

Landscape information modeling: a aplicação do bim para o planejamento da paisagem

Landscape information modeling: applying bim to landscape planning

Tássia Romanne Duarte da Silva Pereira (1); Geovana Geloni Parra (2); Cristiane Bueno (3)

1 Doutora em Engenharia Urbana, Projetista do Departamento de Água e Esgoto de Araraquara, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos.

E-mail: romannearquitetura@gmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0185-3101>

2 Doutora em Engenharia Urbana, Professora Adjunta do curso de Arquitetura e Urbanismo do CPNV/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3281-7018> E-mail: geovana.parra@ufms.br

3 Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Professora Adjunta do departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos.

E-mail: cbueno@ufscar.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3955-6589>

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 14, n. 1, p. 193-213, janeiro-junho, 2025 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2025.v14i1.5156>

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Resumo

Com o avanço do Desenho Assistido por Computador e das Tecnologias da Informação, a implementação do *Building Information Modeling*, BIM (Modelagem da Informação da Construção), tem se tornado requisito na área da construção civil e do planejamento urbano. Como derivação do BIM surge o *Landscape Information Modeling*, LIM (Modelagem da Informação da Paisagem), visando modelar as informações da paisagem urbana. Neste contexto, este trabalho objetivou a realização de uma análise bibliométrica e uma revisão sistemática da literatura sobre LIM a partir de artigos científicos nas plataformas Scopus, Scielo e Google Scholar. Os resultados demonstraram que as pesquisas são recentes e concentradas na América do Norte e Ásia, enquanto na Europa estão relacionadas predominantemente às áreas da construção civil. Também foram observadas três principais abordagens: conceitual, tecnológica e estudo de caso; sendo possível identificar as principais lacunas, inovações e aplicações práticas da abordagem LIM.

Palavras-chave: *Landscape Information Modeling*; *Building Information modeling*; revisão sistemática da literatura, gestão de *facilities*, arquitetura da paisagem.

Abstract

With the advancement of Computer Aided Design and Information Technologies, the implementation of Building Information Modeling (BIM) has become a requirement in the area of civil construction and urban planning. As a derivation of BIM, Landscape Information Modeling (LIM) has emerged, aiming to model urban landscape information. In this context, this work aimed to carry out a bibliometric analysis and a systematic review of the literature on LIM based on scientific articles in the Scopus, Scielo and Google Scholar platforms. The results showed that the research is recent and concentrated in North America and Asia, while in Europe it is predominantly related to the areas of civil construction. It was also observed that they focus on three main approaches: conceptual, technological and case study; making it possible to identify the main gaps, innovations and practical applications of the LIM approach.

Keywords: *Landscape Information Modeling*; *Building Information modeling*; systematic literature review, *facilities management*, landscape architecture.

1 Introdução

Building Information Modeling (BIM), ou Modelagem de Informações da Construção, pode ser entendida como uma tecnologia de modelagem virtual de informações técnicas da edificação, tendo o objetivo de desenvolver uma prática de projetos integrada, onde todos os agentes envolvidos (dentro da arquitetura, engenharia e indústria da construção) participam e contribuem para a elaboração de um modelo único com amplas informações de um edifício. Diferentemente de um simples modelador 3D, a plataforma BIM pode ser entendida como uma filosofia de trabalho que integra os vários agentes envolvidos na construção civil na elaboração de um modelo virtual único e preciso, o qual gera uma base de dados que contém todas as informações possíveis de obter durante o ciclo de vida de um ativo, da concepção à pós-ocupação, ou seja, envolvendo desde a sua seleção (projeto e aquisição), operação, manutenção, reforma e descarte, Menezes (2011).

Segundo Succar (2009), existem vários termos que dizem respeito ao BIM, contudo a aceitação da terminologia BIM deve-se à sua adoção pelos principais desenvolvedores de Desenho Assistido por Computador (*Computer-Aided Design*, CAD). Alguns dos termos mais adotados em pesquisas são: Modelagem de Informações da Construção, Modelo de Produto de Construção, Sistemas de Design Integrado, Edifício Virtual, Modelo Integrado, Modelo de Construção Única, entre outros.

Pode-se afirmar que há o consenso que BIM é um novo paradigma que continua se proliferando no meio acadêmico e na indústria da construção. Para além do desenvolvimento de modelos 3D, Kamel; Memari (2019) e Motawa; Almarshad (2013) apontam que através do BIM é possível realizar análises estruturais, estimativas de custos, análises mecânicas, também expandindo-se para outras aplicações, como a simulação de energia (*Building Energy Modeling*, BEM), a manutenção de edifícios (*Building Maintenance*, BM), a gestão de instalações (*Facilities Management*, FM), a infraestrutura urbana e a modelagem da informação da paisagem (*Landscape Information Modeling*, LIM).

Conforme Schenk (2008), o termo paisagem está presente em diversas áreas do conhecimento, onde cada formação faz um recorte sob sua perspectiva. Contudo, a sua compreensão como o formato dos lugares resultante de uma construção cultural ao longo do tempo, é comum a todas. Pode-se afirmar a paisagem como uma porção do espaço onde elementos físicos, biológicos e antrópicos se combinam dinamicamente (Maciel; Lima, 2012).

Cullen (1983) afirma que uma construção isolada no meio do campo dá a sensação de estar diante de uma obra de arquitetura, mas quando se trata de um grupo de construções se cria uma arte diferente, para o autor, neste conjunto edificado ocorrem fenômenos diferentes dos que ocorrem em um edifício isolado, aí está a

paisagem urbana. Em outras palavras, a paisagem urbana pode ser entendida como a estruturação da sociedade sobre uma paisagem natural e, neste sentido, Alves (2010) complementa que a paisagem urbana é resultante da interação do sítio (o meio físico, a paisagem natural e seus componentes bióticos), da sociedade (os vários grupos sociais que disputam espaços na cidade) e do espaço construído (a paisagem humanizada, representada através dos edifícios, vias e áreas livres).

O termo paisagismo, para o senso comum, está diretamente associado a um projeto paisagístico, mais especificamente, associado ao plantio de espécies vegetais que contém e seguem um padrão estético, intencionando, segundo Schutzer (2008) restabelecer o convívio do homem com a natureza, sobretudo no meio urbano. Entretanto, quando as alterações realizadas pelo homem (que refletem nas características naturais do local) passam a ser planejadas, estudadas, são nestes termos (estudo e planejamento) que se enquadra o conceito de paisagismo. O paisagismo, segundo Macedo (1999), pode designar as variadas escalas e formas de atuação e estudos sobre a paisagem.

Considerando o conceito de Modelagem da Informação da Paisagem (LIM), pode-se afirmar que este se trata de uma derivação evolutiva do BIM e, conforme Sandre; Pellegrino (2020), sabendo que as infraestruturas e os espaços livres urbanos demandam diferentes elementos de projeto, implantação e monitoramento, o LIM se propõe a modelar a informação na paisagem, atuando tanto em um aumento escalar quanto de enfoque do construído para o ambiente livre. Enquanto a aplicação BIM está majoritariamente associada à escala do edifício, com iniciativas incipientes para a escala urbana e ainda menos contundentes para a paisagem, tendo como metadados não geométricos atributos vinculados à edificação (como dimensões de um batente e suas propriedades materiais e custos), no LIM, os objetos são vinculados a elementos da paisagem. Zajíčková; Achten (2013) indicam que o LIM deve ser constituído de informações sobre o local e informações sobre objetos da paisagem. Na arquitetura paisagística essas informações englobam o clima, terra e solo, água, espécies de plantas, espécies animais, topografia, caráter da paisagem e conjuntos de espécies que acumulam os dados necessários para planejamento da paisagem. Além dessas informações sobre as características naturais do lugar, também se deve abordar o “*hardscape*”, que, para os autores, inclui os tipos de usos da terra, os espaços externos e função da paisagem construída (por exemplo, ruas, estradas, vagas de estacionamento, caminhos de pedestres, infraestrutura, sistemas de irrigação, áreas verdes, mobiliário externos, entre outros).

Com o avanço e derivações do BIM, várias normativas vêm sendo estabelecidas para regulamentar seu uso. As principais Normas Técnicas disponíveis no mundo relacionadas ao BIM para construção ou para infraestrutura, como IFC-IDM-MVS, pertencem ao Reino Unido, Estados Unidos, países europeus, asiáticos e à Austrália

(Bradley, Lark e Dunn, 2016). No Brasil, em 2 de abril de 2020, foi aprovado o Decreto Federal nº 10.306 que estabelece a utilização do *Building Information Modeling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Este Decreto estabelece que o BIM seja implementado de maneira gradual a partir de 1º de janeiro de 2021 até 1º de janeiro de 2028 em 3 fases em todos os projetos e obras públicas incluindo operação de gestão e manutenção durante o ciclo de vida. Neste sentido, obras públicas que envolvam a paisagem ou paisagismo também devem se adequar à implantação do conceito BIM em seus projetos e construções.

É importante relatar também que muito já se fala da utilização do BIM atrelado ao Sistema de Informação Geográfica (*Geographic Information System*, GIS), para localização de edifícios, empreendimentos, sistemas prediais e de infraestrutura, porém não relacionados com o LIM. Zhiliang Ma; Yuan Ren (2017) afirmam que a maioria dos trabalhos que integram BIM e GIS são relacionados a edifícios. Na fase de planejamento e desenho, a integração de BIM e GIS se inclui na seleção do local, projeto de eficiência energética, tráfego, estrutural, acústico, avaliação climática, aprovações e avaliação de desempenho, o que também poderia ser trabalhado junto do LIM, dentro do espaço e paisagem urbana.

Desta maneira, o objetivo deste trabalho é compreender como o conceito LIM tem sido abordado na produção acadêmica internacional, de forma a responder “Quais são as abordagens predominantes, os desafios e as oportunidades de aplicação do conceito de LIM na literatura científica atual?”, por meio da realização de análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura.

2 Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto, adotou-se uma metodologia composta por revisão sistemática da literatura (RSL) e análise bibliométrica, a partir de artigos indexados nas bases Scopus, Google Scholar e Scielo. Essa abordagem permitiu identificar estudos que discutem o conceito LIM sob diferentes perspectivas, proporcionando um mapeamento das principais contribuições científicas e lacunas existentes.

A metodologia para escolha dos artigos foi baseada na proposta de Succar, Saleeb e Scher (2016), na qual são analisadas várias referências bibliográficas a partir da busca de termos que se referem ao BIM (entre livros, manuais e artigos), selecionando os termos de modo a retirar os que apresentam pequeno número de usos, nomes que possam causar confusão, associação inflexível dos usos BIM, impossibilidade de vincular usos BIM, produtos e funções, e ambiguidade conceitual. Outra referência

para o desenvolvimento da metodologia do trabalho foi proposta por Uriarte, Ng e Moris (2020), em que sua revisão bibliográfica é baseada no banco de dados de citações da Scopus, sendo possível afirmar que se assemelha a uma análise bibliométrica referente às publicações acadêmicas. Edirisinghe *et al.* (2017), também fizeram proposta semelhante promovendo uma classificação sistemática e analisando as pesquisas disponíveis que utilizam Facilities Managements (FM) aplicadas ao BIM, relacionadas ao ciclo de vida, além de identificar os desafios atuais da área. Os autores revisaram estudos, a partir das bases de dados do Google Acadêmico e Scopus, que se dedicaram ao uso do BIM para FM através da implementação do ciclo de vida.

Deste modo, a metodologia proposta para este trabalho foi constituída em 3 etapas:

- ♦ Levantamento de trabalhos publicados em bibliotecas eletrônicas científicas;
- ♦ Análise bibliométrica dos trabalhos encontrados; e
- ♦ Revisão sistemática da literatura.

Para o levantamento de trabalhos publicados foram buscados os termos LIM nas bases de dados da SCOPUS, Google Scholar e Scielo, acrescido também do termo BIM, foi utilizado o operador booleano “AND” em todas as buscas. Na busca inicial, a pesquisa retornou 20 resultados na base de dados da SCOPUS, 43 resultados na base do Google Scholar e 0 resultados na base da Scielo. De todos os trabalhos encontrados nestas bases de dados, foram realizados os downloads dos textos completos dos artigos que estavam disponíveis de forma gratuita através da plataforma dos periódicos da Capes e na língua inglesa ou portuguesa. A pesquisa retornou artigos publicados desde 2014 até o ano de 2024. Após esse processo de filtragem dos trabalhos, restaram 13 trabalhos da Scopus e 17 trabalhos do Google Scholar.

Em seguida, realizou-se uma nova filtragem, excluindo os trabalhos de eventos e aqueles que apresentavam o termo LIM apenas nas referências bibliográficas. Com isto, dos trabalhos encontrados na Scopus, 2 foram excluídos por serem de eventos e 2 por apresentarem LIM somente como referência bibliográfica, restando um total de 9 trabalhos selecionados para análise.

Na base do Google Scholar foram excluídos um total de 10 trabalhos, sendo 2 de eventos, 1 tese, 1 dissertação, 1 monografia, 4 de origem não identificada e 1 por não apresentar o conceito BIM e LIM. Restando então 7 trabalhos a serem analisados. No total para a análise sistemática da literatura foram selecionados 16 artigos científicos procedentes de periódicos existentes nas bases de dados da SCOPUS e Google Scholar, entretanto, dentro dessa seleção ainda continham 2 artigos que estavam repetidos nas duas bases de dados, por fim restaram 14 artigos.

Neste processo de seleção, além de verificar a origem do artigo, e em qual parte da estrutura se encontrava o termo LIM, também foram relacionados sobre quais assuntos os trabalhos abordavam, se são exclusivos da abordagem LIM, BIM, GIS e *City*

Information Modeling – CIM (Modelagem da Informação da Cidade), ou se apresentam integração entre os assuntos.

Para a realização da análise sistemática da literatura dos artigos selecionados, foram lidos os respectivos resumos, objetivos e metodologias. Em sequência, um critério de separação foi estabelecido de forma a identificar como o LIM tem sido abordado nos trabalhos. Os critérios foram estabelecidos da seguinte forma:

- ◆ Abordagem conceitual;
- ◆ Abordagem tecnológica: criação de suporte tecnológico para implementação do LIM; e
- ◆ Estudos de caso.

Os quadros 1 a 4 demonstram os artigos encontrados na Scopus e Google Scholar, onde são classificados por tipo, nome, autores, parte do artigo onde está o termo LIM, se há menção a outros termos, se é um artigo de revisão ou de aplicação de propostas e estudos de casos, e se foi excluído ou mantido na revisão sistemática da literatura.

Quadro 1. Artigos encontrados na base de dados Scopus

SCOPUS											
TIPO DE ARTIGO	NOME	AUTORES	PARTE DO ARTIGO QUE APARECE O TERMO LIM	LIM	BIM	GIS	CIM	TODOS	ARTIGO DE REVISÃO	ARTIGO DE APLICAÇÃO / PROPOSTAS	EXCLUSÃO
Periódico	Rebaselining Asset Data for Existing Facilities and Infrastructure	Hamid Abdirad, S.M.; and Carrie Sturts Dossick, Ph.D., P.E., M.	Referências								
Periódico	Advancing in Object-Based Landscape Information Modeling: Challenges and Future Needs	Hamid Abdirad and Ken-Yu Lin	Título, Palavras-Chave, Introdução, Metodologia, Referências								
Evento	3D LANDSCAPE OBJECTS FOR BUILDING INFORMATION MODELS (BIM)	M. Fritsch, C. Clemen, R. Kaden	Introdução								
Periódico	Normative and descriptive models for COBie implementation: discrepancies and limitations	Hamid Abdirad, S.M.; and Carrie Sturts Dossick, Ph.D., P.E., M.	Referências								
Periódico	Estimating Stormwater Runoff from the 3D-model of an Urban Area in Istanbul	Muhammed Ali Ömek, Melike Ersoy, Yasin Çağatay Seçkin	Palavras-Chave								
Periódico	Proposal for an open data model schema for precinct-scale information management	Jim Plumea, David Marchanta, John Mitchella, Otto Newhouse	Referências								
Periódico	Campus Information-and knowledge Modeling:Embedding Multidisciplinary Knowledge into a Design Environment forUniversity Campus Planning	Paula Gómez Zamora and Matthew Swarts	Resumo , Desenvolvimento, Referências								
Evento	Research on Sponge Landscape Design of Primary School Campus Based on BIM Technology——Take Hefei Experimental School as an example	Xiao Tieqiao, Zhang Shaojie, Zhao Ziyu, , Xia Zijun, Guo Jianghui, Zhang Chengyong, Wang Yanuo	Referências								
Periódico	Advancing in Building Information Modeling (BIM) Contracting: Trends in the AEC/FM Industry	Hamid Abdirad	Referências								

Fonte: Autores (2024).

Quadro 2. Artigos encontrados na base de dados Scopus – Continuação Quadro 1

SCOPUS											
TIPO DE ARTIGO	NOME	AUTORES	PARTE DO ARTIGO QUE APARECE O TERMO LIM	LIM	BIM	GIS	CIM	TODOS	ARTIGO DE REVISÃO	ARTIGO DE APLICAÇÃO / PROPOSTAS	EXCLUSÃO
Periódico	Study On The Establishment Of A Maintenance Mode For A Bim-Based Landscape Project	Yi-Jao Chen, Hui-Yi Kuo, Chi-Jen Chen	Resumo, Introdução, Referências								
Periódico	Research on Thermal Environment in Dunhuang Mogao Grottoes	Ruihua Shang, Zengfeng Yan, Xudong Wang, Zhengmo Zhang, Jiangli Wang, Xiawei Fan	Referências								
Periódico	The construction of BIM application value system for residential buildings' design stage in China based on traditional DBB mode	Jing Jia, Jiayue Suna, Zhiqing Wang, Tongrui Xu	Referências								
Periódico	Towards Sustainability Through Energy Efficient Buildings' Design: Semantic Labels	Roberto Traversari, Martjan Den Hoed, Roberto Di Giulio, Freek Bomhof	Referências								

Fonte: Autores (2024).

Quadro 3 - Artigos encontrados na base de dados Google Scholar

Base Google Scholar											
TIPO DE ARTIGO	NOME	AUTORES	PARTE DO ARTIGO QUE APARECE O TERMO LIM	LIM	BIM	GIS	CIM	TODOS	ARTIGO DE REVISÃO	ARTIGO DE APLICAÇÃO / PROPOSTAS	EXCLUSÃO
Não Identificado	The Need for Landscape Information Modelling (LIM) in Landscape Architecture	Ahmad Mohammad And Abdullahi Adamu Aliyu	Título, Introdução, Metodologia								
Evento	Evaluation matrix for open spaces in Eco-campus	K. Swetha, Dr.A. Meenatchi Sundaram	Introdução								
Periódico	Contractual Governance of BIM-Enabled Projects: Where Are We?	Yuxing Jiang, Pei Ma and Shuibo Zhang	Referências								
Periódico	A Quantitative Approach to Geodesign Process Analysis	Chiara Cocco, Michele Campagna	0								
Periódico	Modelagem da Informação da Paisagem (LIM)	Adriana Afonso Sandre, Paulo Renato Mesquita Pellegrino	Título, Resumo, Introdução, Desenvolvimento, Conclusão								
Não Identificado	Development of a prototype for optimising cut/fill underpinned by BIM in landscape site realisation process.	Huda Dawood & Nashwan Dawood, Henry Fenby-Taylor, YI-Wen Chen	Referências								
Tese	Exploring the Computational Design of Natural Systems in Landscape Architecture	Philip David Belesky	Introdução, Desenvolvimento, Referências								
Periódico	The Place for Information Models in Landscape Architecture, or a Place for Landscape Architects in Information Models	Andrew NESSEL	Introdução, Desenvolvimento, Referências								
Periódico	Required Components for Landscape Information Modelling (LIM): A Literature Review	Veronika Zahrádková, Henri Achten	Título, Introdução, Desenvolvimento, Conclusão E Referências								

Fonte: Autores (2024).

Quadro 4 - Artigos encontrados na base de dados Google Scholar - continuação

Quadro 3

Base Google Scholar											
TIPO DE ARTIGO	NOME	AUTORES	PARTE DO ARTIGO QUE APARECE O TERMO LIM	LIM	BIM	GIS	CIM	TODOS	ARTIGO DE REVISÃO	ARTIGO DE APLICAÇÃO / PROPOSTAS	EXCLUSÃO
Periódico	Estimating Stormwater Runoff from the 3D-model of an Urban Area in Istanbul	Melike Ersoy, Yasin Çağatay Seçkin, Muhammed Ali Ornek	Palavras-Chave								
Dissertação	Stratified, Destratified, and Hybrid GIS: Organizing a Cross-Disciplinary Territory for Design		Resumo, Metodologia, Conclusão, Referências								
Não Identificado	INTERSECTIONS: New roles For digital technologies and landscape architecture in the design of large scale	Heike Rahmann And Jillian Walliss	Introdução E Referências								
Periódico	STUDY ON THE ESTABLISHMENT OF A MAINTENANCE MODE FOR A BIM-BASED LANDSCAPE PROJECT	Yi-Jao Chen, Hui-Yi Kuo & Chi-Jen Chen	Resumo, Introdução, Referências								
Publicação X	BIM-SCAPES FRAMEWORK FOR MODELING SITE SCALE PERFORMANCE THROUGH DESIGN	Alden Carr	Referências								
Evento	INFORMATION MODEL (HLIM): TOWARDS A CONTEXTUALISED FRAMEWORK FOR DIGITAL LANDSCAPE	Chen Yang, Feng Han, Hangbin Wu, Zhuo Chen	Título, Palavras-Chave, Resumo, Introdução E Referências								
Periódico	2D and 3D modelling in landscape architecture	Barbora Slabeciusová	Referências								
Monografia	Improving communities through knowledge intensive regeneration - Mediacity Iconic Project : 2nd deliverable about vision for BIM&GIS integration for sustainable communities	Arayici, Y, Ozturk, Z, Sharman, HK and Egbu, Co	Figura								

Fonte: Autores (2024).

A análise bibliométrica foi realizada somente da base da SCOPUS, escolhida por proporcionar a possibilidade de seleção de informações da sua base e também exportação do arquivo em formato *.bib*, compatível com a ferramenta de análise bibliométrica utilizada, além de ser o maior banco de dados de consulta de periódicos revisados por pares do mundo todo (ELSEVIER, 2021). Foram feitas a análise das palavras-chave que mais aparecem na busca, países que mais publicam, análise temporal de publicações e autores que mais se destacam. Para realização dessa análise foi utilizada uma ferramenta online chamada BibView, desenvolvida por Diego Cavalca, com acesso em maio de 2021. Essa ferramenta se baseia na linguagem R e utiliza o pacote Bibliometrix. Outra ferramenta utilizada foi o VOSviewer, que permitiu a atualização dos dados de 2022 até 2024.

3 Análise bibliométrica da literatura

A análise bibliométrica revelou que o termo LIM é ainda recente no cenário acadêmico, com maior concentração de publicações entre 2016 e 2017. Os autores que

tiveram maior número de publicações durante todos esses anos foram Abdirad, H; Dossick, C; Marchant, D; Mitchell, J; Plume, J; Alirnek, M; Bomhof, F; Bonenberg, W; Briscoe, D e Chen, C, enquanto que os mais citados nos artigos selecionados foram M'Closkey, K; Abdirad, H; De Marchi, M; Eastman, C; Girot, C; Newton, P; Sacks, R; Teicholz, P; Vandersys, K; Aliyu, AA (Figura 1).

Figura 1 - Gráfico de autores que tiveram maior número de artigos publicados usando o termo LIM na Scopus



Fonte: Adaptado de Cavalca (2021).

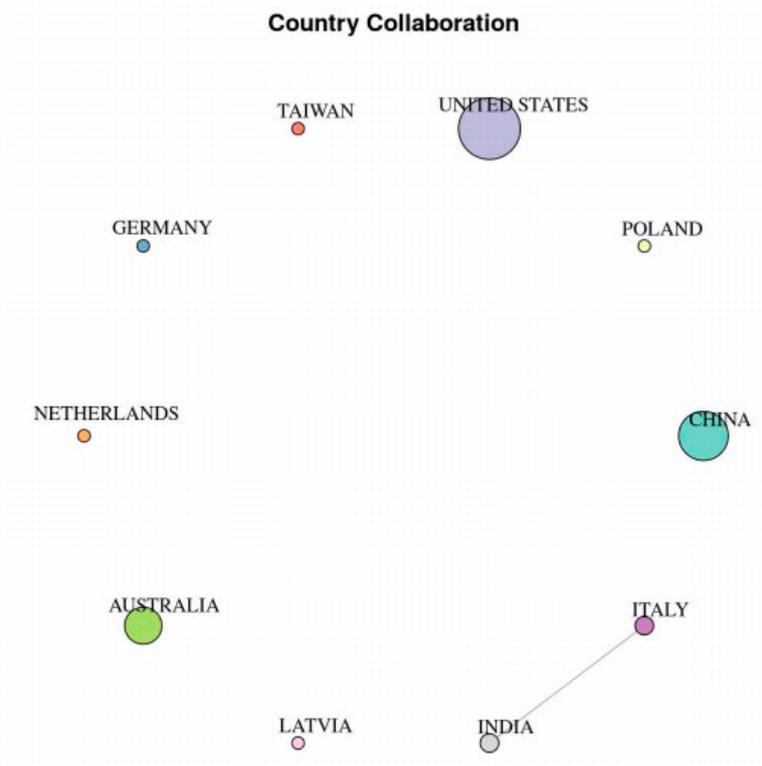
Identificou-se também que as pesquisas estão majoritariamente localizadas na América do Norte e Ásia, enquanto na Europa o foco permanece nas aplicações de BIM para construção civil, estando presente em todos os níveis do ciclo de vida de uma edificação (Bradley, Lark e Dunn, 2016). Foi encontrado apenas 1 artigo brasileiro de autoria de Sandre; Pellegrino (2020), este na base de dados do Google Scholar. A América do Norte e a Ásia valorizam a paisagem urbana como elemento fundamental do planejamento urbano, isso pode explicar o volume de artigos direcionados ao uso do LIM.

A rede de colaboração entre países com o termo LIM é muito reduzida, a pesquisa identificou colaboração somente entre a Itália e a Índia (Figura 2). Isso ocorre porque ainda existem poucos pesquisadores e trabalhos na área e pelas características físicas das paisagens serem muito diferentes entre os países citados, continentes e tipos de urbanização diferenciados, somados ao fato da abordagem LIM ser também muito recente, datando a partir dos últimos 10 anos.

Porém, esta correlação também pode estar associada à exigência de publicações em inglês por grande parte dos periódicos presentes nas bases de dados consultadas, há uma tendência de aumento do número dessas publicações, partindo da ideia de acesso universal por pesquisadores de diversas localidades, como é apontado por Cintra, Silva e Furnival (2020).

No caso do Brasil, embora existam algumas políticas educacionais de internacionalização, estas estão alocadas com maior incidência apenas no ensino superior, como os programas Ciência sem Fronteiras (CsF), Idiomas Fronteiras (IsF) e o Inglês Fronteiras (IsF- Inglês); o que torna difícil o acesso e a compreensão por todos os pesquisadores brasileiros, visto que somos um país lusófono cercado por países hispanofalantes (Finardi; França, 2016).

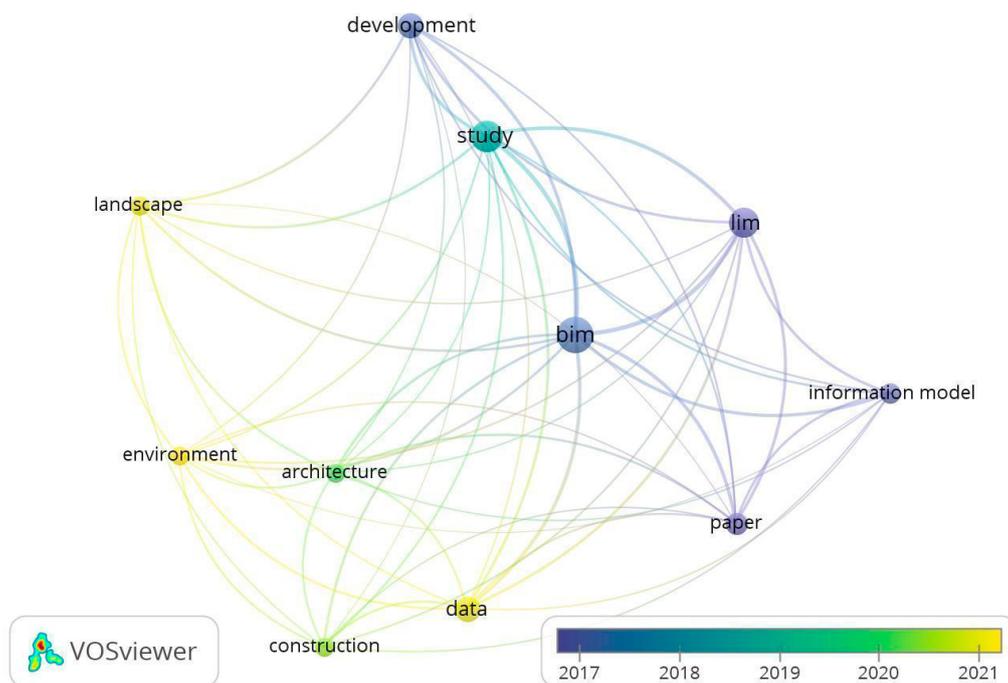
Figura 2 - Rede de colaboração de pesquisa LIM entre países



Fonte: Adaptado de Cavalca (2021).

As palavras-chave de maior incidência utilizadas nos artigos encontrados na revisão bibliométrica são *Information Theory, Building Information Model, Facility Management, Human Resource Management, Office Buildings, Information Modeling, Life Cycle, Landscape Information, Construction Industry, Regional Planning, Conservation e Architectural Design*; a maior relação está entre os termos *Information Theory, Building Information Model, Facility Management, Human Resource Management, Office Buildings, Information Modeling, Life Cycle e Landscape Information* (Figura 3).

Figura 3 - Integração de termos mais utilizados nas palavras-chave por ano



Fonte: Adaptado de VOSviewer (2024).

Essas palavras mostram como o tema ainda está intimamente ligado com o BIM relacionado à construção civil. Como será apresentado em seguida na revisão sistemática da literatura, pouco do que existe em relação ao LIM, está atrelado às condições de Planejamento Urbano. A capacitação de recursos humanos, paisagistas e planejadores ambientais está em andamento, e já é vista, ainda que de maneira tímida, em comparação ao conhecimento existente de BIM.

Os termos *landscape*, *environment*, *architecture*, *data* e *construction* começaram a se destacar a partir do ano 2020, sendo que até então os termos mais relevantes eram os relacionados ao BIM.

4 Análise sistemática da literatura

Na revisão sistemática, os estudos identificados foram classificados em três principais categorias: conceitual, tecnológica e estudos de caso. As pesquisas conceituais discutem as definições e os desafios do LIM, enquanto as tecnológicas exploram ferramentas para implementação em paisagens urbanas. Já os estudos de caso demonstram aplicações práticas, evidenciando as potencialidades e limitações do LIM em diferentes contextos urbanos. Esse mapeamento permitiu identificar lacunas significativas e oportunidades para futuras investigações.

4.1 Abordagem Conceitual

Na abordagem conceitual, as pesquisas encontradas trazem a definição do conceito, das principais lacunas ou problemáticas relacionadas ao LIM, assim como suas respectivas soluções. Desta forma, Abdirad; Lin (2015) apresentam que o paisagismo tem sido subestimado nos desenvolvimentos BIM atuais e não tem se beneficiado das vantagens que a modelagem oferece em diferentes escalas. Sabendo que o BIM tem se tornado obrigatório em projetos nos setores público e privado, os autores identificaram uma lacuna nos processos de colaboração e troca de informações entre a prática de projeto da paisagem e outras disciplinas. Mesmo com os avanços recentes em BIM, COBie (*Constructions Operations Building Information Exchange*), esquemas de troca de informações (como, *Industry Foundation Classes*, IFC), e taxonomias como *OmniClass*, ainda existem deficiências na abordagem de paisagem e elementos de *hardscape* e seus atributos. Para os autores, as taxonomias (base para a troca de informações) devem ser revisadas e atualizadas para oferecer suporte mais automatizado nos processos de troca de informações.

Neste mesmo sentido, Jiaa *et al.* (2017) abordam a importância de um sistema que cubra as fases de projeto, como projeto preliminar e projeto executivo detalhado, envolvendo várias áreas, como instalações municipais, paisagismo, arquitetura, estrutura, mecânica, elétrica, canalização e também decoração. Para isto, criaram um modelo de sistemas de valores que pode ser importado para os softwares (como Autodesk®, Naviswork® ou Lumion®) para fazer a renderização, roaming e analisar o efeito visual e a razoabilidade do design de elementos importantes (como praça, local de atividades para crianças, paisagem aquática, marco e área residencial), além de quantificar materiais.

Complementarmente, Abdirad; Dossick (2019) afirmam que alguns dos desafios mais comuns estão associados ao fluxo de trabalho, às imprecisões nos dados, na documentação desses portfólios de ativos existentes e à necessidade de atualização de dados e documentos ao longo de seu ciclo de vida. Para estes desafios, eles apresentam uma personalização da plataforma BIM por meio de uma *rebaselining* a partir de um padrão COBie, nos processos de cada fase, visando oferecer soluções simplificadas que reduzem a necessidade da equipe FM e de conhecimento avançado de softwares BIM, incluindo algumas categorias de paisagem, como elementos e *hardscape* (obras de arte, postes de luz entre outros).

Com relação às disposições contratuais de BIM, Abdirad; Lin (2015) identificaram que os formulários padrão não abordavam diversas áreas, entre elas a paisagem. Semelhantemente, Jiang, Ma e Zhang (2018) também discutiram sobre as questões contratuais, revisando a literatura realizada por organizações, governos e acadêmicos na China. Em suas propostas para projetos habilitados para BIM, os autores afirmam

que a estrutura contratual existente deve melhorar ao incorporar questões mais detalhadas, como as características da paisagem.

Ao pesquisarem aspectos sobre manutenção de projetos de construção paisagística (associada ao LIM), Chen, Kuo e Chen (2019) verificaram a não inclusão de nenhuma informação necessária para a manutenção. Assim, desenvolveram um sistema de gerenciamento e manutenção de paisagem (focado na manutenção da vegetação) que permite, entre outras possibilidades, planejar cronogramas de manutenção e requisitos de financiamento antecipadamente, como também otimizar a manutenção do projeto paisagístico e o sistema de gestão por meio da coleta e análise de dados quantitativos. Ainda dentro da especificidade da arquitetura paisagística, Slabeciusová (2015) afirma que nela são encontrados esforços para trabalhar com modelos 3D complexos, que foram criados a partir de dados geométricos 2D e 3D e dados semânticos provenientes de diferentes bases de dados, entretanto os modelos existentes ainda perdem uma estrutura clara de entrada e saída usada dados. Com isto, ele aponta que uma estrutura definida de modelos de paisagem pode ser incorporada em bancos de dados 2D e GIS existentes e, assim, influenciar a qualidade do trabalho dos arquitetos paisagistas.

Para Bolognesi; D’Uva (2023) as principais limitações das ferramentas atuais estão relacionadas à fruição de modelos, e verificaram a possibilidade de uma plataforma digital urbana multiescalar em tempo real. Nos estudos analisados, relacionados à paisagem, que possibilitam a interação ativa dos usuários com o modelo produzido, foi verificado que ainda tem pouca possibilidade de interação em tempo real.

Nessel (2013) aponta como uma problemática o pequeno papel dos arquitetos paisagistas em projetos e na indústria da construção, gerando uma grande preocupação quando se associa esta problemática ao uso de BIM pelos profissionais e a falta de expertise no uso desta metodologia na paisagem. Sabendo dos benefícios do BIM para a profissão, o autor recomenda que associações de profissionais se envolvam, apoiando uma comunidade de usuários ativos, assim como também a ação de educadores ensinando o uso da metodologia. Neste sentido, Zahrádková; Achten (2015) afirmam que arquitetos paisagistas podem usar o LIM para criar projetos com base nos dados acessíveis armazenados no modelo, auxiliando na tomada de decisão e na demonstração de seu projeto para outras partes envolvidas no projeto, permitindo uma integração mais fácil entre projeto paisagístico, urbano e arquitetônico, por meio da troca de informações.

Visando compreender as opiniões das equipes de projeto, dos promotores imobiliários e dos usuários sobre a qualidade do espaço verde para o desenvolvimento habitacional em Taipei, Juan; Tsaih (2022) realizaram uma revisão da literatura e aplicaram um questionário para profissionais e não profissionais de AEC. O grupo profissional considerou o uso de LIM/BIM como um nível de importância baixo, contudo

este resultado pode estar associado ao fato de que, em Taiwan, ainda existem muitas empresas que estão em transição do projeto auxiliado por computador para o BIM, mas que durante as entrevistas foi possível confirmar que os profissionais estavam tentando adotar este tipo de plataforma de trabalho. Com isto, pode-se inferir que o nível de importância atribuído à aplicação do LIM/BIM poderá ser maior num futuro próximo.

4.2 Abordagem tecnológica: criação de suporte tecnológico para implementação do LIM

Algumas práticas têm sido desenvolvidas visando suprir algumas lacunas relacionadas à modelagem da paisagem.

Zamora; Swarts (2012) apresentam a implementação do *Campus Information-and-knowledge Modeling* - CIKM composto de informações de construção e paisagem de um campus universitário combinadas em um espaço de design, cujo principal objetivo foi integrar a informação e conhecimento, somados a proposição de um método para capturar o conhecimento específico de paisagistas, construindo para isto uma taxonomia do conhecimento que pode ser armazenada e acessada digitalmente por meio de uma *tabletop*.

Örnek, Ersoy e Seçkin (2016), apesar de não abordarem especificamente a metodologia LIM, criaram uma ferramenta de cálculo do escoamento superficial (que faz parte da paisagem urbana), permitindo que projetistas e planejadores calculem o escoamento de águas pluviais com alternativas de design, mesmo nos estágios iniciais. Os autores afirmam que esta ferramenta difere dos métodos atuais, pois permite que usuários façam os cálculos utilizando os desenhos CAD diretamente, somados à possibilidade de escolher outros tipos de superfície para avaliação. Além disto, permite aos usuários relatar os resultados e informações pessoais em tempo real e compor vários projetos ao mesmo tempo.

Plumea *et al.* (2016) baseiam-se no conceito de BIM para desenvolver uma abordagem orientada a objetos para modelar o ambiente construído em uma escala urbana mais ampla, aplicada a um distrito urbano da Austrália, visando além de soluções integradas, atingir metas de baixo carbono. Sua abordagem foi denominada como *Precinct Information Modelling* (PIM) e fornece um mecanismo chave para preencher a lacuna de modelagem de informações entre a escala de construção e a escala espacial. Desta forma, os autores propõem uma investigação sobre como o modelo de dados IFC pode ser estendido para lidar com elementos de infraestrutura de transporte (como estradas e pontes), onde o foco são padrões abertos de troca de informações, sob a premissa de que soluções integradas dependem da interoperabilidade de informações em diversos aplicativos de software e em todo o ciclo de vida do distrito.

Sandre; Pellegrino (2020) idealizaram uma plataforma digital, denominada Mariposa, que se estrutura como uma ferramenta para integrar e operacionalizar os projetos complementares de paisagem a partir do conceito de LIM. Esta proposta visa auxiliar os usuários na intervenção projetual a partir da integração de parâmetros desejados, gerando maior eficiência em todo o processo envolvido, desde sua concepção até sua manutenção. A plataforma apresenta um importante potencial de replicabilidade, considerando a abrangência das atividades realizadas para a caracterização e diagnóstico de bacias hidrográficas, com a formulação de cenários e a proposição de medidas para a sua revitalização, podendo realizar simulações que permitem avaliar o grau de resposta e adaptação aos diversos cenários das tecnologias envolvidas.

Borkowski, Kochański e Wyszomirski (2022) fazem um estudo por meio da interação de BIM-GIS por entenderem que utilizar dados GIS para o planejamento LIM facilita o design correto por apresentarem informações espaciais confiáveis. Desta maneira, criaram um gêmeo digital de um conjunto habitacional e seu entorno imediato utilizando como base o software Autodesk Revit®. Os dados utilizados foram obtidos de projeto arquitetônico, mapas de planejamento urbano, mapas de solo e desenvolvimento agrícola, modelo digital da elevação do terreno, ortofotos e modelos numéricos. Os autores concluíram que quanto maior a quantidade de dados GIS inseridos no modelo LIM, melhor é para a tomada de decisão do projetista, assim como também a cooperação entre outros profissionais, contudo sugerem que interação BIM-GIS deve ser melhor desenvolvida pois certamente terá um impacto positivo no desenvolvimento do LIM.

Também é importante ressaltar a aplicação de LIM em outras áreas, como apontado por Liu *et al.* (2022) que fazem uma análise da importância da utilização do LIM na área da saúde. Diante do quadro de problemas relacionados à saúde mental (incluindo transtorno de humor, depressão, ansiedade e estresse), compreende-se que fatores ambientais como a qualidade da paisagem, afetam a saúde mental das pessoas. Uma das medidas de promoção de saúde é o *Healing and Therapeutic Design* (HTD), estando este no campo da arte, arquitetura, paisagem, espaço e meio ambiente. Dentro deste contexto, os autores desenvolvem uma estrutura conceitual aliando o HTC ao IM (considerando BIM, LIM e/ou CIM), visando promover o desenvolvimento sustentável auxiliando na área da saúde. Contudo aprimoram sua estrutura com o uso de *Blockchain*, um banco de dados compartilhado ou de informações, que é infalsificável, não rastreável, aberto, transparente e mantido coletivamente, melhorando a segurança do sistema de informação ao longo de todo o ciclo de vida de um edifício além de ter potencial para resolver problemas e desafios na integração do LIM.

Borkowski; Łuczkiwicz (2023) tiveram como objetivo construir um modelo LIM do Parque Ożtarzew em Ożarów Mazowiecki. O desenvolvimento do modelo, incluiu principalmente o ambiente de trabalho BIM, com várias etapas de desenho

da paisagem, criando então um gêmeo digital, o modelo resultante permite realizar diversas análises, incluindo análises de iluminação natural (luz solar e sombreamento), análise de cotas e declives, bem como obtenção de documentação em forma de listas ou cortes transversais do local.

Outro trabalho desenvolvido por Wu *et al.* (2023) utilizou modelagem paramétrica para avaliar de forma abrangente os fatores essenciais relativos ao posicionamento da entrada do parque Shuixizhuang. Os parâmetros considerados foram o escopo de serviço do parque, pontos de possíveis aglomerações, pontos de interesse no parque, topografia do local, interseção com vias urbanas e requisitos para a área dos locais auxiliares de entrada do parque. Como resultado apresenta uma ideia de projeto paramétrico para a seleção de locais de paisagem afetados por aglomerações e terrenos complexos.

Por fim, Kim *et al.* (2023) construíram um banco de dados LIM ferroviário, através de gêmeo-digital, em Osong-eup (Coreia do Sul) auxiliando na tomada de decisões relacionadas à instalação de linhas ferroviárias, com fatores naturais e ecologicamente importantes no âmbito do ambiente de construção ferroviária. Para isto utilizaram veículos aéreos não tripulados (*Unmanned Aerial Vehicle* - UAVs) e LiDAR (*Light Detection and Ranging*), um sensor remoto de laser infravermelho para captura de informações convertidas digitalmente.

4.3 Estudos de caso

Os estudos de caso analisados demonstram a aplicabilidade do LIM em diversos contextos urbanos e naturais, os projetos evidenciam a versatilidade da metodologia em escalas distintas. Além disso, o uso de gêmeos digitais e a integração com GIS foram identificados como estratégias promissoras para otimizar o planejamento e a gestão das paisagens urbanas. São eles: o estudo feito por Kim *et al.* (2023) para área ferroviária; Wu *et al.* (2023) e Borkowski; Łuczkiwicz (2023) para análise de parque urbano; Borkowski, Kocharński e Wyszomirski (2022) para um conjunto habitacional; Zamora; Swarts (2012) para um campus universitário; e por fim Plumea *et al.* (2016) aplicada a um distrito urbano da Austrália.

5 Considerações Finais

A análise bibliométrica mostrou que as pesquisas relacionadas ao LIM ainda estão muito concentradas na América do Norte e na Ásia, possivelmente por serem lugares nos quais o uso do BIM ligado à infraestrutura urbana é mais difundido e também por utilizarem a paisagem urbana como elemento fundamental do planejamento urbano. A Europa por exemplo ainda utiliza o BIM de forma muito mais relacionada a construção

de edificações, e o uso do BIM para construção é muito avançado em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação.

As pesquisas ainda são recentes, tendo seu registro iniciado em 2014, demonstrando que há muito a ser explorado no campo do LIM nos mais diferentes aspectos. Nas pesquisas das bases de dados foram encontrados pouquíssimos artigos de periódicos e ainda na base de dados da Scielo, biblioteca online de livre acesso, não foi encontrado nenhum artigo até o momento do levantamento da pesquisa.

As palavras-chave com maior ligação entre si, mostram que o termo BIM ainda é muito forte e que muitos pesquisadores, mesmo abordando a paisagem como elemento do projeto, não utilizam o termo LIM. Pouco do que existe em relação ao LIM se relaciona ao Planejamento Urbano, sendo destacada a capacitação de recursos humanos, paisagistas e planejadores ambientais, que está em andamento, porém ainda de forma incipiente.

É imprescindível que paisagistas comecem a utilizar o conceito dentro de seus trabalhos para que não fiquem defasados em relação às outras áreas da construção civil, como projetistas arquitetônicos e complementares, e planejadores urbanos. Visto que cada vez mais países estão difundindo o conceito BIM e normatizando sua utilização em obras públicas.

Com relação a análise sistemática da bibliografia, são pontuadas várias lacunas, deficiências ou problemas. Entre eles estão lacunas na inserção ou troca de informações entre a prática de projeto da paisagem; a falta da abordagem de paisagem e elementos de *hardscape* e seus atributos; e ausência de aspectos de manutenção de projetos paisagísticos. Em relação aos padrões utilizados para contratos com implementação da metodologia BIM (na esfera pública e privada) observou-se a inexistência de uma análise da paisagem. Reiterando por fim, a necessidade de utilização por parte dos profissionais da área, assim como estímulo da utilização da metodologia, seja por meio de associações ou no meio acadêmico, como também por meio de capacitação.

Nestes termos a metodologia LIM, apesar de incipiente, desempenharia um papel indispensável na prática, pois facilita o desenvolvimento de modelos de informação abrangentes e integração de modelos BIM, modelos urbanos e modelos de paisagem para um ambiente construído inclusivo.

Contudo, as plataformas BIM existentes são incompatíveis com o fluxo de trabalho dos arquitetos paisagistas, o que contribui para as desvantagens na modelagem paisagem. Apesar de haver alguns esforços para suprir esta demanda, como o desenvolvimento de suportes tecnológicos, ainda há uma grande necessidade do avanço e desenvolvimento para a implementação do LIM no contexto urbano.

Os resultados indicam que o LIM é um campo emergente, com grande potencial para aprimorar o planejamento urbano e paisagístico. As lacunas identificadas revelam a necessidade de maior disseminação da metodologia em regiões como América Latina,

onde o conceito ainda é pouco explorado. Para fortalecer o uso do LIM, é crucial o investimento em capacitação técnica e o desenvolvimento de normativas específicas que considerem as particularidades das paisagens urbanas.

Agradecimentos

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

Referências bibliográficas

- Abdirad, H.; Lin, K. Advancing in Object-Based Landscape Information Modeling: Challenges and Future Needs. *Computing in Civil Engineering*, 2015.
- Abdirad, H. Advancing in Building Information Modeling (BIM) Contracting: Trends in the AEC/FM Industry. *AEI*, 2015.
- Abdirad, H.; Dossick, C. S. Rebaselining Asset Data for Existing Facilities and Infrastructure. *American Society of Civil Engineers*, 2019.
- Alves, L. A. Representações das Transformações Espaciais: Breves Considerações Sobre a Paisagem Urbana. *Para Onde!?*, Porto Alegre, v. 4, n. 1, 2010.
- Bolognesi, C.; D’Uva, D. *Multiscalar digital twin. Step representation towards urban multiverse*, 2023.
- Borkowski, A. S.; Kochański, Ł.; Wyszomirski, M. A case study on building information (BIM) and land information (LIM) models including geospatial data. *Geomatics and Environmental Engineering*, v. 17, n. 1, p. 19–34, 2022.
- Borkowski, A.; Łuczkiwicz, N. Landscape Information Model (LIM): a case study of Ołtarzew Park in Ożarów Mazowiecki municipality”, *Budownictwo i Architektura*, 22(2), p. 041–056, 2023.
- Bradley, a. Li, h. Lark, r. Dunn, S. BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective. *Automation in Construction*, 71, p. 139-152, 2016.
- Cavalca, D. *BibView*. Disponível em: <https://diegocavalca.shinyapps.io/bibView/>. Acesso em: 25 de maio de 2021.
- Chen, Kuo E Chen. Study On The Establishment Of A Maintenance Mode For A Bim-Based Landscape Project. *WIT Transactions on The Built Environment*, Vol 192, 2019.
- CINTRA, Paulo Roberto; SILVA, Marco Donizete Paulino da; FURNIVAL, Ariadne Chloe. Uso do inglês como estratégia de internacionalização da produção científica em Ciências Sociais Aplicadas: estudo de caso na SciELO Brasil. *Em Questão*, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 17-41, jan./abr. 2020. DOI: 10.19132/1808-5245261.
- Cullen, G. *Paisagem urbana*. São Paulo, M. Fontes, 1983.
- Edirisinghe, R.; London, K. A.; Kalutara, P.; Aranda-Mena, G. Building information modelling

for facility management: are we there yet? *Engineering, Construction and Architectural Management*. Vol. 24 No. 6, p. 1119-1154, 2017.

Finardi, Kyria Rebeca; FRANÇA, Cláudio. O inglês na internacionalização da produção científica brasileira: evidências da subárea de linguagem e linguística. *Intersecções*, v. 19, n. 2, p. 234-248, maio 2016.

Liu, Z., Yang, Z., Liang, M., Liu, Y., Osmani, M., Demian, P. A conceptual framework for blockchain enhanced information modeling for healing and therapeutic design. *International journal of environmental research and public health*, v. 19, n. 13, p. 8218, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph19138218>.

Jiaa, J.; Suna, J.; Wangb, Z.; Xua. T. The construction of BIM application value system for residential buildings' design stage in China based on traditional DBB mode. *Procedia Engineering* 180. 851 – 858, 2017.

Jiang, Y; Pei Ma; Zhang, S. Contractual Governance of BIM-Enabled Projects: Where Are We? *International Journal of Architecture, Engineering and Construction* Vol 7, No 1, March 2018, 1-10, 2018.

Juan, S.-I.; Tsaih, L. S.-J. Exploring views on design and service factors for improving housing development green space quality in Taiwan. *Journal of Asian architecture and building engineering*, v. 21, n. 5, p. 1926–1941, 2022.

Kamel, E.; Memari, A. M. Review of BIM's application in energy simulation: Tools, issues, and solutions. *Automation in Construction*.97164-180, 2009.

Kim, M. K., Park, D., Yun, S., Park, W. H., Lee, D., Chung, J. D., & Chung, K. J. Establishment of a Landscape Information Model (LIM) and AI Convergence Plan through the 3D Digital Transformation of Railway Surroundings. *Drones*, v. 7, n. 3, p. 167. <https://doi.org/10.3390/drones7030167>.

Macedo, S.S. *Quadro do paisagismo no Brasil*. Coleção Quapá (1999).

Maciel, a. B. C.; Lima, z. M. C. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. *Sociedade e Território, [S. l.]*, v. 23, n. 2, p. 159–177, 2012.

Marzouk, M., Othman, A. Planning utility infrastructure requirements for smart cities using the integration between BIM and GIS. *Sustainable Cities and Society*, 57, 2020.

Menezes, G. L. B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, v.18, n.22, 21º sem. 2011.

Motawa, L.; Almarshad, A. A knowledge-based BIM system for building maintenance. *Automation in Construction*. Vol 29, 2013, p. 173–182, 2013.

Nessel, A. The Place for Information Models in Landscape Architecture, or a Place for Landscape Architects in Information Models. *Anhalt University of Applied Sciences*. Peer Review Proceedings of Digital Landscape Architecture, 2013.

Schutzer, J. G. Os arquétipos naturais e a intervenção paisagística. In *Coleção Paisagens Culturais*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes, 2008. p. 314-323.

- Örnek, M. A.; Ersoy, M. e Seçkin, Y. C. Estimating Stormwater Runoff from the 3D-model of an Urban Area in Istanbul. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 1-2016, pp. 198-206, 2016.
- Plumea, J.; Marchanta, D.; Mitchella, J.; Newhousea, O. Proposal for an open data model schema for precinct-scale information management. *A Sustainable Built Environment Conference 2016 Series (SBE16)*, iHBE 2016.
- Sandre, A. A.; Pellegrino, P. R. M. *Modelagem da informação da paisagem – Landscape Information Modeling (LIM)*. Pós, Rev. Programa Pós-Grad. Arquit. Urban. FAUUSP. São Paulo, v. 27, n. 51., 2020.
- Slabeciusová, B. 2D and 3D modelling in landscape architecture. *Scientific Journal of Latvia University of Agriculture Landscape Architecture and Art*, Volume 7, Number 7, 2015.
- Succar, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18, p. 357–375, 2009.
- Succar, B.; Saleeb, N.; Sher, W. Model Uses: Foundations for a Modular Requirements Clarification Language. *Australasian Universities Building Education (AUBEA2016)*. Australia, 2016.
- Uriarte, A. G.; Ng, A. H. C.; & Moris, M. U. Bringing together Lean and simulation: a comprehensive review. *International Journal of Production Research*, 58:1, 87-117, 2019. DOI: 10.1080/00207543.2019.1643512
- Wu, J., Wang, X., Huang, L., Wang, Z., Wan, D., & Li, P. Parameterized site selection approach of park entrance based on crowd simulation and design requirement. *Applied sciences (Basel, Switzerland)*, 13(10), p. 6280, 2023. <https://doi.org/10.3390/app13106280>.
- Zamora, P. G.; Swarts, M. Campus Information-and-knowledge Modeling: Embedding Multidisciplinary Knowledge into a Design Environment for University Campus Planning. *International Journal of Architectural Computing*. Issue 4, volume 12, 2012.
- Zahrádková, V.; Achten, H. *Required Components for Landscape Information Modelling (LIM): A Literature Review*. Anhalt University of Applied Sciences. Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture, 2015.
- Zhiliang Ma, Yuan Ren. Integrated Application of BIM and GIS: An Overview. *Procedia Engineering*, 196, p. 1072-1079, 2017.
- Zajíčková, V. e Achten, H. *Landscape Information Model: Plants as the components for information modelling*. Building Information Modelling - Volume 2 - Computation and Performance - eCAADe 31, p. 515–523, 2013.