

OS CAMINHOS PARA A CIDADE DIGITAL: UMA BIBLIOMETRIA A RESPEITO DA IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS GIS E BIM

Giovana Sant'Ana Cooper¹

Augusto Pimentel Pereira²

RESUMO

Da demanda por uma gestão mais eficaz do espaço urbano, cada vez mais influenciado pelas tecnologias de informação e comunicação, é que emerge a temática central da presente pesquisa, a utilização de softwares de modelagem e georreferenciamento da informação na gestão de cidades. Essa temática compreende, mais especificamente o CIM (*city information modeling*). Este, por sua vez, é compreendido ajuste de escala e metodológico entre as tecnologias GIS (*Geographic Information System*) e BIM (*Building Information Modeling*). A presente pesquisa parte de uma análise estatística bibliométrica para compreender a implementação de tais tecnologias. Mais especificamente, compreender a respeito da produção científica e acadêmica sobre o tema. O objetivo aqui é o de se levantar o que há de literatura especializada a respeito dos processos de implementação de tecnologias GIS e BIM nos periódicos científicos mais relevantes mundialmente. Foram pesquisadas as bases de dados do Web of Science e Scopus. Ao todo foram analisados 99 artigos que passaram no processo de filtragem segundo critérios específicos. As variáveis analisadas tratavam de autor(es), título, ano de publicação, país de instituição e palavras-chave, a fim de cumprir os objetivos específicos do estudo. O resultado mostrou coerência na análise quantitativa e qualitativa a respeito de autores mais recorrentes no estudo e aqueles mais citados pelo universo acadêmico. Identificou-se, também, uma prevalência significativa na produção desses estudos de instituições de Estados Unidos, China e Reino Unido.

Palavras-chave: CIM. GIS. BIM. Implementação. Gestão Urbana.

¹ Aluna do 6º período do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAE Centro Universitário. Bolsista do Programa de Apoio à Iniciação Científica (PAIC 2019-2020). *E-mail*: giovana.cooper@mail.fae.edu

² Orientador da Pesquisa. Mestre em Gestão Urbana pelo PPGTU/PUCPR. Professor da FAE Centro Universitário. *E-mail*: augusto.pereira@fae.edu

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa parte de uma análise estatística bibliométrica para compreender a implementação da metodologia CIM (*City Information Modeling*). Para isso foi analisada a produção científica a respeito da temática da implementação do GIS (*Geographic Information System*), ou SIG, em português, (Sistema de Informação Geográfica) e da implementação do BIM (*Building Information Modeling*). Sendo assim, o estudo dos processos já concluídos de implementação das tecnologias CIM, GIS e BIM (tenham eles resultado em sucesso ou não), instruirá os caminhos para que se possa tentar antever dificuldades e possíveis atalhos no processo.

A metodologia aplicada foi um processo bibliométrico, realizado a partir da busca publicações acadêmicas e científicas com os termos “*GIS implementation*” e “*BIM Implementation*” em seus títulos. As bases de dados consultadas foram a Scopus e a Web Of Science. Ao todo, foram avaliados 60 artigos científicos tratando da implementação do BIM e 39 da implementação do GIS. As variáveis analisadas trataram de autor(es), título, ano de publicação, país de instituição e palavras-chave.

A partir da análise bibliométrica, fez-se o desenvolvimento de filtragem do material coletado segundo critérios específicos, para trazer à luz artigos científicos significativos, países e autores protagonistas na arena de debate dos temas analisados. A pesquisa tem, portanto, o objetivo de levantar o que há de literatura especializada a respeito dos processos de implementação de tecnologias GIS e BIM nos periódicos científicos mais relevantes mundialmente. Para tal, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar quais os artigos mais relevantes a respeito de processos de implementação tecnologias GIS e BIM dentro das bases de periódicos mais relevantes mundialmente.
2. Identificar quais os principais autores que tratam da questão de implementação dessas tecnologias.
3. Identificar quais os principais países a estarem publicando a respeito da implementação de GIS e/ou BIM.

As seções que seguem descrevem esse percurso da busca pelo mapeamento das produções científicas e acadêmicas acerca da implementação das tecnologias BIM e GIS. O resultado aqui apresentado exhibe um mapa desse contexto e pode nortear pesquisas futuras, auxiliando no direcionamento da busca de informações relevantes.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A junção das metodologias e do aprofundamento dos estudos do GIS e do BIM implica no princípio do método CIM, o qual para compreender mais amplamente, é significativo considerar o conceito de cidade digital. O CIM e a cidade digital acabam sendo conceitos complementares por envolverem a ligação da tecnologia com a cidade, gestores públicos e planejamentos urbanos, para benefício da sociedade.

1.1 CIDADE DIGITAL

Através da utilização de ferramentas e métodos informacionais, a representação da cidade digital – ou cibercidade – consiste em um modelo de informação digital urbana, baseado em informações geoespaciais que constituem a infraestrutura das cidades analisadas (XU et al., 2014). A definição de cidade digital possui 4 vertentes que relacionam cidades com novas tecnologias, sendo elas: i) a representação por meio de softwares de um determinado lugar (como a *Digitale Stad*, em Amsterdã, 1994); ii) a aplicação de meios na qual se possa ter uma inclusão digital no espaço urbano; iii) o planejamento urbanístico por meio da modelagem 3D (os CyberCity SIS) e; iv) os projetos de cidades “não reais”, como comunidades virtuais (LEMOS, 2011).

O Brasil vem acompanhando a tendência mundial, atribuindo partes da aplicação dessas 4 vertentes em diversas cidades. Com a expansão da tecnologia, os lugares considerados tradicionais acabam se transformando em “territórios informacionais”, assim a cidade digital sugere um novo olhar de reorganização das cidades existentes (LEMOS, 2011). Os anseios dos gestores e planejadores das cidades de conseguir simular o ambiente urbano e utilizá-lo para conceber, implementar e monitorar políticas e marcos legais é o mais recente paradigma a ser enfrentado no campo da gestão e do planejamento urbano. A cidade digital é a nova ferramenta técnica da revolução informacional contemporânea para a execução de tais tarefas.

Para que se estabeleça uma “cultura digital” (fundamental para um índice digital relevante de uma cidade), não se trata apenas de instalações de computadores ou telecentros. É necessária uma comunicação eficiente a partir de uma gestão cooperativa focada para alcançar esse tipo de resultado (DUARTE et al., 2014).

1.2 GIS E CIDADE DIGITAL

O GIS é uma ferramenta comumente utilizada no planejamento e em projetos urbanos, tendo duas principais formas de representar a realidade: i) sobrepondo a Terra em uma malha ortogonal em um mosaico diferenciado, categorizado e com variáveis atribuídas; e ii) fixando objetos distintos na superfície terrestre ou referenciando com informação e posicionamento geográfico (STOJANOVSKI, 2018). Com o desenvolvimento dos debates sobre a tecnologia, o conceito de cidade digital também se difundiu. O GIS é utilizado na modelagem de informações em 2D e 3D, sendo possível realizar varredura a laser como fonte de informações de morfologia, assim realizando uma modelagem mais ágil (XU et al., 2014). O método permite analisar dados em escalas mais amplas, consideradas cruciais para o planejamento urbano (STOJANOVSKI, 2018), representando o modelo das superfícies de cidades e territórios com rapidez, sendo usado especialmente para modelar objetos espaciais já existentes (XU et al., 2014).

Entretanto, a falta de normas para direcionar os planejamentos das cidades digitais e de dados científicos relevantes para servirem de auxílio nas decisões projetuais, configurou um impasse na implementação do planejamento da cidade em 3D (XU et al., 2014). Essa situação indica um desafio a ser superado para a evolução das cibercidades. A modelagem em 3D de cidade digital pode ser formada a partir de Sistemas de Informação Espacial (SIS) junto ao GIS que formam modelos conhecidos como “CyberCity SIS”. Estes modelos permitem simular e compreender melhor as dinâmicas das cidades, auxiliando o planejamento e a gestão urbana por permitirem maior compreensão do contexto e da totalidade de onde funcionam (XU et al., 2014).

Desta forma, o objetivo científico do GIS é a conexão precisa entre o espaço estudado e a sua representação, cujo nível de detalhamento para o urbanismo não é essencialmente sempre considerado fundamental (STOJANOVSKI, 2013). Entretanto, a ferramenta continua sendo destacada pelo seu uso no planejamento urbanístico, gestão do tráfego e administração da utilização do solo, entre outras contribuições para a cidade digital (XU et al., 2014). Deste modo, a atual forma que o GIS atua não incorpora uma estrutura morfológica geral da cidade, enquanto o BIM atua apenas em parte dessa morfologia, as edificações (STOJANOVSKI, 2018).

1.3 BIM E CIDADE DIGITAL

O BIM é uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos combinados, que tem por objetivo produzir, comunicar e analisar um modelo da construção civil (EASTMAN et al., 2011). Assim, a metodologia implica no processo de gerenciamento

de representações de forma digital das propriedades físicas e funcionais de uma construção, usado principalmente em projetos de pequena escala (XU et al., 2014). A partir do BIM, objetos 3D se tornaram interativos, ligados aos símbolos 2D, gerando modelos de projeção tanto em forma de elevação, quanto plana (STOJANOVSKI, 2013), de forma colaborativa que opera ao mesmo tempo dos demais.

Deste modo, o BIM permite modelar de forma detalhada partes específicas do espaço urbano em 3D, mesmo que não permita uma representação plena em relação aos dados geoespaciais. Vai, assim, em contrapartida da falta de enriquecimento nos dados de outros métodos, como por exemplo o *OpenStreetMaps* (mapa colaborativo) (XU et al., 2014).

Um das maiores contribuições do BIM foi realizar mais do que linhas como o CAD, mas criar objetos tridimensionais e conectá-los a informações, executando o projeto vinculado a desenhos técnicos, como plantas, elevações, perspectivas, etc. (STOJANOVSKI, 2018). Essa conexão de elementos 3D a informações é chamada parametrização. Objetos paramétricos são definições geométrica com dados e regras associadas, integrados de forma não redundante e não permitindo inconsistências. As regras paramétricas para estes objetos modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas em um modelo de construção (EASTMAN et al., 2011).

Desta forma, o método se torna essencial aos gestores urbanos por assegurar uma qualidade ao projeto, além das alterações em tempo real pelas vinculações entre os dados, na qual mostra a “consequência” gerada por alguma modificação pelas informações serem conectadas (XU et al., 2014). Em termos de processo, pode-se dizer que o BIM tem abordagem ampla e direcionada para a documentação para a visualização operacional, a coordenação, orçamentação e a estruturação do cronograma do projeto (SARKAR, 2016).

1.4 CIM E CIDADE DIGITAL

Com o objetivo de beneficiar a construção urbana, o gerenciamento da cidade e seus desafios, o CIM é feito por meio da integração dos modelos GIS e BIM (XU et al., 2014). Assim, torna-se fundamental para compreender o CIM o conhecimento de ambos os métodos (PEREIRA, 2017). Diante disso e das seções apresentadas anteriormente, nota-se a aderência na discussão das tecnologias presentes na gestão das cidades, da estruturação lógica dos modelos CIM e daquilo que se considera uma cidade digital.

Alguns desafios do CIM em vista de melhorar as cidades em si, é produzir formas diversificadas de comunicação e a busca da adequação social dos indivíduos a um

meio. Além de procurar fortalecer a democracia pela utilização da tecnologia para aproximar o governo dos cidadãos (LEMOS, 2011) como cibercidadania por exemplo, no qual utiliza da tecnologia como instrumento de democracia participativa. Assim, a cibercidade possui uma relação direta com a política, compreendendo a maneira em si que a infraestrutura é construída nas cidades atualmente (DUARTE et al., 2014).

O desenvolvimento do urbanismo vem sendo uma das mais relevantes mudanças da infraestrutura urbana na sociedade atual (LEMOS, 2011) no qual o método do CIM oferece significativos avanços futuros. Facilitando, assim, a amplitude dos meios que a gestão municipal/metropolitana é executada atualmente (PEREIRA, 2017). O foco futuro do CIM é vincular num espaço diferentes gestores para planejarem de forma conjunta, no qual o software possuiria dados vinculados com informações morfológicas (coletados preliminarmente), podendo realizar planos mais precisos (STOJANOVSKI, 2018). Deste modo, o objetivo dessa evolução é de possibilitar ligações entre os indivíduos, concedendo possibilidades de inserção a partir do acesso à tecnologia/informação, promovendo atividades na sociedade e gerando assim dados para a gestão urbana (LEMOS, 2011).

1.5 IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS, POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO URBANA

A partir desse conhecimento prévio de cidade digital, BIM, GIS e CIM, é de grande valia compreender como essas tecnologias tem sido implementadas nas cidades. Além disso, é relevante entender como atua a gestão urbana com todas as informações já coletadas. Vale lembrar que os métodos citados precisam ser colocados em prática diante de tantos estudos e avanços e já alcançados (LEMOS, 2011).

Em face de tal realidade, a dimensão urbana engloba uma proporção social, política e econômica, na qual é imprescindível gestores públicos cada vez mais eficazes (REZENDE; PROCOPIUCK, 2018) para atuarem de forma satisfatória nas demais áreas. Estes apresentam desafios de construir espaços capazes de gerar oportunidade e facilitar tanto indivíduos, quanto instituições, de se comunicarem de forma proveitosa utilizando tal planejamento urbano como precursor (REZENDE; PROCOPIUCK, 2018). Nesse sentido, as tecnologias de informação e comunicação (TIC's), como o CIM, tem se apresentado como valorosas ferramentas no enfrentamento de tais desafios.

O âmbito do planejamento urbano e da gestão, ainda apresentam a desarmonia com o poder central por não possuírem uma única fonte determinativa de decisões. Estas são resultado de uma associação que procede de esferas locais, regionais,

nacionais e internacionais (SILVA; PROCOPIUCK, 2019). Nota-se assim, que as políticas públicas não devam ser apenas claras, mas que é necessário também serem adequadas politicamente (REZENDE; PROCOPIUCK, 2018). Essa descentralização da tomada de decisão e da elaboração das políticas públicas afeta diretamente a implementação e a operação de um modelo CIM.

Deste modo, segundo Rezende e Procopiuck (2018, p. 249), pode-se afirmar que:

Nessa perspectiva, considerando a intensidade das transformações sociotécnicas vividas globalmente desde meados do século passado, a associação entre política, planejamento, gestão e tecnologias na condução dos interesses coletivos de diferentes cidades tende a ser crescentemente naturalizada.

A implantação desses métodos se apresenta de forma difusa mundialmente, e ainda não aplicados na gestão urbana em si. São exemplos o caso de *Sant Cugat del Vallés* (Barcelona), Johannesburgo e Hong Kong, que apresentam um modelo CIM estruturado a partir de uma base pré-existente em GIS e executado pela modelagem BIM. Já em Helsinki na Finlândia, além de possibilitarem que informações provenientes dos habitantes da região pudessem complementar o planejamento, realizaram uma varredura do espaço, fazendo um modelo CIM do local. O modelo foi utilizado para realizar uma aproximação junto à população para a compreensão do progresso e das tomadas de decisão do planejamento proposto.

As discussões sobre suas possibilidades e a forma como um modelo desses deve ser gerido e utilizado não possuem um consenso, mas sim um apanhado de pontos de vista que vão do embasamento teórico às análises de melhores práticas de modelos já implementados. Fazer um levantamento bibliográfico a respeito de boas práticas de implementação do GIS e do BIM documentadas em periódicos científicos de relevância, mostra-se de importante contribuição para futuros estudos.

2 METODOLOGIA

Com o fim de alcançar os objetivos propostos pelo estudo foi utilizado métodos estatísticos, utilizando na pesquisa um caráter bibliométrico, de forma exploratória (SILVA; PROCOPIUCK, 2019), fundamentando-se em preceitos qualitativos. As bases de dados utilizados de onde foram apanhados os artigos científicos relevantes para a pesquisa foram da *Web of Science* e da Scopus, que são classificadas como duas das maiores fontes de dados multidisciplinares.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dos 99 artigos analisados e tendo como princípio os dados extraídos de autor(es), título, ano de publicação, país de instituição e palavras-chave, foi possível elaborar gráficos e nuvens de palavras.

Na TAB. 1 e na FIG. 2 é possível ver quais são os autores que apareceram mais vezes nos artigos pesquisados. Aqueles com maior recorrência possuem um total de 3 publicações cada.

TABELA 1 – Recorrência de autores nos artigos pesquisados

Autores	Nº de artigos
Cao, D.P.	3
Coates, P.	3
Chan, D.W.M.	3
Olawumi, T.O.	3
Wang, G.B.	3
Arayici, Y.	3

FONTE: Os Autores (2020)

Na FIG. 2 é possível ver a predominância dos termos mais recorrentes nas palavras-chave das publicações analisadas. Chama atenção a força assumida pela palavra *“information”* na nuvem de palavras – provavelmente associada à definição do termo BIM. Além dela, sobressaem-se termos que não causam surpresa, como *“implementation”*, *“building”*, *“BIM”*, *“GIS”* e *“construction”*. Algumas outras palavras chamam atenção por serem temáticas correlatas aos processos de implementação de tecnologias, como *“innovation”*, *“management”* e *“collaboration”*.

Na FIG. 2 é possível ver a predominância dos termos mais recorrentes nas palavras-chave das publicações analisadas. Chama atenção a força assumida pela palavra *“information”* na nuvem de palavras – provavelmente associada à definição do termo BIM. Além dela, sobressaem-se termos que não causam surpresa, como *“implementation”*, *“building”*, *“BIM”*, *“GIS”* e *“construction”*. Algumas outras palavras chamam atenção por serem temáticas correlatas aos processos de implementação de tecnologias, como *“innovation”*, *“management”* e *“collaboration”*.

TABELA 2 – Top 6 termos mais recorrentes entre as palavras-chave

Autores	Nº de artigos
<i>Information</i>	47
<i>Building</i>	37
<i>Modeling</i>	35
<i>Construction</i>	27
<i>Implementation</i>	21
<i>Project</i>	14

FONTE: Os Autores (2020)

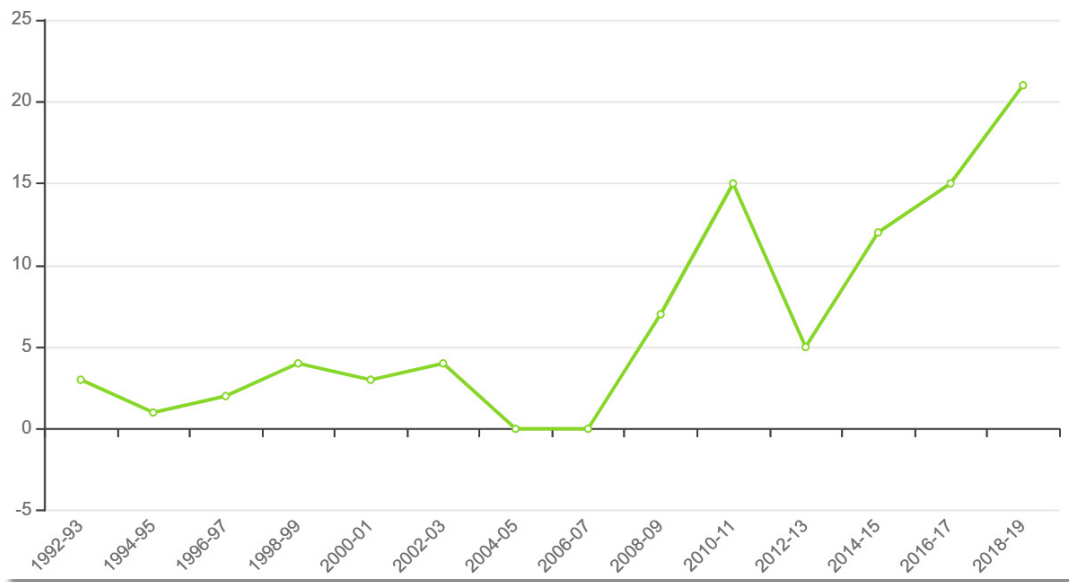
Na FIG. 4 e GRÁF. 1 está representada a evolução cronológica das publicações. O gráfico e a nuvem de palavras analisados demonstram que a pesquisa possui um recorte entre 1992-2019. Há um crescimento significativo no período compreendido entre 2006 e 2011 e, após uma queda, 2013 e 2019. O ano com maior número de publicações foi 2018, o que é uma tendência generalizada na ciência.

FIGURA 4 – Recorrência dos anos de publicação entre os artigos analisados



FONTE: Elaborado pelo autor (2020) pela ferramenta disponível em <<https://www.jasondavies.com/wordcloud/>>

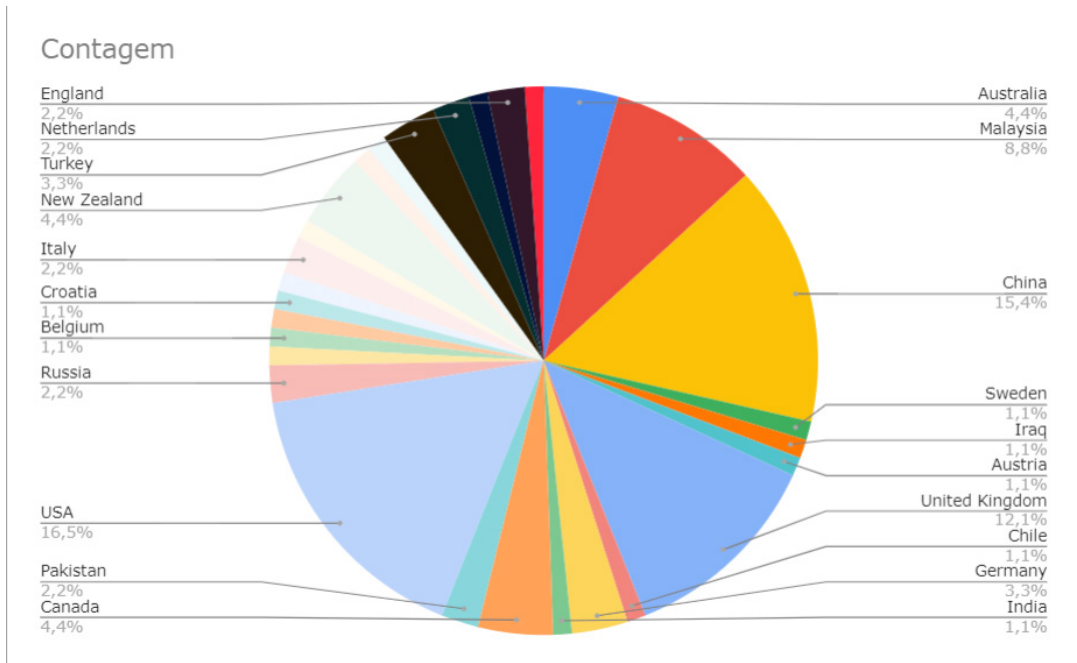
GRÁFICO 1 – Evolução cronológica das publicações



FONTE: Elaborado pelo autor (2020) pela ferramenta disponível em <<https://online.visual-paradigm.com/pt/>>

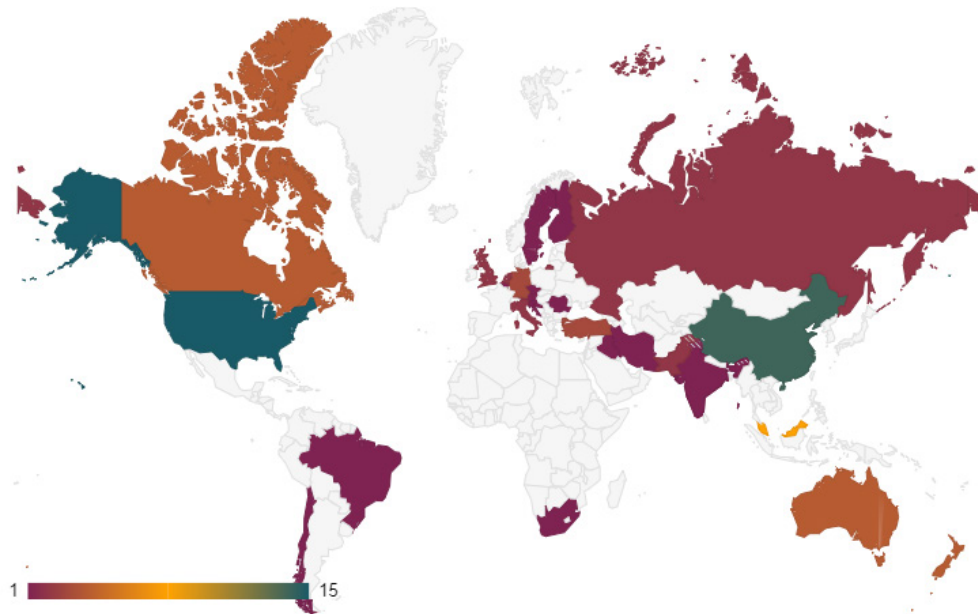
O GRÁF. 2 e FIG. 5 representam os países de origem das publicações. Entre estes, destacaram-se os Estados Unidos e a China, apresentando juntos uma parcela de pouco mais de 30% dos artigos avaliados, seguidos do Reino unido, com cerca de 12% e da Malásia, com cerca de 9%.

GRÁFICO 2 – Quantidade de publicações por país



FONTE: Elaborado pelo autor (2020).

FIGURA 5 – Mapa da quantidade de publicações por país



FONTE: Elaborado pelo autor (2020).

Por fim, foi feita a análise dos artigos segundo a quantidade de citações que receberam ao longo do tempo. Nesse quesito o resultado confirmou achados da avaliação quantitativa encontrada para a recorrência de autores. Um grupo de pesquisadores do Reino Unido, aparentemente liderado por Yusuf Arayici, assumiu papel protagonista nesse quesito. Dos 10 artigos mais citados, 3 pertenciam a este conjunto de pesquisadores, somando 377 citações. O artigo mais citado também é do Reino Unido, de um grupo de pesquisadores liderado por Robert Eadie. Aparecem na lista das produções mais relevantes, também, produções da Finlândia e Austrália. Relevante notar que dentre os 10 documentos mais citados, apenas um deles trata de implementação de GIS.

TABELA 3 – Top 6 termos mais recorrentes entre as palavras-chave

continua

Autor(es)	Título	Citações
Eadie, R; Browne, M; Odeyinka, H; McKeown, C; McNiff, S	BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis	188
Arayici, Y; Coates, P; Koskela, L; Kagioglou, M; Usher, C; O'Reilly, K	Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice	178
Miettinen, R; Paavola, S	Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling	172

TABELA 3 – Top 6 termos mais recorrentes entre as palavras-chave

conclusão

Autor(es)	Título	Citações
Arayici, Y; Coates, P; Koskela, L; Kagioglou, M; Usher, C; O'Reilly, K	BIM adoption and implementation for architectural practices	117
Arayici, Y; Egbu, C; Coates, P	Building information modelling (Bim) implementation and remote construction projects: Issues, challenges, and critiques	82
Barndt M.	Public Participation GIS – Barriers to Implementation	80
Elmualim, A; Gilder, J	BIM: Innovation in design management, influence and challenges of implementation	79
Smith, P	BIM implementation – Global strategies	74
Manning, R; Messner, JI	Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities	67
Sackey, E; Tuuli, M; Dainty, A	Sociotechnical Systems Approach to BIM Implementation in a Multidisciplinary Construction Context	55

FONTE: Elaborado pelo autor (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa foram analisados 99 artigos científicos a respeito da implementação de BIM e GIS. Na amostragem quantitativa de produção, alguns autores se destacaram, como Cao, DP., Coates, P., Chan, DWM., Olawumi, TO., Wang, GB e Arayici, Y., sendo seus respectivos países a China e o Reino Unido.

Chegou-se à conclusão que os Estados Unidos é o país com maior produção acerca da implementação do BIM e GIS (tendo uma parcela de 16,5%). Seguido da China com uma parcela significativa de 15,4% e do Reino Unido com cerca de 12%. Complementam a lista dos 5 países com maior produção acadêmica no âmbito da pesquisa desenvolvida a Malásia, com quase 9%, e a Austrália, o Canadá e a Nova Zelândia com ambas 4,4%.

Os resultados quando avaliados qualitativamente, contrapõem o panorama quantitativo. A análise dos artigos a respeito de sua relevância apontou que a o Reino Unido é quem fica à frente das produções mais citadas. Ainda que existam pequenas alternâncias entre os principais produtores de conhecimento na área estudada, fica evidente a prevalência de Estados Unidos, China e Reino Unido. Para pesquisas futuras poderia ser elaborado um aprofundamento sobre os autores mais citados a fim de identificar possíveis produções sobre a temática que tenham passado à esta pesquisa,

bem como um aprofundamento da mesma em forma de revisão sistemática.

REFERÊNCIAS

- ARAYICI, Y. et al. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in Construction**, Holanda, v. 20, n. 2, p. 189-195, Mar. 2011.
- ARAYICI, Y. et al. BIM adoption and implementation for architectural practices. **Structural Survey**, v. 29, n. 1, p. 7-25, Apr. 2011.
- ARAYICI, Y.; EGBU, C.; COATES, P. Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques. **Journal of Information Technology in Construction**, Estocolmo, v. 17, Ed. Spe., p. 75-92, May 2012.
- BARNDT, M. Public Participation GIS: barriers to Implementation. **Cartography and Geographic Information Systems**, Abingdon, v. 25, n. 2, p. 105-112, Apr. 1998.
- DAVIES, J. Word Cloud Generator. 2020. Disponível em: <<https://www.jasondavies.com/wordcloud>>. Acesso em: 6 jul. 2020.
- DUARTE, F. et al. A conceptual framework for assessing digital cities and the brazilian index of digital cities: analysis of Curitiba, the first-ranked city. **Journal of Urban Technology**, Abingdon, v. 21, n. 3, p. 37-48, July 2014.
- EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.
- ELMUALIM, A.; GILDER, J. BIM: Innovation in design management, influence and challenges of implementation. **Architectural Engineering and Design Management**, Abingdon, v. 10, n. 3, p. 183-199, July 2014.
- LEMOS, A. O que é cidade digital? **Guia das cidades digitais**, 09 de agosto de 2017. 2011. Disponível em: <<http://www.guiadascidadesdigitais.com.br/site/pagina/o-que-cidade-digital>>. Acesso em: 9 ago. 2017.
- MANNING, R.; MESSNER, J. Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, Estocolmo, v. 13, n. Spe., p. 246-257, June 2008.
- MIETTINEN, R.; PAAVOLA, S. Beyond the BIM utopia: approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, Holanda, v. 43, p. 84-91, July 2014.
- PEREIRA, A. P. **Os desafios para a implementação do city information modeling como instrumento na gestão urbana: o caso de Curitiba, Paraná**. 2017. 184 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2017.
- REZENDE, D. A.; PROCOPIUCK, M. Projeto de cidade digital estratégica como política pública: o caso de Chicago, EUA. **Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 14, n. 33, p. 246-269, jul./set. 2018.

SACKEY, E.; TUULI, M. M.; DAINTY, A. Sociotechnical Systems Approach to BIM Implementation in a Multidisciplinary Construction Context. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 1, 2015.

SARKAR, D. Risk based building information modeling (BIM) for urban infrastructure transportation project. **International Journal of Structural and Construction Engineering**, Tóquio, v. 10, n. 8, p. 1022-1026, June 2016.

SILVA, M.-V. G.; PROCOPIUCK, M. A produção científica sobre gestão urbana: análise bibliométrica de 2010 a 2017. **EURE**, Santiago, v. 45, n. 136, p. 279-293, Sep. 2019.

SMITH, P. BIM Implementation: global strategies. **Procedia Engineering**, Holanda, v. 85, p. 482-492, June 2014.

STOJANOVSKI, T. City Information Modeling (CIM) and Urbanism: Blocks, connections, territories, peoples and situations. In: SYMPOSIUM ON SIMULATION FOR ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN, 4., 2013, San Diego. **Proceedings...** San Diego, 2013.

_____. City information modelling (CIM) and urban design: morphological structure, design elements and programming classes in CIM. **ECAADe**, Lodz, v. 1, p. 507-516, Sep. 2018.

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