

ANÁLISE DE INDICADORES PARA CIDADES INTELIGENTES

uma revisão sistemática e proposta de agenda de pesquisa

Rafael Tezza¹Universidade do Estado de Santa Catarina
rafaeltezza@yahoo.com.br**Pedro Hochsteiner²**Universidade do Estado de Santa Catarina
12634210914@edu.udesc.br**Ana Paula Kieling³**Universidade do Estado de Santa Catarina
anakieling@gmail.com

Resumo

As cidades inteligentes integram tecnologia e agilidade para enfrentar desafios de urbanização e governança, bem como ampliar a qualidade de vida de seus cidadãos. Nesse contexto, faz-se necessário compreender os indicadores que definem o construto de smart cities, considerando o corpo teórico previamente estudado. Esta pesquisa propõe mapear os indicadores formativos de uma cidade inteligente a partir da análise dos artigos publicados sobre a temática. Além disso, pretende apresentar uma agenda de pesquisa no tema, de modo a apoiar futuros estudos neste campo de conhecimento. Como método, adotou-se uma revisão sistemática de literatura com base no Modelo Prisma. A busca considerou artigos em língua inglesa publicados nos últimos dez anos (2013-2022), utilizando como filtros as palavras “*smart cities*”, “*indicators*” e “*framework*”. Baseado na pesquisa, identificou-se 35 artigos, que abrangem uma série de indicadores específicos em suas áreas de atuação, alocados dentro de seis dimensões. Os achados da pesquisa oferecem aportes para pesquisadores do campo e gestores públicos que buscam conhecimentos acerca de cidades inteligentes para aplicação prática.

Palavras-chave: *smart cities*; indicadores; dimensões; revisão sistemática.

INDICATOR ANALYSIS FOR SMART CITIES

A systematic review and research agenda proposal

Abstract

Smart cities integrate technology and agility to address urbanization and governance challenges, as well as enhance the quality of life for their citizens. In this context, it is necessary to understand the indicators that define the construct of smart cities, considering the previously studied theoretical framework. This research aims to map the formative indicators of a smart city through the analysis of articles published on the topic. Additionally, it intends to present a research agenda on the subject to support future studies in this field of knowledge. As a method, a systematic literature review was adopted based on the PRISMA model, with research on the “Periódicos Capes” database. The research considered English-language articles published in the last ten years (2013-2022), using the keywords “*smart cities*,” “*indicators*,” and “*framework*” as filters. Based on the research, 35 articles were identified, covering a range of specific indicators in their respective areas, allocated within six dimensions. The findings of the research provide contributions for researchers in the field and public officials seeking knowledge about smart cities for practical application.

Keywords: *smart cities*; indicators; dimensions; systematic review.

¹ Professor de Administração Empresarial - UDESC. Doutor em Engenharia de Produção - UFSC

² Graduando em Administração Empresarial - UDESC

³ Doutora em Administração pela Universidade do Vale do Itajaí (2018), possui Mestrado em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014) e MBA em Marketing Estratégico pela Universidade do Vale do Itajaí (2011)



1 INTRODUÇÃO

O bem-estar social contribui para fatores decisivos na gestão pública. Uma sociedade amparada de forma eficiente por seus representantes é determinante nas decisões políticas da população, gerando desenvolvimento tecnológico e social para manter o bem-estar, em um ciclo inteligente (Helliwell *et al.*, 2023). Nesse contexto, acredita-se que as decisões políticas podem ser responsabilizadas pela redução do bem-estar e inviabilização da criação de cidades inteligentes (ou *smart cities*) em seus governos, tratando de impostos para financiamento de políticas de minimização da desigualdade social (Chancel *et al.*, 2022).

As cidades inteligentes surgem com o uso destes impostos para a aplicação de inovações tecnológicas para resolver problemas sociais urbanos, como a desigualdade social e o bem-estar social (Campos, 2016), sustentando, portanto, a importância de seu desenvolvimento e aplicação ampla no contexto brasileiro. De acordo com Giffinger *et al.* (2007), as *smart cities* são cidades nas quais o governo, o povo, a economia, a mobilidade, o ambiente e a vida são inteligentes, utilizando recursos sustentáveis e inovadores para esta geração de inteligência. O autor define seis grandes dimensões que permeiam o construto, sendo elas: *smart economy*, *smart people*, *smart governance*, *smart mobility*, *smart environment* e *smart living*.

Diversas características podem ser listadas como comuns às cidades inteligentes. A fusão da visão holística dos assuntos urbanos, visando a melhoria da qualidade de vida, e as tecnologias disruptivas com capacidade de tecer novas maneiras de interagir com a cidade, integram o significado de uma *smart city* (Cunha, 2016). No Brasil, o cenário de cidades inteligentes abrange as regiões com investimento em desenvolvimento tecnológico. De acordo com o *Ranking Connected Smart Cities* (2022), 81 das 100 cidades brasileiras no ranking de cidades inteligentes estão localizadas nas Regiões Sul e Sudeste do País. Este dado demonstra a dependência política e orçamentária da sustentação de cidades inteligentes.

Nesse contexto, faz-se necessário compreender os indicadores que formam o construto de *smart city* na literatura. Tendo isso em vista, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma revisão sistemática dos estudos que abordem os indicadores das cidades inteligentes, considerando os últimos dez anos de pesquisa no tema. Para tal, o estudo analisa o corpo teórico publicado no período de 2013 a 2022, presente na plataforma Periódicos Capes. Ainda, propõe uma agenda de pesquisa para pesquisadores da área com base nos estudos encontrados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SMART CITIES

Com o progresso da urbanização, as cidades passaram a crescer, mas também a acumular problemas sérios, como a deterioração de sua infraestrutura, a degradação ambiental e a ampliação das inequidades sociais. O conceito de cidades inteligentes surgiu como uma das soluções possíveis para amenizar tais questões (Dashkevych & Portnov, 2022). Acredita-se que o termo “*smart city*” tenha surgido pela primeira vez nos estudos de Tan (1999), adotando um foco tecnológico. No entanto, o termo ainda não contempla um consenso na literatura, ainda que frequentemente relacionado com cidades automatizadas e uso de sistemas (Fariniuk, 2020).

Conforme Yeh (2017), o conceito vai além, considerando que uma cidade pode ser considerada inteligente se equilibra desenvolvimento ambiental, social e econômico, com ligações a processos democráticos e um governo proativo. O autor pontua, ainda, a necessidade de infraestrutura na área de tecnologia de informação e comunicação para apoiar o crescimento urbano. Para Andrade *et al.* (2023), soma-se a importância de engajar o cidadão e envolvê-lo na tomada de decisão das cidades para que o processo ocorra de fato.

O estudo das cidades inteligentes é essencial para o desenvolvimento de novos locais que atendam, em maior extensão, às demandas da sociedade, ambiente e economia. A partir do reconhecimento de áreas inteligentes e suas iniciativas, é possível buscar soluções para vários campos, como sustentabilidade e meio ambiente (Choi & Song, 2022; Liu *et al.*, 2022), mobilidade (Senousi *et al.*, 2021; Kim; Yang, 2021) e outras iniciativas que aumentem o bem-estar das pessoas e dos lugares (Lin *et al.* (2019).

Atualmente, mais de quatro bilhões de habitantes vivem em cidades, correspondendo a 56% da população mundial, conforme levantamento da ONU (2021). Estima-se que este atinja 68% até 2050. Tais números evidenciam a demanda por políticas que atendam ao cidadão de maneira holística. No Brasil, 61% da população vive em concentrações urbanas (Brasil, 2023), que são o vetor do crescimento do país, mas também a causa de maiores índices de poluição e disparidade social. Nesse contexto, tornou-se de interesse compreender mais sobre as métricas de cidades inteligentes, como indicadores e dimensões formativas.

2.2 DIMENSÕES E INDICADORES DE CIDADES INTELIGENTES

Ao longo do tempo, diversos estudos abordaram dimensões e indicadores de cidades inteligentes. Conforme Purnomo *et al.* (2016), existe uma demanda por indicadores fortes para apoiar uma cidade, seja no contexto da educação, pessoas, infraestrutura ou meio ambiente. Assim, diversos *frameworks* e ferramentas foram desenvolvidos com intuito de mensurar e validar o conceito de *smart city*. O estudo de Sharifi (2019) faz uma crítica a esses instrumentos, indicando que critérios como gestão de incerteza, viabilidade e engajamento de *stakeholders* são indicadores importantes, mas muitas vezes desprezados nos estudos da área. De fato, é complexo definir quais indicadores e dimensões são imprescindíveis para tal mapeamento. Ahvenniemi *et al.* (2017) explica que, como integram dimensões múltiplas, as *smart cities* tendem a atuar como agentes de transformação estratégica, buscando eficiência operacional, sustentabilidade e competitividade, enquanto ofertam qualidade de vida.

Os indicadores mais comuns derivam de macro dimensões e dizem respeito à economia, mobilidade, pessoas, governança e meio ambiente, embora poucos analisem de forma exaustiva as questões de governança e pessoas (Stratigea; Leka, 2017). Nesse cenário, é importante reforçar que cada cidade é única, com prioridades, contexto e desafios particulares, o que influencia na composição de uma cidade inteligente, visto a dificuldade de desenvolver ferramentas para a realidade de cada cidade (Fernandez-Anez *et al.*, 2018).

O estudo de Sharifi e Allam (2022) pontua que na última década, com o aumento das iniciativas de cidades inteligentes, uma série de indicadores foram elucidados, sendo tais ferramentas indispensáveis para o planejamento e desenvolvimento urbano. Os autores explicam que tais instrumentos servem de apoio para monitoramento de performance e progresso das cidades, além de atuar como um guia para aquelas que ainda não se enquadram nestes requisitos. Assim, esta pesquisa buscou mapear os indicadores existentes na literatura, de modo a oferecer *insights* para pesquisadores da área e gestores públicos.

3 METODOLOGIA

Este estudo utilizou-se de revisão sistemática para sua composição. Tal método foi escolhido devido a sua capacidade de resumir grandes quantidades de informação sobre estudos científicos de um determinado tema. A partir da presente revisão sistemática, buscou-se ampliar o conhecimento acerca do campo de *smart cities*, suas dimensões e indicadores.

Para tal, foram adotados aspectos provenientes do Modelo PRISMA (acrônimo do inglês para *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyse*) de Moher *et al.* (2015), como critérios de elegibilidade e análise da pesquisa próprios para o desenvolvimento e aplicação de revisões sistemáticas. Conforme premissas dispostas no modelo, esta revisão sistemática compreendeu a formulação da pergunta da pesquisa; a localização dos estudos e detalhamento da busca; a avaliação geral das pesquisas.

3.1 ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

A pergunta de pesquisa deste estudo é: considerando os estudos prévios sobre cidades inteligentes, quais são os indicadores comuns às *smart cities*? Para responder o questionamento, a identificação dos artigos e detalhamento da busca foi realizada através de pesquisa na base de dados Periódicos Capes com palavras-chaves que permitissem captar estudos pertinentes para a pesquisa. A verificação com diversas palavras relacionadas aos temas, optou-se pelas palavras-chave “*Smart cities*” AND “*Indicators*” AND “*Framework*”. O operador booleano AND foi utilizado para combinar os termos na base de dados, com intuito de captar artigos que obedeçam aos tópicos de interesse. A base de dados escolhida foi o portal Periódicos Capes. Foram considerados somente artigos publicados no período de 2013 a 2022, em língua inglesa.

Para avaliação geral das pesquisas, foram utilizados filtros adicionais, tais como: seleção de apenas periódicos, limitados a artigos avaliados por pares. Quanto à linguagem e país de origem, optou-se pelo filtro que seleciona apenas resultados que tenham versão na língua inglesa, visto o interesse dos pesquisadores em mapear o contexto de pesquisa internacional. Ainda, os artigos encontrados foram filtrados pelos pesquisadores através da análise do resumo e palavras-chave, excluindo aqueles não relacionados aos interesses de estudo, bem como artigos duplicados e pesquisas que não permitissem ser descarregadas para leitura. A pesquisa foi realizada de junho a outubro de 2023. O Quadro 1 apresenta os filtros utilizados.

Quadro 1 – Filtros utilizados para a Seleção de Artigos e sua Justificativa

Filtro	Justificativa
Data de Publicação (2013-2022)	O estudo das smart cities e seus indicadores é relevante devido ao cenário de tecnologia e urbanização atual. O objetivo do artigo é identificar um panorama do que tem sido estudado na área, de modo a levantar os principais. Assim, optou-se por um recorte que abrangesse todas as publicações pertinentes, de 2013 até 2022.
Origem / Idioma	A pesquisa buscou mapear artigos publicados no mundo inteiro, em língua inglesa.

Filtro	Justificativa
Seleção do Tipo de Documento	O estudo buscou identificar as publicações em periódicos, considerando artigos científicos avaliados por pares e eliminando livros, editoriais, publicações em eventos, documentos repetidos, monografias, dissertações e teses.
Análise do Resumo e Palavras-Chave	Os resumos e palavras-chaves foram analisados, levando em consideração os termos principais da pesquisa, a saber, “ <i>Smart cities</i> ”, “ <i>Indicators</i> ” e “ <i>Framework</i> ”.
Leitura dos Artigos	Um total de 208 artigos foram analisados, sendo selecionados aqueles que contavam com conteúdo relevante para o contexto de cidades inteligentes e seus indicadores, chegando a um número final de 35 publicações.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Em suma, considerou-se os artigos publicados nos últimos dez anos, ou seja, de 2013 a 2022. Com isso, a base de dados inicial contou com 208 artigos. Com base na análise documental e leitura do resumo, removeu-se os trabalhos que não se classificavam como artigo publicado em periódico. Documentos provenientes de livros, editoriais, publicações em congressos e trabalhos acadêmicos foram excluídos, bem como artigos duplicados e arquivos com erro. Ainda, foram eliminados artigos que não trabalhassem com desenvolvimento de itens/indicadores de forma autoral, ou seja, outras revisões sobre o tema. Assim, selecionou-se 35 artigos, que foram analisados individualmente por dois pesquisadores da equipe, de modo a garantir sua aderência aos temas e objetivos desta pesquisa. O texto completo dos artigos foi verificado para garantir que as pesquisas envolvam as relações entre *smart cities* e seus indicadores. A análise dos dados foi realizada com o auxílio do *Microsoft Excel*.

6

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, apresenta-se os resultados da revisão sistemática sobre indicadores de *smart cities*. Foram encontrados 35 artigos publicados entre 2013 e 2022. Detalhes sobre as autorias e periódicos de publicação podem ser visualizados no Quadro 2.

A partir do embasamento teórico adquirido, foi possível mapear o contexto de pesquisa, identificando as principais dimensões e indicadores relacionados ao tema dentro do cenário acadêmico. Esse mapeamento gerou reflexões de pesquisa e possibilitou o desenvolvimento de uma proposta de agenda de pesquisa que oferece novas possibilidades de estudo aos pesquisadores nesse campo.

O objetivo deste artigo é fornecer um panorama das publicações sobre *smart cities* e seus indicadores, oferecendo perspectivas teóricas e práticas para estudiosos. Levando isso em consideração, alguns aspectos foram evidenciados, indicando tendências e oportunidades de pesquisa. O primeiro fator analisado foi o ano de publicação dos artigos. Com exceção dos

períodos de 2013, 2015 e 2016, nos quais não foram encontrados artigos na área, os demais anos estão representados em termos de publicação. A partir de 2018, percebe-se que o campo vem ganhando relevância na atualidade, pois foram identificados 35 artigos desde então.

Quadro 2 – Artigos selecionados e dados principais

N	Ano	Autores	Periódico
1	2014	Debnath <i>et al.</i>	<i>Cities</i>
2	2017	Klopp e Petretta	<i>Cities</i>
3	2018	Lopez-Carreiro e Monzon	<i>Sustainable Cities and Society</i>
4	2018	Wendling <i>et al.</i>	<i>Frontiers in Environmental Science</i>
5	2018	Kourtit e Nijkamp	<i>Land Use Policy</i>
6	2018	Shen <i>et al.</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>
7	2018	Garau <i>et al.</i>	<i>Sustainability</i>
8	2019	Akande <i>et al.</i>	<i>Sustainable Cities and Society</i>
9	2019	Poliakova <i>et al.</i>	<i>The Problems of Economy</i>
10	2019	Arman <i>et al.</i>	<i>IEEE Access</i>
11	2019	Sharifi	<i>Journal of Cleaner Production</i>
12	2019	Caird; Hallett	<i>Journal of Urban Design</i>
13	2020	Zapolskytė <i>et al.</i>	<i>The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering</i>
14	2020	Das	<i>Construction Economics and Building</i>
15	2020	Rebernik <i>et al.</i>	<i>Sustainability</i>
16	2020	Westraadt; Calitz	<i>Sustainable Cities and Society</i>
17	2020	Ogrodnik	<i>Geographia Polonica</i>
18	2021	Dzupka; Horvath	<i>Theoretical and Empirical Researches in Urban Management</i>
19	2021	Chen; Silva	<i>Transportation Research Interdisciplinary Perspectives</i>
20	2021	Senousi <i>et al.</i>	<i>International Journal of Geo-Information</i>
21	2021	Kim; Yang	<i>Sustainability</i>
22	2021	Shruti <i>et al.</i>	<i>Sustainability</i>
23	2021	Benites; Simões	<i>Ecological Indicators</i>
24	2021	Moustaka <i>et al.</i>	<i>Sustainability</i>
25	2021	Nieto Bernal; García Espitaleta	<i>Applied Sciences</i>
26	2021	Rahmani; Torabi	<i>Sustainable Cities and Society</i>
27	2021	Hsu <i>et al.</i>	<i>Sustainability</i>
28	2021	Antwi-Afari <i>et al.</i>	<i>Journal of Urban Management</i>
29	2021	Kourtit <i>et al.</i>	<i>Regional Science Policy & Practice</i>
30	2022	Liu <i>et al.</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>
31	2022	Ntafalias <i>et al.</i>	<i>Smart Cities</i>
32	2022	Choi; Song	<i>Smart cities</i>
33	2022	Zaidan <i>et al.</i>	<i>Frontiers in Energy Research</i>
34	2022	Sharifi	<i>APN Science Bulletin</i>
35	2022	Kutty <i>et al.</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Na sequência, analisou-se o periódico dos artigos, identificando que as revistas *Sustainability* (6 artigos), *Journal of Cleaner Production* (4 artigos) e *Sustainable Cities and Society* (4 artigos) despontam como os destaques em publicação no contexto de indicadores de cidades inteligentes. Nota-se, portanto, o protagonismo da temática de sustentabilidade no que diz respeito ao desenvolvimento de indicadores.

Assim, buscou-se identificar a dimensão que compreende cada estudo. Com base na classificação proposta por Giffinger *et al.* (2007), os artigos foram divididos a partir de sua aderência quanto às seguintes dimensões: *smart economy*, *smart people*, *smart governance*, *smart mobility*, *smart environment* e *smart living*. Após, verificou-se quais indicadores são apresentados. O Quadro 3 destaca as dimensões e os artigos pertinentes a cada uma, bem como os indicadores analisados.

Quadro 3 – Artigos e dimensões de smart cities

Dimensão	Conceito	Autores
Mobilidade inteligente	Implementação da sustentabilidade e acessibilidade na mobilidade urbana, utilizando tecnologias como sistemas integrados.	Debnath <i>et al.</i> (2014), Lopez-Carreiro; Monzon (2018), Zapolskytė <i>et al.</i> (2020), Dzupka; Horvath (2021), Chen; Silva (2021), Senousi <i>et al.</i> (2021), Kim; Yang (2021).
Economia inteligente	Uma economia voltada para o espírito inovador e empreendedorismo.	Akande <i>et al.</i> (2019), Das (2020).
População inteligente	População qualificada, criativa e participativa nas decisões públicas.	Rebernik <i>et al.</i> (2020), Ntafalias <i>et al.</i> (2022)
Sustentabilidade inteligente	Investimentos em proteção ambiental, gestão sustentável de recursos municipais e poluição mínima.	Klopp; Petretta (2017), Wendling <i>et al.</i> (2018), Poliakova <i>et al.</i> (2019), Shruti <i>et al.</i> (2021), Benites; Simões (2021), Choi; Song (2022), Liu <i>et al.</i> (2022), Zaidan <i>et al.</i> (2022),
Governança inteligente	Participação nas decisões públicas, oferta de serviços sociais e governança transparente.	Kourtit; Nijkamp (2018), Shen <i>et al.</i> (2018), Arman <i>et al.</i> (2019), Sharifi (2019), Westraadt; Calitz (2020), Ogrodnik (2020), Moustaka <i>et al.</i> (2021), Nieto Bernal; García Espitaleta (2021), Rahmani; Torabi (2021), Hsu <i>et al.</i> (2021), Antwi-Afari <i>et al.</i> (2021), Sharifi (2022)
Vida inteligente	Qualidade de vida com segurança, cultura, moradia, coesão social e saúde para a população.	Garau <i>et al.</i> (2018), Caird; Hallett (2019), Kourtit <i>et al.</i> (2021), Kutty <i>et al.</i> (2022)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

O levantamento demonstrou que as dimensões de sustentabilidade inteligente (8 artigos) e governança inteligente (12 artigos) despontam entre os trabalhos encontrados na busca, somando mais de 57% dos estudos. As dimensões de economia inteligente (2 artigos), população inteligente (2 artigos) e vida inteligente (4 artigos) são as menos discutidas na

literatura, trazendo um contraponto sobre a necessidade do olhar mais atento da ciência para o cidadão como indivíduo, com suas demandas e necessidades quanto a bem-estar e desenvolvimento pessoal. O Quadro 4 demonstra os indicadores encontrados nos artigos supracitados, por dimensão.

Quadro 4 - Indicadores de cidades inteligentes por dimensão

Dimensão	Indicadores
Mobilidade inteligente	<p>Sistemas de localização automática de veículos; Sistema de exibição e anúncio de informações para passageiros a bordo; Sistema intermodal e eletrônico de coleta de tarifas; Controle sem motorista de veículos de transporte; Sistema de fiscalização de faixa exclusiva para ônibus; Sistema de despacho assistido por computador; Sistema de sinalização de tráfego adaptativo e sincronizado em tempo real; Sistema inteligente de orientação para estacionamento; Corredores de Trânsito Rápido; Sistemas de cobrança eletrônica de pedágio; Tecnologia de limite de velocidade variável; Sistema SCATS; Implantação de reconhecimento automático de matrículas; Índice de fatalidades de trânsito per capita; Índice de qualidade do ar; Taxa de motorização; Densidade de ciclovias; Consumo de terra para infraestrutura de transporte; Tempo gasto em viagens per capita; Índice de cobertura do transporte público; Razão entre o custo de transporte para o usuário e o PIB; Sistema de informação em tempo real; Sistema de pagamento eletrônico de bilhetes; Combustíveis alternativos no transporte público; Compartilhamento de carros; Compartilhamento de bicicletas; Sistema Park and Ride; Veículos ecologicamente corretos; Soluções modernas de estacionamento; Testes e mitigação de emissões; Travessias inteligentes para pedestres e ciclistas; Redução inteligente de velocidade; Sistemas de monitoramento de tráfego; Controle automatizado para viagens seguras de veículos comerciais; Veículos autônomos; Sistema de gerenciamento de semáforos; Sistemas de comunicação veicular; Informação, planejamento de viagens e pagamento on-line; Faixas de tráfego especiais; Zonas de tráfego restritas; Estações de carregamento para veículos elétricos; Revestimento inteligente de ruas; Iluminação inteligente de ruas; Descrição de disponibilidade para diferentes grupos-alvo; Avaliação do tempo gasto esperando e procurando por uma vaga de estacionamento;; Indicadores de tempo baseados na situação atual do tráfego; Acessibilidade percebida; Indicadores de exclusão social relacionados à disponibilidade de diferentes serviços para diversos grupos-alvo; Avaliação dos custos de aquisição e manutenção de meios de transporte para modos individuais de transporte como custos totais; Impactos ambientais; Índices de Segurança; Qualidade de vida; Ocupação de infraestrutura viária; Ocupação de veículos; Avaliação dos benefícios sociais de viagens ativas; Uso de transporte público em massa; Acessibilidade; Segurança; Economia gerada como custos de "acidentes" eliminados; Mobilidade "porta a porta" de bens e pessoas; Confiabilidade do transporte; Capacidade da rede de transporte; Ruído; Poluição; Custos do sistema de transporte de mercadorias; Congestionamento de tráfego; Fatores ambientais; Segurança percebida; Satisfação do passageiro com transporte público; Número de incidentes de trânsito; Tempo de resposta a incidentes de trânsito; Tempo gasto em congestionamentos; Tempo de caminhada do veículo até o destino; Velocidade de processamento do bilhete de transporte; Qualidade percebida do transporte público; Custos de aquisição de um meio de transporte; Custos operacionais do meio de transporte; Custos de transporte; Custos de aquisição de um meio de transporte; Áreas para pedestres; Instalações para transporte em massa; Acesso ao transporte público; Duração da viagem de ida e volta; Consumo de gás; Densidade de veículos automotores; Cobertura de rede; Intensidade de tráfego; Diversidade industrial; Mobilidade humana; Fluxos de entrada/saída; Distância entre centros médios; Cobertura TPN; Diversidade do sistema de transporte; Conectividade intermodal; Confiabilidade do TP; Taxa de ocupação; Veículos ativos; Fluxo de tráfego; Incerteza do tempo de viagem; Congestionamento de tráfego; Segurança viária; Movimentação de bens urbanos; Volume de tráfego de mercadorias; Propriedades da rede viária; Consumo de terra para transporte; Eficiência logística; Extensão da rede de bicicletas.</p>

Dimensão	Indicadores
Economia inteligente	<p>Pessoas empregadas (%); Diferença salarial de gênero em forma não ajustada (%); Participação de eleitores em eleições nacionais e parlamentares (%); Coeficiente de Gini da renda disponível equalizada; Despesas com Pesquisa e Desenvolvimento; Taxa de emprego em setores intensivos em conhecimento; Solicitações de patentes por habitante; Taxa de autoemprego; Novos negócios registrados em proporção às empresas existentes; Importância como centro de tomada de decisões; PIB por pessoa empregada; Taxa de desemprego; Proporção de emprego em regime de meio período; Empresas com sede na cidade cotadas na bolsa nacional; Uso de TIC pelas empresas; Conectividade de TIC; Rede de transporte público por habitante; Transporte aéreo (local); Transporte aéreo (internacional); Transporte aéreo de carga; Parcela de mobilidade verde; Uso de carros econômicos; Computadores por domicílio; Acesso à internet por domicílio; Atividade política dos habitantes; Importância da política para os habitantes; Representantes femininas da cidade; Despesas municipais por subúrbio; Crianças em creches; Percepção da qualidade da escola; Participação em trabalho voluntário; Percepção da transparência na burocracia; Percepção da luta contra a corrupção; Vitalidade econômica.</p>
População inteligente	<p>Inclusão de pessoas com deficiência; Acessibilidade a espaços públicos e ao ambiente construído; Acessibilidade a serviços públicos; Disponibilidade, acessibilidade e acessibilidade financeira de infraestrutura de transporte inclusiva, produtos e serviços; Acessibilidade e participação em políticas, governança e processos de tomada de decisão; Disponibilidade e aplicação de legislação inclusiva e padronização; Mídia acessível, democrática, inclusiva e não discriminatória, informação e meios de comunicação; Disponibilidade, acessibilidade e acessibilidade financeira de educação inclusiva, treinamento e cuidados infantis para todos; Disponibilidade e acessibilidade ao trabalho, carreira e oportunidades de emprego, incluindo programas de reabilitação profissional; Disponibilidade, acessibilidade e acessibilidade financeira de moradia; Disponibilidade, acessibilidade e acessibilidade financeira de cuidados de saúde inclusivos, serviços médicos, reabilitação e programas e esquemas de seguridade social; Disponibilidade, acessibilidade e acessibilidade financeira de tecnologia assistiva e TICs; Conscientização, clima e acessibilidade à informação, educacional; Acessibilidade a produtos, serviços e informações, oportunidades de negócios e clima de negócios inclusivo; Segurança financeira, disponibilidade e acessibilidade de serviços financeiros, infraestruturas e informações; Clima comunitário baseado na não discriminação e igualdade; Disponibilidade, acessibilidade e acessibilidade financeira de atividades recreativas, esportes e lazer; Disponibilidade, acessibilidade e acessibilidade financeira de cultura, artes, patrimônio cultural, infraestrutura turística, itens/produtos/obras/artefatos, serviços, conteúdos, informações e eventos; Disponibilidade e acessibilidade de instalações e rituais religiosos inclusivos; Disponibilidade, acessibilidade e uso de tecnologia inclusiva e apoio à inovação; Garantir a segurança e qualidade de vida das pessoas com deficiência; Retorno do Investimento (ROI) %; Tempo de retorno em anos; Índice de Cobertura do Serviço da Dívida (%); Redução total da demanda de eletricidade em Wh; Redução total da demanda de aquecimento em Wh; Redução de emissões de CO2 em toneladas/ano; Qualidade do ar; Participação de fontes renováveis (%); Taxa de recuperação de calor excedente (%); Aumento da participação de sistemas integrados (%); Aumento no armazenamento de energia (%); Redução na participação de importação de energia (%); Aumento da participação dos cidadãos no mercado (%); Redução da carga máxima (eletricidade) (%); Redução da carga máxima (aquecimento) (%); Aumento da taxa de autoconsumo (%); Índice de Energia no Local (%); Aumento na taxa de compartilhamento de carros elétricos (%); Aumento na participação de veículos elétricos no transporte local (%); Comportamento de transporte; Aumento de pontos de carregamento para veículos elétricos (inteligentes) (%); Utilização de estações de carregamento \sumWh carregados; Redução de emissões de CO2 e NOx, partículas pequenas e hidrocarbonetos voláteis (%); Desenvolvimento e implementação de uma estratégia de replicação; Número de soluções replicadas; Aumento na qualidade de vida e bem-estar dos cidadãos (%); Índice de Energia no Local (%); kWh carregados para veículos elétricos; Número de estações de carregamento diferentes para veículos elétricos; Número de pessoas cientes de soluções existentes; Energia produzida localmente (%) em comparação com a linha de base; Número de cidadãos que contribuíram para soluções cocriadas; Interesse dos cidadãos em</p>

Dimensão	Indicadores
	<p>novos modelos de negócios que podem ser desenvolvidos e compartilhados como uma visão comum para propostas de valor adicionado, geração de receita e resultados necessários; Participação alvo no modo de mobilidade de bicicletas e pedestres; Participação estimada de veículos: km por veículos carregáveis, veículos híbridos elétricos, veículos elétricos a bateria, excluindo bicicletas (%); Número de partes interessadas que contribuíram para modelos de negócios cocriados; Satisfação das partes interessadas (%); Edifícios conectados ao serviço de aquecimento inteligente; Aumento no número de pessoas usando o modelo de cidade 3D de Espoo; Número de tecnologias de energia inovadoras incorporadas no virtual para fins de simulação; Indicadores de estilo de vida saudável; Saúde física; Saúde emocional; Saúde financeira; Aumento de infraestruturas de energia inteligentes.</p>
Sustentabilidade inteligente	<p>Proporção da população urbana que vive em favelas ou habitações inadequadas; Proporção da população com acesso conveniente ao transporte público, desagregada por grupo etário, sexo e pessoas com deficiência; Relação entre a taxa de consumo de terra e a taxa de crescimento populacional; Proporção de cidades com estrutura de participação direta da sociedade civil no planejamento urbano que operam regularmente e democraticamente; Gasto total (público e privado) per capita destinado à preservação, proteção e conservação de todo o patrimônio cultural e natural; Número de mortes, desaparecidos e pessoas afetadas por desastres por 100.000 habitantes; Porcentagem de resíduos sólidos urbanos coletados regularmente e com descarte final adequado em relação ao total de resíduos gerados pela cidade; Níveis médios anuais de material particulado fino em cidades; Participação média da área construída das cidades que é espaço público aberto para uso público para todos, desagregada por grupo etário, sexo e pessoas com deficiência; Proporção de pessoas vítimas de assédio físico ou sexual, por sexo, idade, status de deficiência e local de ocorrência, nos últimos 12 meses; Proporção da população que vive em cidades que implementam planos de desenvolvimento urbano e regional integrando projeções populacionais e necessidades de recursos; Proporção de governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução de riscos de desastres alinhadas com o Quadro de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015–2030; Número de países com estratégias nacionais e locais de redução de riscos de desastres; Proporção de apoio financeiro aos países menos desenvolvidos alocada para a construção e reforma de edifícios sustentáveis, resilientes e eficientes em recursos, utilizando materiais locais; Proporção da população urbana que vive em favelas ou habitações inadequadas; Proporção da população com acesso conveniente ao transporte público, por sexo, idade e pessoas com deficiência; Relação entre a taxa de consumo de terra e a taxa de crescimento populacional; Proporção de cidades com estrutura de participação direta da sociedade civil no planejamento e gestão urbana que operam regularmente e democraticamente; o gasto total (público e privado) per capita destinado à preservação, proteção e conservação de todo o patrimônio cultural e natural; Número de mortes, desaparecidos e pessoas diretamente afetadas por desastres por 100.000 habitantes; Perdas econômicas diretas em relação ao PIB global, danos de infraestrutura crítica e número de interrupções de serviços básicos atribuídas a desastres; Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados regularmente e com descarte final adequado em relação ao total de resíduos sólidos urbanos gerados; Níveis médios anuais de material particulado fino em cidades; Participação média da área construída das cidades que é espaço público aberto para uso público para todos, por sexo, idade e pessoas com deficiência; Proporção de pessoas vítimas de assédio físico ou sexual, por sexo, idade, status de deficiência e local de ocorrência, nos últimos 12 meses; Proporção da população que vive em cidades que implementam planos de desenvolvimento urbano e regional integrando projeções populacionais e necessidades de recursos; Proporção de governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução de riscos de desastres alinhadas com as estratégias nacionais de redução de riscos de desastres; Proporção de apoio financeiro aos países menos desenvolvidos alocada para a construção e reforma de edifícios sustentáveis, resilientes e eficientes em recursos, utilizando materiais locais; Proporção da população que vive em domicílios com acesso a serviços básicos; a proporção da população adulta total com direitos de posse segura à terra, com documentação legalmente reconhecida e que percebe seus direitos à terra como seguros, por sexo e tipo de posse; Proporção de</p>

Dimensão	Indicadores
	<p>águas residuais tratadas com segurança; Poluição; Utilização de resíduos; Taxa de criminalidade; Segurança no trânsito; Eficiência na coleta de resíduos sólidos urbanos; Extensão de resíduos sólidos recuperados; Grau de disposição científica de resíduos sólidos urbanos; Reciclagem e redução de resíduos de construção e demolição; Extensão da recuperação de custos na gestão de resíduos sólidos; Programas de gestão de resíduos sólidos realizados na cidade nos últimos 3 anos; Adequação do abastecimento de água; Identificação de vazamentos; Continuidade do abastecimento de água em termos de número médio de horas por dia; Monitoramento da qualidade da água; Fonte de água e extensão da exploração de águas subterrâneas; Extensão da recuperação de custos no fornecimento de serviços de água; Eficiência de coleta da rede de esgoto; Adequação da capacidade de tratamento de esgoto; Qualidade do esgoto tratado; Reciclagem de águas residuais; Cobertura de drenagem de águas pluviais; Qualidade do ar ambiente; Nível sonoro ambiente; Número de dias em que as concentrações de material particulado PM10 excedem 50 µg/m³; Emissões de gases de efeito estufa provenientes do transporte (milhões de toneladas); Parcela da carga de águas residuais urbanas tratada de acordo com o padrão aplicável (%); Proporção da população que vive em domicílios que consideram sofrer com ruídos (%); Área terrestre protegida (%); Eletricidade gerada a partir de fontes renováveis (%); Número de empresas com certificação ISO 14001; Percentual de energia renovável utilizada; Percentual de papel reciclado; Emissões de CO₂; Densidade de partículas suspensas; Densidade de dióxido de enxofre (SO₂), Densidade de dióxido de nitrogênio (NO₂); Qualidade da água; Nível de cobertura verde; Nível de conforto da temperatura; Índice de poluição do ar; Área verde por habitante (m²/habitante).</p>
<p>Governança inteligente</p>	<p>Produto Interno Bruto Nominal; PIB per capita; Taxa de crescimento do PIB; Nível de liberdade econômica; Nível salarial; Facilidade de obter recursos humanos; Área de escritório por funcionário; Taxa de imposto corporativo; Nível de risco político, econômico e empresarial; Número de pesquisas; Prontidão para aceitar pesquisadores estrangeiros; Despesas com pesquisa e desenvolvimento; Número de registros de direitos de propriedade industrial e patentes; Número de vencedores de prêmios altamente conceituados na ciência; Oportunidades de interação entre pesquisadores; Número de conferências internacionais realizadas; Número de grandes eventos culturais de classe mundial realizados; Ambiente de atividades criativas; Número de teatros e salas de concerto; Número de museus; Número de estádios; Número de quartos de hóspedes de hotéis de luxo; Número de hotéis; Nível de satisfação para compras; Nível de satisfação para refeições; Número de estudantes estrangeiros; Taxa de desemprego total; Total de horas trabalhadas; Nível de satisfação dos funcionários com suas vidas; Aluguel médio de casa; Nível de preços; Número de assassinatos por população; Taxa de expectativa de vida saudável; Número de médicos por população; Densidade populacional; Número de escolas internacionais por população estrangeira; Variedade de lojas de varejo; Variedade de restaurantes; Número de cidades com voos internacionais diretos; Número de cidades com voos internacionais de carga diretos; Número de passageiros em voos internacionais; Número de pistas de pouso; Densidade de estações de metrô; Pontualidade do transporte público; Conveniência de deslocamento; Tempo de viagem entre áreas urbanas e aeroportos internacionais; Fatalidades de transporte por população; Tarifa de táxi; Número de telefones por domicílio (Telefones/pessoa); Número de celulares por domicílio (Celulares/pessoa); Percentual de domicílios com acesso à Internet (%); Cobertura de Wi-Fi; Desenvolvimento de plataforma de nuvem e utilização de aplicativos; Disponibilidade de E-Government; Plataforma de negociação para recursos públicos; Participação por meio de mídias sociais; PIB per capita da população da cidade; Taxa de emprego em indústrias de alta tecnologia e inovação; Qualidade do empreendedorismo e nível de inovação; Proporção de despesas com pesquisa e desenvolvimento em relação ao PIB (%); Proporção de despesas com educação em relação ao PIB (%); Percentual da população com ensino superior (%); Nível de acesso a instalações de rede pelos cidadãos; Nível de reutilização e reciclagem de resíduos (%); Duração do Deslocamento; Demanda por Acesso à Internet; Sustentabilidade Ecológica; Crescimento Econômico; Consumo de Gás; Proporção de Espaço Verde; Índice de Saúde; Índice de Inovação; Diversidade Industrial; Tecnologia da Informação; Taxa de Investimento; Taxa de Pobreza; Presença de Regulamentações; Presença de Espaço Urbano; Qualidade da Infraestrutura; Qualidade de Vida; Qualidade de</p>

Dimensão	Indicadores
	<p>Serviços Públicos; Qualidade de Fatores Sociais; Qualidade da Gestão de Resíduos; Proporção de Eliminação Temporária de Resíduos; Diversidade de Recursos; Intensidade do Tráfego Rodoviário; Engajamento das Partes Interessadas; Engajamento das Partes Interessadas na Governança; Participação das Partes Interessadas; Diversidade do Turismo; Taxa de Desemprego; Capacidade da Infraestrutura de Resíduos; Produção de Resíduos; Estruturas Legais; Participação; Transparência; Avaliação de Valores de Propriedades em relação à média da cidade; Taxa de Desemprego (%); Índice de Desigualdade de Theil; Percentual da População sem Diploma de Ensino Médio; Percentual da População com Diplomas de Ensino Superior; Percentual de Chefes de Família Solteiras; Número de Investigações Credíveis de Abuso/Negligência por 100 mil habitantes; Taxa de Fertilidade por 1000 mulheres com idades entre 15 e 44 anos; Número Total de Queixas Cíveis contra Membros Uniformizados do Departamento de Polícia; Adultos sem Seguro de Saúde (%); Crimes Relacionados a Drogas; Número Total de Solicitações Relacionadas a Mendicância; Percentual de Habitação Social; Número Médio de Postes de Luz Apagados por Dia por Área Unitária; Percentual do Tipo de Uso do Solo; Índice de Diversidade de Theil; Furto (rua/residencial/comercial) por 100 mil habitantes; Roubo (rua/residencial/comercial) por 100 mil habitantes; Assalto (rua/residencial) por 100 mil habitantes; Índice de Volume de Pedestres; Relatórios de Grafite por 100 mil habitantes; Concentração de Partículas Finas; Renda Per Capita da Cidade; Recursos da União Europeia para Financiar Programas e Projetos per Capita; Participação das Mulheres no Conselho da Cidade; Participação de Pessoas com Ensino Superior no Conselho da Cidade; Participação nas Eleições do Governo Local; Apoio ao Planejamento; Participação do Eleitorado; Eleição de Mulheres para o Conselho da Cidade; Tempo de Inatividade da Infraestrutura de TI da Cidade; Serviços Urbanos Acessíveis que Podem ser Solicitados Online; Tempo de Resposta às Consultas dos Cidadãos; Tráfego no Portal Municipal de Dados Abertos; Planejamento e Implementação de Planos de Gestão de Desastres; Existência de Armazenamentos Seguros e Remotos para Dados Eletrônicos da Cidade; Reuniões Públicas Dedicadas à Resiliência em uma Cidade; Assentamentos Informais; Área Verde; Proporção de Empregos-Moradia; Proximidade de Serviços Básicos; Densidade Populacional e Construída da Cidade; Envolvimento dos Cidadãos no Processo de Planejamento; Permissões de Construção; Avaliação de Riscos no Planejamento e Investimento de Departamentos da Cidade; Área da Cidade Coberta por Mapas de Riscos Publicamente Disponíveis; Orçamento Municipal Gasto em Iniciativas de Agricultura Urbana; Compostagem de Resíduos Alimentares Municipais Coletados; Área da Cidade Coberta por um Sistema Online de Fornecimento de Alimentos; Proximidade dos Cidadãos a Supermercados; Capacidade de Reservas Alimentares da Cidade em Caso de Emergência; Desnutrição e Sobrealimentação da População; Agricultura Urbana e Produção Local de Alimentos; Nível de Educação dos Cidadãos; Capacidade do Professor; Uso de Dispositivos de Aprendizado Digital; Ensino Superior em STEM; População da Cidade com Proficiência Profissional em Mais de um Idioma; Treinamento em Preparação para Emergências e Gestão de Riscos de Desastres; Interrupção Educacional; Planejamento; Execução; Inovação; Auditoria e Monitoramento; Satisfação do Cidadão; Informações Acessíveis e Dados Abertos sobre Decisões do Governo Local; Contribuição e Participação dos Residentes nas Decisões do Governo Local; Acesso Público Online às Finanças da Cidade. Abertura e compartilhamento de informações e recursos governamentais; Prática de planejamento e integração urbana e regional; Incorporação de cidadãos em suas operações; Colaborações urbanas inteligentes; Políticas de governança e gestão inteligentes; Tomada de decisão inteligente (adoção de sistemas de suporte à decisão espacial, big data e tecnologias geoespaciais); Administração inteligente; Abertura ao público; Inovação constante na prática da e-governança para alcançar melhores resultados de desenvolvimento; Estratégia digital clara e inclusiva e visão de cidade inteligente; Roteiro da cidade inteligente; Experiência histórica no desenvolvimento de tecnologia; Compromisso sustentado da liderança com programas de cidade inteligente de longo prazo; Liderança forte; Planos e estratégias para a integração da planejamento de cidade inteligente; Planos e estratégias para monitoramento e avaliação de desempenho; Disponibilidade de planos e estratégias de governança de riscos e uso de soluções inteligentes; Leis e regulamentos para o planejamento de cidade inteligente; Estratégias para superar barreiras organizacionais, legais e regulatórias; Estruturas legais e regulatórias</p>

Dimensão	Indicadores
	<p>para proteger a privacidade do consumidor; Democracia, liberdade individual, liberdade de mídia, discurso, etc.; Extensão do envolvimento da autoridade/local na administração da cidade em programas de soluções inteligentes; Participação pública e engajamento de partes interessadas na tomada de decisões; Atividade política dos habitantes; Participação habilitada por TIC em trabalho/serviço voluntário de base; Sistema online de participação cívica e feedback; Interação dinâmica com cidadãos, comunidades e empresas; Transparência governamental; Responsabilidade da liderança; Mapeamento de habilidades e divisão transparente de responsabilidades entre diferentes atores; Estado da burocracia; Índice de corrupção e medidas de combate à corrupção; Digitalização da governança e gastos públicos com TIC e transição para cidade inteligente; Plataforma única para integração de dados e para acessibilidade e coordenação online de serviços da cidade; Presença de pessoas e entidades públicas em redes sociais/mídia; Taxa de penetração de serviços governamentais online; Presença de plataformas de pagamento eletrônico e móvel; Interoperabilidade entre sistemas e subsistemas urbanos; Estado de compartilhamento de dados/informações entre diversas instituições; Arquitetura compartilhada para governança em vários níveis e colaboração entre agências; Coordenação entre agências para gestão integrada de infraestrutura; Parceria público-privada; Eficiência na prestação de serviços; Equilíbrio adequado entre processos de governança de cima para baixo e de baixo para cima; Engajamentos e colaborações interurbanas para troca de conhecimento.</p>
Vida inteligente	<p>Densidade de interseção; Proximidade de nós de transporte coletivo; Largura efetiva das rotas pedestres; Diversidade de uso do solo; Densidade de atividades comerciais e serviços; Número de diferentes comércios e serviços utilizados diariamente; Grau de iluminação das instalações pedestres ao longo da dimensão longitudinal; Frequência de práticas antissociais; Condição das superfícies/calçadas pedestres; Inclinação longitudinal; Lavatórios disponíveis; Fontes de água potável disponíveis; Cobertura arbórea; Corpos d'água disponíveis incorporados no design do espaço público; Qualidade do ambiente acústico; Qualidade do ambiente olfativo; Variedade de condições microclimáticas; Presença de locais de encontro; Existência de atividades com horário de serviço prolongado; Disponibilidade de espaços para brincadeiras; Disponibilidade de assentos informais; Disponibilidade de recursos para descanso/sentado; Grau de cercamento; Segurança no tráfego (em cruzamentos pedestres); Prioridade de pedestres; Limites de velocidade do tráfego e número de faixas; Intervenções planejadas no design do espaço público; Gestão da área plantada; Disponibilidade de lixeiras; Nível de manutenção das superfícies/facilidades pedestres; Qualidade de vida; Cultura e bem-estar; Segurança; Saúde; Lares conectados à internet; Registro de laboratórios urbanos inteligentes; Qualidade da habitação; Diversidade e coesão social; Alfabetização digital; Privacidade de dados; Inclusão social; Transporte e Infraestrutura; Nível de tecnologia empregado; Conscientização dos cidadãos sobre ameaças digitais; Parcerias público-privadas; Equipes dedicadas de cibersegurança; Políticas ambientais; Acesso à saúde; Acesso a alimentos seguros e de qualidade; Qualidade dos serviços de saúde; Número de leitos por 1.000 habitantes; Número de médicos por 1.000 habitantes; Qualidade do ar (níveis de PM 2,5); Qualidade da água; Expectativa de vida em anos; Mortalidade infantil; Taxa de mortalidade por câncer; Fiscalização da segurança no transporte; Defesa contra energia e desastres; Qualidade da infraestrutura viária; Qualidade da infraestrutura elétrica; Plano de gestão de desastres/continuidade de negócios; Frequência de acidentes veiculares; Frequência de mortes de pedestres; Mortes por desastres naturais; Percentual de pessoas vivendo em favelas; Número de ataques a instalações/infraestrutura; Nível de envolvimento da polícia; Regulação e fiscalização de armas de fogo; Risco de estabilidade política; Patrulhamento comunitário; Dados de crimes disponíveis ao nível das ruas; Uso de técnicas orientadas por dados para crimes; Medidas de segurança privadas; Prevalência de crimes pequenos; Prevalência de crimes violentos; Crime organizado; Nível de corrupção; Taxa de uso de drogas; Segurança de gênero; Percepções de segurança; Frequência de ataques terroristas; Ameaça de conflito militar; Ameaça de tumultos civis; Acessibilidade; Bem-estar comunitário;</p>

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Quanto aos indicadores, percebe-se a complexidade envolvida na operacionalização destes, visto que muitos são indicadores que necessitam de um aprofundamento conceitual sobre o objeto de mensuração. Além disso, alguns dependem de padronização e disponibilidade de dados, o que muitas das vezes se torna de difícil acesso. O levantamento de indicadores e a natureza destes reforça os três principais problemas práticos em torno da utilização de indicadores, argumentada por Klopp e Petretta (2017), a saber: a fraca disponibilidade de dados padronizados, abertos e comparáveis; a falta de instituições fortes de recolha de dados à escala da cidade para apoiar o monitoramento; e “localização”, ou seja, a aceitação e aplicação do objetivo em cidades muito diferentes com contextos locais específicos. Esta complexidade reforça a importância do desenvolvimento de indicadores que podem desempenhar um papel científico e prático na promoção da compreensão das cidades. Outro aspecto analisado foi o tipo de pesquisa, bem como sua abordagem e qual o método ou técnica empregado.

Quadro 5 - Tipos, abordagens e métodos de pesquisa

N	Autores	Tipo de Pesquisa	Abordagem	Método/Técnica
1	Debnath <i>et al.</i> (2014)	Empírica	Quantitativa	Desenvolvimento de framework e Análise de dados secundários
2	Klopp; Petretta (2017)	Teórica	Qualitativa	Revisão de literatura
3	Lopez-Carreiro; Monzon (2018)	Empírica	Quantitativa	Análise de dados secundários
4	Wendling <i>et al.</i> (2018)	Empírica	Quantitativa	Análise de dados secundários
5	Garau <i>et al.</i> (2018)	Empírica	Quantitativa	Survey
6	Shen <i>et al.</i> (2018)	Empírica	Mista	Metodologia de avaliação, entrevistas e revisão teórica
7	Kourtiti; Nijkamp (2018)	Empírica	Quantitativa	Desenvolvimento de Framework e Análise de dados secundários
8	Akande <i>et al.</i> (2019)	Empírica	Quantitativa	Metodologia de avaliação, clustering e Análise de dados secundários
9	Arman <i>et al.</i> (2019)	Empírica	Mista	Entrevistas e Mapa Cognitivo
10	Poliakova <i>et al.</i> (2019)	Empírica	Quantitativa	Metodologia de Avaliação
11	Caird; Hallett (2019)	Teórica	Qualitativa	Estudo de caso
12	Sharifi (2019)	Empírica	Mista	Metodologia de Avaliação e Análise crítica
13	Westraadt; Calitz (2020)	Empírica	Mista	Desenvolvimento de Framework
14	Ogrodnik (2020)	Empírica	Quantitativa	Análise de Apoio à Decisão Multicritério (MCDA)
15	Das (2020)	Empírica	Mista	Estudo de Caso com Survey e Grupo Focal
16	Zapolskytė <i>et al.</i> (2020)	Empírica	Quantitativa	Análise de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM)

N	Autores	Tipo de Pesquisa	Abordagem	Método/Técnica
17	Rebernik <i>et al.</i> (2020)	Empírica	Mista	Metodologia de Avaliação e Estudo de Caso
18	Moustaka <i>et al.</i> (2021)	Empírica	Quantitativa	Desenvolvimento de Framework
19	Shruti <i>et al.</i> (2021)	Empírica	Mista	Desenvolvimento de framework e Estudo de Caso
20	Dzupka; Horvath (2021)	Teórica	Qualitativa	Revisão de literatura
21	Nieto Bernal; García Espitaleta (2021)	Empírica	Qualitativa	Desenvolvimento de framework e Estudo de Caso
22	Benites; Simões (2021)	Teórica	Qualitativa	Desenvolvimento de framework e taxonomia
23	Rahmani; Torabi (2021)	Empírica	Quantitativa	Metodologia de avaliação
24	Hsu <i>et al.</i> (2021)	Empírica	Quantitativa	Análise Hierárquica de Processos (AHP)
25	Antwi-Afari <i>et al.</i> (2021)	Empírica	Quantitativa	Survey
26	Chen; Silva (2021)	Empírica	Qualitativa	Revisão sistemática
27	Kourtit <i>et al.</i> (2021)	Teórica	Quantitativa	Análise Envoltória de Dados
28	Senousi <i>et al.</i> (2021)	Teórica	Qualitativa	Revisão sistemática e Proposta de Framework
29	Kim; Yang (2021)	Teórica	Qualitativa	Revisão sistemática e Metodologia de Avaliação
30	Kutty <i>et al.</i> (2022)	Empírica	Quantitativa	Proposta de Framework, Caso de Estudo e Machine Learning
31	Choi; Song (2022)	Empírica	Qualitativa	Desenvolvimento de Framework e Caso de Estudo
32	Liu <i>et al.</i> (2022)	Empírica	Quantitativa	Metodologia de avaliação, clustering e Análise de dados
33	Sharifi (2022)	Teórica	Qualitativa	Revisão de literatura
34	Zaidan <i>et al.</i> (2022)	Teórica	Qualitativa	Metodologia de Avaliação e Experimento
35	Ntafalias <i>et al.</i> (2022)	Teórica	Qualitativa	Metodologia de Avaliação

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Quanto ao método, abordagem e tipo de pesquisa, percebe-se uma tendência de trabalho na área. Embora os tipos de pesquisa variem entre empírica e teórica, assim como a abordagem de pesquisa traz uma mescla entre qualitativo, quantitativo e misto, os métodos e técnicas se repetem. Nota-se que a maioria dos estudos trabalha com o desenho de metodologias de avaliação, desenvolvimento de *frameworks* e estudo de caso. Sugere-se, nesta linha, estudos com aplicação de metodologias de avaliação já consolidadas, como a Teoria de Resposta ao Item, por exemplo. Em alguns casos, explora também o universo dos estudos com metodologias de tomada de decisão, tais como o Método AHP, MCDA e MCDC. O contexto de *benchmarking* e construção e aplicação de índices aparece dentro dessas pesquisas, bem como outros estudos de revisão de literatura e sistemática, que trazem aportes para o contexto de indicadores de *smart cities*. O que se percebe, no entanto, é a vasta utilização de dados secundários nas pesquisas encontradas, ainda que não exista um índice ou número de indicadores consolidados na literatura. Além disso, poucos estudos qualitativos

exploram aplicações como a netnografia, grupos focais e entrevistas, assim como poucos estudos quantitativos utilizam pesquisas causais, como os experimentos.

Proposta de Agenda de Pesquisa

Com base na revisão sistemática sobre cidades inteligentes e seus indicadores, a seguinte agenda de pesquisa é proposta, considerando componentes teóricos e metodológicos:

Quadro 6 – Proposta de Agenda de Pesquisa

Contexto	Sugestão de Pesquisa
Teórico	Desenvolvimento de estudos nas dimensões de economia inteligente, população inteligente e vida inteligente.
	Criação de uma taxonomia que consolide os construtos referentes à indicadores, dimensões e outros itens relacionados com cidades inteligentes.
Metodológico	Aplicação de pesquisas qualitativas com abordagem multimétodo, como netnografia, grupo focal e entrevistas em profundidade, que busquem compreender a percepção dos cidadãos sobre a representação de <i>smart cities</i> por meio de indicadores comuns.
	Aplicação de pesquisas causais, de cunho experimental, verificando a influência da percepção das dimensões e principais indicadores pelos cidadãos no impacto de mudança nas cidades.
	Uso de pesquisas <i>cross-culture</i> e longitudinais que considerem as diferenças no olhar dos indivíduos entre cidades de diferentes países que estão em processo de <i>smart cities</i> .

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tal proposta apresenta uma série de direcionamentos de estudo, considerando a crescente importância das cidades inteligentes nessas três esferas. No contexto teórico, destaca-se a importância de desenvolver estudos que envolvam as dimensões e indicadores relacionados com vida inteligente, economia inteligente e população inteligente, dentro do que assume Giffinger *et al.* (2007). Ainda, são necessárias pesquisas que consolidem, de forma definitiva, os construtos ligados à dimensões e indicadores de cidades inteligentes.

Na esfera metodológica, urge a criação de pesquisas com métodos e técnicas diversificados, como netnografia, grupo focal, entrevistas em profundidade e experimentos. Dentro do que já se é pesquisado em larga escala, como as metodologias de avaliação, sugere-se a aplicação de abordagens validadas na literatura, como a Teoria de Resposta ao Item. Por fim, acredita-se que o desenvolvimento de pesquisas *cross-culture* e longitudinais podem contribuir para a consolidação de indicadores de forma homogênea no campo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática em questão permite diversas perspectivas de estudo sobre indicadores no contexto de cidades inteligentes. Considerando os resultados encontrados, acredita-se que um dos fatores críticos no contexto das pesquisas acadêmicas sobre cidades inteligentes e seus indicadores é o fato de que não há, na literatura, um corpo homogêneo de indicadores de referência na área.

Ao analisar 35 artigos identificados na plataforma Periódicos Capes, esta pesquisa mapeou itens como ano de publicação, periódico, método, abordagem, tipo de pesquisa e outros, além dos indicadores e dimensões relacionados ao tema, de modo a oferecer um panorama dos estudos no campo. Como oportunidades de pesquisa, a proposta de agenda aponta para estudos multimétodo que abordem pesquisas qualitativas e quantitativas em contextos pouco explorados, como estudos experimentais, netnografias e grupos focais. Ainda, sugere estudos que evidenciem a percepção dos cidadãos mediante os indicadores, bem como pesquisas que trabalhem com indicadores que apresentam maior espaço para análise, como os que permeiam as dimensões de vida inteligente e economia inteligente, por exemplo.

A agenda soma-se ao mapeamento apresentado na presente revisão, ampliando o corpo teórico sobre o avanço científico na área. Acredita-se que a implementação de pesquisas que envolvam as premissas da agenda de pesquisa neste estudo pode estabelecer novos aprendizados e a expansão das fronteiras do conhecimento no campo de cidades inteligentes.

REFERÊNCIAS

- AHVENNIEMI, H.; HUOVILA, I.; PINTO-SEPÄ, M. A. What are the differences between sustainable and smart cities? **Cities**, v. 60, p. 234-245, 2017.
- AKANDE, A. *et al.* The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. **Sustainable Cities and Society**, v. 44, p. 475-487, 2019.
- ANDRADE, M. F.; COUTINHO, M. M.; VASCONCELLOS, A. M. Os efeitos das necessidades humanas para o engajamento do cidadão na adoção de tecnologia para as cidades inteligentes: um estudo aplicado à cidade de Belém (PA). **P2P E Inovação**, v. 10, n. 1, p. 202-225, 2023.
- ANTWI-AFARI, P. *et al.* Modeling the Smartness or Smart Development Levels of Developing Countries' Cities. **Journal of Urban Management**, v. 10, n. 4, p. 369-381, 2021.
- ARMAN, A. *et al.* Identifying the Components and Interrelationships of Smart Cities in Indonesia: Supporting Policymaking via Fuzzy Cognitive Systems. **IEEE Access**, v. 7, p. 46136-46151, 2019.
- BENITES, A.; SIMÕES, A. Assessing the urban sustainable development strategy: An application of a smart city services sustainability taxonomy. **Ecological Indicators**, v. 127, p. 107734, 2021.
- CAIRD, S. P.; HALLET, S. H. Towards Evaluation Design for Smart City Development. **Journal of Urban Design**, v. 24, n. 2, p. 188-209, 2019.
- CAMPOS, R. **O discurso internacional das cidades inteligentes: a estratégia Smart City Berlin**. Trabalho apresentado ao 7o Congresso Luso Brasileiro Para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Maceió, p. 3, 2016. Disponível em: <https://fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%20%20-%20Cidades%20Inovadoras%20e%20%20Inteligentes/Paper1019.pdf>. Acesso em: 01 junho 2023.
- CHANCEL, L. *et al.* World Inequality Report 2022. **World Inequality Lab**, 2022. Disponível em: https://wir2022.wid.world/www-site/uploads/2022/01/Summary_WorldInequalityReport2022_English.pdf. Acesso em: 01 junho 2023.
- CHEN, Y.; SILVA, E. Smart transport: A comparative analysis using the most used indicators in the literature juxtaposed with interventions in English metropolitan areas. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 10, p. 100371, 2021.
- CHOI, H.; SONG, S. Direction for a Transition toward Smart Sustainable Cities based on the Diagnosis of Smart City Plans. **Smart Cities (Basel)**, v. 6, n. 1, p. 156-178, 2022.
- CONNECTED SMART CITIES. Ranking Connected Smart Cities. **Urban Systems**, 2022. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-10/relatoriorankingcsc2022.pdf. Acesso em: 28 maio 2023.

CUNHA, M. A. **Smart Cities: Transformação Digital de Cidades**. 1ª ed. São Paulo: FGV EAESP, 2016.

DAS, D. Perspectives of smart cities in South Africa through applied systems analysis approach: A case of Bloemfontein. **Construction Economics and Building**, v. 20, n. 2, p. 65-88, 2020.

DASHKEVYCH, O.; PORTNOV, B. A. Criteria for Smart City Identification: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 14, n. 8, p. 4448, 2022.
<http://dx.doi.org/10.3390/su14084448>

DEBNATH, A. *et al.* A methodological framework for benchmarking smart transport cities. **Cities**, v. 37, p. 47-56, 2014.

DZUPKA, P.; HORVATH, M. URBAN SMART-MOBILITY PROJECTS EVALUATION. **Theoretical and Empirical Researches in Urban Management**, v. 16, n.4, p. 55-76, 2021.

FARINIUK, D. T. Smart cities e pandemia: tecnologias digitais na gestão pública de cidades brasileiras. **Revista de Administração Pública**, v. 54. p. 860-873, 2020.

FERNÁNDEZ-ANEZ, V. *et al.* Smart city projects assessment matrix: connecting challenges and actions in the Mediterranean region. **J. Urban Technol**, p. 1-25, 2018.

GARAU, C. *et al.* A Methodological Framework for Assessing Practicability of the Urban Space: The Survey on Conditions of Practicable Environments (SCOPE) Procedure Applied in the Case Study of Cagliari (Italy). **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 10, n. 11, p. 4189, 2018.

GIFFINGER, R. *et al.* **Smart Cities: Ranking of European medium-sized cities**. Vienna, UT: University of Technology, 2007. Disponível em: https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf. Acesso em: 01 junho 2023.

HELLIWELL, J. F. *et al.* World Happiness Report 2023. **Sustainable Development Solutions Network**, v. 11, p. 25, 2023. Disponível em: <https://happiness-report.s3.amazonaws.com/2023/WHR+23.pdf>. Acesso em: 04 junho 2023.

HSU, W. *et al.* Smart City Governance Evaluation in the Era of Internet of Things: An Empirical Analysis of Jiangsu, China. **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 13 n. 24, p. 13606, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Censo 2022 indica que o Brasil totaliza 203 milhões de habitantes: A alta na população é de 6,4% em relação a 2010. Número de domicílios tem alta de 34% em relação ao último censo e chega a 90,6 milhões de moradias. Serviços e Informações do Brasil**, Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2023/06/censo-2022-indica-que-o-brasil-totaliza-203-milhoes-de-habitantes#:~:text=%C2%BB%20Em%202022%2C%20as%20concentra%C3%A7%C3%B5es%20urbanas,viviam%20em%20cidades%20desse%20porte>. Acesso em: 12 dez. 2023.

KIM, N.; YANG, S. Characteristics of Conceptually Related Smart Cities (CRSCs) Services from the Perspective of Sustainability. **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 13, n 6, p. 3334, 2021.

- KLOPP, J.; PETRETTA, D. The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. **Cities**, v. 63, p. 92-97, 2017.
- KOURTIT, K. *et al.* Comparative Urban Performance Assessment of Safe Cities through Data Envelopment Analysis. **Regional Science Policy & Practice**, v. 13, n. 3, p. 591–602, 2021.
- KOURTIT, K.; NIJKAMP, P. Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities – An experiment on Stockholm. **Land Use Policy**, v. 71, p. 24-35, 2018.
- KUTTY, A. A. *et al.* Urban Resilience and Livability Performance of European Smart Cities: A Novel Machine Learning Approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 378, p. 134203, 2022.
- LEKA, A.; STRATIGEA, A.; PANAGIOTOPOULOU, M. In search of indicators for assessing smart and sustainable cities and communities' performance. Int. **J. E-Plan. Res**, v. 6 n. 1, p. 43-73, 2017.
- LIN, C. *et al.* Smart City Development and Residents' Well-Being. **Sustainability**, v. 11, n.3, p. 676, 2019.
- LIU, J. *et al.* Towards sustainable smart cities: Maturity assessment and development pattern recognition in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 370, p. 133248, 2022.
- LOPEZ-CARREIRO, I.; MONZON, A. Evaluating sustainability and innovation of mobility patterns in Spanish cities. Analysis by size and urban typology. **Sustainable Cities and Society**, v. 38, p. 684-696, 2018.
- MOHER, D. *et al.* THE PRISMA GROUP. Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 2, p. 355-342, 2015.
- MOUSTAKA, V. *et al.* Urban Data Dynamics: A Systematic Benchmarking Framework to Integrate Crowdsourcing and Smart Cities' Standardization. **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 13, n.15, p. 8553, 2021.
- NIETO BERNAL, W.; GARCÍA ESPITALETA, K. Framework for Developing an Information Technology Maturity Model for Smart City Services in Emerging Economies: (FSCE2). **Applied Sciences**, v. 11, n. 22, p. 10712, 2021.
- NTAFALIAS, A. *et al.* A Comprehensive Methodology for Assessing the Impact of Smart City Interventions: Evidence from Espoo Transformation Process. **Smart Cities (Basel)**, v. 5 n. 1, p. 90-107, 2022.
- OGRODNIK, K. Multi-criteria analysis of smart cities in Poland. **Geographia Polonica**, v. 93 n. 2, p. 163-181, 2020.
- POLIAKOVA, O.; POZDNIAKOVA, A. A METHODOLOGICAL APPROACH TO EVALUATING THE PROGRESS OF THE IMPLEMENTATION OF THE SMART CITY CONCEPT IN UKRAINIAN CITIES. **Problemi Ekonomìki**, v. 1, n. 1, p. 74-82, 2019.

PURNOMO, F.; MEYLIANA.; PRABOWO, H. Smart City Indicators: A Systematic Literature Review. **Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)**, v. 8, n. 3, p. 161–164, 2016.

RAHMANI MOKARRARI, K.; TORABI, S. Ranking cities based on their smartness level using MADM methods. **Sustainable Cities and Society**, v. 72, p. 103030, 2021.

REBERNIK, N. *et al.* Measuring Disability Inclusion Performance in Cities Using Disability Inclusion Evaluation Tool (DIETool). **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 12 n. 4, p. 1378, 2020.

SENOUSI, A. *et al.* A Proposed Framework for Identification of Indicators to Model High-Frequency Cities. **ISPRS International Journal of Geo-information**, v. 10, n. 5, p. 317, 2021.

SHARIFI, A. A critical review of selected smart city assessment tools and indicator sets. **Journal of Cleaner Production**, v. 233, p. 1269-1283, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.172>.

SHARIFI, A. Smart City Indicators: Towards Exploring Potential Linkages to Disaster Resilience Abilities. **APN Science Bulletin (Online)**, v. 12, n. 1, p. 75–89, 2022.

SHARIFI, A.; ALLAM, Z. On the taxonomy of smart city indicators and their alignment with sustainability and resilience. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 49, n. 5, p. 1536-1555. <https://doi.org/10.1177/23998083211058798>. 2022.

SHEN, L. *et al.* A holistic evaluation of smart city performance in the context of China. **Journal of Cleaner Production**, v. 200, p. 667-679. 2018.

SHRUTI, S.; SINGH, P.; OHRI, A. Evaluating the Environmental Sustainability of Smart Cities in India: The Design and Application of the Indian Smart City Environmental Sustainability Index. **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 13, n. 1, p. 327, 2021.

TAN, M. Creating the digital economy: Strategies and perspectives from singapore. **International Journal of Electronic Commerce**, v. 3, n. 3, p. 105-122, 1999.

WENDLING, L. *et al.* Benchmarking Nature-Based Solution and Smart City Assessment Schemes Against the Sustainable Development Goal Indicator Framework. **Frontiers in Environmental Science**, v. 6, 2018.

WESTRAADT, L.; CALITIZ, A. A modeling framework for integrated smart city planning and management. **Sustainable Cities and Society**, v. 63, p. 102444, 2020.

YEH, H. The effects of successful ICT-based smart city services: From citizens' perspectives. **Government Information Quarterly**, v. 34, n. 3, p. 556-565, 2017.

ZAIDAN, E. *et al.* Accelerating the Change to Smart Societies- a Strategic Knowledge-Based Framework for Smart Energy Transition of Urban Communities. **Frontiers in energy research**, v. 10, 2022.

ZAPOLSKYTE, S. *et al.* Evaluation Criteria of Smart City Mobility System Using MCDM Method. **The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering**, v. 15, n. 4, p. 196-224, 2020.