CIDADES INTELIGENTES SUSTENTÁVEIS: ESTRATÉGIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO E EFETIVAÇÃO

Smart sustainable cities: strategies for implementation and effectuation

Sthéfano Bruno Santos Divino
Centro Universitário de Lavras-Unilavras, Lavras, MG, Brasil
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5133514180104561 ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9037-0405
E-mail: sthefanoadv@hotmail.com

Rodrigo Almeida Magalhães
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais,Belo Horizonte, MG,Brasil
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8655351102126052 ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8869-2114
E-mail: amagalhaes@ig.com.br

Trabalho enviado em 22 de janeiro de 2022 e aceito em 01 de março de 2022

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

RESUMO

Nos últimos anos, o tema Smart City ganhou destaque com o desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e Internet das Coisas (IoT). Esse artigo tem como problema de pesquisa o seguinte questionamento: quais critérios são utilizados para definir uma cidade como inteligente? Para tanto, objetiva-se identificar e analisar cinco indexadores responsáveis por essa categorização: 1) The Easypark Smart Cities Index; 2) The IMD Smart City Index; 3) IESE Cities in Motion Index; 4) Ranking Connected Smart Cities e; 5) ISO 37120. Constata-se a existência de consideráveis indexadores, mas com áreas em comum. Para além do aspecto tecnológico, não basta a conexão por meio de TIC 's ou IoT, verifica-se a sustentabilidade como parâmetro intrinsecamente atrelado para definição de uma Smart City. Portanto, o termo mais adequado para as futuras construções parece ser Smart Sustainable City. No mais, conforme visualizado nos indexadores, cidades sustentáveis inteligentes podem apresentar riscos tecnológicos, organizacionais e governamentais, que podem dificultar sua implantação e efetivação. Ao final, conforme literatura especializada, demonstram-se estratégias para gestão de riscos negativos atrelados a interoperabilidade, coleta e tratamento de dados, privacidade, controle de desastres (naturais e humanos), transporte urbano, energia, aspectos hídricos e governança. Conclui-se que a existência de uma cidade inteligente pressupõe parâmetros padronizados a serem implementados e destinados à satisfação do conceito enquanto método sustentável. Para elaboração do artigo utiliza-se o método de pesquisa monográfica e a técnica de pesquisa bibliográfica.

Palavras-chave: Cidade Inteligente; Cidades Inteligentes; Direito; Inteligência; Sustentabilidade; Tecnologia.

ABSTRACT

In past years, the Smart City stands among the most popular discourses of Information and Communication Technologies (ICTs) and the Internet of Things (IoT). This article has as a research problem the following question: what criteria are used to define a city as smart? To this end, it aims to identify and to analyze five indexes responsible for this categorization: 1) The Easypark Smart Cities Index; 2) The IMD Smart City Index; 3) IESE Cities in Motion Index; 4) Ranking Connected Smart Cities and; 5) ISO 37120. There are considerable indexers, but with areas in common. Beyond the technological aspect, it is not enough to be connected employing ICTs or IoT sustainability is an intrinsically linked parameter for defining a Smart City. Therefore, the most appropriate term for future constructions seems to be Smart Sustainable City. Furthermore, as seen in the indexes, smart sustainable cities may present technological, organizational, and governmental risks, which may make their implementation and effectiveness more difficult. In the end, according to specialized literature, it is demonstrated strategies for managing risks linked to interoperability, data processing, privacy, disaster control (natural and human), urban transportation, energy, water aspects, and governance. The conclusion is that the idea of a smart city presupposes standardized parameters to be implemented and aimed at the satisfaction of the concept as a sustainable method. The monographic research method and the bibliographic research technique are used in this paper.

Keywords: Smart City; Smart Cities; Law; Smart; Sustainability; Technology.

1. INTRODUÇÃO

A crescente e rápida expansão das tecnologias digitais, incluindo Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs[1]) e Internet das Coisas (IoT[2]) reestrutura consideráveis domínios da vida social, incluindo a produção, consumo, como as pessoas interagem entre si e como elas se comportam em sociedade. Como resultado, *coisas* ao nosso redor nos conectam e possibilitam aprimorar a qualidade de vida (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010). Nesse contexto, o mundo vivencia um paradigma de *inteligência* aplicável e extensível a cidades e até mesmo clássicos termos como *sustentabilidade*[3]. Nesse ponto, ganham atenção as *Cidades Inteligentes* (ou *Smart Cities*), compreendidas como cidades digitais ou informacionais que utilizam TICs e IoT para analisar e integrar informação como núcleo de gestão para traçar os caminhos da cidade e de sua população (LI; DA XU, 2015; SU; LI; FU, 2011).

Inicialmente, uma cidade é considerada inteligente quando apresenta respostas para diferentes necessidades de seus habitantes, sejam elas industriais, comerciais, entretenimento, segurança pública, serviços básicos ou até mesmo práticas sustentáveis (KIMMITHA, 2020). Em outros termos, uma S*mart City* pode assim ser caracterizada quando insere tecnologias inteligentes para uma efetiva gestão, seja referente ao transporte público, infraestrutura ou qualquer outro aspecto digitalizável e passível de interação tecnológica (SU; LI; FU, 2011).

Ocorre que o nascimento dessas cidades e seus impactos iniciais afetam a contextualização sobre o que seria uma cidade inteligente. Afirma-se que inexiste consenso nos parâmetros e padrões objetivos para essa caracterização. Dessa forma, esse artigo tem como problema de pesquisa o seguinte questionamento: quais critérios são utilizados para definir uma cidade como *inteligente*? No primeiro capítulo, o objetivo geral é identificar e analisar cinco indexadores responsáveis por essa categorização:

---

[1] "In our opinion, there are at least four different conceptualizations of the use of ICT in national development: ICT as a commodity, ICT supporting development activities, ICT as a driver of the economy, and ICT directed at specific development activities. ICT as a Commodity. ICT is seen as a Commodity or product to be used to earn foreign currency through export. Prime examples are manufacturing computer and related products, offshore software development, and offshore computing […] ICT Supporting General Development Activities. ICT helps in activities related to development, e.g., development planning and the management of development projects (Madon, 1994), development training, and as support for agencies engaged in development activities such as nongovernmental organizations (NGOs) (Madon, 1999). […] ICT as a Driver of the Economy. ICT is conceptualized to have a macro-level influence (e.g., in infrastructure development, education, in the development of the private sector). […] ICT can help enhance the working of markets and reduce transaction and coordination costs within and across organizations" (SEIN; HARINDRANATH, 2004, p. 17-19)

[2] "IoT is "A dynamic global network infrastructure with self-configuring capabilities based on standard and interoperable communication protocols where physical and virtual "things" have identities, physical attributes, and virtual personalities and use intelligent interfaces, and are seamlessly integrated into the information network" (IERC, 2014).

[3] "In essence, sustainable development is a process of change in which the exploitation of resources, the direction of investments, the orientation of technological development; and institutional change are all in harmony and enhance both current and future potential to meet human needs and aspirations" (WCED, 1987).

1) *The Easypark Smart Cities Index* (EASYPARK, 2021)*;* 2) *The IMD Smart City Index* (IMD, 2021); 3) *IESE Cities in Motion Index* (IESE, 2019); 4) *Ranking Connected Smart Cities* (URBAN SYSTEMS; NECTA, 2021) e; 5) ISO 37120 (ISO, 2014). Neste caso, a metodologia de revisão bibliográfica reside em definir os fatores e características em comum em cada um desses indexadores. Além disso, em todas as ferramentas mencionadas pode-se constatar grandes áreas de desenvolvimento com consideráveis indicadores. Por opção metodológica e para evitar uma extensa redação, opta-se por realizar um estudo comparativo apenas entre as grandes áreas, sendo que seus indexadores pormenorizados podem ser consultados individualmente em suas respectivas fontes. Após a coleta e análise crítica dos dados, demonstra-se que as diretrizes nacionais e internacionais colocam como vetor basilar não apenas a presença de tecnologia, mas o desenvolvimento sustentável e o equilíbrio social como características indelegáveis à caracterização de uma cidade inteligente.

Nessa perspectiva, o termo S*mart Sustainable City* (cidade inteligente sustentável) apresenta-se mais adequado em razão de a sustentabilidade estar tão presente quanto o aspecto tecnológico. Trata-se de um amalgama capaz de criar e desenvolver um ecossistema complexo envolvendo todos os níveis populacionais, governamentais, sociais e econômicos (LEA, 2017). Em termos sistemáticos, cidades inteligentes são sistemas complexos capazes de adquirir, armazenar e processar informações objetivando bem-estar social e econômico, seja para a própria cidade seja para seus cidadãos.

Porém, durante a análise de dados, conforme visualizado nos indexadores, verifica-se que a implementação e efetivação das *Smart Sustainable Cities* podem apresentar riscos de ordem tecnológica (relativos à privacidade e ao tratamento de dados), riscos organizacionais ou governamentais (conexão entre os dispositivos da IoT e sua padronização de acesso para com a população, bem como a ausência de práticas sustentáveis atreladas ao direito ambiental, especificamente à gestão hídrica e *Smart Grids*), capazes de dificultar sua implantação e efetivação. Ao final, conforme literatura especializada em gestão pública, apresentam-se estratégias direcionadas à gestão de riscos negativos atrelados a interoperabilidade, coleta e tratamento de dados, privacidade, controle de desastres (naturais e humanos), transporte urbano, energia, aspectos hídricos e governança. Conclui-se que a existência de uma cidade inteligente pressupõe parâmetros padronizados a serem implementados e destinados à satisfação do conceito enquanto método sustentável. Para elaboração do artigo utiliza-se o método de pesquisa monográfica e a técnica de pesquisa bibliográfica.

2. EM BUSCA DE UMA DEFINIÇÃO HOLÍSTICA PARA *CIDADES INTELIGENTES:* INDEXADORES E PARÂMETROS OBJETIVOS

Com a constante urbanização dos polos metropolitanos pelo mundo para comportar o desenvolvimento social e a crescente população (CHOURABI, et al., 2012), a idealização normativa, teórica e prática das S*mart Cities* aparecem como soluções e propostas destinadas a repensar práticas e políticas urbanísticas com intuito de oferecer novas possibilidades a velhos problemas. O número de publicações contendo o tema S*mart City* vem crescendo exponencialmente desde 2015 (ISRAILIDIS, ODUSANYA, MAZHAR, 2019). Contudo, inexiste consenso sobre a definição do termo. A Comissão Europeia (*The European Comission*), define cidades inteligentes como aquelas que utilizam soluções tecnológicas para manejo e eficiência do ambiente urbano (EUROPEAN UNION, s/d). Trata-se de um local onde redes e serviços são oferecidos eficientemente por meio de ferramentas e soluções digitais objetivando beneficiar a população e a economia. Contudo, de acordo com a própria comissão, o conceito de cidade inteligente não se reduz ao uso de tecnologias digitais enquanto recursos ou diminuição de emissões de poluentes. Abrange, lado outro, redes de transporte urbana mais inteligentes, aprimoramento na distribuição e redução de gastos hídricos, formas eficientes de fornecer energia e aquecimento para imóveis e uma maior interatividade e responsividade entre a administração pública, espaços sociais e o atendimento de necessidades da população idosa (EUROPEAN UNION, s/d).

Trata-se de uma definição que foca nos aspectos tecnológicos, mas que contextualiza critérios de ordem social a serem atingidos pelo uso da tecnologia. Angelidou (2014), por exemplo, entende que uma cidade é inteligente quando conscientemente retira vantagem estratégica das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) para atingir a prosperidade, eficiência e competitividade em vários níveis sociais e econômicos. Na mesma direção, Guimarães e Xavier (2016) entende que a cidade inteligente é um fenômeno contemporâneo do urbanismo pretendendo ampla inserção dos cidadãos para concretização da cidadania em espaços onde realiza suas atividades cotidianas, bem como para garantir um atendimento satisfatório em demandas básicas, tais como: locomoção, trabalho, comunicação e a relação entre o meio ambiente com maior eficiência e qualidade de vida.[4]

Em trabalhos mais recentes, S*mart City* pode ser definida como uma organização urbana com capacidades dinâmicas, das quais estão: operação; criação; produção; distribuição e manejo (LINDE, et al. 2018).

Diante da existência de consideráveis conceitos para o termo (*Smart City*), busca-se estabelecer parâmetros objetivos para sua correta compreensão e definição. Para tanto, utiliza-se cinco:

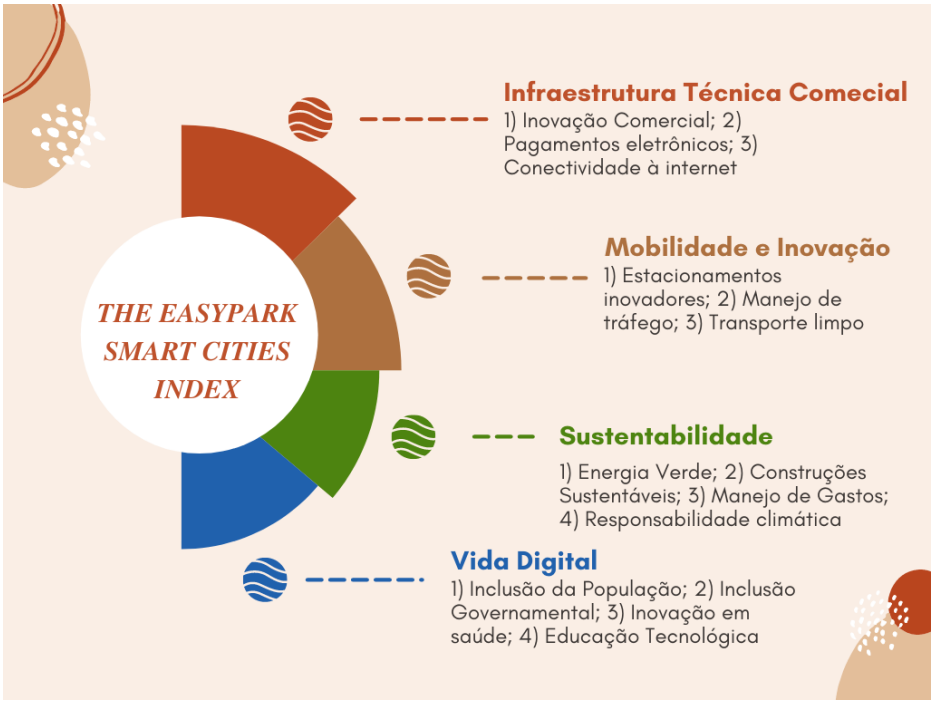
[4] "Por sua vez, uma cidade é inteligente quando o investimento em capital humano e social e a infraestrutura de comunicação (TIC) são combustíveis para o crescimento econômico e uma elevada qualidade de vida, com uma gestão racional dos recursos naturais, através de uma governança participativa" (CARAGLIU; DEL BO; NIJKAMP, 2009).

1) *The Easypark Smart Cities Index* (EASYPARK, 2021): Indexador criado pela *Easy Park Group* composto por um estudo global que utiliza dados para revelar quais são as cidades mais inteligentes do mundo. O foco deste indexador é demonstrar como as cidades estão adotando novas tecnologias para criar opções de vida mais sustentáveis para a atual e futura geração;
2) *The IMD Smart City Index* (IMD, 2021): Indexador desenvolvido pela IMD e pela Universidade de Tecnologia e Design de Singapura, cujo objetivo é oferecer parâmetros estruturais e tecnológicos direcionados, dentre outros, à qualidade de vida, ambiente e inclusão social.
3) *IESE Cities in Motion Index* (IESE, 2019)*:* Elaborado pela Escola de Administração da Universidade de Navarra, esse indexador também apresenta critérios objetivos, compreensíveis e relevantes para uma definição técnica, conceitual e aplicação prática, que inclui cerca de 96 indicadores obtidos por meio de dados coletados capazes de oferecer uma visão compreensiva de cada cidade.
4) *Ranking Connected Smart Cities* (URBAN SYSTEMS; NECTA, 2021): é um indicador desenvolvido pela Urban Systems cujo objetivo é definir indicadores que apontem o estágio das cidades brasileiras para o seu desenvolvimento inteligente, sustentável e humano. O *ranking* é composto por 11 eixos temáticos e 75 indicadores.
5) ISO 37120 (ISO, 2014): Estabelece definições e metodologias para definir e indicar uma cidade como sustentável e mensurar a qualidade dos serviços oferecidos e a qualidade de vida populacional.

Em todas as ferramentas mencionadas pode-se constatar grandes áreas de desenvolvimento com consideráveis indicadores. Por opção metodológica e para evitar uma extensa redação, opta-se por realizar um estudo comparativo apenas entre as grandes áreas, sendo que seus indexadores pormenorizados podem ser consultados individualmente em suas respectivas fontes.

Conforme o *The Easypark Smart Cities Index* (IMD, 2021)*,* quatro grandes grupos podem ser identificados. O primeiro se refere à infraestrutura técnica e comercial. Nesse ramo pretende-se mensurar: 1) a participação de *Startups* em cada cidade – para que os resultados sejam maiores um grande número de S*tartups* devem estar presentes conforme a relação *per capta*; 2) a prevalência de pagamentos em plataformas digitais – cuja mensuração será diretamente proporcional e levará em consideração as transações entre crédito e débito, bem como boletos adimplidos no último ano; 3) conectividade da internet, que será aferida mediante análise da rede 5G; e 4) sustentabilidade, atrelada ao consumo de energia renovável (*Green Energy*), construções sustentáveis (*Green Buildings*), controle de recursos hídricos e responsabilidade climática, essa atrelada ao nível de emissão de CO2 *per capta* (IMD, 2021).

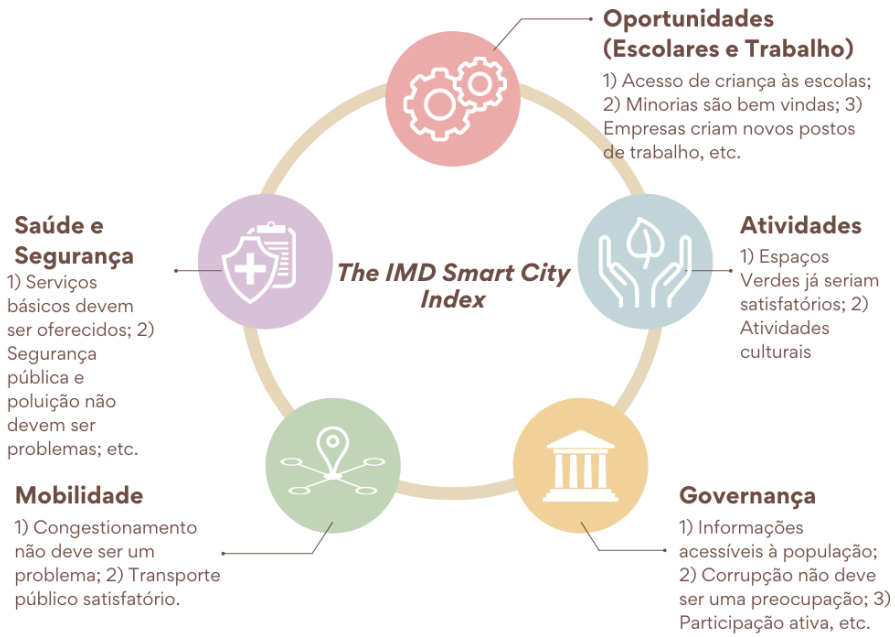
Figura 1: Parâmetros e indexadores conforme *The Easypark Smart Cities Index*



Fonte: Autoria própria com base nos dados oferecidos em *The Easypark Smart Cities Index* (IMD, 2021)

Na mesma diretriz, o *IMD Smart City Index (SCI)* (IMD, 2021) estabelece cinco critérios que são analisados sob diferentes óticas: 1) estrutural e organizacional; e 2) Tecnologia. Para que uma cidade seja considerada *inteligente* é necessário que existam sistemas básicos de saúde e segurança. Esses sistemas devem conter: a) prestações de serviços básicos de saneamento básico nas áreas mais pobres; b) serviços de reciclagem satisfatórios; c) segurança pública; d) qualidade de ar; e) serviços médicos de qualidade; f) possibilidade de encontrar uma residência cujo aluguel seja menor que 30% de seu salário mensal. No mais, quanto à mobilidade, congestionamentos não devem ser verificados e o transporte público deve ser satisfatório. Existe uma intrínseca relação entre construção social urbana e satisfação da população. Neste ponto, devem existir espaços verdes e espaços destinados às atividades culturais. Pretende-se, também, a redução da desigualdade social por meio da criação de oportunidades empregatícias e educacionais. Para que toda essa política seja implementada, conforme o *SCI*, padrões de governança objetivando a participação da população na construção ativa de políticas públicas devem ser efetivados e implementados. Essa participação tem também como pretensão a mensuração da efetividade da gestão pública e a erradicação da corrupção (IMD, 2021).

Figura 2: Parâmetros e indexadores conforme *The IMD Smart City Index*



Fonte: Autoria própria com base nos dados oferecidos em *The IMD Smart City Index* (IMD, 2021)

Uma *Smart City* conforme o *IESE Cities in Motion Index* (CMI) (IESE, 2019) é aquela capaz de desenvolver o capital humano por meio da atração, captação e retenção de talentos humanos capazes de melhorar a educação e promover criatividade e pesquisa. Constata-se, também, a necessidade de coesão social nas políticas para demonstrar possíveis consensos e divergências entre os membros de um grupo social ou a manifestação crítica sobre a percepção de um projeto ou situação a ser implementada na comunidade. Trata-se de mecanismo de aferição da intensidade de interação social entre os grupos existentes na *Smart City.* Em termos mais adequados, a coesão social no contexto urbano refere-se ao nível de coexistência entre grupos de pessoas com diferentes origens, culturas, idades e profissões que vivem naquela cidade. Sob o aspecto econômico, pressupõe-se seu desenvolvimento por meio de adoção de plantas e estratégias industriais por meio de políticas de transição; inovação e atividades empreendedoras (IESE, 2019).

Conforme o *IESE – CMI* (IESE, 2019), a intervenção estatal está intrinsecamente ligada aos parâmetros objetivos destinados à constatação de desafios encontrados pela cidade que barram seu desenvolvimento, tais como o nível de participação pública e a habilidade de as autoridades envolverem líderes do mercado e acionistas locais para instigar o desenvolvimento local. Trata-se de uma correlação entre o orçamento de uma cidade e o estado e a qualidade de vida e sustentabilidade da *Smart City* (IESE, 2019).

Todo esse conjunto necessita de um equilíbrio para evitar danos irreversíveis ao setor ambiental. Dessa forma, o meio ambiente é vetor de performance que deve ser observado e protegido para melhorar a sustentabilidade ambiental mediante criação de políticas antipoluentes, construção de casas sustentáveis e aprimoramento da eficiência energética, por exemplo. Esses parâmetros somente podem ser efetivamente consolidados quando políticas de trânsito e mobilidade urbana se conjugam para facilitar a locomoção entre grandes territórios e possibilitar o acesso aos serviços públicos. O planejamento urbano, portanto, está intrinsecamente ligado ao critério de sustentabilidade, pois sua inadequação pode causar uma redução drástica na qualidade de vida em médio prazo e pode reduzir os incentivos em investimentos, já que um mal planejamento aumenta o custo de logística e de transporte dos trabalhadores e dentre outros aspectos (IESE, 2019).

As cidades inteligentes não devem manter seu progresso apenas em nível nacional. Seu destaque e sucesso em implementação podem criar parâmetros a serem aplicados e replicados em qualquer cidade do mundo. Trata-se, portanto, de sua internacionalização. Um dos parâmetros e indexadores para aferi-la é a presença de Indústrias Multinacionais (em quaisquer ramos, tais como: alimentos, automotivo, industrial em geral etc.); número de passageiros em aeroportos; avaliação de hotéis e restaurantes; bem como um amplo número de conferência e encontros internacionais atrelados à ciência, tecnologia, inovação e economia (IESE, 2019).

Por fim, o aspecto tecnológico deve estar também intrínseco às S*mart Cities*. Trata-se da espinha dorsal e uma dimensão interacional capaz de caracterizá-la como *inteligente*. Afere-se o número de *smartphone* ativos, internet, redes móveis, Telefonia etc. (IESE, 2019). Em termos resumidos, podemos visualizar:

Figura 3: Parâmetros e indexadores conforme *IESE Cities in Motion Index*

Fonte: Autoria própria com base nos dados oferecidos em *IESE Cities in Motion Index* (IESE, 2019)

Em seguida, o *Ranking Connected Smart Cities* (URBAN SYSTEMS; NECTA, 2021) apresenta uma peculiaridade frente aos demais: o mapeamento de cidades inteligentes em território brasileiro. O estudo leva em consideração o *conceito de conectividade* e relaciona-o a diversos fatores. Ele é composto por 75 indicadores em 11 eixos temáticos: Mobilidade, urbanismo, Meio Ambiente, Tecnologia e Inovação, Empreendedorismo, Educação, Saúde, Segurança, Energia, Governança e Economia. O indexador apresenta dados e informações de todos os municípios brasileiros com mais de 50 mil habitantes, o que totaliza cerca de 677 cidades.

Figura 4: Parâmetros e indexadores conforme *Ranking Connected Smart Cities*

Fonte: Adaptado de Ranking Connected Smart Cities (URBAN SYSTEMS; NECTA, 2021)

Por fim, caracterizada como padrão internacional, a ISO 37120 (ISO, 2014) foi criada e desenvolvida para auxiliar cidades a melhorar sua performance em serviços e qualidade de vida. Seu princípio é a gestão sustentável e a resiliência quanto norte da criação de S*mart Cities*. Os núcleos e os

indicadores são classificados em temas conforme diferentes setores de atuação e serviços prestados pela cidade. A classificação estrutural somente é utilizada para demonstrar os serviços e a área de aplicação de cada tipo de indicador relacionado na cidade. É de importância frisar que são critérios interdependentes e não possuem hierarquia entre si.

Figura 5: Parâmetros e indexadores conforme *ISO 37120*

Fonte: Autoria própria com base nos dados oferecidos em (*ISO 37120*) (ISO, 2014)

Vale ressaltar que a ISO 37120 tem como objetivo o desenvolvimento de cidades sustáveis por meio da aprimoração dos indicadores da qualidade de vida e dos serviços oferecidos pela e na cidade. Assim, conforme visto anteriormente, o conceito de cidade inteligente está intrinsecamente atrelado ao desenvolvimento sustentável. Ou seja, em outros termos, ao falar em cidade inteligente, as diretrizes nacionais e internacionais colocam como parâmetros e critérios basilares não apenas a tecnologia, mas o desenvolvimento sustentável e o equilíbrio social como fatores indelegáveis.

Nessa perspectiva, o termo S*mart Sustainable City* (cidade inteligente sustentável) parece ser mais adequado em razão de a sustentabilidade estar tão presente quanto o aspecto tecnológico. Trata-se de um amalgama capaz de criar e desenvolver um ecossistema complexo envolvendo todos os níveis populacionais, governamentais, sociais e econômicos (LEA, 2017). Em termos sistemáticos, cidades inteligentes são sistemas complexos capazes de adquirir, armazenar e processar informações objetivando bem-estar social e econômico, seja para a própria cidade seja para seus cidadãos (SHORFUZZAMAN; HOSSAIN; ALHAMID, 2021; e MARTIN; EVANS; KARVONEN, 2018).

Ocorre que nesse meio termo, áreas metropolitanas que ocupam menos de 5% do território global consomem cerca de 75% dos recursos naturais por meio dos seres humanos, emitem cerca de 60-80% de gases responsáveis pelo efeito estufa e são responsáveis pelo consumo de 75% do combustível fóssil em escala global (MUSANGO; CURRIE; ROBINSON, 2017; e (MOHANTY; CHOPPALI; KOUGIANOS, 2016). Espera-se que em 2050 cerca de 68,4% da população mundial esteja em ambientes urbanos (UNITED NATIONS, 2019). Neste sentido, toda a infraestrutura urbana será responsável pelo consumo de cerca de 40% da energia em nível mundial, sendo que apenas o setor residencial será responsável por 7%. Torna-se evidente a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias destinadas ao aprimoramento energético por meio de *Smart Grids*[5] (IEA, 2013). Mas, existem barreiras de ordem econômica e social que impedem, inicialmente, a implementação efetiva de uma cidade inteligente. Neste ponto, aborda-se criticamente e propõe-se estratégias objetivando seu cumprimento.

3. GESTÃO DE ALGUNS RISCOS INTRÍNSECOS À IMPLEMENTAÇÃO DE *SMART CITY*

Riscos podem ser tanto de efeito positivo ou negativo. Neste caso, os riscos de efeito negativo apresentam maior destaque frente aos benefícios trazidos pela implementação de tecnologias e preceitos da *Smart City* já então demonstrados. Primeiramente, existem barreiras técnicas e funcionais para sua implementação. Uma delas está presente na compatibilidade tecnológica dos dispositivos eletrônicos presentes nas casas inteligentes. Para Kim, et al. (2021), deve existir um percurso linear de modernização entre as residências de uma cidade para, após, denominar o conglomerado urbano como inteligente. Ou seja, o todo somente é composto como um grande cérebro à medida que seus neurônios estão interligados de maneira funcional e interoperacional. Ocorre que a comunicação de dispositivos da *Internet of Things* (IoT) é sensível e necessita de margens mais genéricas para suportar vários tipos de dispositivos.

A interoperabilidade refere-se, portanto, à compatibilidade e interconectividade de diferentes *softwares* e *hardwares*. A indústria, neste ponto, deve focar nessa compatibilização para possibilitar melhores comunicações entre os usuários e a cidade. Conforme Hammi et al. (2018), os riscos de ordem tecnológica estarão presentes em redes móveis e transportes públicos, trazendo problemas de segurança, acessos heterogêneos focados em determinada classe social ou população, bem como a negativa da

[5] "The development and implementation of smart grids involve developing new and improvements in existing energy technologies, introducing information systems to manage the smart grid, monitoring and controlling energy consumption, and closely related to alternative energy and decarbonization of the economy. Scientific research of smart grids differs significantly in terms of topics because they aim to solve problems in each of these areas" (VAKULENKO, 2021, p. 1)

prestação de serviço para aqueles que não estão integrados em rede. Os autores propõem a criação de um sistema baseado em três níveis para lidar com esses problemas: 1) aplicação, 2) transporte, e 3) percepção. Cada uma delas é caracterizada com confidencial, íntegra, anônima, rastreável e pode ser autenticada pelo usuário.

Outro problema existente é como integrar todos os dados para obter respostas viáveis e suficientes ao desenvolvimento da cidade inteligente. Trata-se de relação direta entre aspectos de segurança, finanças, planejamento urbano, percepções da população etc. Wu et al. (2018) propõem quatro mecanismos holísticos que incluem: 1) análises comportamentais; 2) análise da plataforma de gerenciamento de rede; 3) análise da rede a rede em si mesmo e; 4) a percepção dos usuários sobre sua implementação uso e distribuição. Para que a análise obtenha resultados efetivos, o setor público deve sistematicamente planejar as cidades inteligentes antes de implementá-las euforicamente, pois o problema central, conforme Al Nuaimi et al. (2015), nessa situação, seria obter informações de qualidade, seguras e a um custo muito baixo para atender às diretrizes propostas e aos interesses sociais e econômicos.

Percebam que toda a conectividade gera e produz dados. Dados esses que podem ser transformados em informações. A proteção de dados dos habitantes envoltos não apenas em cidades inteligentes, mas em qualquer relação relacionada à coleta ou tratamento de dados deve ser mantida em sua integralidade e legalidade para manutenção da privacidade e intimidade enquanto direito da personalidade. Kumar, Gupta, Kumar e Tripathi (2021)[6] propõem a construção de um sistema fundamentado em *Blockchain* para garantir que os dados e informações pessoais não sejam vazados ou alvo de terceiros. Ocorre que o manejo de um sistema em B*lockchain* também pode ser complicado justamente em razão de sua natureza descentralizada, que vai de oposto ao poder Estatal e ao Poder

[6] "In this paper, a trustworthy privacy-preserving secured framework (TP2SF) for developing a sustainable smart city, by integrating blockchain and machine learning technique is presented. This framework comprises three module: first a address-based blockchain reputation system. Second a twolevel privacy-preserving mechanism. This approach integrates blockchain-based ePOW for data authentication and PCA for data transformation. This two-level technique prevents data poisoning and inference attacks. Third, a security model using XGBoost technique is presented. Finally, a deployment framework named CloudBlock-FogBlock was suggested to overcome the challenges of existing Cloud-Fog architecture. The performance of proposed TP2SF framework was evaluated with original and transform dataset of ToN-IoT and BoT-IoT. The experimental results demonstrated that the proposed TP2SF framework outperforms with some of the existing state-of-the-art techniques in terms of accuracy, detection rate, precision and F1 score. Finally, the comparison illustrated various advantage of TP2SF framework over existing frameworks in both blockchain and nonblockchain systems". For future work, we will extend the proposed framework by implementing a prototype that verifies the formal security parameters of overall framework. Furthermore, we plan to study the performance of the TP2SF framework with the integration of deep learning and edge computing in smart city. We will consider an edge and deep learning enabled blockchain network in smart city. This integration may help in enhancing the overall security and privacy requirement of emerging smart city" (KUMAR; GUPTA; TRIPATHI, 2021).

Público. Outras características como *transparência* e acesso aberto às informações podem ser riscos positivos, mas também podem trazer problemas quanto a dados sensíveis coletados e apresentar certa inflexibilidade na sua constituição e modificação dos padrões criados referentes aos residentes daquela cidade. Soluções, neste caso, somente poderão ser apresentadas quando da aplicação e implementação efetiva. Ou seja, não existe uma resposta pronta para um problema de alta complexidade.

Mesmo fora do aspecto exclusivamente tecnológico, a prevenção em casos de desastres é um dos problemas a ser analisado para posteriores ações paliativas, corretivas ou preventivas. Contudo, neste caso torna-se previsível, embora inevitável, a constatação por meio de sistemas de Inteligência Artificial a presença de desastres naturais e a postulação de soluções e opções a serem tomadas quando de sua verificação (JUNG, et al., 2020). Em uma cidade inteligente, portanto, o que se pretende não é evitar o desastre natural, mas criar mecanismos que ajudem na tomada de decisão de uma forma rápida e precisa objetivando reduzir os riscos e demonstrar novas possibilidades de identificação de vulnerabilidade para mitigá-las a tempo ou eventualmente evitá-las. Esses desastres, contudo, não se restringem a desastres naturais. Vazamento de dados ou invasões em sistemas eletrônicos em uma cidade inteligente podem ser considerados desastres. Neste ponto, sugere-se também a adoção de políticas públicas que desenvolvam ações para prevenir *cyber* ataques.

Com relação ao transporte urbano, o risco está atrelado ao sensoriamento urbano, análise de vídeo, carros inteligentes, transporte de mercadorias perigosas, câmeras inteligentes, envio de mensagens de texto e direção, orientação personalizada de transporte, status do motorista e gerenciamento de veículos inteligentes (ULLAH, 2021). O transporte inteligente ou a mobilidade inteligente é uma das características chaves das *Smart Cities*. Asaithambi et al. (2020) desenvolveram arquiteturas híbridas capazes de utilizar uma grande quantidade de dados com intuito de efetivar métricas de transporte orientadas a micro serviços de transporte. Essas métricas são capazes de melhorar a previsibilidade da oferta de transporte para os fornecedores de transporte e aumentar a satisfação do consumidor durante os períodos de pico.

Se possível a divisão em esferas, conforme Ullah et al. (2021), percebe-se que a análise de risco pode ser verificada e analisada em três grandes áreas: 1) riscos de ordem tecnológica; 2) riscos de ordem organizacional; 3) riscos relativos à segurança. Conforme Ullah et al. (2021), o processo para solução passa pela: a) identificação do risco; b) análise de gravidade; c) avaliação e probabilidade de ocorrência; d) medidas de contenção; e e) monitoramento.

Figura 6: Riscos e Fases de Identificação

Fonte: elaboração própria adaptada de F. Ullah et al. (2021)

A proposta dos autores estrangeiros é padronizada e semelhante ao já existente na teoria geral da administração pública brasileira. No setor público, da mesma forma que no setor privado, sugere-se ao gestor a utilização de ferramentas que possam auxiliar na tomada de decisões. Ferramentas essas indispensáveis, ainda mais quando relacionadas a riscos de ordem ambiental, de saúde, econômico, ergonômico e outros tantos que precisam ser gerenciados e controlados nas instituições de todas as áreas da administração pública, vez que o bem-estar da sociedade é a essência dessa área. Torna-se indispensável tomar decisões e usar medidas corretas com relação às políticas e programas públicos, sendo fundamental adotar estratégias efetivas de gestão de riscos.

Uma das principais regulamentações para auxiliar o gestor público no exercício de seu cargo e de sua função enquanto pessoa do povo é a Instrução Normativa Conjunta CGU/MP nº 1 de 2016 (Brasil, 2016). Esse normativo tenta assegurar que os responsáveis pela tomada de decisão, em todos os níveis do órgão ou entidade, tenham acesso tempestivo a informações suficientes quanto aos riscos aos quais está exposta a organização. Para isso, deve-se compreender que a postura do chefe do executivo disseminada em suas redes sociais ou em seu ambiente *privado* não reflete apenas em sua esfera subjetiva, mas também na daqueles que adotam o mesmo posicionamento externado por ele. Por esse motivo, as condutas praticadas, ainda que sob o espectro da liberdade de expressão, devem levar em consideração o impacto na sociedade, principalmente no âmbito crítico da saúde.

A gestão de riscos parte do pressuposto impacto x probabilidade. De acordo com o Tribunal de Contas da União (Brasil, 2018), pode-se exemplificar da seguinte forma:

Figura 7: Método de avaliação de riscos conforme TCU

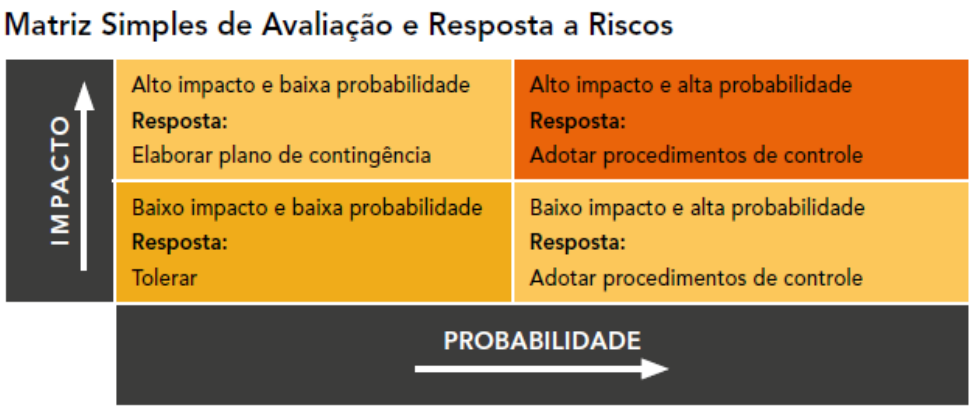


Figura 3: Matriz 2 x 2 de resposta a risco (INTOSAI GOV 9130, traduzido e adaptado)

Fonte: (BRASIL, 2018).

Quanto maior o impacto e maior sua probabilidade, maior será o esforço necessário para evitá-lo na medida do possível. Trata-se, portanto, de uma relação diretamente proporcional destinada à mitigação de riscos.

Figura 8: Modelo de gerenciamento de Risco conforme TCU

Modelo de Gerenciamento de Risco

		AÇÕES DE GERENCIAMENTO DE RISCO		
IMPACTO	Alto	6 Considerável esforço de gerenciamento é necessário	8 Indispensável gerenciar e monitorar riscos	9 Indispensável extensivo gerenciamento de risco
	Médio	3 Riscos podem ser aceitos, com monitoramento	5 Esforço de gerenciamento é necessário	7 Esforço de gerenciamento exigido
	Baixo	1 Aceitar Riscos	2 Aceitar, mas monitorar riscos	4 Gerenciar e monitorar riscos
		Baixa	Média	Alta
		PROBABILIDADE		

Figura 4: Matriz 3 x 3 de gerenciamento de risco (Secretaria do Tesouro do Canadá)

Fonte: (BRASIL, 2018)

Nota-se que após as análises, a padronização (ou a criação de *standards*) nas cidades inteligentes são essenciais para a concretização de sua interoperabilidade e escalabilidade nas e das plataformas tecnológicas utilizadas nos dispositivos da IoT.[7] Essa padronização não se refere apenas aos instrumentos eletrônicos à disposição instantânea da população, mas também em nível organizacional social direcionado à geração, manutenção e armazenamento de energia elétrica. Sistemas de *Smart grids* podem ser utilizados para conectar em pequena escala dispositivos de armazenamento de energia para distribuí-la eficientemente na comunidade. Com o crescimento constante da demanda populacional e consequentemente por energia, dispositivos de armazenamento energético são instrumentos operacionais estratégicos chaves para implementação dinâmica do controle da quantidade e qualidade de energia elétrica. Por meio deles torna-se possível identificar e verificar cargas e descargas utilizando padrões objetivamente verificáveis capazes de direcionar a melhorias na instalação e nas construções, sejam elas residenciais, comerciais, educacionais ou corporativas (LISERE, et al., 2016; e GAO, et al., 2018). Como resultado, o sistema elétrico pode apresentar melhor estabilização e padronização na frequência, qualidade e quantidade de energia encaminhada a S*mart City*. Técnicas sensoriais e *Cloud Computing* (AMIRTHAVARSHINI. et al.2015), protocolos de transmissões híbridas (LIU, et al., 2017) e transporte e

[7] Em nível internacional, tem-se a *International Organization for Standardization ISO - International organization for standardization* [n.d].

distribuição inteligentes (TALARI, et al., 2017) são algumas das técnicas direcionadas ao aprimoramento da eficiência energética.

Persistindo na temática ambiental, que é de suma importância para implementação de práticas sustentáveis e à configuração do termo *inteligente*, o monitoramento da poluição tem se tornado um dos principais problemas em nosso meio ambiente, vida e sociedade. Sensores podem ser utilizados para monitorar o aumento da poluição. Em cidades conectadas, esses sensores podem ser potencialmente adequados em drones, os quais podem medir a performance do solo, da água e até mesmo da infraestrutura (ARAÚJO, et al., 2012; e WANG, et .al., 2015), da segurança, da qualidade alimentar (ALMALKI, 2020) e dos níveis de CO2 em determinado local (MALAVER, et al., 2015).

Quanto ao gerenciamento hídrico e sanitário, pressupõe-se que uma *Smart City* seja capaz de analisá-los e agir autonomamente. Empresas e Estado devem agir em conjunto por meio de Parcerias Público-Privadas (PPP) objetivando soluções eficientes que destacam, evitam e tratam de todo e qualquer tipo de gasto de água por meio de dispositivos da IoT (ALMAKI, 2021). Um sistema eficiente pode tonar a cidade mais inteligente, saudável e sustentável, além de ajudar na tomada de decisão e processamento sobre processos de melhoria e aprimoramento da redução de recursos hídricos (OMAR, et al., 2016). Um sistema com essas pretensões e programações foi implementado na Universidade de Oradea, que teve uma redução significativa na poluição hídrica, proteção ambiental e no aumento de práticas destinadas à reciclagem de materiais (DEL BORGHI, et al., 2014). Objetivamente, como recurso natural escasso, a proteção do meio ambiente deve atingir um nível de eficiência capaz de garantir uma adequação social e econômica e viabilizar a convivência nos centros urbanos sem levar o planeta à falência. O custo de transação é alto, mas deve ser analisado e levado em consideração com os reflexos ao longo prazo em caso de sua não implementação.

Percebam que existem consideráveis problemas que surgem na implementação de uma cidade inteligente. Esses problemas, acompanhados dos já então existentes, refletem a tentativa da evolução tecnológica amalgamada à preservação de recursos naturais. Direcionamentos para aplicação de drones, melhores transmissões de dados, criação de redes holísticas para coleta e tratamento de dados, manutenção do desenvolvimento sustentável, controle de gastos e a criação de oportunidades educacionais e profissionais que atendam a essas demandas são basilares para a efetivação de políticas e constituições autônomas de cidades inteligentes. Para que essas diretrizes sejam efetivadas, deve existir um contínuo desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação, bem como estudos, talentos e habilidades em todos os níveis, sejam fundamental, médio ou superior (SHELTON; LODATO, 2019). Assim como a cidade é inteligente, precisamos de *Smart Citizens* para operá-la. A participação efetiva dos cidadãos em políticas públicas colaborativas é a chave para otimizá-la social e

tecnologicamente (MEIJER; BOLÍVAR, 2015). Em suma, *Smart Cities* necessitam de carreiras, empregos e funções também sustentáveis (CURŞEU; SEMEIJN; NIKOLOVA, 2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema de pesquisa que ensejou este trabalho foi o seguinte questionamento: quais critérios são utilizados para definir uma cidade como inteligente? Investigamos o conceito de *Smart City* e como objetivo geral analisamos cinco indexadores atrelados à sua caracterização e ao seu desenvolvimento. Esses indexadores apresentam um grande impacto quando da sua construção em razão das áreas abrangidas e da necessidade constante de interação entre sujeitos. Em resposta ao problema proposto, verifica-se que os principais fatores que caracterizam uma cidade inteligente estão para aquém da tecnologia. Com relação aos fatores de governança, devem estar presentes informações acessíveis à população para que exista maior participação ativa e maior controle da corrupção. No âmbito da mobilidade, exige-se a criação de mecanismos inovadores destinados ao manejo de tráfego e ao transporte limpo. Neste aspecto, a sustentabilidade enquanto mecanismo de geração de energia verde, manejo de gastos hídricos e elétricos por meio de Smart Grids e responsabilização climática está nitidamente presente como critério indelegável à definição de uma cidade inteligente. Mas não apenas. Fatores que envolvem a digitalização da vida dos cidadãos por meio de inclusão digital, governamental e educação tecnológica expressam preocupações necessárias para o próprio desenvolvimento de infraestrutura técnica e comercial, pois nitidamente atrelado aos resultados produzidos pelo aumento e acréscimo de oportunidades escolares e de trabalho. Entre todos os aspectos indicados, nota-se que a coesão entre planejamento urbano, tecnologia, internacionalização, implantação de mecanismos de governança e a preocupação com o meio ambiente e com o capital humano estão entre as principais características atreladas a uma cidade inteligente.

Dessa forma, a pretensão basilar de uma cidade inteligente no século XXI, conforme parâmetros estabelecidos, é a melhora da qualidade de vida por meio da utilização de tecnologias da IoT e TIC's. Contudo, para além da tecnologia, os parâmetros devem ser essencialmente sustentáveis. Por isso se torna difícil – ou talvez impossível – abordar sobre a temática *Smart City* relegando a sustentabilidade para um segundo plano. Dessa forma, confirma-se a hipótese inicialmente estabelecida e o termo mais adequado para uma cidade de ordem tecnológica passa a ser *Smart Sustainable City.*

Em um segundo momento, verifica-se a existência de problemas contingentes capazes de afetar uma cidade inteligente. Em razão da constante coleta de dados, a privacidade pode ser um problema constante. O manejo, a coleta e o processamento de dados também dependem de ferramentas e recursos

eficientes para sua correta interpretação e manutenção da satisfação da população local. Em larga escala, pode-se encontrar correlações entre os dados coletados e o manejo hídrico e a qualidade de vida por meio do controle da poluição, esses representando um dos maiores problemas contemporâneos dos grandes conglomerados. As sugestões incluem o aprimoramento do transporte público com tecnologias mais modernas e a redução do uso de combustíveis fósseis e tecnologias defasadas.

Como a cidade inteligente pressupõe que seus integrantes também são inteligentes e ativos na política, ao governo atribui-se o papel de educar a população para que a eficiência da cidade seja aprimorada por meio de rápidas respostas utilizando-se um diálogo aberto, transparente e com maior engajamento.

Essa pesquisa, portanto, foi capaz de prover um insight para pesquisadores que desejam ingressar no tema. Ressalta-se que, para além da revisão bibliográfica realizada, este trabalho possui consideráveis limitações. Para cada tópico e risco um respectivo artigo poderia ser realizado. Problemas relativos à *Smart Grids* e privacidade estão dentre as temáticas com maior variação em razão das diferenças culturais e regionais de cada país. Em outros termos, esse estudo objetivou a apresentação de propostas mais analíticas que possibilitem o desenvolvimento da temática *Smart City* em pesquisas futuras, seja para evoluções conceituais ou para implicações práticas.

Mesmo diante dessas limitações, verifica-se que o problema de pesquisa e seus objetivos foram cumpridos. Mas abre-se a possibilidade para outras áreas explorarem questões que envolvem S*mart City* e saúde, segurança, *Blockchain*, energia, flexibilidade, descentralização etc. Trata-se do início de um longo percurso em que respostas apresentadas como definitivas e soluções imutáveis não são *inteligentes!*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL NUAIMI, E., AL NEYADI, H., MOHAMED, N., AL-JAROODI, J., 2015. Applications of big data to smart cities. *Journal of Internet Services and Applications*, volume 6, Article number: 25, 2015, p. 25–39. https://doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5. Disponível em: https://jisajournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13174-015-0041-5. Acesso em: 22 jan. 2022.

ALMALKI, Faris et al. Green IoT for eco-friendly and sustainable smart cities: future directions and opportunities. *Mobile Networks and Applications*, p. 1-25, 2021.

ALMAKI, F. Utilizing Drone for Food Quality and Safety Detection using Wireless Sensors. *2020 IEEE 3rd International Conference on Information Communication and Signal Processing (ICICSP*). 2020. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9232046. Acesso em: 22 jan. 2022.

AMIRTHAVARSHINI. L. J. et al. Wireless Sensor Networks in Green Cloud Computing. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 6, Issue 10, October-2015, p. 98-100. Disponível

em: https://www.ijser.org/researchpaper/Wireless-Sensor-Networks-in-Green-Cloud-Computing.pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

ANGELIDOU, M. Smart City Policies: A Spatial Approach. *Cities.* v. 41, n. 1, 2014, 41, S3–S11. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026427511400095X. Acesso em: 22 jan. 2022.

ARAÚJO, A. et al., Cognitive Wireless Sensor Networks Framework for Green Communications Design. COCORA 2012: *The Second International Conference on Advances in Cognitive Radio*. 2012. Disponível em: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.677.751&rep=rep1&type=pdf. Acesso em 22 jan. 2022.

ASAITHAMBI, S. P. R.; VENKATRAMAN, R.; VENKATRAMAN, S. MOBDA: Microservice-Oriented Big Data Architecture for Smart City Transport Systems. *Big Data and Cognitive Computing*, v. 4, n. 3, p. 17, 2020. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/bdcc4030017>.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of things: a survey. *Comput Netw,* 54 (15), p. 2787–2805. 2010.

BRASIL. *Instrução Normativa Conjunta CGU/MP nº 1 de 2016*. 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21519355/do1-2016-05-11-instrucao-normativa-conjunta-n-1-de-10-de-maio-de-2016-21519197. Acesso em: 22 jan. 2022.

BRASIL. Manual de Gestão de Riscos do TCU. TCU. 2018.

CHOURABI, H., et al. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2012, pp. 2289-2297. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/6149291. Acesso em: 22 jan. 2022.

CURŞEU, Petru Lucian; SEMEIJN, Judith Hilde; NIKOLOVA, Irina. Career challenges in smart cities: A sociotechnical systems view on sustainable careers. *human relations,* v. 74, n. 5, p. 656-677, 2021.

DEL BORGHI A, GALLO M, STRAZZA C, MAGRASSI F, CASTAGNA M. Waste management in smart cities: The application of circular economy in genoa (italy). *Impresa Progetto Electronic Journal of Management* 4:1–13, 2014.

EASYPARK. *The Cities of the Future Index.* 2021. Disponível em: https://www.easyparkgroup.com/news/the-cities-of-the-future-index/. Acesso em: 22 jan. 2022.

EUROPEAN UNION. *Smart Cities*. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en. Acesso em: 22 jan. 2022.

GAO X, SOSSAN F, CHRISTAKOU K, PAOLONE M, LISERRE M. Concurrent voltage control and dispatch of active distribution networks by means of smart transformer and storage. *IEEE Trans Ind Electron 2018*. https://doi.org/10.1109/ TIE.2017.277218. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/8106710. Acesso em: 22 jan. 2022.

GUIMARÃES, P. B. V.; ARAÚJO, D. da S.; COSTA, A. A. da. A implantação de cidades inteligentes no nordeste brasileiro: um breve diagnóstico. *Revista de Direito da Cidade*. v. 12, n. 2, 2020, p. 1084-1104.

Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/39957/36805. Acesso em: 22 jan. 2022

GUIMARÃES, P. B. V.; XAVIER, Y. M. de A. Smart Cities e direito: conceitos e parâmetros de investigação da governança urbana contemporânea. *Revista de Direito da Cidade*. v.8, n. 4, p. 1362-1380. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/26871/20579%20. Acesso em: 22 jan. 2022.

HAMMI, B.; KHATOUN, R.; ZEADALLY, S.; FAYAD, A.; KHOUKHI, L. IoT technologies for smart cities. *IET Netw.* 2018, 7, 1–13. https://doi.org/10.1049/iet-net.2017.0163. Disponível em: https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/iet-net.2017.0163. Acesso em: 22 jan. 2022.

IEA. *The International Energy Outlook*. 2013. Disponível em: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2013).pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

IERC. *Internet of Things. 2014*. Disponível em: http://www.internet-of-things-research.eu/about_iot.htm#:~:text=The%20IERC%20definition%20states%20that,use%20intelligent%20interfaces%2C%20and%20are. Acesso em: 22 jan. 2022.

IESE. *IESE Cities in Motion Index (CIMI).* 2019. Disponível em: https://blog.iese.edu/cities-challenges-and-management/2019/05/10/iese-cities-in-motion-index-2019/. Acesso em: 22 jan. 2022.

IMD. *Smart City Index 2021*. 2021. Disponível em: https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/. Acesso em: 22 jan. 2022.

ISO. ISO 37120. Sustainable development of communities. *Indicators for city services and quality of life. Disponível em*: https://oxy.social/wp-content/uploads/2020/06/ISO_37120_2014_en___3_.pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

ISRAILIDIS, John; ODUSANYA, Kayode; MAZHAR, Muhammad Usman. Exploring knowledge management perspectives in smart city research: A review and future research agenda. *International Journal of Information Management*, v. 56, p. 101989, 2021.

JUNG, D.; TRAN TUAN, V.; QUOC TRAN, D.; PARK, M.; PARK, S. Conceptual Framework of an Intelligent Decision Support System for Smart City Disaster Management. *Applied Sciences*, v. 10, n. 2, p. 666, 2020. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/app10020666>. .

KIM, Hakpyeong et al. A systematic review of the smart energy conservation system: From smart homes to sustainable smart cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 140, p. 110755, 2021.

KUMAR, Prabhat; GUPTA, Govind P.; TRIPATHI, Rakesh. TP2SF: A Trustworthy Privacy-Preserving Secured Framework for sustainable smart cities by leveraging blockchain and machine learning. *Journal of Systems Architecture,* v. 115, p. 101954, 2021.

KUMMITHA, Rama Krishna Reddy. Why distance matters: The relatedness between technology development and its appropriation in smart cities. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 157, p. 120087, 2020.

LEA, Rodger. Smart cities: an overview of the technology trends driving smart cities. *IEEE – Advancing Technology for humanity.* March 2017. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/326099991_Smart_Cities_An_Overview_of_the_Technology_Trends_Driving_Smart_Cities. Acesso em: 22 jan. 2022

LI, Shancang; DA XU, Li; ZHAO, Shanshan. The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers,* v. 17, n. 2, p. 243-259, 2015.

LINDE, Lina et al. Dynamic capabilities for ecosystem orchestration A capability-based framework for smart city innovation initiatives. Technological Forecasting and Social Change, v. 166, p. 120614, 2021.

LISERE, M. et al., The Smart Transformer: Impact on the Electric Grid and Technology Challenges. *IEEE Industrial Electronics Magazine, v*olume: 10, Issue: 2, June 2016, p. 46-58. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/7497683. Acesso em: 22 jan. 2022.

LIU, A. et al., A green and reliable communication modeling for industrial internet of things. *Comput Electric Eng* v. 58, 2017, p. 364–381. Disponível em: https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2019/08/Fardapaper-A-green-and-reliable-communication-modeling-for-industrial-internet-of-things.pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

MALAVER, A. et al. Development and Integration of a Solar Powered Unmanned Aerial Vehicle and a Wireless Sensor Network to Monitor Greenhouse Gases. *Sensors,* v. 15, n. 2, p. 4072–4096, 11 fev. 2015.

MARTIN, Chris J. EVANS, James; KARVONEN, Andrew. Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city. *Europe and North America Technological Forecasting and Social Change,* Volume 133, August 2018, p. 269-278. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162518300477. Acesso em 22 jan. 2022.

MEIJER, A.; BOLÍVAR, M. P. R.; Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*. V. 82, n. 2, p. 392-408. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0020852314564308. Acesso em: 22 jan. 2022.

MOHANTY, S. CHOPPALI, U.; KOUGIANOS, E. Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*. Volume: 5, Issue: 3, July 2016. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/7539244. Acesso em: 22 jan. 2022.

MUSANGO, Josephine Kaviti; CURRIE Paul; ROBINSON Blake. *Urban metabolism for resource efficient cities: From theory to implementation*. Paris: UN Environment, 2017. Disponível em: https://resourceefficientcities.org/wp-content/uploads/2017/09/Urban-Metabolism-for-Resource-Efficient-Cities.pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

OMAR, M. F., et al. Implementation of spatial smart waste management system in Malaysia. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*. V. 37, 2016. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/37/1/012059. Acesso em: 22 jan. 2022.

SEIN, Maung K.; HARINDRANATH, G. Conceptualizing the ICT artifact: Toward understanding the role of ICT in national development*. The information society*, v. 20, n. 1, p. 15-24, 2004. https://doi.org/10.1080/01972240490269942.

SHELTON, T.; LODATO, T. Actually existing smart citizens Expertise and (non)participation in the making of the smart city. *Analysis of Urban Change, Theory, Action* Volume 23, Issue 1, 2019, p. 35-52. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13604813.2019.1575115. Acesso em: 22 jan. 2022.

SHORFUZZAMAN, Mohammad; HOSSAIN, M. Shamim; ALHAMID, Mohammed F. Towards the sustainable development of smart cities through mass video surveillance: A response to the COVID-19 pandemic. *Sustainable cities and society*, v. 64, p. 102582, 2021.

SU, Kehua; LI, Jie; FU, Hongbo. Smart city and the applications. In: *2011 international conference on electronics, communications and control (ICECC). IEEE,* 2011. p. 1028-1031.

TALARI, S., SHAFIE-KHAH, M., SIANO, P., LOIA, V., TOMMASETTI, A., & CATALÃO, J.P. A Review of Smart Cities Based on the Internet of Things Concept. *Energies,* 10, 421, 2017.

ULLAH, Fahim et al. Risk management in sustainable smart cities governance: A TOE framework. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 167, p. 120743, 2021.

URBAN SYSTEMS; NECTA. *Ranking Connected Smart Cities*. 2021. Disponível em: https://ranking.connectedsmartcities.com.br/sobre-o-ranking.php. Acesso em: 22 jan. 2022.

UNITED NATIONS. *World population prospects 2019:* highlights. United Nations Publ. 2019.

VAKULENKO, Ihor et al. A systematic literature review of smart grids. In: E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2021. p. 08006.

WANG, J. et al., A New Vision for Smart Objects and the Internet of Things: Mobile Robots and Long-Range UHF RFID Sensor Tags. *Computer Science.* 2015. Disponível em: https://arxiv.org/abs/1507.02373. Acesso em: 22 jan. 2022.

WCED. *Report of the World Commission on Environment and Development*: Our Common Future. 1987. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

WU, Y., ZHANG, W., SHEN, J., MO, Z., PENG, Y., Smart city with Chinese characteristics against the background of big data: idea, action and risk. *Journal of Cleaner Production,* Volume 173, 1 February 2018, Pages 60-66. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.047. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617300549. Acesso em: 22 jan. 2022.

Sobre os autores:

Sthéfano Bruno Santos Divino
Doutor e Mestre em Direito Privado pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Professor Adjunto do Curso de Direito do Centro Universitário de Lavras (2020 - atual). Professor substituto de Direito Privado da Universidade Federal de Lavras (03/2019 - 03/2021). Advogado.
Centro Universitário de Lavras-Unilavras, Lavras, MG, Brasil
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5133514180104561 ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9037-0405
E-mail: sthefanoadv@hotmail.com

Rodrigo Almeida Magalhães
Possui graduação (1998), mestrado (2000) e doutorado em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2004). Atualmente é professor adjunto IV da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, professor titular I do Centro Universitário Unihorizontes, professor associado I da Universidade Federal de Minas Gerais.
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais,Belo Horizonte, MG,Brasil
Lattes:http://lattes.cnpq.br/8655351102126052 ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8869-2114
E-mail: amagalhaes@ig.com.br

Os autores contribuíram igualmente para a redação do artigo.