012.

Fonte: Cocchia, A. (2014). Smart and digital city: a systematic literature review. Smart City: How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space, 13-43. doi: 10.1007/978-3-319-06160-3_2.

Segundo Dameri e Cocchia (2013), após analisar os trabalhos encontrados e considerar seus elementos constituintes, diversas peculiaridades puderam ser constatadas entre as cidades digitais e as cidades inteligentes: apesar de ambas promoverem estratégias para aumentar a qualidade de vida dos cidadãos, são utilizadas diferentes tecnologias e instrumentos. Também são distintas as áreas e os cidadãos que são alvos das iniciativas fomentadas. Os autores concluem que uma cidade pode possuir estratégias das cidades digitais, das cidades inteligentes ou uma composição de ambas. Para Cocchia (2014), há uma maior uniformidade no entendimento das cidades digitais, as quais possuem ênfase no papel central da TIC em melhorar a qualidade dos serviços e das informações providas aos cidadãos. Segundo a autora, o mesmo não ocorre para as cidades inteligentes, pois seu propósito é bastante amplo, envolvendo diferentes aspectos da vida urbana. Para tanto, destaca-se o papel da inovação e da tecnologia, dos requisitos ambientais e do desenvolvimento socioeconômico. Desta forma, as cidades digitais podem ser consideradas como um subconjunto das cidades inteligentes. Tal afirmação corrobora com a visão de Batty et al. (2012), que descreve que as cidades digitais possuem enfoque na infraestrutura (capital físico), enquanto que as cidades inteligentes tratam especialmente da forma como estes recursos são utilizados.

Outra observação interessante quanto ao nascimento das cidades digitais e das cidades inteligentes, é que estas surgiram basicamente de forma empírica. Somente após algum tempo, houve o interesse dos pesquisadores sobre estas áreas. Cocchia (2014) advoga que o aparecimento destes termos ocorreu segundo a estratégia *bottom-up* (de baixo para cima) porque a aplicação da tecnologia da informação e comunicação e de outras inovações tecnológicas ocorreu de forma independente e livre, com a finalidade de melhorar a qualidade de vida nas cidades. Assim, ainda segundo a autora, frequentemente, esta é uma consequência de uma série de iniciativas individuais, ao invés do resultado de uma estratégia bem definida idealizada pela aplicação das políticas e das regras governamentais. A Figura 3 apresenta o

nascimento, o desenvolvimento e a consolidação das cidades inteligentes segundo a estratégia *bottom-up*, conforme exposto por Dameri (2013).



Figura 3. Fluxo *bottom-up* para o desenvolvimento das cidades inteligentes.

Fonte: Dameri R.P. (2013). Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, 11(5), 2544-2551.

Pode-se observar que o uso intensivo dos recursos tecnológicos é o alicerce das cidades inteligentes, especialmente, da TIC. Esta possibilita conectar os diferentes atores do espaço urbano e suportar os serviços digitais provisionados pelas organizações públicas e privadas. Dameri (2013) destaca ainda a importância da engenharia e de outras tecnologias na sustentação de áreas relacionadas à logística, mobilidade e sustentabilidade do meio ambiente. Entre os diversos atores envolvidos, é importante citar as empresas de alta tecnologia, universidades e institutos de pesquisa, pois estes utilizam suas competências para planejar e implementar soluções inteligentes para melhorar a vida urbana disponibilizadas sobre a forma de projetos e iniciativas.

Segundo Dameri (2013), a maior lacuna encontra-se na concepção da visão das cidades inteligentes. Muitas vezes, os atores possuem conflitos de interesses (por exemplo, companhias privadas e universidades almejam objetivos distintos). Quando há relação entre os projetos e os anseios da cidade inteligente, geralmente as metas são genéricas e não podem ser mensuradas e avaliadas. Para elucidar, não são alvos quantificáveis como objetivos a simples definição da melhoria na mobilidade urbana ou a redução na emissão de poluentes.

Finalmente, ainda segundo esta autora, são usualmente negligenciados os aspectos relacionados à governança e aos cidadãos. O primeiro é um processo que assegura a inclusão de todas as partes interessadas e a definição de regras e de políticas, permitindo a sinergia entre todos os comportamentos individuais em direção à visão comum e ao cumprimento das metas. Já os cidadãos são muitas vezes ignorados, porquanto a maior ênfase encontra-se no sucesso da aplicação das tecnologias, ao invés do valor criado por meio dos serviços eletrônicos e do aumento da confiança nas instituições públicas, resultantes da aplicação destes recursos.

2.1. Definição das cidades inteligentes

A seção anterior expôs as principais diferenças entre as cidades digitais e as cidades inteligentes. Contudo, é essencial esclarecer algumas características das cidades inteligentes,

princiando por sua própria definição, pois, existem importantes diferenças entre os trabalhos publicados na literatura acadêmica e nos relatórios técnicos. Hall (2000) relata que as cidades inteligentes monitoram e integram todos os componentes críticos de sua infraestrutura, tais como: rodovias, pontes, túneis, redes ferroviárias, portos, plantas energéticas, edificações, sistemas de comunicação, redes de abastecimento de água, entre outros. Assim, otimizam seus recursos, planejam as atividades de manutenção preventiva e asseguram os aspectos de segurança, enquanto maximizam seus serviços para os cidadãos. Alinhado com este autor, Harrison et al. (2010) acrescenta que é possível observar as cidades inteligentes como uma fusão de ideias sobre como a tecnologia da informação e comunicação pode melhorar seu funcionamento, aprimorando a eficiência, a competitividade e provendo novas formas de tratar problemas relacionados à pobreza, privação social e meio ambiente.

Giffinger, Fertner, Kramar, Kalasek, Pichler-Milanovic e Meijers (2007) apresentam as cidades inteligentes como aquelas que promovem a combinação inteligente das doações e das atividades de cidadãos auto-decisivos, independentes e conscientes. Pode-se observar que estes autores não mencionam explicitamente o papel dos recursos tecnológicos e das inovações, enfocando sobretudo na função dos cidadãos nestas sociedades. Já Dameri (2013) descreve as cidades inteligentes como uma área geograficamente bem definida, na qual os recursos tecnológicos (TIC, logística, energia e outros) cooperam entre si para criar benefícios para a população em geral, em termos de bem-estar, inclusão social e participação, e sustentabilidade do meio ambiente. Estas ainda possuem objetivos bem definidos que especificam as regras e políticas para seu desenvolvimento e sua governabilidade. É importante ressaltar que esta autora acrescenta a importância na delimitação da área física da cidade em estudo afirmando de que os objetivos possam ser melhor especificados, monitorados, mensurados e avaliados.

Finalmente, Caragliu, Del Bo e Nijkamp (2011) detalham que as cidades inteligentes são aquelas que, além de realizarem investimentos em capital humano e social, desenvolvem as infraestruturas de comunicação convencionais (transporte) e modernas (TIC), com a finalidade de suportar o crescimento econômico sustentável e a melhoria na qualidade de vida, realizando a gestão racional dos recursos naturais por meio da governança participativa. Os autores descrevem alguns atributos comumente observados nas cidades inteligentes, a saber:

1. Utilização da tecnologia da informação e comunicação (serviços disponíveis na *Internet*, *smartphones*, redes de telecomunicações etc.) para melhorar a eficiência político-econômica e possibilitar o desenvolvimento social, cultural e urbano;
2. Ênfase no desenvolvimento urbano orientado aos negócios, ou seja, favorecimento de espaços urbanos neoliberais que fomentem a atração de novos negócios;
3. Disponibilização de serviços públicos que se beneficiam do uso da TIC e inclusão social dos cidadãos para que todos tenham acesso aos mesmos;
4. Enfoque no setor de alta tecnologia e nas empresas criativas para estimular o crescimento urbano de longo prazo. Segundo os autores, a presença de uma força de trabalho criativa e competente nas economias globalizadas e intensivas no uso de conhecimentos, pode ser um dos fatores determinantes para o sucesso das cidades;
5. Atenção ao papel do capital social e relacional no desenvolvimento urbano, pois as pessoas precisam ser capazes de utilizar a tecnologia e se beneficiar dela;
6. Promoção da sustentabilidade social e ambiental, assegurando que a exploração dos recursos ocorra de forma segura e que permita a renovação da herança natural.

Portanto, fundamentado nesta breve revisão da literatura, este trabalho adotará a seguinte definição para a cidade inteligente: é uma área política e geograficamente bem definida, que utiliza recursos e inovações tecnológicas (redes de telecomunicações, sensores², dispositivos móveis³, *big data*⁴, ferramentas da área logística⁵ e das diversas engenharias⁶, entre outras) de forma integrada e sinérgica aos serviços públicos providos aos cidadãos, aprimorando sua eficiência, eficácia e competitividade com a finalidade de melhorar a qualidade de vida da população em geral, fomentando inclusão social, colaboração e participação em todas as atividades desenvolvidas. Para tanto, possui um planejamento com objetivos e metas específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e com prazos definidos, controladas e avaliadas por um processo rígido de governança.

2.1.1. Dimensões das cidades inteligentes

A análise das cidades inteligentes pode ser decomposta em seis dimensões distintas (Figura 4): economia inteligente (*smart economy*), pessoas inteligentes (*smart people*), governança inteligente (*smart governance*), mobilidade inteligente (*smart mobility*), ambiente inteligente (*smart environment*) e vida inteligente (*smart living*), conforme apresentado por Giffinger et al. (2007), Caragliu et al. (2011) e Batty (2012). Cada uma destas dimensões possui suas próprias características (Giffinger et al., 2007):

1. **Economia inteligente:** inclui atributos pertinentes à competitividade econômica, como inovação, empreendedorismo, marcas registradas e patentes, produtividade, flexibilidade do mercado de trabalho e integração com o mercado internacional;
2. **Pessoas inteligentes:** dimensão definida pelo nível de qualificação e educação dos cidadãos, pela qualidade das interações sociais relacionadas à integração, à vida pública e à abertura ao mundo exterior;
3. **Governança inteligente:** compreende aspectos da participação política, serviços para a população e funcionamento da gestão pública;
4. **Mobilidade inteligente:** trata de questões sobre a acessibilidade internacional e local, sobre os sistemas de transporte modernos e sustentáveis e a disponibilidade de recursos providos pela tecnologia da informação e comunicação;
5. **Ambiente inteligente:** abrange as condições naturais (clima, áreas verdes, tipos de vegetação etc.), poluição, gestão dos recursos e esforços para a proteção ambiental;
6. **Vida inteligente:** especifica as diversas características da qualidade de vida, como cultura, saúde, segurança, moradia, diversão e outras.

² Sensores são equipamentos que coletam grandezas físicas, tais como: velocidade, presença, intensidade luminosa, temperatura, entre outras. Estas são combinadas com a finalidade de obter informações sobre o local onde estão presentes.

³ Dispositivos móveis são equipamentos eletrônicos portáteis, tais como celulares, *smartphones*, *tablets*, *laptops*, televisores etc.

⁴ Big data refere-se aos conjuntos extremamente amplos e complexos de dados que necessitam de ferramentas específicas para que possam ser analisados e tratados. Geralmente se baseiam em 5 Vs: valor, variedade, velocidade, veracidade e volume.

⁵ Logística é uma área da gestão integrada, quando comparada às áreas tradicionais de marketing, produção e transporte, que procura gerenciar as atividades – como suprimento de materiais e componentes, processamento, estocagem e distribuição física – de forma coordenada e agregar valor aos produtos ou serviços que são essenciais às vendas e à satisfação dos clientes (Ballou, 2001).

⁶ Tais como, engenharia civil, eletrônica, computacional, mecânica, naval e outras.

<p style="text-align: center;">Economia inteligente (Competitividade)</p> <p>Capacidade de inovar Empreendedorismo Marcas registradas e patentes Produtividade Flexibilidade dos mercados de trabalho Inserção internacional Habilidade para transformar</p>	<p style="text-align: center;">Pessoas inteligentes (Capital social e humano)</p> <p>Nível de qualificação Afinidade com o aprendizado de longo prazo Pluralidade étnica e social Flexibilidade Criatividade Cosmopolitismo e interesse pelo desconhecido Participação na vida pública</p>
<p style="text-align: center;">Governança inteligente (Participação)</p> <p>Participação no processo decisório Serviços sociais e públicos Governança transparente Perspectivas e políticas estratégicas</p>	<p style="text-align: center;">Mobilidade inteligente (Transporte e TIC)</p> <p>Acessibilidade local Acessibilidade nacional e internacional Disponibilidade de infraestrutura de TIC Sistemas de transporte inovadores, seguros e sustentáveis</p>
<p style="text-align: center;">Ambiente inteligente (Recursos naturais)</p> <p>Atratividade para condições naturais Poluição Proteção ambiental Gestão sustentável de recursos</p>	<p style="text-align: center;">Vida inteligente (Qualidade de vida)</p> <p>Facilidades culturais Sistemas de saúde Segurança individual Qualidade de moradia Recursos educacionais Atratividade turística Coesão social</p>

Figura 4. Dimensões e características das cidades inteligentes.

Fonte: Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., & Meijers, E. (2007). Smart cities. Ranking of European medium-sized cities. Vienna: University of Technology. Disponível em http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf.

2.1.2. Tendências para o crescimento das cidades inteligentes

A urbanização, as mudanças demográficas e as inovações tecnológicas estão definindo a forma como os serviços públicos são criados e disponibilizados à população. Segundo Clarke (2013), os principais fatores que norteiam a necessidade de um enfoque inovador na criação e na operação destes serviços nas cidades inteligentes são destacados a seguir:

- **Competição global por talentos:** é essencial atrair e reter trabalhadores talentosos e qualificados para assegurar a competitividade no mercado global. Neste cenário, as cidades inteligentes possuem um diferencial em relação às demais porque estão inseridas em um ecossistema inovador, atrativo para as novas empresas e para os jovens profissionais. Portanto, estas fomentam o crescimento econômico e as oportunidades de trabalho e de empreendedorismo; não obstante, favorecem indiretamente o mercado imobiliário e de entretenimento;
- **Demanda crescente por infraestrutura e recursos:** as grandes cidades possuem uma malha viária congestionada, entre outras razões, porque existem limitações físicas para a expansão de infraestrutura no mesmo ritmo da expansão da demanda. Esta restrição também se aplica aos demais serviços públicos (escolas, hospitais, delegacias e outros), ou seja, os gestores devem empregar novas tecnologias para

administrar e utilizar de maneira mais eficiente a infraestrutura existente e planejar as ações para suportar o crescimento futuro;

- **Uso eficiente dos recursos energéticos:** as cidades inteligentes desempenham um importante papel ao fomentar ações para tratar a escassez dos recursos energéticos e as alterações climáticas globais. Assim, os sistemas modernos de iluminação, as técnicas de construção sustentáveis, os estímulos no uso do transporte coletivo e a redução nos índices de congestionamento promovem o consumo mais eficiente das fontes de energia e de água, além de reduzir a emissão de carbono;
- **Fornecimento de serviços públicos digitais (governo eletrônico):** haverá um rápido crescimento na expectativa da população em interagir e acessar os serviços públicos por intermédio da *Internet*. Deste modo, as pessoas poderão localizar táxis, confirmar o horário e o itinerário de linhas rodoviárias e ferroviárias, encontrar um restaurante, reportar um semáforo danificado, renovar sua carteira de habilitação ou enviar uma mensagem para seus representantes no governo por meio de qualquer dispositivo móvel. Estes novos canais devem estar disponíveis concomitantemente às tradicionais centrais de atendimento presenciais ou telefônicas, pois, estas ainda possibilitam o acesso à população mais idosa ou com limitação de recursos tecnológicos;
- **Explosão no volume de dados e informações:** os dados coletados em sensores e em sistemas instalados na malha viária, nos estacionamentos, nos dispositivos de iluminação pública, nas latas de lixo e em outros locais serão monitorados e processados com a finalidade de analisar as condições da infraestrutura urbana. Estima-se que este volume de dados crescerá de maneira exponencial e dobrará a cada dois anos até 2020. As cidades que disponibilizarem estes dados e informações colaborarão para a geração de novos negócios que permitirão o desenvolvimento de serviços públicos inovadores para a população e criarão oportunidades no mercado de trabalho.

2.1.3. Serviços providos pelas cidades inteligentes

Diversos serviços podem ser otimizados por intermédio da aplicação do paradigma das cidades inteligentes. Neste contexto, Neirotti, De Marco, Cagliano, Mangano e Scorrano (2014) realizaram uma extensa pesquisa para identificar quais são os domínios tangíveis (transporte, distribuição de energia, entre outros) e intangíveis (capital humano, capital intelectual etc.) que foram citados em artigos disponíveis na literatura relacionados ao desenvolvimento urbano.

Os autores classificaram estes serviços em dois grupos: o primeiro, considera áreas em que os recursos tecnológicos e a inovação possuem um papel fundamental para viabilizar sua adoção nas cidades inteligentes, conjuntamente com o planejamento urbano e as intervenções políticas apropriadas (edificações, redes de transmissão de energia elétrica, recursos naturais, gestão de água e energia, gerenciamento de resíduos, meio ambiente, transportes, mobilidade e logística); já o segundo, compreende serviços em que a tecnologia desempenha uma função mais limitada e transacional (educação, cultura, empreendedorismo, inovação, inclusão social e serviços disponibilizados pelo governo eletrônico). A Tabela 1 delinea cada um destes grupos, indicando os serviços e os seus principais objetivos.

Tabela 1
Serviços providos pelas cidades inteligentes.

Grupo	Domínio	Objetivos
1	Redes de transmissão de energia	Ativar recursos tecnológicos para distribuir energia elétrica e permitir troca de informações sobre a utilização entre os consumidores e os provedores. Visa também reduzir os custos e aumentar a confiabilidade e a transparência destes sistemas.
	Iluminação pública, recursos naturais e gestão de recursos hídricos	Administrar os serviços de iluminação pública e os recursos naturais. Também possui a finalidade de explorar os recursos renováveis, tais como: energia solar e eólica.
	Gestão de resíduos	Aplicar inovações para melhorar o gerenciamento dos resíduos gerados por pessoas, negócios e serviços da cidade. Para tanto, inclui a coleta, o manejo e reciclagem dos resíduos.
	Meio ambiente	Utilizar a tecnologia para proteger o meio ambiente e melhorar a gestão destes recursos e de sua infraestrutura, afim de aumentar a sustentabilidade.
	Tranporte, mobilidade e logística	Otimizar a logística e os transportes nas áreas urbanas baseando-se nas condições do tráfego e no consumo de energia. Prover informações dinâmicas e multi-modais aos passageiros e condutores, melhorando a eficiência do transporte. Assegurar sustentabilidade ao transporte público, por meio de sistemas de propulsão e combustíveis menos poluentes.
	Escritórios e edificações residenciais	Adotar tecnologias sustentáveis para criar ambientes comerciais e residenciais com recursos reduzidos. Adaptar as estruturas existentes para melhorar a eficiência energética e hídrica.
	Sistemas de saúde	Utilizar a TIC e a assistência remota para prevenir, diagnosticar e disponibilizar o serviço de assistência médica. Possibilitar o acesso de todos os cidadãos a um sistema de saúde eficiente, caracterizado por instalações físicas e serviços adequados.
2	Segurança pública	Auxiliar as organizações públicas na proteção dos cidadãos e de seus bens, incluindo o uso de tecnologias inovadoras para alimentar informações em tempo real para os departamentos de polícia e de bombeiros.
	Educação e cultura	Criar oportunidades para professores e alunos, por meio das novas ferramentas de ensino. Promover eventos culturais e motivar as pessoas a participarem dos mesmos. Administrar entretenimento, turismo e hospitalidade.
	Inclusão social e bem-estar	Disponibilizar novas alternativas para reduzir as barreiras no aprendizado e na participação social, melhorando a qualidade de vida, especialmente para idosos e portadores de necessidades especiais. Implementar políticas sociais para atrair e reter pessoas talentosas.
	Gestão pública e governo eletrônico	Promover serviços de governo eletrônico baseados na transparência de suas atividades, envolvendo a população na gestão pública.
	Economia	Facilitar o desenvolvimento de inovação, empreendedorismo e integrar a cidade aos mercados nacional e global.

Nota. Adaptado de Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylized facts. *Cities*, 38, 25-36.

Já Piro, Cianci, Grieco, Boggia e Camarda (2014) expuseram em seu trabalho os resultados sobre a investigação dos principais projetos realizados pela União Europeia, em andamento ou recentemente concluídos à época de publicação. Para tanto, os autores sugeriram uma classificação dos serviços provisionados pelas cidades inteligentes baseada em relatórios técnicos e em estudos disponíveis na literatura acadêmica. Estes foram organizados em nove domínios principais: transportes, governo e gestão pública, segurança, social, saúde, educação, edificações inteligentes e planejamento urbano, meio ambiente, e energia e

resíduos. A Tabela 2 detalha a classificação destes serviços indicando exemplos de aplicações encontradas nas cidades inteligentes da União Europeia.

Finalmente, Washburn e Sindhu (2010) agruparam os principais serviços providos pelas cidades inteligentes em sete categorias distintas: gerenciamento da cidade, educação, sistema de saúde, segurança, bens imóveis, transportes e utilidades públicas. A seguir são detalhadas cada uma destas áreas expostas pelos autores, descrevendo suas características fundamentais e exemplificando suas aplicações:

- **Gestão pública:** as cidades inteligentes devem propor iniciativas para simplificar sua administração e promover um ambiente favorável aos negócios, suportando a atual economia baseada em serviços. Segundo os autores, nos Estados Unidos, os recursos tecnológicos viabilizaram a criação de um sistema computacional que realiza a análise científica dos dados e informações de todas as fases do processo de tomada de decisões públicas com a finalidade de melhorar a economia local e a qualidade de vida dos cidadãos. Washburn e Sindhu (2010) destacam ainda o *Songdo International Business District*, na Coreia do Sul, como um exemplo de cidade inteligente que promove zonas francas para fomentar o desenvolvimento econômico;
- **Educação:** o uso intenso da tecnologia da informação e comunicação aumenta a acessibilidade, melhora a qualidade e reduz os custos com a educação nas cidades inteligentes. Igualmente, os recursos educacionais virtuais podem ser acessados em qualquer localidade por meio da *Internet*, o que os torna disponíveis à população que vive em regiões distantes ou àqueles que possuem restrições temporais. Conteúdos digitais e tecnologias colaborativas também podem melhorar a qualidade da educação e reduzir seus custos operacionais;
- **Sistema de saúde:** as novas plataformas de armazenamento de dados e os serviços de comunicação podem contribuir com a melhoria da saúde pública e suportar diagnósticos mais acurados e rápidos. Destarte, os prontuários dos pacientes estarão armazenados digitalmente e acessíveis em qualquer localidade, a todo o tempo e para todos os médicos autorizados, auxiliando no diagnóstico das enfermidades e nas pesquisas científicas. Washburn e Sindhu (2010) citam o serviço de saúde pública da Espanha, *Servicio Extremeño de Salud*, que centraliza todos os registros dos pacientes e os disponibiliza para os hospitais, ambulatórios e consultórios médicos da região na qual o paciente reside, conectando 13.000 profissionais da saúde e gerenciando 9 milhões de atendimentos por ano;
- **Segurança:** as cidades inteligentes devem lidar com um número crescente de emergências e ameaças à segurança pública. As inovações tecnológicas permitem a distribuição de informações aos departamentos de polícia e de bombeiros em tempo real para uma resposta rápida aos acidentes e incidentes. Além disso, muitas cidades estão investindo em câmeras de segurança e em tecnologias de reconhecimento facial para a identificação de suspeitos; estas possibilitam monitorá-los 24 horas por dia, 7 dias na semana, durante os 365 dias do ano;
- **Bens imóveis:** a redução dos custos operacionais, a agregação de valor e o aumento nas taxas de ocupação para os bens imóveis (escritórios, plantas manufatureiras, shoppings, residências, entre outros) são benefícios usualmente promovidos pelas cidades inteligentes. Para tanto, sugere-se o uso das tecnologias de automação predial, as quais implantam sensores automáticos para o controle dos sistemas de iluminação e de condicionamento do ar, entre outros. Tais recursos reduzem as despesas com as concessionárias de energia elétrica e com a manutenção dos equipamentos, além de agregar valor às instalações físicas do bem imóvel;

Tabela 2**Exemplos de aplicações nas cidades inteligentes da União Europeia.**

Domínio	Exemplos de aplicação
Transporte	Monitoração do tráfego em situações de emergência
	Gestão das áreas de estacionamento
	Áreas de carga e descarga
	Logística
	Otimização de viagens
	Serviços de transporte (ônibus, trem, avião etc.)
	Estacionamento para pessoas com necessidades especiais
Governo e administração pública	Diagnóstico e previsão de tráfego
	Procedimentos administrativos otimizados e automatizados
	Pesquisa de documentos
	Pagamento de taxas
Segurança pública	Acessibilidade para pessoas com necessidades especiais
	Gestão de acidentes em rodovias
	Prevenção de crimes
	Monitoração de locais públicos
Social	Previsão dos efeitos das mudanças climáticas
	Assistência ao turismo
	Identificação dos pontos de interesse
	Serviços baseados em localização
	Distribuição de mídias
	Serviços de varejo e shoppings
	Compartilhamento de recursos
Sistemas de saúde	Áreas socialmente sustentáveis
	Disponibilização de dados dos pacientes
	Assistência remota ao paciente
	Coordenação remota de cirurgias
	Transmissão de mídias para hospitais e médicos
Educação	Serviços genéricos de saúde
	Distribuição de conteúdos multimídia
Edificações inteligentes e planejamento urbano	Controle e monitoração das edificações
	Monitoração de dispositivos elétricos
	Gestão das situações de emergência
	Rastreamento de pessoas e recursos
	Irrigação de parques
	Gerenciamento de resíduos
Meio ambiente	Monitoração ambiental
	Medição de luminosidade
Energia e água	Gestão eficiente da iluminação artificial
	Gerenciamento eficiente de aquecedores e condicionadores de ar
	Distribuição de água
	Distribuição otimizada de energia

Nota. Adaptado de Piro, G., Cianci, I., Grieco, L. A., Boggia, G. & Camarda, P. (2014). Information centric services in Smart Cities. *The Journal of Systems and Software*, 88, 169-188.

- **Transportes:** as cidades inteligentes estimulam iniciativas para reduzir os níveis de congestionamento e encorajar o uso do transporte público. Logo, devem ser criadas alternativas de deslocamento eficientes, rápidas e com baixo custo, além de possibilitarem a redução nos impactos ambientais. Washburn e Sindhu (2010) descrevem a experiência de sucesso realizada em 2003 na cidade de Londres (Inglaterra). Neste local, foram implantados pedágios a fim de limitar o acesso às regiões mais congestionadas e incentivar o uso do sistema público de transporte. Os resultados indicaram uma redução média de 30% no índice de congestionamento, um aumento de 37% na velocidade média dos veículos e uma redução de 20% no consumo de combustíveis e na emissão de carbono;
- **Utilidades públicas:** as cidades inteligentes investem em sistemas inteligentes de produção, armazenamento, distribuição e gerenciamento da energia elétrica, gás e água, reduzindo o desperdício destes recursos escassos. As novas tecnologias suportam estes sistemas por meio de sensores conectados às redes de computadores que permitem a monitoração e a gestão dos dispositivos de controle em tempo real.

A análise das pesquisas de Washburn e Sindhu (2010), Neirotti et al. (2014) e Piro et al. (2014) evidencia uma grande similaridade entre os serviços que são providos pelas cidades inteligentes. Portanto, observam-se estudos acadêmicos e iniciativas técnicas em áreas essenciais que influenciam diretamente a melhoria na qualidade de vida da população e no desenvolvimento social e econômico das cidades, entre elas: mobilidade urbana, educação, saúde, segurança, serviços do governo eletrônico, gerenciamento dos recursos naturais, utilidades públicas e bens imóveis (edificações).

3. A importância da mobilidade inteligente

Dewalska-Opitek (2014) enfatiza que a mobilidade inteligente é uma área que propõe soluções para a acessibilidade local, nacional e internacional das cidades inteligentes, utilizando recursos da tecnologia da informação e comunicação, inovações e estratégias de segurança. Já Sassi e Zambonelli (2014) apresentam uma explicação mais abrangente, definindo a mobilidade inteligente como o conjunto de todas as soluções de mobilidade suportadas pela coleta de dados disponíveis nos mais diversos agentes. Estas são capazes de produzir informações úteis no contexto da mobilidade urbana e potencializar o intercâmbio social entre estes agentes, os quais são retroalimentados com estas informações de maneira a reforçar sua interação e produzir um círculo virtuoso.

Conforme exposto na seção anterior, vários autores apresentaram exemplos de serviços providos pelas cidades inteligentes relacionados à mobilidade. Neirotti et al. (2014) analisou os projetos realizados em 70 cidades inteligentes e observou que mais de 50% deles possuíam iniciativas pertinentes à mobilidade das pessoas. Este domínio foi definido pelos autores como aquele com o desígnio de propor alternativas inovadoras e sustentáveis para oferecer transporte de indivíduos nas cidades, como o desenvolvimento dos modais de transporte público e de veículos baseados em combustíveis e sistemas de propulsão menos poluentes. Já Piro et al. (2014) investigou os principais projetos em andamento ou recém concluídos na União Europeia e evidenciou que 12 fomentavam alguma atividade ligada à área de transportes, ou seja, 63% do total (19 projetos). Foram apresentadas ações na monitoração do tráfego em situações de emergência, na gestão de estacionamento, nas áreas de carga e descarga, nas operações logísticas, na otimização das viagens, nos serviços de transporte (terrestre, aéreo e ferroviário), na supervisão de estacionamento para portadores de necessidades especiais e no diagnóstico e previsão do tráfego.

A mobilidade inteligente também foi defendida como uma das dimensões das cidades inteligentes (Giffinger et al., 2007; Caragliu et al., 2011; Batty, 2012), corroborando, portanto com aqueles que advogam sua importância para o funcionamento das zonas urbanas. Dewalska-Opitek (2014) realizou uma pesquisa qualitativa com 322 cidadãos da província da Silésia (Polônia) arguindo sobre a priorização destas dimensões. Os resultados indicaram que 58% dos entrevistados destacaram a importância da mobilidade inteligente, superada apenas pela economia inteligente (62%) e pela vida inteligente (81%). Nesta dimensão, as necessidades mais importantes reportadas pelos participantes da pesquisa foram: redução nos níveis de congestionamento resultantes da promoção do transporte público eficiente e de baixo custo, comercialização de serviços de transporte por intermédio de dispositivos móveis (bilhetes eletrônicos, aplicativos para *smartphones* etc.) e redução nos impactos negativos do transporte na qualidade de vida dos cidadãos.

Destarte, estes trabalhos revisados confirmam a mobilidade como um dos serviços críticos e nevrálgicos das cidades inteligentes. São inúmeros os desafios sociais e econômicos resultantes de sua demanda crescente e os impactos advindos da utilização do espaço e do meio ambiente. Entre outras dificuldades, Hitachi (2013) menciona o problema do aquecimento global devido às emissões dos gases do efeito estufa, os prejuízos causados às atividades econômicas decorrentes do tráfego congestionado e o aumento no número de acidentes no trânsito, que resultam na redução geral da qualidade de vida dos cidadãos. Neste contexto, pode-se ratificar a importância das iniciativas relacionadas à mobilidade inteligente nos centros urbanos como uma alternativa para melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos e da sustentabilidade nas cidades inteligentes.

4. Proposta de trabalhos futuros

A partir da revisão bibliográfica foi possível observar diversas áreas das cidades que podem ser abordadas com maior profundidade. Entre elas, destaca-se a mobilidade inteligente, devido ao expressivo número de projetos e iniciativas em andamento. Tal observação corrobora com a percepção de criticidade desta área, especialmente quando analisada à luz do crescimento populacional estimado para as zonas urbanas. Também pode ser destacada sua potencialidade para gerar significativos impactos na qualidade de vida dos cidadãos, no crescimento econômico, na segurança individual e coletiva e na própria sustentabilidade das cidades.

Desta forma, recomenda-se o desenvolvimento de novos estudos teóricos e empíricos que possam auxiliar a compreensão da comunidade científica em diversos aspectos, tais como: definição da mobilidade inteligente, em termos de seus serviços e abrangência; análise de sua relação com os sistemas inteligentes de transporte, área da engenharia já consolidada e com proposta de atuação em diversos temas similares; arquitetura estruturada para o planejamento e implementação de projetos; indicadores chave de desempenho da mobilidade inteligente; e modelos de avaliação de maturidade da mobilidade nas cidades inteligentes.

5. Conclusões

Os dados apresentados pelas Nações Unidas indicam um crescimento expressivo da população mundial nas áreas urbanas. Tal fato combinado com a ausência de planejamento adequado resulta em deficiências estruturais, modelos de produção e consumo não sustentáveis, maiores níveis de poluição, degradação ambiental e desigualdades econômicas e sociais, problemas atualmente observados em diversas cidades espalhadas pelos cinco continentes. Neste contexto, inserem-se as cidades inteligentes, definidas neste trabalho como uma área política e geograficamente bem definida, que utiliza recursos e inovações

tecnológicas (redes de telecomunicações, sensores, dispositivos móveis, *big data*, ferramentas da área logística e das diversas engenharias, entre outras) de forma integrada e sinérgica aos serviços públicos providos aos cidadãos, aprimorando sua eficiência, eficácia e competitividade com a finalidade de melhorar a qualidade de vida da população em geral, fomentando inclusão social, colaboração e participação em todas as atividades desenvolvidas. Para tanto, estas possuem um planejamento com objetivos e metas específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e com prazos definidos, controladas e avaliadas por um processo rígido de governança.

Uma das dimensões mais importantes das cidades inteligentes é a mobilidade inteligente, conforme observado empiricamente pela quantidade de projetos e iniciativas que a abordam. Assim, ressalta-se a importância de estudos que possam estabelecer uma definição comum deste domínio das cidades inteligentes. Atualmente, como não existe consenso sobre sua abrangência e seus serviços, há uma carência por arquiteturas, indicadores de desempenho e modelos de maturidade que estejam alinhados com esta definição. Igualmente, é possível concluir que existe a necessidade de aprofundamento nesta linha de pesquisa; alinhado com esta constatação, este trabalho também destacou estudos futuros que podem ser desenvolvidos pela comunidade científica.

Referências bibliográficas

- Ballou, R. H. (2001). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. Porto Alegre: Bookman. 4a ed.
- Batty M., Axhausen K. W., Giannotti F., Pozdnoukhov A., Bazzani A., Wachowicz M., Ouzounis G., & Portugali Y. (2012). Smart cities of the future. *European Physical Journal: Special Topics*, 214(1), 481-518. doi: 10.1140/epjst/e2012-01703-3.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82.
- Clarke, R. Y. (2013). Smart cities and the internet of everything: the foundation for delivering next-generation citizen services. *IDC Government Insights*. Disponível em http://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/scc/ioe_citizen_svcs_white_paper_idc_2013.pdf.
- Cocchia, A. (2014). Smart and digital city: a systematic literature review. *Smart City: How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*, 13-43. doi: 10.1007/978-3-319-06160-3_2.
- Dameri R.P. (2013). Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, 11(5), 2544-2551.
- Dameri R. P., & Cocchia, A. (2013). Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution. *X Conference of the Italian Chapter of AIS, ITAIS 2013*, Università Commerciale Luigi Bocconi, Milan (Italy).
- Dewalska-Opitek, A. (2014). Smart city concept - The citizens' perspective. *Telematics - Support for Transport*, 471, 331-340. doi: 10.1007/978-3-662-45317-9_35.
- European Commission. (2010). Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. Disponível em <http://ec.europa.eu/europe2020/>.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., & Meijers, E. (2007). Smart cities. Ranking of European medium-sized cities. Vienna: University of Technology. Disponível em http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf.

- Hall, R. E. (2000). The vision of a smart city. *Proceedings of the 2nd International Life Extension Technology Workshop*, Paris, França. Disponível em <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/773961>.
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszcak, J. & Williams, P. (2010). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1-16. doi: 10.1147/JRD.2010.2048257.
- Hitachi. (2013). Smart mobility for smart cities. 2013. Disponível em <http://www.hitachi.com/businesses/innovation/technology/mobility/index.html>.
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? *City: Analysis of Urban Trend, Culture, Theory, Policy, Action*, 12(3), 303–320.
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G. & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylized facts. *Cities*, 38, 25-36.
- Piro, G., Cianci, I., Grieco, L. A., Boggia, G. & Camarda, P. (2014). Information centric services in Smart Cities. *The Journal of Systems and Software*, 88, 169-188.
- Sassi, A. & Zambonelli, F. (2014). Towards an agent coordination framework for smart mobility services. *13th Int. Conference on Autonomous Agents and Multiagents Systems (AAMAS 2014)*, Paris, França. Disponível em http://agents.fel.cvut.cz/att2014/att2014_paper_21.pdf.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2015). World urbanization prospects: The 2014 revision (ST/ESA/SER.A/366). Disponível em <http://esa.un.org/unpd/wup/FinalReport/WUP2014-Report.pdf>.
- Washburn, D. & Sindhu, U. (2010). Helping CIOs understand “smart city” initiatives: defining the smart city, its drivers, and the role of the CIO. Disponível em http://www-935.ibm.com/services/us/cio/pdf/forrester_help_cios_smart_city.pdf.