



CIDADES INTELIGENTES: IDENTIFICANDO AS DIMENSÕES E OS ELEMENTOS DOS SISTEMAS URBANOS

Michele Kremer Sott. Doutoranda em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Luciana Maines da Silva. Doutora em Administração. Professora do PPG em Administração e do mestrado profissional em Gestão Educacional da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Kadígia Faccin. Doutora em Administração. Professora no mestrado profissional em Administração da Fundação Dom Cabral (FDC)

Mariluzza Sott Bender. Doutoranda em Promoção da Saúde, Universidade de Santa Cruz do Sul. Professora do Departamento de Ciências da Saúde da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)

Resumo: As cidades inteligentes são um fenômeno novo e complexo que se desenvolve ancorado na tecnologia, nas organizações, na sociedade civil e no governo, que interagem e inovam para criar um ecossistema urbano sustentável, resiliente e economicamente próspero. Para que isso aconteça, várias dimensões urbanas e partes interessadas precisam cooperar. Apesar da inegável amplitude e complexidade do conceito, pouco se sabe sobre as dimensões e elementos centrais que tornam as cidades mais inteligentes. Com este problema em mente, este estudo tem como objetivo identificar as dimensões e os elementos que dão forma às cidades inteligentes. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura apoiada pelo protocolo PRISMA-P. Os resultados mostram sete dimensões compostas por diferentes elementos que, ao interagirem, tornam-se facilitadores transformacionais dos espaços urbanos. Para que uma cidade seja inteligente, estas dimensões precisam atuar em uma rede retroalimentada, capaz de aumentar a qualidade de vida dos cidadãos, a resiliência urbana e o desenvolvimento sustentável. Esta pesquisa é um pequeno passo que visa ampliar as discussões sobre o tema e nortear estudos futuros relacionados às dimensões urbanas e as dinâmicas territoriais para o desenvolvimento de cidades inteligentes.

Palavras-chaves: Cidades inteligentes. Espaço urbano. Ecossistema urbano. Cidades sustentáveis.



1 Introdução

Ao longo da história da humanidade, as cidades têm se tornado, cada vez mais, centros de produção, comércio, mobilidade, diversidade e transformação cultural (ENGEL et al., 2018). A densidade populacional e a proximidade geográfica das áreas urbanas podem gerar ganhos consideráveis, especialmente no que diz respeito à redução dos custos de transação, à produtividade das empresas, à inovação, à produção de conhecimento e à qualidade de vida de seus habitantes (ASHEIM et al., 2011). Neste sentido, a proximidade geográfica aproxima os atores urbanos, funcionando como um fator facilitador da troca de conhecimento.

No decurso de seu crescimento, as cidades desencadeiam um paradoxo. Se por um lado são impulsionadoras do desenvolvimento socioeconômico, por outro lado, enfrentam inúmeros desafios relacionados a desigualdades sociais, desemprego, engarrafamentos, violência e poluição (NEIROTTI et al., 2014). Diante de tal antagonismo, muitas cidades, despreparadas para lidar com o crescimento, puseram-se estagnadas enquanto deveriam prosperar, ou ainda, se viram em declínio frente aos desafios oriundos do crescimento geográfico e da densidade populacional (CAMBOIM et al., 2019).

Os desafios sociais, econômicos e ambientais afetam e são afetados pelo desenvolvimento urbano. Ao longo do tempo, inúmeras cidades enfrentaram desafios de desenvolvimento, como a primeira tentativa de renovação em Tucson, Arizona, há algumas décadas; a menor qualidade de vida dos habitantes das favelas da Índia; as décadas de declínio em Detroit, EUA; ou as cidades monoindustriais planejadas de Magnitogorsk, Togliatti e Vorkuta na Rússia, com os seus inúmeros problemas ambientais e sociais (GOMEZ-NOVY; POLYZOIDES, 2003; NAIR; SHARMA, 2017).

A transformação das cidades ao longo do tempo é um processo dinâmico e complexo que envolve milhões de indivíduos, governos e organizações, com múltiplos fatores políticos, econômicos e culturais (CAMBOIM et al., 2019). As complexas transformações e a rápida expansão dos ambientes urbanos estão ganhando espaço na literatura acadêmica para entender o metabolismo das cidades e a soma de elementos, recursos técnicos e processos socioeconômicos que promovem o crescimento e o desenvolvimento sustentável das cidades (KENNEDY et al., 2007). Cada vez mais, urbanistas e formuladores de políticas públicas unem esforços para identificar parâmetros que caracterizam as cidades e as dimensões e elementos que podem tornar os espaços urbanos mais sustentáveis, resilientes e inteligentes (DRITSA; BILORIA, 2018). No entanto, as dimensões e os elementos que retratam as cidades inteligentes ainda estão dispersos na literatura científica. Tanto quanto é do conhecimento



dos autores, até à realização desta pesquisa, nenhum estudo classificou todas as dimensões das cidades inteligentes. Muitos exploraram dimensões específicas como economia, meio ambiente e sociedade (AKANDE et al., 2019), tecnologias, pessoas e instituições (NAM; PARDO, 2011) economia, tecnologia e mobilidade (LI et al., 2019). Nesse sentido, o objetivo deste estudo é revisar a literatura de forma aprofundada para identificar os componentes urbanos e responder à seguinte questão de pesquisa: quais são as dimensões e os elementos centrais que transformam os espaços urbanos em cidades inteligentes?

Para isso, foi utilizado o protocolo PRISMA-P (MOHER et al., 2009) para explorar a literatura de modo a atingir o objetivo do estudo e identificar as dimensões e os elementos que tornam as cidades mais inteligentes. Os resultados mostram sete dimensões urbanas principais que se inter-relacionam e se retroalimentam para desenvolver as cidades. A interação entre estas dimensões pode ser fundamental para o desenvolvimento da inteligência das cidades. Além disso, as cidades inteligentes são analisadas sob a ótica de sistema, considerando que suas dimensões interagem e se retroalimentam ao longo do tempo para atingir determinados resultados.

2 Cidades inteligentes

A densidade populacional e a proximidade geográfica geram ganhos de produtividade e inovação para as cidades. Se, por um lado, as cidades são motores de desenvolvimento socioeconômico, por outro lado, enfrentam imensos desafios. Engel et al. (2018) discutem alguns dos problemas enfrentados pelas cidades, como criar centros urbanos capazes de capacitar e reter talentos; desenvolver e fazer uso de recursos tecnológicos em benefício da sociedade e da sustentabilidade; e criar e manter um ambiente justo e equitativo que garanta dignidade, igualdade e qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.

No entanto, a práxis das cidades inteligentes é uma tarefa desafiante. O novo paradigma nasceu ancorado na criação de valor e na busca por sustentabilidade, conectividade, acessibilidade, mobilidade, colaboração, inclusão e diversidade, que devem fomentar o desenvolvimento de novas indústrias e tecnologias, novos modelos de negócios e relações de mercado e uma nova sociedade (FLORIDA, 2014; CAMBOIM et al., 2019). A complexidade e os desafios de desenvolvimento das cidades desencadeiam a busca por formas de transformar as cidades em regiões de aprendizagem apoiadas por políticas de tecnologia e inovação (BALLAND; BOSCHMA, 2021).

Tais desafios têm despertado grande interesse na comunidade acadêmica. Nos últimos anos, muitos conceitos surgiram na literatura para discutir a evolução das cidades.



Entre esses conceitos estão as cidades sustentáveis, cidades digitais, cidades resilientes, cidades virtuais, cidades sensíveis, e muitos outros termos que não explicam totalmente a complexidade e o dinamismo das cidades (JANIK et al., 2020).

A partir desta problemática, surgiu o conceito de cidades inteligentes, indo além dos demais conceitos ou fundindo-se a todos os anteriores para proteger o planeta e melhorar a qualidade de vida humana (BENEVOLO et al., 2015). Apesar do crescente interesse e pesquisa sobre o tema, não existe consenso sobre o significado e o alcance do conceito de "cidades inteligentes", sendo ainda frequentemente confundido ou utilizado como sinônimo de outros termos como os supracitados (JANIK et al., 2020).

Na maioria dos estudos, o conceito de cidades inteligentes aparece vinculado apenas ao uso de tecnologias nos espaços urbanos. Vários pesquisadores se dedicam a entender o uso de tecnologias digitais como a Internet das Coisas (ARASTEH et al., 2016; BELLINI et al., 2022) e Big Data (DOGAN; GURCAN, 2022; CAVICCHIOLI et al., 2022) para aumentar a inteligência das áreas urbanas. Poucos são os pesquisadores que entendem as cidades inteligentes como um conceito complexo e multifacetado. Por exemplo, Nam e Pardo (2011a) conceituam as cidades inteligentes a partir de três dimensões: tecnologia, pessoas e instituições. Alguns pesquisadores analisam as cidades inteligentes considerando outros elementos, como governança (LOMBARDI et al., 2012), proteção ambiental (SPILIOTOPOULOU; ROSELAND, 2020) e qualidade de vida humana (BENEVOLO et al., 2015; ENGELBERT et al., 2019). No entanto, nenhuma pesquisa reúne todas as dimensões em um único estudo e identifica os seus principais elementos.

Governos, gestores públicos e pesquisadores utilizam diferentes métricas para medir o grau de inteligência das cidades (PATRÃO et al., 2020), como tem sido feito em cidades como Singapura, Londres, Barcelona, Medellín e Curitiba, entre outras (SHAMSUZZOHA et al., 2021; BIBRI & KROGSTIE, 2020; SMITH et al., 2022; HOJDA et al., 2019). Apesar dos esforços, as divergências sobre o que torna as cidades mais inteligentes e, principalmente, a análise de dimensões e elementos isoladamente, fazem com que diferentes cidades utilizem diferentes justificativas para medir sua inteligência, como tecnologia, sustentabilidade ou questões sociais. Isso desencadeia uma urgência pela identificação de um padrão de dimensões e elementos urbanos para avaliar a maturidade das cidades em busca de inteligência.

Além disso, as diferentes visões e métricas sobre a inteligência urbana dificultam a criação de projetos de desenvolvimento de cidades inteligentes. Ao mesmo tempo, muitas pesquisas são feitas para criar cidades hiper conectadas e sustentáveis (LIM et al., 2018),



mas poucas são dedicadas a encontrar soluções para reduzir a pobreza, a violência e a desigualdade encontradas, principalmente, nas grandes metrópoles (SETA et al., 2015; VANOLO et al., 2016).

Os estudiosos concordam que quando uma cidade é inteligente seu crescimento é promissor, gerando renda, mobilidade urbana facilitada e acesso à saúde e educação para todos os cidadãos (SOTT; BAUM; BENDER, 2022). Para que tudo isso aconteça, é essencial o engajamento de múltiplos atores e uma visão orientada para o desenvolvimento de uma arquitetura urbana que aborde simultaneamente vários aspectos e elementos das cidades. No entanto, apenas uma quantidade mínima de investigação tem dedicado esforços para compreender as dimensões e elementos centrais das cidades inteligentes para criar propostas de intervenção focadas no desenvolvimento de cidades inteligentes.

A literatura evidencia que há divergências sobre o conceito e as dimensões das cidades inteligentes (JANIK et al., 2020; SILVA et al., 2018; FIRMANSYAH et al., 2019; SOTT; FACCIN; DA SILVA, 2023). Além disso, o tema se desdobra em diferentes campos de estudo como arquitetura, gestão, tecnologia e sociologia, muitas vezes se fragmentando por meio de visões particulares dos pesquisadores e análises parciais (OLIVEIRA et al., 2019).

Como referido, a complexidade e a amplitude do conceito de cidades inteligentes realçam a sua importância. A divergência na literatura evidencia que, embora muito esforço de pesquisa seja dedicado à compreensão do tema, mais estudos são necessários para entender seus diversos e complexos elementos e dimensões.

Para entender a importância do conceito de cidades inteligentes e difundi-lo pelo mundo, é necessário dar um passo atrás para analisar que quando um espaço urbano é construído e desenvolvido, em determinado momento, ele atinge níveis ótimos de crescimento econômico, facilidade de transporte, logística, acesso à saúde e educação, lazer, segurança e infraestrutura necessária para aumentar a qualidade de vida de seus cidadãos (CAMBOIM et al., 2019; BAUM; SOTT, 2023). Após este ponto ótimo, no entanto, a qualidade de vida de seus habitantes começa a ser prejudicada pela poluição ambiental, pelo trânsito e congestionamentos, pelas desigualdades sociais, desemprego, doenças e violência. Esses fatores fazem com que as cidades percam rapidamente seus ganhos de densidade e proximidade, prejudicando a qualidade de vida de seus habitantes (GIL-GARCIA et al., 2015).

Neste sentido, as cidades inteligentes são ancoradas por tecnologias, governança, organizações e políticas que interagem, inovam e desenvolvem processos econômicos e infraestruturas que diferem entre diferentes regiões e países (CHOURABI et al., 2012). Durante muitos anos, a maior parte dos esforços de pesquisadores foi dedicada à análise de



possíveis casos de sucesso em países desenvolvidos, como Singapura, Hong Kong e Barcelona (BAKICI et al., 2013; GASCÓ-HERNANDEZ, 2018; KIT, 2022). Recentemente, algumas cidades como Medellín, na Colômbia (Camargo et al., 2021), Curitiba, no Brasil (SANCINO; HUDSON, 2020), e Pune, na Índia (PRASAD; ALIZADEH, 2020), são exemplos de cidades de países em desenvolvimento ou emergentes que aparecem na literatura acadêmica na busca de se transformarem em cidades inteligentes.

Ao longo da evolução das áreas urbanas, inúmeros cientistas dedicaram esforços para entender e representar os sistemas urbanos através de discussões sobre o metabolismo das cidades (KENNEDY et al., 2007) e a formação de ecossistemas urbanos (ALBERTI et al., 2003). A economista Elinor Ostrom foi pioneira no estudo de sistemas socioecológicos complexos que consideram os diferentes níveis, componentes e configurações do sistema urbano (OSTROM, 2009; ANDERIES et al., 2004; MCGINNIS; OSTROM, 2014). De forma semelhante a Ostrom e Meerow et al. (2016), este estudo assume que o sistema urbano forma uma rede interconectada, onde os elementos de cada dimensão são fatores-chave para o desenvolvimento urbano e geram diferentes influências no sistema ao longo do tempo, sem assumir uma estrutura hierárquica.

3 Procedimentos metodológicos

Foi efetuada uma revisão sistemática da literatura utilizando o protocolo PRISMA-P (MOHER et al., 2009). O protocolo PRISMA-P é amplamente utilizado em revisões da literatura para garantir a robustez e a reprodutibilidade da pesquisa (FURSTENAU et al., 2022). O PRISMA-P foi escolhido por possuir uma lista de verificação robusta que auxilia na transparência e reprodutibilidade da pesquisa através das etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão de documentos associados ao objetivo do estudo (SOTT et al., 2022; MOHER et al., 2015).

A base de dados ISI Web of Science Core Collection (WoS) foi pesquisada para a busca de publicações elegíveis. A WoS foi escolhida por ser uma das bases de dados indexadas com maior volume de pesquisas de qualidade e publicações revisadas por pares de periódicos de alto impacto (DIAS et al., 2021; SEVERO et al., 2021; FURSTENAU et al., 2023).

Os documentos foram exportados em 17 de agosto de 2022. O termo "*smart cit*" foi utilizado na pesquisa. Embora outros termos como cidades digitais, cidades sustentáveis, cidades resilientes, cidades conectadas, entre outros, apresentem características semelhantes às cidades inteligentes, neste estudo optou-se por utilizar apenas o termo '*smart*

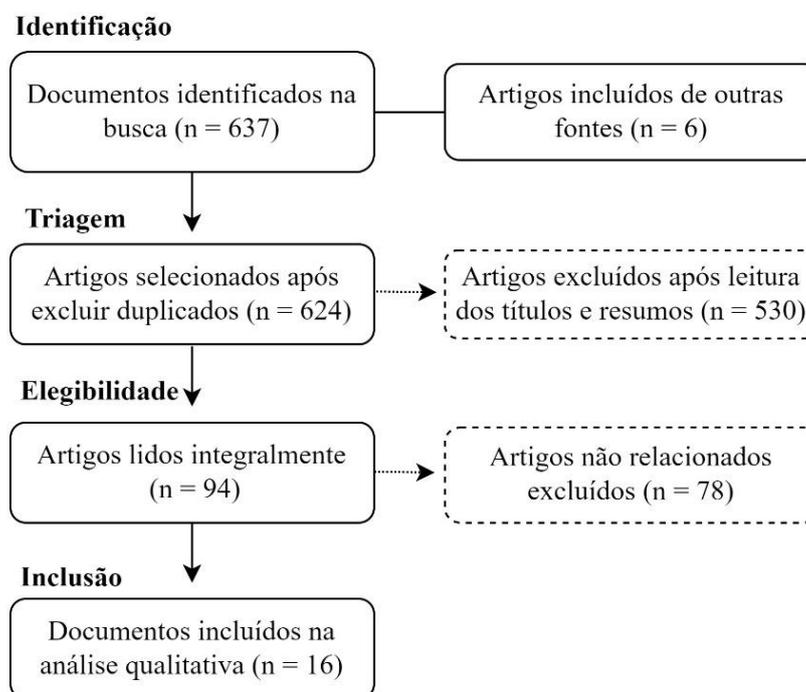


city', por entender que este conceito é mais amplo e pode ter como objetivo final a qualidade de vida dos cidadãos urbanos.

Foram considerados apenas documentos de revisão de literatura, publicados em inglês de 2017 a 2022, com o termo de busca presente no título, no resumo ou nas palavras-chaves. Ao todo, foram encontrados e tabulados 637 documentos. Devido ao número de revisões de literatura publicadas sobre o tema, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão. Foram selecionados apenas artigos com robustez metodológica que apresentavam elementos e/ou dimensões de cidades inteligentes. A robustez metodológica foi avaliada com base no protocolo de revisão utilizado nos estudos analisados, principalmente quanto à reprodutibilidade do estudo e redução do viés dos pesquisadores. Foram selecionados para análise os artigos que identificavam claramente dimensões ou elementos de uma cidade inteligente. Os documentos não acessíveis foram excluídos na fase de elegibilidade.

A abordagem *snowball* (WOHLIN, 2014) foi utilizada para identificar outras pesquisas que caracterizassem as cidades inteligentes a partir de suas dimensões e elementos centrais. Por fim, 34 documentos foram selecionados e incluídos na análise qualitativa. A Figura 1 apresenta as etapas do PRISMA-P.

Figura 1. Fases do protocolo PRISMA



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).



4 Resultados e discussões

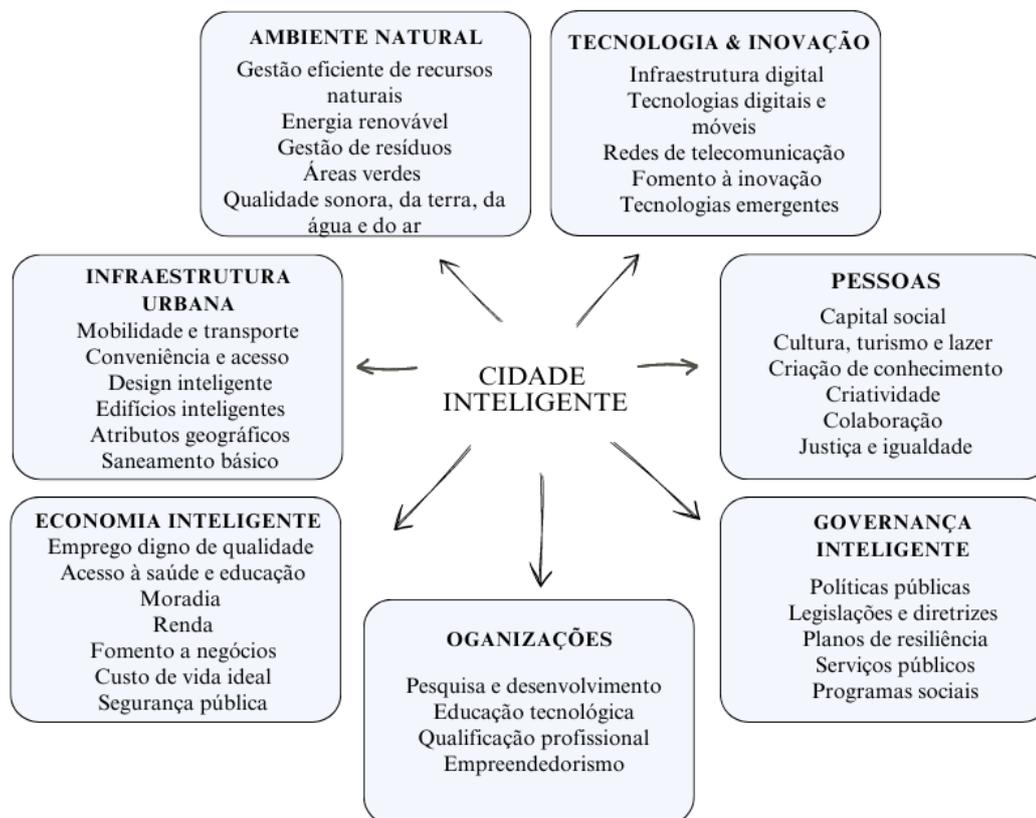
Os resultados mostram que o número de publicações na área tem crescido exponencialmente ao longo do tempo. Em diferentes partes do mundo estão sendo tomadas medidas para desenvolver cidades inteligentes, como Medellín, na Colômbia, Tóquio, no Japão, e Porto Alegre, no Brasil. Com o rápido crescimento das cidades muitos aspectos precisam de atenção. Pesquisadores e profissionais unem forças para encontrar formas de desenvolver cidades mais inteligentes, mais resilientes e mais sustentáveis. Para que uma cidade prospere, é necessário o envolvimento de diferentes atores e a condução e orquestração de muitos elementos urbanos. No entanto, apenas poucos estudos anteriores tentaram explicar o fenômeno das cidades inteligentes a partir da identificação de suas dimensões e de seus elementos (GIL-GARCIA et al., 2015; SILVA et al., 2018; FIRMANSYAH et al., 2019).

Alguns estudos abordaram as dimensões da cidade inteligente, como visto em Albino et al. (2015) e Nam e Pardo (2011a). No entanto, os estudos não consideraram as cidades como sistemas complexos compostos por dimensões e elementos que se inter-relacionam e se retroalimentam. Analisar o espaço urbano como um sistema que interage e se retroalimenta é importante para a compreensão das cidades inteligentes. Além disso, apesar dos avanços teóricos e empíricos, é necessário saber mais sobre os elementos que constituem uma cidade inteligente. De acordo com os resultados, elementos essenciais bem desenvolvidos podem tornar as cidades mais inteligentes, mais sustentáveis e mais resilientes. Estes elementos essenciais podem ser categorizados em dimensões.

Foram identificadas sete dimensões: ambiente natural, infraestrutura urbana, economia inteligente, tecnologia e inovação, pessoas, governança inteligente e organizações. Cada uma das dimensões é composta por um conjunto de elementos essenciais. Os elementos representam os componentes fundamentais para o crescimento econômico, o desenvolvimento urbano e o bem-estar dos cidadãos urbanos. Ao analisar as cidades como sistemas compostos por dimensões e elementos, todos os aspectos urbanos se tornam essenciais, como a manutenção ou criação de áreas verdes, o empreendedorismo, os fluxos econômicos e a valorização da criatividade e do conhecimento.

A Figura 2 apresenta os elementos centrais das cidades inteligentes identificados na literatura e categorizados em sete dimensões. A dimensão representa um subsistema do sistema complexo - a cidade -, enquanto os elementos representam as partes das dimensões.

Figura 2. Dimensões e elementos das cidades inteligentes



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Cada dimensão representa uma área-chave para o desenvolvimento urbano, o que é particularmente importante porque evidencia a amplitude e a complexidade das cidades inteligentes. Percebe-se que, quando isoladas, cada dimensão pode ser facilmente vinculada a outros conceitos de cidade: a dimensão ambiente natural, por exemplo, está diretamente relacionada às cidades verdes e sustentáveis; enquanto a dimensão tecnologia e inovação norteia as cidades digitais e conectadas; a dimensão pessoas, por sua vez, tem forte relação com as cidades cognitivas e do conhecimento.

Ao analisar uma cidade a partir de dimensões, consideram-se também suas características de gestão, políticas e contexto, conforme proposto por Nam e Pardo (2011b). As dimensões urbanas são transversais às atividades rotineiras da população urbana e aos sistemas municipais de saúde, educação e política. A multidimensionalidade e as inter-relações dos espaços urbanos tornam particularmente difícil medir a inteligência de uma cidade, ao mesmo tempo em que tornam essencial a análise dessas dimensões. Embora as



dimensões tenham suas características individuais, também podem ser analisadas em conjunto. A dimensão ‘ambiente natural’ preocupa-se com a sustentabilidade ambiental e com a preservação do pilar ambiental da cidade, mas esta preocupação também está intrinsecamente associada à dimensão ‘infraestrutura urbana’. As ‘organizações’ e as ‘pessoas’ estabelecem relações estáveis no mundo do trabalho e do consumo e são influenciadas pela dimensão de ‘governança’. A ‘tecnologia e a inovação’ surgem em todas as dimensões e podem ser utilizadas por todos. Além disso, todas as dimensões geram algum tipo de resultado na economia local.

As dimensões comprovam que um ambiente urbano inteligente deve proporcionar saúde, educação, saneamento, transporte, lazer, segurança e inúmeros outros benefícios para diferentes grupos e populações de uma cidade. Além disso, uma cidade inteligente precisa estar ancorada em redes sólidas e interações constantes entre seus atores internos (governo, cidadãos e organizações) e externos, tais como atores de outras regiões (OJASALO; KAUPPINEN, 2016). A capacidade de desenvolver a inovação, fomentar os negócios e o empreendedorismo, fortalecer o turismo e as relações externas e promover a igualdade para os seus cidadãos são características essenciais de uma cidade inteligente (NAM; PARDO, 2011a).

Devido à complexidade do tema, a maioria das pesquisas se concentra no estudo de dimensões isoladas das cidades inteligentes, como tecnologia (QIAN et al., 2019; BELLINI et al., 2022; KOMNINOS et al., 2022); governança (LIM; YIGITCANLAR, 2022; GOLUBCHIKOV; THORNBUSH, 2022); infraestrutura urbana (KASZNAR et al., 2021); pessoas (CALZADA, 2021); ambiente natural (ZHOU et al., 2021) e outras dimensões identificadas neste estudo.

Para uma vertente da literatura, uma cidade torna-se mais inteligente quando evolui em direção a uma única dimensão, tornando-se potencialmente mais conectada (KUMMITHA, 2020), sustentável (O'DWYER et al., 2019), ou com infraestruturas melhoradas (YANG; YAMAGATA, 2019). Para outra vertente da literatura, embora cada dimensão individualmente desempenhe um papel essencial no desenvolvimento das cidades, os elementos tecnológicos e não tecnológicos (por exemplo, atributos demográficos, geografia, contexto urbano) precisam ser considerados de forma integrada (KESHAVARZI et al., 2021). Nessa perspectiva, o grau de tecnologia, a infraestrutura urbana, o ecossistema de negócios ou qualquer outro componente sozinho não é capaz de transformar o espaço urbano em uma cidade inteligente.



Existem muitas divergências na literatura sobre o desenvolvimento e a evolução das cidades ao longo do espaço-tempo para se tornarem inteligentes. Este estudo mostra que as várias partes que moldam as cidades (dimensões e elementos) permanecem as mesmas de outrora. No entanto, a maior parte das pesquisas continua a centrar-se em fatores específicos, em uma tentativa de transformar as cidades quase que exclusivamente através da tecnologia, da sustentabilidade ou do crescimento econômico. Assim, esta pesquisa gera *insights* para explorar as cidades inteligentes a partir dos elementos já conhecidos, preocupando-se menos com as dimensões individualizadas e mais com as inter-relações entre as partes que interagem e são interdependentes.

É importante destacar que existem duas características essenciais das cidades inteligentes que, apesar de evidenciadas na literatura, não foram categorizadas como dimensões nesta pesquisa: a sustentabilidade e a resiliência. Entende-se que o desenvolvimento sustentável e a resiliência se não devem ser consideradas dimensões pois se manifestam a partir do resultado positivo das inter-relações e retroalimentações das dimensões e elementos anteriormente identificados. Assim, a sustentabilidade e a resiliência são resultados fundamentais esperados a partir da sinergia das dimensões que orquestram as cidades inteligentes. Essas características se tornaram uma preocupação global através do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 11 da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), que tem a missão de tornar as cidades e os assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (VAIDYA; CHATTERJI, 2020).

Em suma, a inteligência das cidades emerge e se desenvolve a partir de seus elementos, que por sua vez, movimentam os agentes de transformação (setor público, setor privado, instituições de ensino e sociedade civil organizada). Vale ressaltar que as dimensões de cada cidade possuem diferentes (e muitas vezes subjetivos) níveis de desenvolvimento e, portanto, dificultam o processo de transformação das cidades, o que justifica a pulsante dificuldade de mensurar o grau de inteligência das cidades (PATRÃO et al., 2020; SHARIFI, 2019; SHARIFI, 2020; CASTANHO et al., 2019). Esta investigação é o ponto de partida para novos *insights* sobre este problema teórico e empírico, sugerindo uma análise das cidades inteligentes como sistemas complexos para avaliar o grau de inteligência, partindo do pressuposto que a inteligência deriva das inter-relações entre as dimensões aqui identificadas.



5 Considerações finais

Este artigo teve como objetivo explorar as dimensões e os elementos das cidades inteligentes. Ao longo da revisão da literatura, tornaram-se evidentes as divergências acerca do conceito e das dimensões das cidades inteligentes, comprovando que as reflexões teóricas ainda são incipientes em torno destes amplos, abstratos e complexos sistemas que são as cidades. Este estudo também avança ao identificar as dimensões e elementos das cidades inteligentes e ao assumir a necessidade de redes de inter-relação, retroalimentação e cooperação entre as dimensões do sistema.

Este estudo não é isento de limitações. Foram consideradas apenas as revisões de literatura publicadas na base de dados WoS. Apenas as pesquisas que relatavam claramente dimensões e elementos urbanos foram classificadas para a análise qualitativa. Além disso, foi utilizado apenas o conceito '*smart city*', embora reconheçamos que pesquisas com outros termos conhecidos na literatura tenham conteúdo relevante para o campo de estudo. Pesquisas futuras podem responder estas lacunas.

Embora a investigação inicial neste domínio tenha se dedicado principalmente a estudar a transformação das cidades e a encontrar formas de as tornar mais inteligentes, a preocupação com a resiliência urbana também aumentará à medida que o tema atingir a maturidade. A resiliência é uma lacuna importante na literatura, uma vez que quando as cidades atingem maiores níveis de inteligência, passam a buscar estratégias de resiliência para se manterem inteligentes ao longo do tempo. Assim, a resiliência urbana é essencial para que os objetivos de sustentabilidade, desenvolvimento econômico e qualidade de vida, quando atingidos, se mantenham ao longo do espaço-tempo e das constantes transformações urbanas.

Além disso, os urbanistas e pesquisadores devem, cada vez mais, dedicar esforços à criação de cidades inteligentes resilientes e sustentáveis, capazes de persistir e perpetuar ao longo do tempo, ao mesmo tempo que são mutáveis. Para além de preencher uma lacuna teórica, este estudo contribui para a prática ao identificar as dimensões e os elementos centrais de uma cidade inteligente. Este conhecimento é o ponto de partida para explorar as capacidades locais das cidades e desenvolver soluções para o crescimento sustentável das áreas urbanas e o bem-estar dos seus cidadãos.

Embora sejam evidentes a preocupação e a urgência de pesquisadores de todo o mundo em tornar as cidades mais inteligentes, a falta de consenso sobre o significado do conceito e a falta de ferramentas para medir a inteligência das cidades enfraquecem as discussões. Cidades de diferentes partes do mundo continuam a se autodenominar



inteligentes sem seguir parâmetros ou critérios padronizados sobre o que é preciso para ser uma cidade inteligente. Esta inconformidade desencadeia a necessidade de pesquisa futura capaz de criar ferramentas para medir o nível de inteligência das cidades, considerando o impacto local de seus diferentes elementos e dimensões. Além disso, pesquisas futuras poderiam explorar a complexidade das inter-relações entre as dimensões e elementos das cidades inteligentes, seus constantes processos de transformação e suas relações com o ambiente externo.

Referências

- AKANDE, Adeoluwa, et al. The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. *Sustainable Cities and Society*, 2019, vol. 44, p. 475-487.
- AL SHARIF, Reem; POKHAREL, Shaligram. Smart city dimensions and associated risks: Review of literature. *Sustainable Cities and Society*, 2022, vol. 77, p. 103542.
- ALBERTI, Marina, et al. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *BioScience*, 2003, vol. 53, no 12, p. 1169-1179.
- ALBINO, Vito; BERARDI, Umberto; DANGELICO, Rosa Maria. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of urban technology*, 2015, vol. 22, no 1, p. 3-21.
- ANDERIES, John M.; JANSSEN, Marco A.; OSTROM, Elinor. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and society*, 2004, vol. 9, no 1.
- ANTTILA, Juhani; JUSSILA, Kari. Universities and smart cities: the challenges to high quality. *Total Quality Management & Business Excellence*, 2018, vol. 29, no 9-10, p. 1058-1073.
- ARASTEH, Hamidreza, et al. lot-based smart cities: A survey. En 2016 IEEE 16th international conference on environment and electrical engineering (EEEIC). IEEE, 2016. p. 1-6.
- ASHEIM, Bjørn T.; BOSCHMA, Ron; COOKE, Philip. Constructing regional advantage: Platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases. *Regional studies*, 2011, vol. 45, no 7, p. 893-904.
- BALLAND, Pierre-Alexandre; BOSCHMA, Ron. Mapping the potentials of regions in Europe to contribute to new knowledge production in Industry 4.0 technologies. *Regional Studies*, 2021, vol. 55, no 10-11, p. 1652-1666.
- BAKICI, Tuba; ALMIRALL, Esteve; WAREHAM, Jonathan. A smart city initiative: the case of Barcelona. *Journal of the knowledge economy*, 2013, vol. 4, p. 135-148.



- BAUM, Kamila da Silva; SOTT, Michele Kremer. Explorando o papel das cidades inteligentes na mitigação da pobreza. *REVES-Revista Relações Sociais*, 2023, vol. 6, no 2, p. 16711-01e.
- BELLINI, Pierfrancesco; NESI, Paolo; PANTALEO, Gianni. IoT-enabled smart cities: A review of concepts, frameworks and key technologies. *Applied Sciences*, 2022, vol. 12, no 3, p. 1607.
- BENEVOLO, Clara; DAMERI, Renata Paola; D'AURIA, Beatrice. Smart mobility in smart city: Action taxonomy, ICT intensity and public benefits. En *Empowering organizations: Enabling platforms and artefacts*. Springer International Publishing, 2016. p. 13-28.
- BIBRI, Simon Elias; KROGSTIE, John. The emerging data-driven Smart City and its innovative applied solutions for sustainability: The cases of London and Barcelona. *Energy Informatics*, 2020, vol. 3, p. 1-42.
- CALZADA, Igor. The right to have digital rights in smart cities. *Sustainability*, 2021, vol. 13, no 20, p. 11438.
- CAMARGO, Francisco; MONTENEGRO-MARÍN, Carlos Enrique; GONZÁLEZ-CRESPO, Rubén. Towards a new model of smart cities in emerging countries. *Academy of Strategic Management Journal*, 2021, vol. 20, p. 1-20.
- CAMBOIM, Guilherme Freitas; ZAWISLAK, Paulo Antônio; PUFAL, Nathália Amarante. Driving elements to make cities smarter: Evidences from European projects. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, p. 154-167.
- CASTANHO, Mariana S., et al. SMART-C: Developing a “smart city” assessment system using cognitive mapping and the Choquet integral. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2019, vol. 68, no 2, p. 562-573.
- CAVICCHIOLI, Roberto, et al. A novel real-time edge-cloud big data management and analytics framework for smart cities. *Journal of Universal Computer Science*, 2022, vol. 28, no 1, p. 3-26.
- CHOURABI, Hafedh, et al. Understanding smart cities: An integrative framework. En 2012 45th Hawaii international conference on system sciences. IEEE, 2012. p. 2289-2297.
- DAMERI, Renata Paola; NEGRE, Elsa; ROSENTHAL-SABROUX, Camille. Triple Helix in Smart cities: a literature review about the vision of public bodies, universities, and private companies. En 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS). IEEE, 2016. p. 2974-2982.



- DIAS, Janaína Lopes, et al. Data mining and knowledge discovery in databases for urban solid waste management: A scientific literature review. *Waste Management & Research*, 2021, vol. 39, no 11, p. 1331-1340.
- DOGAN, Onur; GURCAN, Omer Faruk. Applications of big data and green IoT-enabling technologies for smart cities. En *Research anthology on big data analytics, architectures, and applications*. IGI Global, 2022. p. 1090-1109.
- DRITSA, Dimitra; BILORIA, Nimish. Towards a multi-scalar framework for smart healthcare. *Smart and Sustainable Built Environment*, 2018, vol. 7, no 1, p. 33-52.
- ENGEL, Jerome S.; BERBEGAL-MIRABENT, Jasmina; PIQUÉ, Josep M. The renaissance of the city as a cluster of innovation. *Cogent Business & Management*, 2018, vol. 5, no 1, p. 1532777.
- ENGELBERT, Jiska; VAN ZONEN, Liesbet; HIRZALLA, Fadi. Excluding citizens from the European smart city: The discourse practices of pursuing and granting smartness. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, p. 347-353.
- FIRMANSYAH, Hendra Sandhi, et al. Identifying the components and interrelationships of smart cities in Indonesia: Supporting policymaking via fuzzy cognitive systems. *IEEE Access*, 2019, vol. 7, p. 46136-46151.
- FLORIDA, Richard. *The rise of the creative class--revisited: Revised and expanded*. Basic Books (AZ), 2014.
- FURSTENAU, Leonardo B., et al. Internet of things: conceptual network structure, main challenges and future directions. *Digital Communications and Networks*, 2022.
- FURSTENAU, Leonardo B., et al. Big data in healthcare: Conceptual network structure, key challenges and opportunities. *Digital Communications and Networks*, 2023.
- GASCÓ-HERNANDEZ, Mila. Building a smart city: lessons from Barcelona. *Communications of the ACM*, 2018, vol. 61, no 4, p. 50-57.
- GIL-GARCIA, J. Ramon; PARDO, Theresa A.; NAM, Taewoo. What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. *Information Polity*, 2015, vol. 20, no 1, p. 61-87.
- GOLUBCHIKOV, Oleg; THORNBUSH, Mary J. Smart cities as hybrid spaces of governance: beyond the hard/soft dichotomy in cyber-urbanization. *Sustainability*, 2022, vol. 14, no 16, p. 10080.
- GOMEZ-NOVY, Juan; POLYZOIDES, Stefanos. A tale of two cities: the failed urban renewal of downtown Tucson in the twentieth century. *Journal of the Southwest*, 2003, p. 87-119.



- HOJDA, Alexandre; DALLABONA FARINIUK, Tharsila Maynardes; SIMÃO, Marcela de Moraes Batista. Building a smart city with trust: the case of '156 central' of Curitiba-Brazil. *Economía, sociedad y territorio*, 2019, vol. 19, no 60, p. 79-108.
- JANIK, Agnieszka; RYSZKO, Adam; SZAFRANIEC, Marek. Scientific landscape of smart and sustainable cities literature: A bibliometric analysis. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no 3, p. 779.
- KASZNAR, Ana Paula P., et al. Multiple dimensions of smart cities' infrastructure: A review. *Buildings*, 2021, vol. 11, no 2, p. 73.
- KENNEDY, Christopher; CUDDIHY, John; ENGEL-YAN, Joshua. The changing metabolism of cities. *Journal of industrial ecology*, 2007, vol. 11, no 2, p. 43-59.
- KESHAVARZI, Golnaz; YILDIRIM, Yalcin; AREFI, Mahyar. Does scale matter? An overview of the "smart cities" literature. *Sustainable Cities and Society*, 2021, vol. 74, p. 103151.
- KIT, Kwok Tak. Revolution of IoT Development in Smartest City: Review of Smart City Development in Singapore and Hong Kong. *International Journal of Architectural and Environmental Engineering*, 2022, vol. 16, no 5, p. 138-141.
- KOMNINOS, Nicos, et al. Towards high impact smart cities: A universal architecture based on connected intelligence spaces. *Journal of the Knowledge Economy*, 2022, vol. 13, no 2, p. 1169-1197.
- KUMMITHA, Rama Krishna Reddy. Smart cities and entrepreneurship: An agenda for future research. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 149, p. 119763.
- KUMMITHA, Rama Krishna Reddy. Why distance matters: The relatedness between technology development and its appropriation in smart cities. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, vol. 157, p. 120087.
- LAI, Chun Sing, et al. A review of technical standards for smart cities. *Clean Technologies*, 2020, vol. 2, no 3, p. 290-310.
- LI, Xia, et al. Towards sustainable smart cities: An empirical comparative assessment and development pattern optimization in China. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 215, p. 730-743.
- LIM, Seng Boon; YIGITCANLAR, Tan. Participatory governance of Smart cities: Insights from e-participation of Putrajaya and Petaling Jaya, Malaysia. *Smart Cities*, 2022, vol. 5, no 1, p. 71-89.
- LIM, Si Yeong; SAKONG, Ho Sang; OH, Changwha. Geospatial information strategies for the hyper-connected smart city. Korea Research Institute for Human Settlements, 2018.



- LOMBARDI, P., et al. Modelling the smart city performance Innovation: The European Journal of Social Science Research 25 (2): 137–149. 2012.
- MCGINNIS, Michael D.; OSTROM, Elinor. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. Ecology and society, 2014, vol. 19, no 2.
- MEEROW, Sara; NEWELL, Joshua P.; STULTS, Melissa. Defining urban resilience: A review. Landscape and urban planning, 2016, vol. 147, p. 38-49.
- MOHER, David, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. Annals of internal medicine, 2009, vol. 151, no 4, p. 264-269.
- MOHER, David, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. Systematic reviews, 2015, vol. 4, no 1, p. 1-9.
- MYEONG, Seunghwan; PARK, Jaehyun; LEE, Minhyung. Research models and methodologies on the smart city: A systematic literature review. Sustainability, 2022, vol. 14, no 3, p. 1687.
- NAIR, Pradeep; SHARMA, Sandeep. Smart city: A failed approach to urban regeneration for Indian cities. 2017.
- NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. En Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times. 2011. p. 282-291.
- NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A. Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context. En Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance. 2011. p. 185-194.
- NEIROTTI, Paolo, et al. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. Cities, 2014, vol. 38, p. 25-36.
- O'DWYER, Edward, et al. Smart energy systems for sustainable smart cities: Current developments, trends and future directions. Applied energy, 2019, vol. 237, p. 581-597.
- OJASALO, Jukka; KAUPPINEN, Heini. Collaborative innovation with external actors: an empirical study on open innovation platforms in smart cities. Technology Innovation Management Review, 2016, vol. 6, no 12.
- OLIVEIRA, Thays A., et al. Digital Cities and Emerging Technologies. Smart and Digital Cities: From Computational Intelligence to Applied Social Sciences, 2019, p. 197-207.
- OSTROM, Elinor. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. Science, 2009, vol. 325, no 5939, p. 419-422.



- PATRÃO, C.; MOURA, P.; ALMEIDA, AT de. Review of Smart City Assessment Tools. *Smart Cities*, 3 (4), 1117–1132. 2020.
- PENCO, Lara; IVALDI, Enrico; CIACCI, Andrea. Entrepreneurial ecosystem and well-being in European smart cities: a comparative perspective. *The TQM Journal*, 2021, vol. 33, no 7, p. 318-350.
- PRASAD, Deepti; ALIZADEH, Tooran. What makes Indian cities smart? A policy analysis of smart cities mission. *Telematics and Informatics*, 2020, vol. 55, p. 101466.
- QIAN, Yi, et al. The internet of things for smart cities: Technologies and applications. *IEEE Network*, 2019, vol. 33, no 2, p. 4-5.
- RUHLANDT, Robert Wilhelm Siegfried. The governance of smart cities: A systematic literature review. *Cities*, 2018, vol. 81, p. 1-23.
- SANCINO, Alessandro; HUDSON, Lorraine. Leadership in, of, and for smart cities—case studies from Europe, America, and Australia. *Public Management Review*, 2020, vol. 22, no 5, p. 701-725.
- SETA, Fumihiko, et al. From poverty, inequality to smart city. *En Proceedings of the National Conference on Sustainable Built Environment*. 2015.
- SEVERO, Priscilla Paola, et al. Thirty years of human rights study in the web of science database (1990–2020). *International journal of environmental research and public health*, 2021, vol. 18, no 4, p. 2131.
- SHAMSUZZOHA, Ahm, et al. Smart city for sustainable environment: A comparison of participatory strategies from Helsinki, Singapore and London. *Cities*, 2021, vol. 114, p. 103194.
- SHARIFI, Ayyoob. A critical review of selected smart city assessment tools and indicator sets. *Journal of cleaner production*, 2019, vol. 233, p. 1269-1283.
- SHARIFI, Ayyoob. A typology of smart city assessment tools and indicator sets. *Sustainable cities and society*, 2020, vol. 53, p. 101936.
- SILVA, Bhagya Nathali; KHAN, Murad; HAN, Kijun. Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable cities and society*, 2018, vol. 38, p. 697-713.
- SMITH, Harry, et al. Exploring the relevance of ‘smart city’ approaches to low-income communities in Medellín, Colombia. *GeoJournal*, 2023, vol. 88, no 1, p. 17-38.
- SOTT, Michele Kremer; BENDER, Mariluz Sott; DA SILVA BAUM, Kamila. Covid-19 Outbreak in Brazil: Health, Social, Political, and Economic Implications. *International Journal of Health Services*, 2022, vol. 52, no 4, p. 442-454.



- SOTT, Michele Kremer; FACCIN, Kadígia; DA SILVA, Luciana Maines. Smart Cities' Collaboration: Pacto Alegre's Case. En ISPIIM Conference Proceedings. The International Society for Professional Innovation Management (ISPIIM), 2023. p. 1-12.
- SOTT, Michele Kremer; DA SILVA BAUM, Kamila; BENDER, Mariluz Sott. Sociedade 5.0: explorando os dilemas do ecossistema social do futuro. REVES-Revista Relações Sociais, 2022, vol. 5, no 4, p. 14920-01e.
- SPILIOTOPOULOU, Maria; ROSELAND, Mark. Urban sustainability: from theory influences to practical agendas. Sustainability, 2020, vol. 12, no 18, p. 7245.
- VAIDYA, Hitesh; CHATTERJI, Tathagata. SDG 11 Sustainable Cities and Communities: SDG 11 and the New Urban Agenda: Global Sustainability Frameworks for Local Action. Actioning the Global Goals for Local Impact: Towards Sustainability Science, Policy, Education and Practice, 2020, p. 173-185.
- VANOLO, Alberto. Is there anybody out there? The place and role of citizens in tomorrow's smart cities. Futures, 2016, vol. 82, p. 26-36.
- WOHLIN, Claes. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. En Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering. 2014. p. 1-10.
- YANG, Perry PJ; YAMAGATA, Yoshiki. Urban systems design: shaping smart cities by integrating urban design and systems science. En Urban Systems Design. Elsevier, 2020. p. 1-22.