

Knowledge districts and their urban proposals: urban vitality metrics with information modeling

Adriane Eloah¹, Marcela Noronha¹, Gabriela Celani¹

¹ Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil
adrianeeloah@gmail.com; noronhap@unicamp.br;
celani@unicamp.br

Abstract. The 21st century brings changes and challenges that impact the economy, society, as well as built and natural environments. Knowledge is seen as an opportunity and a driving force in the global market. Thus, cities invest in innovation and human capital, by increasing the quality of place and urban vitality, which are essential to attract and retain talent and businesses. In this context, innovation districts emerge under the paradigms of Knowledge-based Urban Development and the quintuple helix innovation model. However, the literature still lacks indicators to measure urban vitality for planning these spaces. This work aims to systematically structure the knowledge on urban vitality and its indicators to support the planning of vibrant innovation territories, and to explore the potential to integrate these indicators into city information models (CIM).

Keywords: Predictive modeling; Knowledge-based urban development, Urban vitality, City information modeling (CIM)

1 Introdução

Nas últimas décadas, muitas cidades no mundo passaram pela transformação de atividades econômicas, da produção industrial em massa para a produção de bens e serviços intensivos em conhecimento (Yigitcanlar & Velibeyoglu, 2008). Consequentemente, este torna-se cada vez mais importante na economia, por isso considera-se o nível e a acumulação de capital humano como os principais motores de desenvolvimento econômico de um território (Florida, 2014; Gyurkovics & Lukovics, 2014). Dessa maneira, as cidades globalmente competitivas investem no aumento da inovação, da atração e retenção de trabalhadores altamente qualificados, e de indústrias do conhecimento (Florida, 2014; Yigitcanlar et al., 2020).

Diante desse movimento, surge um novo tipo de uso do solo denominado “distrito de inovação” que se conforma em torno de atividades baseadas no conhecimento em cidades e regiões (Esmaeilpoorarabi et al., 2018).

Caracterizam-se como espaços em escala de bairro urbano que resultam como nexo espacial dos paradigmas estabelecidos pelo Desenvolvimento Urbano Baseado no Conhecimento (Knowledge-Based Urban Development - KBUD). O KBUD é uma abordagem de desenvolvimento estratégico, que se sustenta no conceito de modelo de inovação de quíntupla hélice por meio de uma economia segura em um ambiente socialmente humano. Ou seja, não se limita apenas ao sucesso econômico, mas busca, simultaneamente, a ordem socioespacial e a boa governança. Ainda, inclui a sustentabilidade ambiental e o meio natural como fatores-chave para as cidades do conhecimento, não só como preocupação ecológica, mas também como possível catalisador para o seu avanço (Yigitcanlar & Velibeyoglu, 2008).

Os distritos de inovação contemporâneos se diferenciam dos parques tecnológicos tradicionais, com ênfase na co-localização de negócios, pois foram se adaptando na medida em que os modelos de inovação evoluíram (Yigitcanlar & Velibeyoglu, 2008). A terceira e última geração de parques científicos, normalmente localizados nos centros urbanos, envolve atores econômicos, acadêmicos, governamentais e o local onde ocorrem as atividades de inovação globais e regionais. Assim, visa à melhora do bem-estar da comunidade em que se insere, por meio do apoio à cooperação entre esses três atores, e estabelece uma comunicação de feedback entre os desenvolvedores e usuários do conhecimento (Annerstedt, 2006). Essa relação de cooperação entre academia-indústria-governo, que inclui a participação social como um fator essencial, define um modelo de inovação de quádrupla hélice. Já a quíntupla hélice insere o meio ambiente e a economia como motores para a produção do conhecimento (Carayannis et al., 2012). Noronha et al. (2023) fazem a associação de territórios localizados em franjas urbanas aos paradigmas do KBUD e ao modelo de inovação de quíntupla hélice, e propõe a classificação desses espaços, resultantes da modernização de antigos parques científicos de segunda geração, como uma quarta geração de áreas de ciência e tecnologia.

Sendo assim, neste trabalho, discutiremos KBUDs como distritos de inovação localizados em franjas urbanas, onde há a oportunidade de aplicar as tecnologias mais recentes para obter uma convivência adequada entre as atividades humanas e o meio ambiente (Noronha et al., 2023). Esses empreendimentos urbanos implementam estratégias de atualização de infraestruturas e de melhoria da qualidade de vida e do lugar. Contudo é um desafio aliar o adensamento de regiões, localizadas na interface entre o rural e o urbano, à conservação do meio ambiente. Ademais, esses territórios são produzidos de forma artificial e rápida, o que, por sua vez, pode afetar a identidade e senso de pertencimento ao lugar. Portanto, o alcance da serendipidade e vitalidade necessárias ao ambiente de inovação não é uma questão trivial (Noronha et al., 2023; Pancholi et al., 2015).

O desenvolvimento de um ecossistema de inovação nesses distritos depende da concentração e da proximidade entre trabalhadores altamente qualificados. Todavia, observa-se que a sociedade do conhecimento é

altamente móvel e o trabalhadores da indústria criativa escolhem lugares baseados em opções de estilo de vida e em atributos específicos do lugar que atendam às suas necessidades e identidades criativas. Essa tendência gera um efeito significativo na geografia econômica e social e na natureza das comunidades, pois a qualidade do lugar prevalece sobre a corporação industrial (Florida, 2014; Esmaeilpoorarabi et al., 2018).

Deste modo a construção de espaços vibrantes e de qualidade, que garantam níveis suficientes de vitalidade urbana, deve ser considerada central no planejamento de distritos de inovação. Isso posto, os ambientes naturais e construídos constituem-se como ferramentas para o desenvolvimento de territórios que cumpram expectativas sofisticadas e diversas de estilos de vida, como qualidade do lugar associada à vitalidade urbana, a fim de aproximar e reter a classe criativa (Florida, 2014; Pancholi et al., 2015; Esmaeilpoorarabi et al., 2018).

A qualidade do lugar combina tanto ativos visíveis, como estruturas físicas e meio ambiente, quanto questões subjetivas, como valores humanos e socioculturais da região, que geram um senso de lugar para empresas, trabalhadores e usuários do distrito (Florida, 2014; Esmaeilpoorarabi et al., 2018). Além do mais, uma densa concentração de pessoas nas ruas, com atividades e diversidade social entre edifícios e espaços públicos de qualidade são condições básicas para garantir a vivacidade de uma região (Gehl, 2013; Jacobs, 2017).

A literatura dedicada ao tema enfatiza a correlação direta entre a vitalidade urbana e o bom funcionamento de distritos de inovação (Florida, 2014, Yigitcanlar, 2008; Pancholi et al., 2015). No entanto, ainda é necessária uma delimitação clara do termo vitalidade urbana, assim como a definição de seus indicadores e parâmetros para esta tipologia de empreendimento. Tampouco há ferramentas de suporte para o planejamento e projeto desse tipo de território. Trabalhos anteriores demonstraram que modelos quantitativos para determinantes da vitalidade urbana podem dar suporte à avaliação da sustentabilidade no planejamento e no projeto do território (Noronha et al., 2023). Para além do planejamento urbano bidimensional, esses índices de vitalidade urbana, como por exemplo, parâmetros de densidade, intensidade de uso, uso misto do solo, variedade de funções, relação público-privado, entre outros, podem ser utilizados na Modelagem da Informação da Cidade (City Information Modeling - CIM), para a simulação computacional, a fim de comparar diferentes cenários de ocupação (Gil, 2020).

Este trabalho mapeia de forma sistemática indicadores e ferramentas referentes à vitalidade urbana, a fim de estruturar o conhecimento sobre o tema, organizando-o na forma de uma tabela com parâmetros que possam ser utilizados para modelagem paramétrica e simulação preditiva de projeto, dando suporte ao planejamento de distritos de inovação de alta qualidade. Nesse contexto, discute-se as potencialidades da integração de indicadores de vitalidade urbana a modelos de informação da cidade (CIM), com o objetivo de

contribuir para o planejamento e desenvolvimento de territórios vibrantes de inovação.

2 Metodologia

A presente pesquisa adota uma abordagem metodológica baseada no Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL). Este tipo de revisão tem como objetivo levantar e categorizar a literatura existente sobre um determinado assunto a fim de identificar lacunas no conhecimento e planejar pesquisas futuras para saná-las (Grant & Booth, 2009).

O MSL foi conduzido na base de dados Web of Science (WoS), reconhecida por sua abrangência e rigor na indexação de estudos revisados por pares. Foram buscados estudos que apresentam indicadores relacionados ao ambiente construído que sejam adequados à quantificação da vitalidade urbana, com o objetivo futuro de implementá-los em um modelo paramétrico e preditivo. Abrange artigos indexados até maio de 2023 e seguiu as seguintes fases:

1. Identificação de palavras-chave a partir de revisão de artigos sobre o tema “Urban Vitality”;
2. Refinamento da *string* de busca utilizando a base de dados Web of Science e leitura de títulos e resumos;
3. Definição da *string* de busca e dos operadores booleanos para o MSL conforme ilustrado na Figura 1;
4. Leitura de títulos, resumos e palavras-chave da amostra inicial de 132 estudos, para análise da aderência ao tema da pesquisa conforme os critérios de inclusão e exclusão apresentados na Tabela 1;
5. Leitura dos 76 artigos completos da amostra resultante da fase anterior, conforme ilustrado na Figura 2;
6. Análise bibliométrica da amostra resultante;
7. Revisão bibliográfica e categorização dos estudos em uma tabela para identificação de lacunas e indicadores.

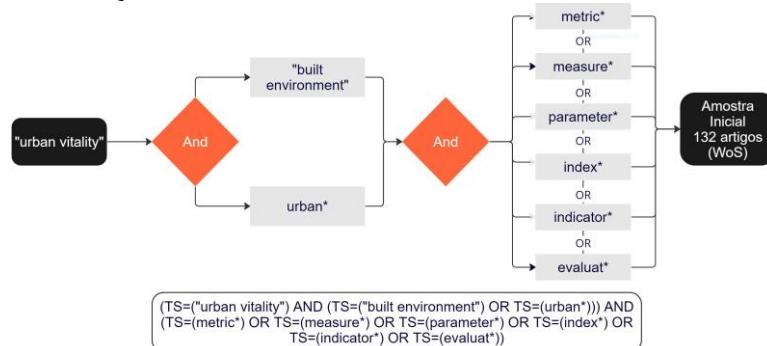


Figura 1. Processo de construção da *string*. O operador “TS” refere-se a tópico (título, resumo e palavras-chave). Fonte: Autores, 2023

Tabela 1. Estágios e critérios de filtragem usados para a seleção da amostra final

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
1 - Idioma em inglês - Documentos com termos claros que indiquem o estudo de vitalidade urbana nos títulos, resumos e palavras-chave - Estudos de revisão com indicadores	- Outros idiomas - Documentos que não indicam claramente o estudo sobre vitalidade urbana nos títulos, resumos e palavras-chave - Estudos de revisão sem indicadores
2 - Documentos que apresentam indicadores e métricas de vitalidade urbana	- Documentos que não apresentam indicadores e métricas de vitalidade urbana de acordo com os tópicos definidos por essa revisão.
3 - Documentos com estudos de caso possíveis de replicabilidade	- Documentos com estudos de caso específicos que não possuem replicabilidade.
4 - Metodologias e fontes de dados possíveis de replicabilidade em diferentes contextos urbanos	- Metodologias e fontes de dados sem replicabilidade em outros contextos urbanos

Fonte: Autores, 2023

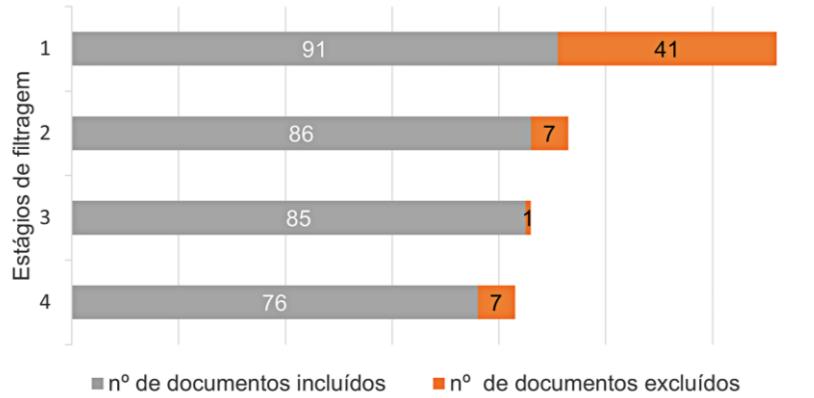


Figura 2. Números de documentos por estágios de filtragem. Fonte: Autores, 2023

A análise bibliométrica e a revisão dos artigos da amostra resultante foram organizados em uma tabela sistematizando os indicadores para a avaliação de vitalidade urbana.

3 Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados do MSL. Inicialmente é tratada a análise bibliométrica e na sequência é apresentado o quadro com indicadores para a avaliação de vitalidade urbana.

3.1 Resultados da análise bibliométrica

A análise bibliométrica é utilizada para avaliar o cenário atual de pesquisa, e identificar as tendências e os padrões para o desenvolvimento futuro da área específica. Neste artigo, utilizaram-se as ferramentas VOSviewer e a ferramentas de análise do banco de dados WoS na investigação do conjunto de metadados dos documentos selecionados.

Embora a vitalidade urbana não seja um campo de pesquisa recente, sua importância no planejamento urbano tem sido acompanhada pelo desafio de mensurar seus indicadores de forma objetiva (Jiang et al., 2023). Diante dessa questão, a literatura acadêmica atual se empenha no desenvolvimento de metodologias adequadas que permitam uma abordagem mais precisa e confiável. A Figura 3 apresenta um resumo do número de trabalhos publicados nessa área desde o ano 2010 até maio de 2023.

Verifica-se que o número de artigos publicados anualmente sobre o tema era inferior a 10 até o ano de 2020. No entanto, a partir de 2022, esse valor triplicou. Esse aumento significativo evidencia a atuação dos pesquisadores em quantificar a vitalidade urbana, refletindo assim o interesse cada vez maior de suprir planejadores urbanos contemporâneos com dados para a criação de cidades com maior qualidade de vida, associadas a espaços mais vibrantes.

Dos 33 periódicos em que se distribuem os artigos, classificaram-se os 10 com maior número de publicações sobre o tema, conforme mostrado na Figura 4. Observa-se que tais periódicos têm abordagens voltadas à sustentabilidade, bem como ao ambiente e ao planejamento urbano. Os cinco primeiros periódicos em número total de publicações tratam de estudos urbanos e sustentabilidade, corroborando a relevância do ambiente construído para a vitalidade urbana e para a sustentabilidade. Numa outra análise, das 419 palavras-chave utilizadas na literatura coletada, apenas 29 foram repetidas em mais de 5 estudos na amostra. A rede de co-ocorrência dessas palavras, ilustrada na Figura 5, demonstra que o tema deste estudo se divide em quatro agrupamentos principais. Essa análise permitiu a identificação dos diferentes campos de pesquisa envolvidos no tema. O termo “urban vitality” apresentou a maior recorrência, seguido de “built environment” do segundo grupo, “vibrancy” do terceiro e, por último, “China”, do quarto. Assim, esses dados, permitem a reafirmação de que os indicadores de vitalidade urbana estão diretamente relacionados ao ambiente construído, tais como uso do solo, densidade, caminhabilidade, acessibilidade, entre outros. Outras palavras como “growth”, “urbanization”, “ghost cities” sugerem a conexão do tema com a expansão urbana, urbanização e revitalização de cidades fantasma da China. Destacam-se, por fim, as palavras “big data” e “space syntax” como, respectivamente, as únicas fontes de dados e meios de análise presentes na amostra, sugerindo seu uso e escolha frequente no desenvolvimento das pesquisas sobre esse tema.

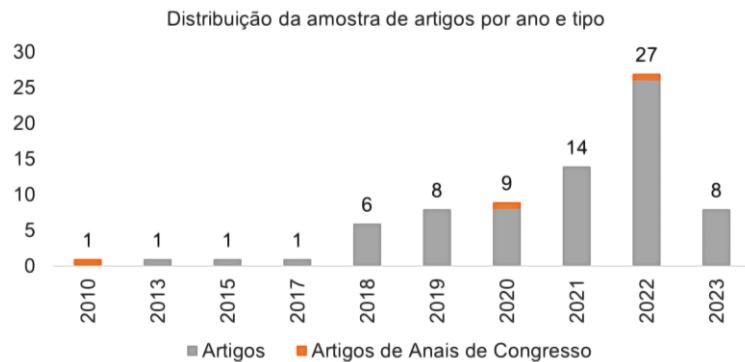


Figura 3. Números de documentos por ano e tipo. Fonte: Autores, 2023



Figura 4. Números de documentos por periódicos. Fonte: Autores, 2023

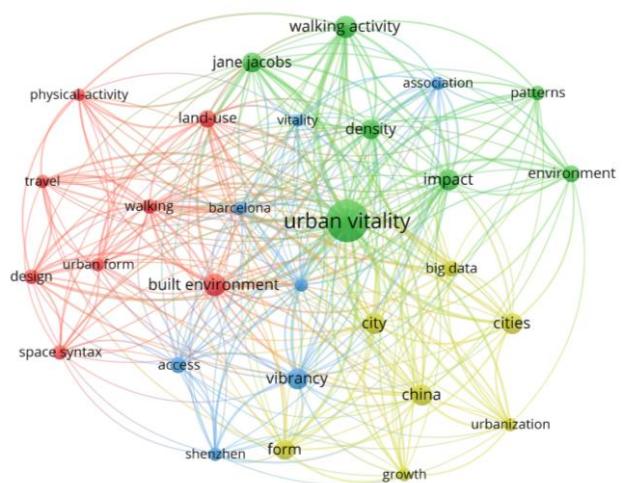


Figura 5. Mapa visual das palavras-chave recorrentes. Fonte: Autores, 2023

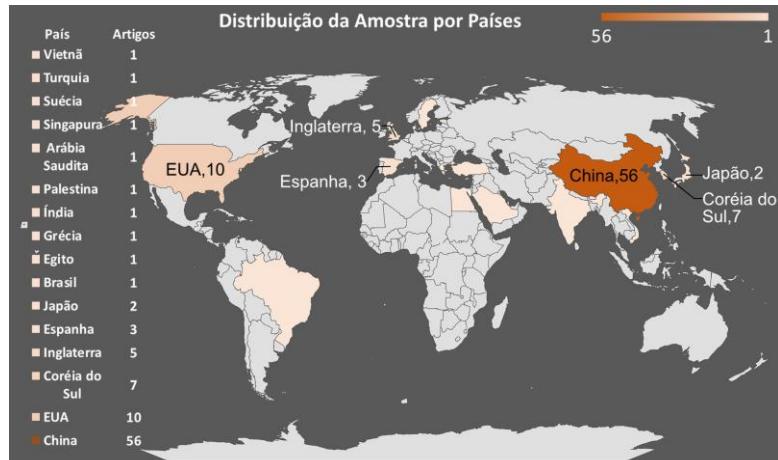


Figura 6. Mapa visual do número de documentos por país. Fonte: Autores, 2023

De acordo com a classificação dos países com maior número de artigos publicados no campo (Figura 6), a China se destaca na liderança, apresentando uma notável contribuição no aumento da taxa de crescimento de publicações nesse assunto. Esse resultado reflete o crescente interesse do país sobre o tema, à medida que enfrenta desafios decorrentes da sua rápida expansão urbana. Por isso, mensurar e avaliar a força da vitalidade urbana tem sido seu principal tópico de pesquisa (Jiang et al., 2023).

As análises bibliométricas realizadas forneceram um melhor entendimento das tendências e abordagens de pesquisa relacionadas à mensuração da vitalidade urbana. Com base nesses resultados, estruturou-se a tabela de indicadores, o principal objetivo desse MSL, discutida na próxima seção.

3.2 Estrutura de avaliação de vitalidade urbana

A partir da MSL estruturou-se uma tabela de avaliação de vitalidade urbana, com o propósito de sistematizar os indicadores encontrados na literatura. O objetivo foi selecionar aqueles que poderiam ser aplicados na parametrização de questões objetivas e subjetivas que influenciam no aumento da vitalidade urbana, essencial para o desenvolvimento de distritos de inovação.

A tabela foi desenvolvida seguindo o fluxograma da Figura 7, com base nas evidências identificadas na amostra. A fim de refletir a delimitação encontrada na literatura entre métodos e aplicações dos indicadores discutidos, ela está subdividida em: a) sistemas de avaliação de vitalidade urbana; b) mecanismos influentes na vitalidade urbana; c) critérios de classificação de vitalidade urbana; e d) as interações de acoplamento com outros fatores.

A partir da análise da informação tabelada conclui-se que o ambiente construído se destaca na amostra como o principal fator de influência sobre a vitalidade urbana, sendo recorrentes as referências aos “5D”, diversidade, densidade, design, acessibilidade aos destinos e distância ao transporte

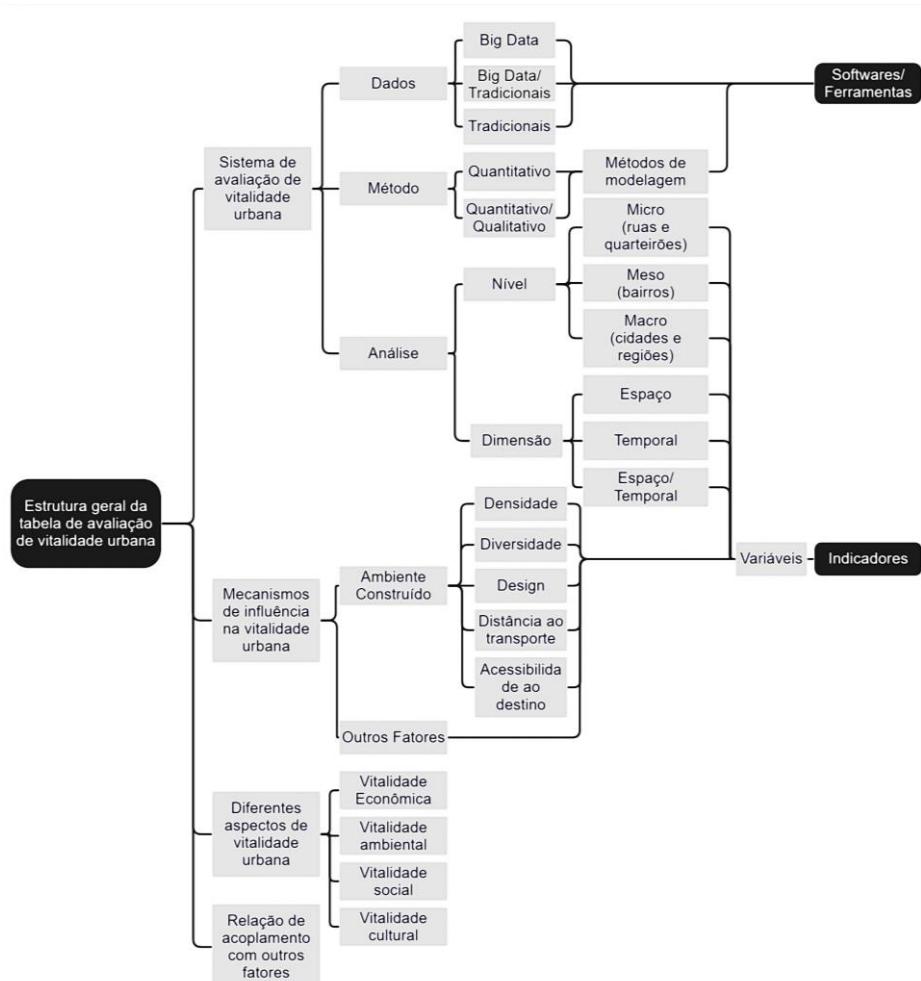


Figura 7. Fluxograma da estrutura da tabela de avaliação da vitalidade urbana.
Fonte: Autores, 2023

público, e seu uso nos modelos (Ewing & Cervero, 2010). *Big data* é a principal fonte de dados utilizada para a avaliação da vitalidade urbana. A modelagem computacional foi mais aplicada à ponderação dos indicadores e à avaliação da diversidade. Em alguns estudos a vitalidade urbana é subdividida em vitalidades econômica, social, ambiental e cultural. Adicionalmente, identificaram-se relações de acoplamento entre vitalidade urbana e a expansão urbana, a revitalização, o conforto térmico ambiental e o uso do solo.

4 Discussão

A elaboração dessa tabela de avaliação de vitalidade urbana oferece uma perspectiva abrangente sobre as tendências atuais de pesquisas, elucidando as métricas e os indicadores aplicáveis à avaliação da vitalidade urbana. A partir desse MSL, conclui-se que as pesquisas até o momento se dedicaram à avaliação e à quantificação da vitalidade urbana em ambientes já estabelecidos, porém não propuseram a implementação dessas métricas para novos empreendimentos, utilizando modelos preditivos. Nesse sentido, pretende-se selecionar as variáveis e os indicadores aplicáveis à modelagem preditiva de cenários urbanos que atendam às expectativas de ambientes de inovação dinâmicos e vibrantes.

Considerando os múltiplos desafios impostos pela sustentabilidade e as oportunidades proporcionadas pela digitalização, incorpora-se o conceito de Modelagem da Informação das Cidades (City Information Modeling - CIM) como um paradigma promissor para dar suporte à decisão no planejamento urbano a partir da gestão da informação, da análise dados e da modelagem de cenários. Esse conceito implica no desenvolvimento e aplicação de ferramentas interoperáveis de diferentes áreas do conhecimento, potencialmente de código aberto. É aplicável ao processo de projeto e à gestão do ambiente construído, associando dados urbanos a métodos paramétricos, generativos e modelos analíticos, fomentando a colaboração em equipes multidisciplinares, bem como a participação social (Gil, 2020).

A partir da modelagem paramétrica, combinando ferramentas de Computer-aided Design (CAD) ao Sistema de Informação Geográfica (SIG), o cenário urbano pode ser estruturado algorítmicamente, incluindo determinados parâmetros condicionados ao seu estado inicial. A interação do modelo geométrico paramétrico ocorre por meio da entrada e manipulação de valores associados a esses parâmetros para gerar múltiplos cenários projetuais. Ademais, essa ação permite não só introduzir conjuntos de soluções progressivamente otimizáveis, como também alcançar metas de desempenho definidas inicialmente (Gil, 2020). Esse processo facilita a validação e a seleção de soluções que satisfaçam os critérios estabelecidos, mas também permite a incorporação da subjetividade do profissional. Consequentemente, o paradigma permite incorporar atributos econômicos, sociais, culturais ou espaciais, desde que sejam quantificáveis (Fasoulaki, 2008).

A Figura 8 apresenta um exemplo de modelo paramétrico, no qual foram incorporadas a distribuição de uso misto e as tipologias de ocupações. Isso demonstra a fácil implementação da proporção tanto entre os usos mistos quanto entre os espaços público-privados, o que constitui como um dos parâmetros de vitalidade urbana. Dessa forma, a próxima etapa desta pesquisa consiste em testar os indicadores encontrados nesse MSL, em um modelo paramétrico de um projeto urbano de um distrito de inovação: o Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS), localizado em Campinas, São Paulo.

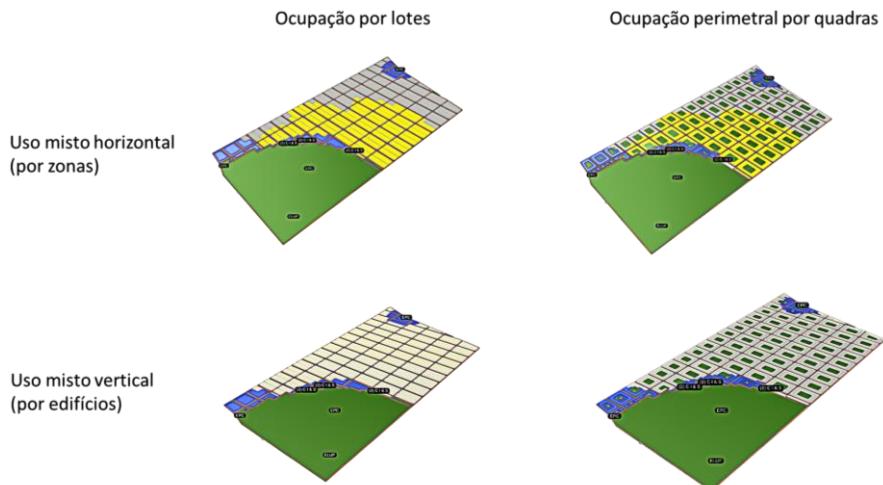


Figura 8. Modelo paramétrico com distribuição de uso misto e tipologias de ocupações. Fonte: Autores, 2023

No caso do HIDS, já existe um modelo paramétrico sendo utilizado em processos participativos para o refinamento da proposta de ocupação do território. Os cenários gerados são validados a partir de metas de potencial construtivo, visando à viabilidade econômica desse empreendimento, o qual se localiza em um parque tecnológico de segunda geração que está passando por um processo de reestruturação com o objetivo de tornar-se um parque de inovação de quarta geração. Assim, pretende-se integrar elementos de vitalidade urbana no sistema, como distribuição de amenidades, densidade, diversidade e intensidade do uso do solo, entre outros, buscando a obtenção de um modelo capaz de prever e mensurar esses atributos que atendam às expectativas de vitalidade urbana, essenciais para espaços de inovação.

Este estudo mapeou de forma sistemática artigos sobre métrica para a avaliação da vitalidade urbana. A partir da revisão da amostra de trabalhos relevantes ao tema, desenvolveu-se uma tabela com indicadores e métricas relevantes à implementação em modelos preditivos, por meio do CIM. Posteriormente, pretende-se validar esses indicadores aplicáveis em um modelo preditivo baseado em CIM para a avaliação da futura vitalidade urbana do projeto de ocupação do HIDS. O CIM dá suporte ao processo de projeto, à comunicação e à negociação entre seus diversos protagonistas, por meio da visualização e simulação de múltiplos cenários. Ressalta-se a potencialidade de tais simulações, que vão além do planejamento urbano bidimensional, na busca pela necessária vitalidade urbana de distritos de inovação vibrantes.

Agradecimentos: Ao CEUCI, um Centro de Ciência para Desenvolvimento, financiado pela FAPESP (processos 21/11962-4; 23/00882-5). À Pró-reitoria de pesquisa da Unicamp, por financiamento recebido.

Referências

- Annerstedt, J. (2006). 14 Science parks and high-tech clustering. International handbook on industrial policy, 279.
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of innovation and entrepreneurship*, 1, 1-12.
- Carrillo, F. J., Yigitcanlar, T., García, B., & Lönnqvist, A. (2014). Knowledge and the city: Concepts, applications and trends of knowledge-based urban development. Routledge.
- Esmaeilpoorarabi, N., Yigitcanlar, T., Guaralda, M., & Kamruzzaman, M. D. (2018). Evaluating place quality in innovation districts: A Delphic hierarchy process approach. *Land use policy*, 76, 471-486.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the built environment: A meta-analysis. *Journal of the American planning association*, 76(3), 265-294.
- Fasoulaki, E. (2008). Integrated design: A generative multi-performative design approach (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Florida, R. (2014). The rise of the creative class--revisited: Revised and expanded. Basic Books (AZ).
- Gehl, J. (2013). Cidades para pessoas. 3^a edição. Tradução de Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva, 276, 1-10.
- Gil, J. (2020). City information modelling: A conceptual framework for research and practice in digital urban planning. *Built Environment*, 46(4), 501-527.
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health information & libraries journal*, 26(2), 91-108.
- Gyurkovics, J., & Lukovics, M. (2014). Generations of Science Parks in the Light of Responsible Innovation.
- Jacobs, J. (2017). Morte e vida de grandes cidades. Martins Fontes.
- Jiang, Y., Zhang, Y., Liu, Y., & Huang, Z. (2023). A Review of Urban Vitality Research in the Chinese World. *Transactions in Urban Data, Science, and Technology*, 27541231231154705.
- Noronha, M., Silva, R.C., & Celani, G. (2023). Placemaking in the Design of Knowledge? Based Urban Developments: extending CIM capabilities in the planning phase. *Journal of Architectural Culture*. 91-112.
- Pancholi, S., Yigitcanlar, T., & Guaralda, M. (2015). Place making facilitators of knowledge and innovation spaces: insights from European best practices. *International Journal of Knowledge-Based Development*, 6(3), 215-240.
- Yigitcanlar, T., Velibeyoglu, K., & Baum, S. (Eds.). (2008). Knowledge-based urban development: Planning and applications in the information era: Planning and applications in the information era. IGI Global.
- Yigitcanlar, T., Adu-McVie, R., & Erol, I. (2020). How can contemporary innovation districts be classified? A systematic review of the literature. *Land Use Policy*, 95, 104595.