
A MATURIDADE INSTITUCIONAL DOS ECOSSISTEMAS TECNOLÓGICOS URBANOS: O CASO DO ECOSSISTEMA BIM, CIM E GIS DE CURITIBA

Augusto Pimentel Pereira¹
Mario Prokopiuk²

INTRODUÇÃO

O City Information Modeling (CIM) é uma inovação das tecnologias de informação e comunicação (TICs) aplicadas ao gerenciamento e planejamento urbano (AMORIM, 2015; PEREIRA; PROKOPIUK, 2022; THOMPSON et al., 2016; XU et al., 2014). As cidades contemporâneas tem enfrentado desafios para incorporar as TICs em seus processos de planejamento e gestão (ACUTO; PARNELL; SETO, 2018; FERNANDEZ-ANEZ; FERNÁNDEZ-GÜELL; GIFFINGER, 2018; FIRMINO; FREY, 2014), entre outros motivos, pelo fato das informações utilizadas tendem a não levar em conta necessidades específicas dos diferentes agentes envolvidos nos processos de planejamento (STOTER; HO; BILJECKI, 2019). O conceito de CIM tem avançado nas últimas duas décadas com consideráveis progressos conceituais, ontológicos e instrumentais para modelagem (GIL, 2020). No entanto, existem limitações para desenvolver modelos mais realistas que estejam alinhados com as demandas do gerenciamento urbano, ainda que a aplicação desses modelos por cidades tenha crescido recentemente (PEREIRA; PROCOPIUCK, 2022b; SOUZA; BUENO, 2022). Empiricamente, essas limitações colidem com as capacidades dos governos locais para tornar os modelos viáveis (PEREIRA; PROCOPIUCK, 2022b). Nas áreas científica e acadêmica, ainda há escassez na construção de bases para enfrentar essas limitações por meio de estudos com abordagens sociotécnicas (PEREIRA; PROCOPIUCK, 2022a). A lacuna identificada nesta pesquisa é a falta de abordagens sociotécnicas e organizacionais focadas na inserção de tecnologias nos ambientes das organizações, considerando práticas e ferramentas pré-existentes (GIL, 2020; SOUZA; BUENO, 2022; STOJANOVSKI, 2013) e possivelmente já institucionalizadas. Nesse sentido, a teoria

¹ Doutor em Gestão Urbana. Professor nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil na FAE Centro Universitário, augusto.pereira@fae.edu

² Doutor em Administração. Professor no Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, mario.p@pucpr.br

institucional é uma abordagem robusta para entender os processos de inovação (PEREIRA; PROCOPIUCK, 2022a; TOLBERT; ZUCKER, 1996), mas é pouco utilizada nos estudos de planejamento e gestão urbana (SORENSEN, 2017). Compreender o processo de institucionalização permite decompor em estágios sucessivos (TOLBERT; ZUCKER, 1996) e com diferentes níveis de maturidade, o que pode fornecer contribuições relevantes para os processos tecnológicos, organizacionais e políticos (PEREIRA; PROCOPIUCK, 2022b; SUCCAR, 2010; SUCCAR; KASSEM, 2015).

OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver um modelo analítico para avaliar os níveis de maturidade institucional multiescalar, a fim de subsidiar a difusão tecnológica no âmbito do gerenciamento e planejamento urbano, oferecendo ferramentas que apoiem os processos de mudança e adaptação interna e externa com maior eficácia parece contribuir positivamente para a gestão e planejamento urbano.

METODOLOGIA

A pesquisa é desenvolvida por meio da aplicação de várias técnicas, como pesquisa documental e bibliográfica, revisão sistemática da literatura, testes estatísticos para identificar diferenças entre grupos e análise fatorial exploratória. Como fio condutor foi utilizada a técnica de análise sociotécnica multinível (BREY, 2003) e uma estrutura metodológica para construção de matrizes de maturidade (DE BRUIN et al., 2005). A abordagem epistemológica escolhida foi a teoria institucional, com ênfase em suas abordagens histórica e organizacional. O estudo realiza análises estatísticas para identificar diferenças entre grupos e aplica análise fatorial exploratória. O modelo de maturidade institucional proposto é testado e validado por meio de análise fatorial confirmatória (CFA). Esta técnica permite a avaliar a relação entre variáveis observáveis e latentes (DAMÁSIO, 2013; MILLSAP; MEREDITH, 2007) para compreender fenômenos complexos e não observáveis a partir da decomposição da realidade empírica em fatores que agrupam variáveis observáveis. A amostra global bruta consistiu em 141 respostas, sendo 36 inválidas para análise de acordo com os critérios de validação dos respondentes estabelecidos pelo protocolo de pesquisa. De acordo com o cálculo para amostras aleatórias estratificada (SCHEAFFER; MENDEHALL III; OTT, 2006), nos

115 casos válidos selecionados, as análises apresentam um coeficiente de confiança de 95% e uma precisão absoluta de 9,2% em relação à população.

RESULTADOS

Resultados obtidos com a pesquisa (cinco principais): (a) O CIM possui um caráter multidisciplinar e transdisciplinar, destacando sua complexidade e as interações envolvidas em seu campo tecnológico. (b) A falta de abordagens sociotécnicas pode fazer com que os processos de inovação tecnológica reforcem aspectos negativos em vez de reforçar potencialidades nesses contextos. (c) A aplicação da teoria institucional (abordagens histórica e organizacional) destaca-se como uma ferramenta relevante para estudos de planejamento e gestão urbana, especialmente considerando a escassez de abordagens sociotécnicas no processo de difusão tecnológica. (d) A maturidade institucional é uma variável latente de segunda ordem formada por quatro construtos não observáveis que se relacionam com dezenove variáveis observáveis. (e) Os quatro fatores que expressam os construtos do modelo são "práticas e processos", "experiências anteriores", "estratégias de difusão" e "conscientização". As implicações teóricas dos resultados são: i) a explicitação de um modelo de maturidade institucional capaz de ler a realidade qualitativa e quantitativamente; ii) aproximação da teoria e da prática via testagem do modelo proposto; iii) evidência do potencial da teoria institucional para estudos de gestão urbana e planejamento urbano. As implicações empíricas estão na constituição de ferramental de diagnóstico teoricamente fundamentado, com capacidade de endereçar os desafios em práticas de difusão tecnológica, para reduzir a lacuna atual entre a velocidade da evolução das tecnologias em comparação com o ritmo de mudança e adaptação de organizações e pessoas. A conclusão é que a ferramenta desenvolvida possui fundamentos teórico-conceituais atuais e robustos, bem como potencial para aplicações práticas por gestores, políticos, lideranças ou mesmo técnicos que buscam melhorias na relação entre dinâmicas institucionais, organizacionais, tecnológicas e técnicas relacionadas com a gestão urbana.

REFERÊNCIAS

ACUTO, M.; PARNELL, S.; SETO, K. C. Building a global urban science. **Nature Sustainability**, v. 1, 2018.

AMORIM, A. L. D. Discutindo City Information Modeling (CIM) e conceitos correlatos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 10, n. 2, p. 87-99, jul./dez. 2015.

BREY, P. Theorizing Modernity and Technology. In: MISA, T. J.; BREY, P., *et al* (Ed.). **Modernity and Technology**. Cambridge: The MIT Press, 2003. p.31-71.

DAMÁSIO, B. F. Contribuições da Análise Fatorial Confirmatória Multigrupo (AFCMG) na avaliação de invariância de instrumentos psicométricos. **Psico-USF [online]**, v. 18, n. 2, p. 211-220, 2013.

DE BRUIN, T. *et al*. Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. ACIS 2005 Proceedings, 2005. Sydney. p.1-19.

FERNANDEZ-ANEZ, V.; FERNÁNDEZ-GÜELL, J. M.; GIFFINGER, R. Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna. **Cities**, v. 78, p. 4-16, 2018.

FIRMINO, R.; FREY, K. A cidade e a construção sociopolítica do planejamento urbano-tecnológico. **EURE**, v. 40, n. 119, p. 99-118, 2014.

GIL, J. City Information Modelling: A Conceptual Framework for Research and Practice in Digital Urban Planning. **Built Environment**, v. 46, n. 4, p. 501-527, 2020.

MILLSAP, R. E.; MEREDITH, W. Factorial invariance: Historical perspectives and new problems. In: (Ed.). **Factor analysis at 100: Historical developments and future directions**. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007. p.131-152. ISBN 0-8058-6212-9 (Paperback); 0-8058-5347-2 (Hardcover); 1-4106-1580-4 (PDF); 978-0-8058-6212-6 (Paperback); 978-0-8058-5347-6 (Hardcover); 978-1-4106-1580-0 (PDF).

PEREIRA, A. P.; PROCOPIUCK, M. The path to the implementation and institutionalization of CIM: a systematic literature review. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 11, n. 1, p. 236-265, 2022a.

_____. A socio-technical perspective on the future of City Information Modelling. **Theoretical and Empirical Researches in Urban Management**, v. 17, n. 2, p. 66-88, 2022b.

PEREIRA, A. P.; PROKOPIUK, M. Critical junctures and events in the trajectory of information modeling in Curitiba. **Revista de Administração Pública / Brazilian Journal of Public Administration**, v. 56, n. 6, p. 772-798, 2022.

SCHEAFFER, R. L.; MENDEHALL III, W.; OTT, R. L. **Elementary Survey Sampling**. 6th Edition. Duxbury: Thomson Brooks/Cole, 2006.

SORENSEN, A. New Institutionalism and Planning Theory. In: (Ed.). **The Routledge Handbook of Planning Theory**: Routledge, 2017. cap. New Institutionalism and Planning Theory, ISBN 9781315696072.

SOUZA, L.; BUENO, C. City Information Modelling as a support decision tool for planning and management of cities: A systematic literature review and bibliometric analysis. **Building and Environment**, v. 207, p. 108403, 2022/01/01/ 2022.

STOJANOVSKI, T. **City Information Modeling (CIM) and Urbanism: Blocks, connections, territories, peoples and situations**. Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design. San Diego, California, USA 2013.

STOTER, J.; HO, S.; BILJECKI, F. CONSIDERATIONS FOR A CONTEMPORARY 3D CADASTRE FOR OUR TIMES. **Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.**, v. XLII-4/W15, p. 81-88, 2019.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. In: (Ed.). **Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**: Information Science Reference, IGI Publishing, 2010.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, v. 57, p. 64-79, 2015.

THOMPSON, E. M. et al. Planners in the future city: using city information modelling to support planners as market actors. **Urban Planning**, v. 1, n. 1, p. 79-94, 2016.

TOLBERT, P. S.; ZUCKER, L. G. The Institutionalization of Institutional Theory In: CLEGG, S.; HARDY, C., et al (Ed.). **Handbook of organization studies**. London: SAGE, 1996.

XU, X. et al. From BIM to CIM. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 19, p. 292-307, 2014.