

FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE CIDADES INTELIGENTES: UMA ANÁLISE DA NORMA ISO 37122:2019

SMART CITIES PERFORMANCE ASSESSMENT TOOLS: AN ANALYSIS OF THE ISO 37122:2019 STANDARD

 João Paulo Maciel de Abreu¹

 Fernanda Fernandes Marchiori²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, joapaulojpma@hotmail.com

² Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, fernanda.marchiori@ufsc.br

Resumo

Face ao crescimento das cidades e de seus problemas surgem as cidades inteligentes (*smart cities*), que são espaços urbanos com uma dimensão tecnológica adicional, que serve como ferramenta às demais dimensões, como economia ou abastecimento de energia, por exemplo. Conhecer esses problemas e as potencialidades das cidades são funções dos sistemas de avaliação de desempenho, como o proposto pelas recentes normativas ISO 37122:2019 e ABNT NBR ISO 37122:2020. A partir do surgimento das primeiras normas ISO, diretamente relacionadas às cidades inteligentes, o objetivo da presente pesquisa é verificar a pertinência e adequação dos indicadores propostos à finalidade de avaliação de cidades inteligentes. Para tanto, desenvolveu-se pesquisa bibliográfica, considerando as mais recentes pesquisas destinadas à avaliação de desempenho destas cidades, as quais subsidiaram a análise do conteúdo normativo. Como resultados, discute-se os indicadores pertinentes à avaliação e que não estão abordados em norma, e aponta-se possibilidades de aprimoramento futuro em relação aos temas presentes na bibliografia.

Palavras-chave: cidades inteligentes, ISO 37122, avaliação de desempenho, indicadores.

Contribuição dos autores:

JPMA: conceituação, curadoria dos dados, análise formal, investigação, metodologia, visualização, escrita - rascunho original, escrita - revisão e edição. **FFM:** conceituação, curadoria dos dados, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita - rascunho original, escrita - revisão e edição.

Fomento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Declaração de conflito: nada foi declarado.

Editor Responsável:
Sidney Piochi Bernardini 

Abstract

Due to the growth of cities and their problems, smart cities arise, which are urban spaces with an additional technological dimension, which serves as a tool for other dimensions, such as the economy or energy supply. Knowing the problems and the potential of cities are functions of performance evaluation systems, such as the one proposed by recent standards ISO 37122:2019 and ABNT NBR ISO 37122:2020. From the emergence of the first ISO standards directly related to smart cities, this research aims to verify the relevance and suitability of the proposed indicators to evaluate smart cities. For this purpose, bibliographic research was carried out, considering the most recent research aimed at evaluating the performance of these cities, which supported the analysis of the normative content. As a result, the indicators relevant to the evaluation are discussed and not addressed in the norm. Possibilities for future improvement are pointed out concerning the themes in the bibliography.

Keywords: smart cities, ISO 3712, performance measurement and management, indicators.

How to cite this article:

ABREU, J. P. M. de; MARCHIORI, F. F. Ferramentas de avaliação de desempenho de cidades inteligentes: uma análise da norma ISO 37122:2019. **PARC Pesq. em Arq. e Constr.**, Campinas, SP, v. 14, n. 00, p. e023002, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8668171>

Introdução

Cidades inteligentes (*smart cities*) são meios urbanos onde é acrescida uma dimensão tecnológica como suporte à resolução de problemas e gestão urbana, com foco em sustentabilidade e participação cidadã; e a digitalização não é um fim em si, mas contribui às dimensões de governança, uso do solo, abastecimento, dentre outras, sendo sustentabilidade um objetivo fundamental (HUSÁR; ONDREJIČKA; VARIŠ, 2017). Não existe, atualmente, uma cidade plenamente inteligente, mas graus de desenvolvimento no sentido de se tornarem inteligentes (KOCA; EGILMEZ; AKCAKAYA, 2021).

Submitted 21.01.2022 – Approved 07.11.2022 – Published 09.01.2023

e023002-1 | **PARC Pesq. em Arq. e Constr.**, Campinas, SP, v. 14, p. e023002, 2023, ISSN 1980-6809



A *Carta Brasileira Cidades Inteligentes*, além de apresentar conceitos, objetivos estratégicos e a participação dos atores envolvidos nessa transformação em cidades brasileiras em cidades inteligentes, também propõe um conceito. Segundo essa carta (BRASIL, 2020):

São cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, que atuam de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, promovem o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizam tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação.

Uma forma de definir o grau de inteligência de uma cidade, ou sua caracterização como cidade inteligente, é a utilização de sistemas de indicadores que permitem indicar pontos fortes e apontar oportunidades de melhoria. Autores como Eremia, Toma e Sanduleac (2017), Hajduk (2021) e Orłowski (2021) apontam a norma da *International Organization for Standardization* (ISO), a ISO 37120 como referência para tal mensuração, entretanto, a mesma não abrange todos os aspectos necessários, incluindo a dimensão tecnológica, cuja sugestão de aprimoramento nesse sentido foi realizada por Abreu e Marchiori (2020). Coutinho *et al.* (2019), por sua vez, pontuam também que desafios como a resiliência frente às mudanças climáticas são relevantes na mensuração do grau de inteligência de cidades.

Mais recente e ainda não completamente difundida na bibliografia sobre medição de desempenho em cidades inteligentes está a norma ISO 37122:2019 (ISO, 2019) e sua respectiva versão brasileira traduzida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a ABNT NBR ISO 37122:2020 Versão Corrigida:2021 - *Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades inteligentes* (ABNT, 2021). Diferentemente da norma ISO 37120 - cuja certificação é realizada pelo *World Council of City Data* (WCCD) - a ISO 37122 ainda não foi utilizada para o propósito de avaliação de cidades inteligentes, porém, sua utilização está prevista por essa instituição (WCCD, 2022a), ainda sem dados divulgados.

Segundo o WCCD (2022a), a existência da norma permite, sob critérios padrão e uma definição clara de cidade inteligente, adotada uniformemente nas avaliações, fazer comparações adequadas e compreender os graus de desenvolvimento quanto à inteligência de cidades. De outros levantamentos de indicadores em cidades, pode-se depreender que certificações em normas internacionais como a ISO 37122 permitem elucidar o sucesso de políticas públicas, transmitir informações com isenção (quando os indicadores são levantados por uma entidade independente) bem como a realização de *benchmarking* entre cidades (WCCD, 2022b).

Indicadores também podem ser utilizados para a obtenção de investimentos em projetos de cidades inteligentes. Um exemplo de entidade que fomenta esse tipo de projeto é o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), estimulando a elaboração de indicadores para medição de efetividade (MELATTO, 2021).

Diante da criação da ISO 37122 e de sua versão nacional, surge uma norma explicitamente relacionada às cidades inteligentes, porém, sendo pouco difundida, ainda não foi tema de análise quanto ao atendimento da finalidade de ser ferramenta de avaliação de cidades inteligentes e seu grau de desenvolvimento, o que representa uma lacuna de conhecimento. Como um sistema de indicadores (*sistema de medição de*

desempenho), a mesma precisa ser constantemente aprimorada e revisada (BOURNE et al., 2000), para que siga atendendo ao propósito de refletir o grau de inteligência cidadão.

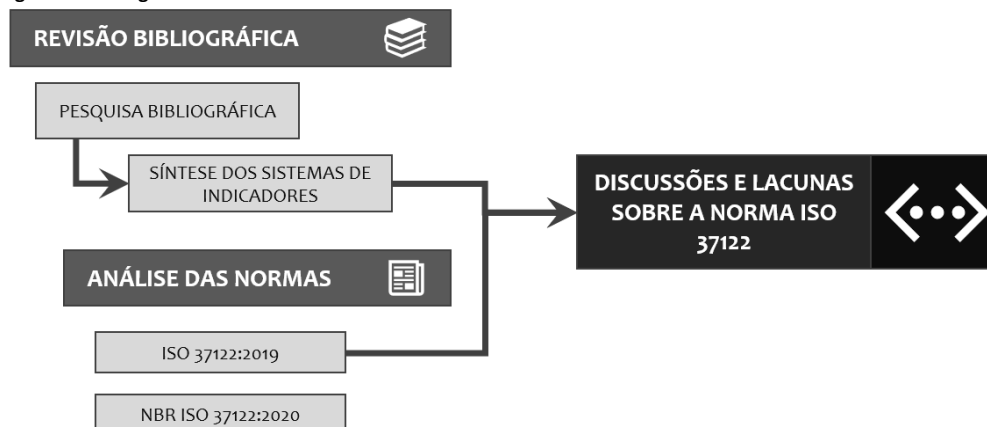
O objetivo da presente pesquisa é analisar se os critérios de medição normativos atendem adequadamente à proposta de avaliação de cidades inteligentes em suas múltiplas perspectivas. Para tanto, utiliza-se o comparativo com as mais recentes propostas de sistemas de medição de desempenho de cidades inteligentes.

Método

A presente pesquisa foi desenvolvida segundo as seguintes etapas (Figura 1):

- Revisão bibliográfica narrativa (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011), ou seja, sem critério cíclico e rígido de seleção de referências. Dentro desse formato de revisão, não se esgotam todas as bases e resultados, diferentemente da pesquisa sistemática ou integrativa, mas se busca um portfólio em uma ou mais bases de dados na área de conhecimento do tema de pesquisa.
- Análise das normas ISO 37122:2019 e NBR ISO 37122:2020.
- Síntese de pesquisas sobre medição de desempenho de cidades inteligentes por meio de sistemas de indicadores.
- Elaboração de discussões e indicativo de lacunas da ISO 37122:2019 com base em portfólio bibliográfico atualizado e análise da norma.

Figura 1 – Fluxograma do método



Fonte: os autores.

A pesquisa bibliográfica internacional sobre indicadores foi realizada na base Scopus®, com recorte temporal 2019 - 2021, utilizando-se a string “*smart cit**” AND (“*indicators*” OR “*evaluation*” OR “*assessment*”). Tal recorte temporal foi adotado buscando-se pesquisas contemporâneas ou mais recentes à publicação normativa, obtendo-se um nível de conhecimento atualizado em sistemas de medição de desempenho. Dos dois mil, trezentos e trinta e nove resultados de pesquisa, filtrou-se quinze publicações diretamente relacionadas ao tema e com avaliação multidimensional (SHARIFI, 2020) (vários eixos temáticos, como saúde, educação, governança, tecnologia, dentre outros) sendo considerada.

Também foi realizada pesquisa nacional, sem recorte temporal, utilizando-se a string “*cidades inteligentes*” nas bases de dados das revistas Pesquisa em Arquitetura e

Construção, Ambiente Construído, Gestão & Tecnologia de Projetos, Revista de Administração Pública, bem como nas bases Periódicos Capes e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, obtendo-se publicações adicionais e considerando-se nesta pesquisa a visão brasileira sobre cidades inteligentes, igualmente com avaliações multidimensionais.

Nessas publicações, observa-se em comum haver uma definição conceitual de cidade inteligente, critérios de desempenho e seleção de indicadores e pesos, e a composição de um indicador geral oferecendo um panorama. Na norma ISO 37122:2019, tais elementos de agregação não foram previstos, de modo que o comparativo não será tecido sob tal aspecto, mas a nível dos eixos temáticos e indicadores isolados. Para comparativo e análise uniu-se os dados advindos das publicações selecionadas em um quadro-resumo para compreender tendências e, então, realizar-se o paralelo com o conteúdo normativo para verificar a pertinência em seu objetivo.

Observadas as características do presente estudo, o mesmo pode ser classificado como pesquisa bibliográfica (SILVA; MENEZES, 2005), pois conta com embasamento em artigos de periódicos e eventos sobre medição de desempenho em cidades inteligentes, e aplicada, porque se direciona à resolução de um problema específico. Também se enquadra em pesquisa documental (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009), visto que trabalha com a análise de normas técnicas, que são documentos de cunho prático/empírico, que não recebem um extenso tratamento científico em sua formulação.

Resultados e discussões

Neste item serão apresentados os aspectos do portfólio bibliográfico formado. Após, será discutido e analisado o conteúdo da norma ISO 37122:2019.

Sistemas de indicadores de desempenho para smart cities

No Quadro A do Apêndice apresenta-se a listagem dos sistemas de indicadores que compuseram o portfólio bibliográfico. A Figura 2 explicita os grupamentos de eixos temáticos identificados resumidos com a variação de descritores encontrada. O Quadro 1 apresenta a quantificação dos indicadores por grupamento de eixos em cada sistema no portfólio bibliográfico.

Figura 2– Grupamentos de eixos temáticos dos sistemas de identificadores para cidades inteligentes do portfólio bibliográfico

eixo 1 - POPULAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> População, população inteligente, social, sociedade, cidadãos e sociedade, cidadãos, capital social, capital social e humano, educação
eixo 2 - QUALIDADE DE VIDA	<ul style="list-style-type: none"> Qualidade de vida, resiliência à pandemia, saúde, segurança, equidade social, equidade, bem-estar, moradia, mobilidade, mobilidade inteligente, vivência, vivência inteligente, educação.
eixo 3 - INOVAÇÃO, TECNOLOGIA	<ul style="list-style-type: none"> Inovação e competitividade, tecnologia e inovação, tecnologia, prontidão tecnológica, empreendedorismo.
eixo 4 - MEIO AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> Meio ambiente, meio ambiente e recursos naturais, meio ambiente, gestão de resíduos sólidos, recursos naturais, sustentabilidade, sustentabilidade ambiental
eixo 5 - GOVERNANÇA	<ul style="list-style-type: none"> Governança e prestação de serviço, gestão, planejamento urbano-administrativo, urbanismo.
eixo 6 - ECONOMIA	<ul style="list-style-type: none"> Economia inteligente, finanças, prosperidade econômica, capital social, capital social e humano.
eixo 7 - INFRAESTRUTURA	<ul style="list-style-type: none"> Águas pluviais e tratamento de esgoto, energia, infraestrutura, infraestrutura inteligente, sistema de transporte, transportes, organização urbana.

Fonte: os autores.

Quadro 1 - Quantificação dos indicadores por agrupamento de eixo temático e sistema de cidade inteligente no portfólio bibliográfico

Grupamento de eixos	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Eixo 5	Eixo 6	Eixo 7	
REFERÊNCIA	População	Qualidade de vida	Inovação, Tecnologia	Meio ambiente	Governança	Economia	Infraestrutura	TOTAL
Abu-Rayash e Dincer (2021)	4	4		4	4	4	12	32
Antolín <i>et al.</i> (2020)		7	6	3	5	4	21	46
Arruda (2019)		34	30	7	18		38	127
Chakraborty <i>et al.</i> (2021)	2			3			6	11
Cheng e Li (2020)	12			7		6		25
Müller e Silva (2021) e Costa <i>et al.</i> (2021)	12	11	11	8	7	8	18	75
Guimarães (2018)		3	3	5	6			17
Hajduk (2021)	3	4		3	3	5	3	21
Hiroki (2019)	10	10		6		9	18	53
Koca, Egilmez e Akcakaya (2021)	7	7		4	4	7	4	33
Komarevtseva (2020)	1		1	1	1	2	1	7
Liu <i>et al.</i> (2020)		1		1	3	3	2	10
Liu, Shi e Chen (2021)	48	69		63	58	68	76	382
Mokarrari e Torabi (2021)	3	6		7	3	5	4	28
Ozkaya e Erdin (2020)	9	10		5	7	9	6	46
Shruti, Singh e Ohri (2021a,b)				10			14	24
Tariq, Hussein e Muttil (2021)	15	22		16	8	13	16	90
Tian (2020)				1		5	3	9
TOTAL	126	188	51	154	127	148	242	1036

Nota: A numeração indica a presença de indicadores do grupamento de eixos na composição do sistema. Fonte: os autores.

Do Quadro 1, observa-se que variam os critérios adotados para a avaliação das cidades inteligentes, a depender do trabalho de seleção, entretanto, observa-se ser uma constante a presença de indicadores dos grupamentos dos eixos temáticos em meio ambiente, economia, infraestrutura, qualidade de vida, governança, bem como o de população (inclusa formação de capital humano). Também é possível observar que são mais frequentes indicadores do grupamento do eixo temático de infraestrutura. Poucos indicadores apresentam características de sazonalidade de aplicação, como níveis mínimos de renda (TARIQ; HUSSEIN; MUTTIL, 2021) ou resiliência à pandemia (ABU-RAYASH; DINCER, 2021). Por fim, verifica-se diferenças no detalhamento quanto ao número de indicadores necessários. Enquanto Komarevtseva (2020) propôs um sistema com sete indicadores, Liu, Shi e Chen (2021) utiliza mais de trezentos. Liu, Shi e Chen (2021) empregam coletas automatizadas de dados, caso contrário, não haveria viabilidade para tamanho número de indicadores.

Normas ISO 37122:2019 e ABNT NBR ISO 37122:2020

A norma ISO 37122:2019 consistiu na primeira norma da ISO destinada explicitamente à medição de desempenho em cidades inteligentes. Como diferentes normas internacionais, foi traduzida, com adaptações e notas de tradução, na versão brasileira ABNT NBR ISO 37122:2020, publicada em julho de 2020. Ambas possuem a mesma estrutura e indicadores propostos, os quais são sintetizados pelo Quadro 2.

Considera-se, segundo ISO (2019), a norma predecessora ISO 37120:2018 (ISO, 2021a) como complementar no intuito de medir a sustentabilidade de cidades inteligentes, seguindo-se os mesmos eixos temáticos. Todos os indicadores são propostos, devendo

o governo local definir quais adotar em seu próprio sistema de medição de desempenho.

Quadro 2 - Características da ISO 37122

Eixo temático	Indicadores englobados	Quantidade por eixo
Economia	Relacionados ao ambiente favorável ao empreendedorismo, negócios em Tecnologias da Informação e comunicação (ICT) e nível de emprego nessa área.	4
Educação	Acesso a sistemas de educação digital, proficiência em línguas e formações tecnológicas/de Engenharia.	3
Energia	Diferentes fontes de energia e descentralizadas, medição inteligente, recarga de veículos elétricos e gestão inteligente de iluminação pública.	10
Meio ambiente e mudanças climáticas	Indicadores relacionados à presença de edificações certificadas e monitoramento da qualidade do ar.	3
Finanças	Transações digitais e economia compartilhada.	2
Governança	Serviços públicos eletronicamente disponíveis, acessíveis e céleres.	4
Saúde	Acesso a alertas de saúde, teleconsultas e prontuários eletrônicos.	3
Habitação	Sistemas de medição de água e energia inteligentes	2
População e condições sociais	Presença e alcance de políticas destinadas à acessibilidade de pessoas com deficiência e mitigação da divisão digital.	4
Recreação	Agendamento on-line de serviços públicos de lazer.	1
Segurança	Alcance do monitoramento digital por câmeras.	1
Resíduos sólidos	Envolvem a reciclagem comum e de resíduos eletrônicos e serviços de coleta.	6
Esportes e cultura	Acesso a eventos esportivos e culturais e a livros por via digital ou física.	4
Telecomunicações	Relacionados ao alcance, qualidade de conexão e disponibilização pública de internet.	3
Transportes	Indicadores que avaliam variedade de opções no sistema de transportes, veículos com menores emissões, monitoramento inteligente e dados disponíveis aos usuários.	14
Agricultura urbana/local e segurança alimentar	Investimento em iniciativas de produção de alimentos, compostagem e sistema de mapeamento de produção alimentar.	3
Planejamento urbano	Adensamento urbano, participação no plano diretor e avaliação do sistema de aprovação de projetos de construção.	4
Tratamento de esgoto	Envolve indicadores relacionados ao alcance do tratamento de esgoto e geração de energia dele advinda.	5
Água potável	Monitoramento da qualidade da água e smart metering.	4

Fonte: ISO (2019, 2021b).

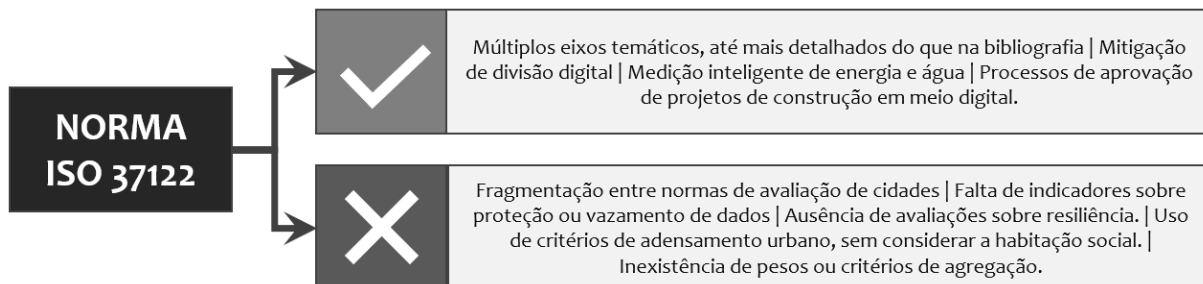
Discussões sobre a ISO 37122:2019

Realizadas as análises, foram levantados os aspectos sintetizados na Figura 3, os quais serão discutidos ao longo deste item. Verifica-se que a norma ISO 37122:2019 abrange os eixos temáticos presentes em outros sistemas de indicadores sobre cidades inteligentes (apresentados na Figura 2 e Quadro 1), com maior subdivisão em sua organização (mais eixos temáticos e um menor número de indicadores por eixo, e.g. o eixo de infraestrutura nos sistemas vistos na bibliografia é subdividido na norma ISO em tratamento de esgoto, transportes, água potável e energia). Os aspectos de meio ambiente e qualidade de vida, por exemplo, são abordados, considerando que algumas métricas estão presentes na norma ISO 37120, não ocorrendo, portanto, sobreposições. Nas avaliações de economia local, indicadores de níveis de desemprego, presentes nos sistemas de indicadores levantados (Quadro A), somente serão considerados se houver essa aplicação conjunta, visto que estão apenas na ISO 37120.

Em relação ao viés tecnológico, observa-se que o mesmo está presente dentro dos eixos temáticos e, em função da característica de utilização mais intensa em cidades inteligentes, está presente diretamente em 66 % de todos os indicadores propostos (não se considerou indicadores como “participação cidadã”, “tempo de resposta para

aprovação de projetos”, “mobiliário urbano acessível” como sendo indicadores relacionados à tecnologia). Esse percentual corrobora com outros estudos que analisaram o balanceamento do número de indicadores em normas internacionais como a ISO 37122 e outras, como o de D’Amico *et al.* (2020) e Huovila, Bosch e Airaksinen (2019).

Figura 3 – Aspectos levantados na ISO 37122:2019



Fonte: os autores.

Diante da utilização de tecnologias não apenas para comunicação, mas como ferramentas de gestão e necessárias ao funcionamento das cidades e acesso a serviços, a norma apresenta cuidado em relação à mensuração da cobertura do sinal de *internet* em meio urbano e à existência de políticas de redução da divisão digital, problemas reiteradamente apontados em pesquisas sobre cidades inteligentes, como a de Abu-Shanab e Khasawneh (2014). Tal problema é estudado em diferentes perspectivas, como a da educação, por exemplo, e pode receber outras nomenclaturas similares, como abismo digital (FANTIN; GIRARDELLO, 2009).

Ainda no âmbito tecnológico, a gestão baseada em dados, máxima nas cidades inteligentes, deve ser confrontada com graus de privacidade por indivíduo. Abreu e Marchiori (2020), quando propuseram aprimoramentos à ISO 37120, indicaram ser relevante um indicador de taxa de vazamento de informações, como o de Hara *et al.* (2016). Com o desenvolvimento de discussões sobre privacidade, inclusive à luz da Lei Geral de Proteção de Dados (BRASIL, 2018) e outras Leis equivalentes no exterior (como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (UNIÃO EUROPEIA, 2021), tal indicador seria igualmente relevante em revisões futuras da ISO 37122.

Em relação ao consumo de energia e gestão de recursos hídricos, observa-se que indicadores correlatos são extensamente abordados na ISO 37122, como multiplicidade de fontes de energia, medição inteligente (o que pode direcionar o consumo e reduzir picos), dentre outros aspectos. Tal característica se alinha às pesquisas no tema e aos demais sistemas de indicadores propostos, visto que são dois subsistemas bastante críticos para garantia de abastecimento e pelo impacto ambiental envolvido com a produção energética.

Quanto à medição inteligente, a mesma não é difundida em nosso país, entretanto segue como indicador, mesmo na versão traduzida NBR ISO 37122, válida no Brasil. Tal característica, por exemplo, permite manter uma mesma linha de avaliação para comparativos internacionais entre cidades, entretanto, pode desconsiderar adaptações de contexto local.

Abu-Rayash e Dincer (2021), além dos eixos temáticos da ISO 37122 e demais pesquisas do Quadro 2, apontaram o eixo de resiliência à pandemia. A característica de resiliência de cidades, não apenas à pandemia, é apresentada dentro e fora do referencial deste artigo como relevante às cidades inteligentes, entretanto, também por divisões de escopo normativo, esse tema é abordado por uma terceira norma, a ISO 37123:2019, de

indicadores para cidades resilientes. O balanceamento do número de indicadores propostos por sistema e norma justificaria a fragmentação, entretanto, os aspectos de sustentabilidade e resiliência, esperados nas cidades inteligentes, podem ser menos valorizados, na opção restrita à norma ISO 37122.

Observando-se a bibliografia sobre o tema, apenas uma publicação (6,67 %) apresenta formulação similar ao conjunto de normas ISO e fez distinção entre inteligência de cidades e outros aspectos. A fragmentação dos temas de sustentabilidade e de resiliência também se opõe a conceitos de cidades inteligentes como o proposto pela *Carta Brasileira Cidades Inteligentes* (BRASIL, 2020).

Sob o aspecto do planejamento urbano, a ISO 37122 destaca a disponibilidade de sistemas eletrônicos de aprovação de projeto e engajamento na definição do plano diretor, tendo a primeira um grande desenvolvimento nas cidades ao redor do mundo, em função da pandemia de COVID-19. Outro aspecto é o percentual de regiões de média e alta densidade populacional, o que é um indicador que merece atenção, podendo não ser adequado à sustentabilidade com foco social. Apesar de que a verticalização e concentração de população reduzam distâncias de transporte e favoreçam a prestação de serviços, sob o aspecto habitacional, considerando-se habitação de interesse social, pode ser prejudicial, visto que a manutenção de condomínios representa custo de vida adicional às parcelas mais carentes.

Observa-se que, em linhas gerais, os indicadores propostos são pertinentes à medição de desempenho em cidades inteligentes, entretanto, a segmentação normativa promove também a obtenção de panoramas mais fragmentados em termos de sustentabilidade, inteligência e resiliência de cidades, mesmo que sejam características correlatas. Também são adequados ajustes em pontos específicos (como a inexistência de critérios de agregação ou indicador(es) de proteção de dados) considerados no sistema de avaliação da ISO 37122 em suas versões futuras. Visto que, segundo WCCD (2022a), há previsão de utilização da ISO 37122 como ferramenta de avaliação de cidades, é ressaltada a importância de seu aprimoramento.

Conclusões

O presente trabalho cumpre com o objetivo de analisar e discutir a norma ISO 37122 como ferramenta de medição de desempenho para cidades inteligentes. Fundamentando tal análise, utilizou-se um portfólio bibliográfico recente em sistemas de indicadores para cidades inteligentes, bem como a leitura crítica dos indicadores propostos e de normas correlatas, incluindo a norma predecessora ISO 37120. Tais revisões e análises são importantes, não apenas no sistema de indicadores em estudo, mas em sistemas de avaliação de desempenho em geral, para que forneçam um retrato fiel do elemento de análise, neste estudo, o grau de inteligência de cidades, para essa normativa, que é referência internacional.

A avaliação de cidades não pode ser realizada apenas sob o aspecto tecnológico, visto que o mesmo compreende parte do conceito de cidades inteligentes, mas não sua totalidade, como ressalta a *Carta Brasileira Cidades Inteligentes* (BRASIL, 2020). É preciso considerar aspectos como resiliência, melhoria da qualidade de vida, geração de oportunidades e cuidado com o meio ambiente. Dessa forma, tanto as pesquisas nacionais, como internacionais, que fundamentaram a análise realizada, são de sistemas de indicadores multidimensionais.

A norma internacional ISO 37122 apresenta adequação aos eixos temáticos relacionados a cidades inteligentes, havendo oportunidades de aprimoramentos, como a inclusão do aspecto de resiliência, ou o acréscimo de avaliações relacionadas à privacidade e/ou

vazamento de dados. Como sistema de medição de desempenho que considera padrões internacionais, sua replicação permite realizar comparativos entre cidades de diferentes localizações globais (regiões, países, hemisférios), mas possui o inconveniente de, pela uniformização de critérios de mensuração, mesmo em suas versões traduzidas por órgãos normativos nacionais, de desconsiderar realidades locais em alguns indicadores, como de medidores inteligentes de água e energia, por exemplo. Cabe a gestores públicos e órgãos de fomento verificar a pertinência quanto a adoção da ISO 37122 como ferramenta de medição, ou a adoção de alguns indicadores da norma, visto que a mesma salienta que são indicadores sugeridos à composição de um sistema citadino de medição de desempenho.

Em pesquisas futuras pode-se realizar comparativos entre cidades, desde que mantida a mesma base de indicadores considerados, assim como realizado para a ISO 37120 em pesquisas acadêmicas e entidades internacionais, como o WCCD. Também podem ser desenvolvidos, utilizando os indicadores da ISO 37122 e técnicas de pesquisa quantitativa/estatística, pesos para cada indicador, que permitam uma análise agregada e ofereçam um panorama do grau de inteligência da cidade como um todo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 37122 Versão Corrigida - 2021**: Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades inteligentes. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ABREU, J. P. M.; MARCHIORI, F. F. Aprimoramentos sugeridos à ISO 37120 “Cidades e comunidades sustentáveis” advindos do conceito de cidades inteligentes. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 3, p. 527-539, jul./set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000300443>.

ABU-RAYASH, A.; DINCER, I. Development of integrated sustainability performance indicators for better management of smart cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 67, p. 1-13, Apr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102704>.

ABU-SHANAB, E.; KHASAWNEH, R. E-government adoption: The challenge of digital divide based on Jordanian's Perceptions. **Theoretical and Empirical Researches in Urban Management**, v. 9, n. 4, p. 5-19, Nov. 2014. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24861514>. Acesso em: 20 nov. 2021.

ANTOLÍN, J.; TORRE, C.; GARCÍA-FUENTES, M. Á.; PÉREZ, A.; TOMÉ, I.; MIRANTES, M. L.; HOYOS, E. Development of an Evaluation Framework for Smartness and Sustainability in Cities. **Sustainability**, v. 12, n. 12, June 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12125193>.

ARRUDA, J. R. **Proposta de modelo de maturidade para cidades inteligentes - MMCI**. 2019. 118 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências da Cidade) – Programa de Pós-graduação Fundação Edson Queiroz, Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://uol.unifor.br/oul/ObraBdtdSiteTrazer.do?method=trazer&ns=true&obraCodigo=111305>. Acesso em: 09 set. 2022.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**. v. 5, n. 11, p. 121-136, maio/ ago.2011. Disponível em: <https://ges.face.ufmg.br/index.php/gestaoesociedade/article/view/1220/906>. Acesso em: 09 set. 2022.

BOURNE, M.; MILLS, J.; WILCOX, M.; NEELY, A.; PLATTS, K. Designing, implementing and updating performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 7, p. 754-771, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570010330739>.

BRASIL. **Lei Nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Esta Lei dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou pessoa jurídica de direito público ou privado... Brasília: Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 17 ago. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-urbano/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/CartaBrasileiraparaCidadesInteligentes2.pdf>. Acesso em: 09 set. 2022.

CHAKRABORTY, S.; GHOSH, S.; AGARWAL, S.; CHAKRABORTY, S. An integrated performance evaluation approach for the Indian smart cities. **Opsearch**, v. 58, p. 906-941, Dec. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12597-021-00527-3>.

CHENG, Q.; LI, X. Construction of smart city evaluation system based on big data. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 740, p. 1-8, 2020. DOI: [10.1088/1757-899X/740/1/012164](https://doi.org/10.1088/1757-899X/740/1/012164).

COSTA, B. S.; COSTA, S. S.; BATALHA JÚNIOR, N. J. P.; BATISTA, C. S. Smart cities: main rankings and improvement proposals for São Luís, Maranhão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14166>.

COUTINHO, S. M. V.; ABILIO, C. C. C.; VASCONCELLOS, M. P.; ALVARENGA NETTO, C. A. Smart cities indicators: the emergence of a new cliché. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade = Journal of Environmental Management & Sustainability**, v. 8, n. 2, p. 386-402, May/ Aug. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5585/geas.v8i2.13574>.

D'AMICO, G.; TADDEO, R.; SHI, L.; YIGITCANLAR, T.; IOPPOLO, G. Ecological indicators of smart urban metabolism: A review of the literature on international standards. **Ecological Indicators**, v. 118, Nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106808>.

EREMIA, M.; TOMA, L.; SANDULEAC, M. The smart city concept in the 21st Century. **Procedia Engineering**, v. 181, p. 12-19, 2017. DOI: [doi:10.1016/j.proeng.2017.02.357](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.357).

FANTIN, M.; GIRARDELLO, G. Diante do abismo digital: mídia-educação e mediações culturais. **Perspectiva**, v. 27, n. 1, p. 69-96, abr. 2009. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2009v27n1p69>.

GUIMARÃES, J. G. A. **Cidades Inteligentes: Proposta de um modelo brasileiro multi-ranking de classificação**. 2018. 274 p. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-05072018-120958/pt-br.php>. Acesso em: 09 set. 2022.

HAJDUK, S. Multi-Criteria Analysis of Smart Cities on the Example of the Polish Cities. **Resources**, v. 10, n. 44, p. 1-23, May 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources10050044>.

HARA, M.; NAGAO, T.; HANNOE, S.; NAKAMURA, J. New key performance indicators for a smart sustainable city. **Sustainability**, v. 8, n. 3, p. 1-19, Mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8030206>.

HIROKI, S. M. Y. **Parâmetros para identificação dos estágios de desenvolvimento das cidades inteligentes no Brasil**. 2019. 184 p. Tese (Doutorado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) – Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/22239>. Acesso em: 09 set. 2022.

HUOVILA, A.; BOSCH, P.; AIRAKSINEN, M. Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? **Cities**, v. 89, p. 141-153, June 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029>.

HUSÁR, M.; ONDREJIČKA, V.; VARIŠ, S. C. Smart Cities and the Idea of Smartness in Urban Development - A Critical Review. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 245, n. 8, 2017. DOI: 10.1088/1757-899X/245/8/082008.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 37120: Sustainable cities and communities — Indicators for city services and quality of life**. 2021a. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37120:ed-2:v1:en>. Acesso em: 17 ago. 2021.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 37122: Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities**. 2021b. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:ed-1:v1:en>. Acesso em: 11 ago. 2021.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 37122:2019(en): Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities**. Genebra: ISO, 2019. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:ed-1:v1:en>. Acesso em: 11 ago. 2021.

KOCA, G.; EGILMEZ, O.; AKCAKAYA, O. Evaluation of the smart city: Applying the dematel technique. **Telematics and Informatics**, v. 62, Sept. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101625>.

KOMAREVTSEVA, O. O. Evaluation of Data and Simulation Modeling in the Implementation of the Smart City Concept for the Economies of Municipalities. In: INFORMATION TECHNOLOGIES AND MATHEMATICAL METHODS IN ECONOMICS AND MANAGEMENT, 10., Moscou, 2020. **Anais [...]**. Moscou: CEUR, 2020. Disponível em: <https://ceur-ws.org/Vol-2830/paper17.pdf>. Acesso em: 09 set. 2022.

LIU, C.; REN, L.; WU, L.; GUO, M. Measuring the Smart Growth Pattern for Medium-Sized Cities. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 146, n. 3, Sept. 2020. DOI: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000569.

LIU, F.; SHI, Y.; CHEN, Z. Intelligence Quotient Test for Smart Cities in the United States. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 147, n. 1, p. 04020053, Mar. 2021. DOI: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000637.

MELATTO, R. A. P. B. **A atuação do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) em cidades inteligentes e sustentáveis no Brasil**. 2021. 138 p. Dissertação (Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis) – Programa de Pós-graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/2452>. Acesso em: 09 set. 2022.

MOKARRARI, K. R.; TORABI, S. A. Ranking cities based on their smartness level using MADM methods. **Sustainable Cities and Society**, v. 72, p. 1-17, Sept. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103030>.

MÜLLER, L.; SILVA, T. L. Indicadores de Saúde de Cidades Inteligentes como aliados no enfrentamento da COVID-19: uma análise de Passo Fundo/RS. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 16, n. 4, p. 173-186, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v16i4.176339>.

ORLOWSKI, A. Smart Cities Concept - Readiness of City Halls as a Measure of Reaching a Smart City Perception. **Cybernetics and Systems**, v. 52, n. 5, p. 313-327, Jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/01969722.2020.1871224>.

OZKAYA, G.; ERDIN, C. Evaluation of smart and sustainable cities through a hybrid MCDM approach based on ANP and TOPSIS technique. **Heliyon**, v. 6, n. 10, Oct. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05052>.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, v. 1, n. 1, p. 1-15, jan./jun. 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351/pdf>. Acesso em: 21 jul. 2017.

SHARIFI, A. A typology of smart city assessment tools and indicator sets. **Sustainable Cities and Society**, v. 53, p. 101936-1 - 101936-15, 2020.

SHRUTI, S.; SING, P. K.; OHRI, A. Evaluating the Environmental Sustainability of Smart Cities in India: The Design and Application of the Indian Smart City Environmental Sustainability Index. **Sustainability**. v. 13, n. 1, p. 1-18, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13010327>.

SHRUTI, S.; SINGH, P. K.; OHRI, A. Sensitivity Analysis of the Smart City Environmental Sustainability Index (SCESI). **Nature Environment and Pollution Technology**. v. 20, n. 2, p. 703-711, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.v20i02.029>.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p. Disponível em: https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf Acesso em: 21 jul. 2017.

TARIQ, M. A. U. R.; HUSSEIN, M.; MUTTIL, N. Smart City Ranking System: A Supporting Tool to Manage Migration Trends for Australian Cities. **Infrastructures**. v. 6, n. 3, p. 3-28, Mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/infrastructures6030037>.

TIAN, D. The Strategy to Measure the Effectiveness of Smart City Growth Model. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 567, p. 1-7, 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/567/1/012003.

UNIÃO EUROPEIA. **A proteção de dados na UE**. Bruxelas: UE, [2021] Disponível em: https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu_pt. Acesso em: 10 dez. 2021.

URBAN SYSTEMS. **Ranking Connected Smart Cities**. Disponível em: <https://www.urbansystems.com.br/rankingconnectedsmartcities>. São Paulo: Urban Systems, 2022. Acesso em 09 set. 2022.

WCCD. WORLD COUNCIL OF CITY DATA. **About ISO 37122 - indicators for smart cities**. Toronto: WCCD, 2022a. Disponível em: <https://www.dataforcities.org/iso-37122>. Acesso em 21 jan. 2022.

WCCD. WORLD COUNCIL OF CITY DATA. **The value of municipal data as generated by the WCCD and the ISO 37120 series**. Toronto: WCCD, 2022b. Disponível em: <https://www.dataforcities.org/why-become-wccd-iso-37120-series-certified>. Acesso em 21 jan. 2022.

Apêndice

Quadro A - Sistemas de Indicadores de avaliação de smart cities

	Eixos temáticos de cada sistema de indicadores	Características
Shruti, Singh e Ohri (2021a,b)	<ol style="list-style-type: none"> Gestão de resíduos sólidos. Abastecimento de água. Águas pluviais e tratamento de esgoto. Condições ambientais. 	Sistema de indicadores engloba vinte e quatro indicadores, com destaque ao gerenciamento de resíduos sólidos (inclusive de construção), gerenciamento de água potável e de águas cinzas / negras / pluviais, incluindo medição inteligente, qualidade do ar e conforto acústico.
Liu, Shi e Chen (2021)	<ol style="list-style-type: none"> Capital social e humano. Mobilidade inteligente. Qualidade de vida. Recursos naturais. Economia inteligente. 	Foram definidos trezentos e oitenta e dois indicadores para cem cidades, relacionados a diferentes eixos temáticos e, diferentemente de Shruti, Singh e Ohri (2021), abordando aspectos de sustentabilidade, bem como economia e governança. São abordados vários indicadores para caracterização de cidades inteligentes, entretanto, pelo alto número desses indicadores, é de difícil implementação: os autores depararam-se com falta de dados durante a coleta.
Tariq, Hussein e Muttill (2021)	<ol style="list-style-type: none"> Economia. Governança. Meio ambiente. Vivência. Mobilidade. Pessoas. 	Avalia-se, dentre outros indicadores, a criação e manutenção de negócios; taxas de desemprego; engajamento e participação cidadã; níveis de poluição; presença de energias renováveis; níveis de renda; acessibilidade e conectividade. No aspecto tecnológico, observa-se poucos indicadores diretamente relacionados, como conexão à internet.
Tian (2020)	<ol style="list-style-type: none"> Economia. Equidade. Meio ambiente. 	Dentro dos três eixos temáticos, nove indicadores são considerados, incluindo taxa de emprego e crescimento industrial.

	Eixos temáticos de cada sistema de indicadores	Características
Abu-Rayash e Dincer (2021)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meio ambiente. 2. Economia inteligente. 3. Sociedade. 4. Governança. 5. Energia. 6. Infraestrutura inteligente. 7. Sistema de transporte. 8. Resiliência à pandemia. 	São apresentados quatro indicadores por eixo temático, sendo incluído um de “resiliência à pandemia”, o que seria pertinente ao contexto atual, mas pode não representar cenários futuros, dada a frequência de pandemias fortemente contagiosas como a do novo coronavírus (COVID-19). Cabe avaliar a frequência futura desses eventos para a pertinência. Nos indicadores, inclui-se: Produto Interno Bruto (PIB), nível de desemprego, grau de instrução profissional, digitalização de serviços públicos, níveis de corrupção, presença de espaços verdes, dentre outros.
Mokarrari e Torabi (2021)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meio ambiente. 2. Qualidade de vida. 3. Mobilidade. 4. Pessoas. 5. Governança. 	Consumo de energia, reciclagem, presença de áreas verdes, disponibilidade de serviços, acesso à <i>internet</i> , empreendedorismo, nível educacional, disponibilidade de dados públicos, dentre outros indicadores são considerados na avaliação de cidades inteligentes. Os autores apontam que técnicas para definição de pesos merecem atenção, visto que alguns critérios podem ser conflitantes.
Koca, Egilmez e Akcakaya (2021)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meio ambiente. 2. Economia inteligente. 3. Governança. 4. Cidadãos. 5. Vivência inteligente. 6. Mobilidade inteligente. 	No sistema proposto, são inseridos indicadores de proteção ambiental; níveis de poluição; empreendedorismo e inovação; transparência do governo e participação cidadã; níveis de qualificação da população; condições de saúde, cultura, infraestrutura de lazer; multimodalidade de sistemas de transporte e gerenciamento inteligente. Autores ressaltam ser relevante definir o que significa “cidade inteligente” para então definir o sistema de medição de desempenho, inclusive os pesos dos indicadores.
Chakraborty et al. (2021)	Consideram-se diferentes eixos temáticos, mas os mesmos não são formalizados.	Integram-se ao sistema onze indicadores relacionados ao grau de instrução, conexão à rede de água e de energia, mobilidade, sistema de coleta de lixo, dentre outros.
Komárevtseva (2020)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Economia. 2. Gestão. 3. População. 4. Tecnologia. 5. Meio ambiente. 6. Infraestrutura. 7. Finanças. 	Com base nos eixos temáticos, considera-se o grau de inovação e empreendedorismo; meios tecnológicos para educação e nível de emprego; nível de desenvolvimento de tecnologias em sistemas de transporte; presença de sistemas multimodais de transporte; a atratividade da economia a investidores, dentre outros indicadores. Autora resalta aspectos econômicos e tecnológicos, mas considera eixos temáticos diversos.
Hajduk (2021)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Economia. 2. Meio ambiente. 3. Transportes. 4. Capital social. 5. Qualidade de vida. 6. Gestão. 	Para os seis eixos temáticos, consideraram-se vinte e um indicadores, tais como: percentual de trabalhadores informais; novos negócios; consumo de água; presença de meios de transporte como bicicletas; igualdade de gênero no governo, dentre outros. Autor discute, dentro dos sistemas de avaliação existentes, a variedade de critérios possíveis para indicadores.
Liu et al. (2020)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prosperidade econômica. 2. Equidade social. 3. Sustentabilidade ambiental. 	Com indicadores pertencendo a mais de um eixo, os autores consideram o crescimento inteligente (<i>smart growth</i>) em dez indicadores como de uso do solo, transporte e infraestrutura, presença de áreas verdes e níveis de poluição.
Ozkaya e Erdin (2020)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Economia. 2. População inteligente. 3. Governança. 4. Mobilidade. 5. Meio Ambiente. 6. Vivência. 	São inclusos quarenta e sete indicadores como empreendedorismo e produtividade, equidade e participação cidadã. É considerado o acesso à tecnologia de forma institucional e nos domicílios.
Cheng e Li (2020)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meio Ambiente. 2. Economia. 3. Social. 4. População. 	Os quatro eixos temáticos são subdivididos em outros doze subeixos e vinte e cinco indicadores. Apesar da nomenclatura, o eixo social corresponde a aspectos do espaço urbano e infraestrutura.
Antolin et al. (2020)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organização urbana. 2. Meio ambiente e recursos naturais. 3. Cidadãos e sociedade. 	Os três eixos temáticos principais são subdivididos em outros nove subeixos, os quais compõem indicadores que, agregados, formam o <i>sustainability index</i> e o <i>smartness index</i> . Foi o único caso observado nos sistemas de indicadores na bibliografia onde sustentabilidade e inteligência em cidades foram medidas de forma paralela, com sistemas de indicadores paralelos.

	Eixos temáticos de cada sistema de indicadores	Características
Müller e Silva (2021) e Costa et al. (2021)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mobilidade. 2. Urbanismo. 3. Meio Ambiente. 4. Energia. 5. Tecnologia e Inovação. 6. Economia. 7. Educação. 8. Saúde. 9. Segurança. 10. Empreendedorismo. 11. Governança. 	Müller e Silva (2021) e Costa et al. (2021) citam o <i>Ranking Connected Smart Cities (URBAN SYSTEMS, 2022)</i> , sistema de indicadores brasileiro com onze eixos temáticos e setenta e cinco indicadores. Apresenta indicadores como índices de atendimento de água e de esgoto, existência de monitoramento de áreas de risco (o que define uma característica de resiliência de cidades inteligentes a desastres sendo avaliada), fontes de energia renováveis (eólica, biomassa e fotovoltaica), indicadores que avaliem a existência de um ecossistema de empreendedorismo em tecnologia, dentre outros.
Guimarães (2018)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Qualidade de vida. 2. Inovação. 3. Sustentabilidade. 4. Prontidão tecnológica. 	Há quatro eixos temáticos que se subdividem em dezessete indicadores, não abrangendo diretamente aspectos de meio ambiente, mas possuindo indicadores de reciclagem de resíduos, tratamento de água e esgoto. Também há ênfase no aspecto inovação e empreendedorismo, com o cálculo de um quociente locacional em empregados em <i>Personal Knowledge Intensive Business Services</i> (envolvidos em tecnologias emergentes, inovação).
Arruda (2019)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sustentabilidade. 2. Qualidade de vida. 3. Inovação e competitividade. 4. Governança e prestação de serviço. 5. Tecnologia. 	Sistema de indicadores composto por cinco eixos temáticos, os quais se dividem em dez subeixos de energia, água, esgoto, coleta de lixo, moradia, transporte, infraestrutura, saúde, segurança e convivência, os quais possuem indicadores relacionados, sendo agregados em três níveis até a obtenção de um indicador geral que indica a maturidade como cidade inteligente. “Convivência”, segundo a autora, refere-se à disponibilidade de áreas de convivência e lazer urbano, como praças e parques.
Hiroki (2019)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pessoas. 2. Economia. 3. Planejamento urbano-administrativo. 4. Mobilidade. 5. Bem-estar / moradia. 6. Meio ambiente. 	Cada eixo é dividido em quatro subeixos de governança, coesão social, tecnologia e indicadores internacionais, resultando em cinquenta e três indicadores. Destaca-se a mensuração de áreas verdes por habitante, a inserção da ISO 37120 (o que pode promover sobreposições de mensuração) como um indicador e a presença de um indicador de promoção da inclusão social, medido segundo a atuação de organizações não governamentais.

Fonte: os autores.

1 João Paulo Maciel de Abreu

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina. Doutorando em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Catarina. Endereço postal: Rua João Pio Duarte Silva, s/n, Córrego Grande - Florianópolis/SC Brasil, CEP: 88.040-900.

2 Fernanda Fernandes Marchiori

Engenheira Civil. Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana pela Universidade de São Paulo. Professora na Universidade Federal de Santa Catarina. Endereço postal: Rua João Pio Duarte Silva, s/n, Córrego Grande - Florianópolis/SC Brasil, CEP: 88.040-900.