

Análise bibliométrica de produções científicas de *City Information Modelling*

Bibliometric analysis of scientific productions of City Information Modelling

Análisis bibliométrico de producciones científicas de City Information Modelling

Leticia de Souza

Mestranda, UFSCar, Brasil.
Leticia.souza1707@gmail.com

Cristiane Bueno

Professora Doutora, UFSCar, Brasil.
cbueno@ufscar.br



RESUMO

Amorim (2016b) apresenta o *City Information Modelling* (CIM) como um sistema focado na gestão, no projeto de construções, no planejamento e no monitoramento da cidade, sendo abordado como suporte ao gerenciamento da infraestrutura de uma cidade inteligente. E Xu et al. (2014) define como um sistema para gerenciamento eficiente de cidades com o foco de alcançar compartilhamento de informações sobre vários sistemas da cidade em tempo real, de forma centralizada e acessível afim de melhorar a eficiência geral da gestão urbana. O termo foi cunhado inicialmente por Khemlani (2016) vislumbrando uma representação digital da cidade que apoiasse de maneira eficaz as decisões e análises em casos de ocorrência de desastres naturais. Por se tratar de um assunto relativamente novo e não estar plenamente definido, diante disto a pesquisa faz o uso de análise bibliográfica para destacar o progresso das produções científicas ao longo do tempo, as colaborações entre países, as palavras-chave de maior proeminência e possíveis lacunas de pesquisas que poderiam beneficiar esse estabelecimento. Para tanto, realizou-se uma análise bibliométrica sobre o tema CIM. Os dados para o estudo bibliométrico foram coletados nas bases *Web of Science* e *Scopus* e foram processados por meio do *software VOSviewer*. Os resultados demonstraram um crescente número de publicações neste campo, e correlações entre eventos ocorridos a nível mundial, como a reunião da ONU que debatia as Perspectivas da Urbanização Mundial e a Agenda do Desenvolvimento Sustentável de 2030.

PALAVRAS-CHAVE: City Information Modelling, Ferramentas de Gestão Urbana, Cidades Inteligentes.

ABSTRACT

Amorim (2016b) introduce *City Information Modeling* (CIM) as a system focused on city management, building design, planning and monitoring, and is approached as support for managing a smart city infrastructure. And Xu et al. (2014) defines it as a system for efficient city management with the focus of achieving real-time, centralized and accessible sharing of information about various city systems in order to improve the overall efficiency of urban management. The term was first coined by Khemlani (2009) envisioning a digital representation of the city that would effectively support decisions and analysis in cases of natural disasters. Because it is a relatively new subject and not fully defined, the research makes use of bibliographic analysis to highlight the progress of scientific productions over time, collaborations between countries, the most prominent keywords and possible research gaps that could benefit this establishment. To this end, a bibliometric analysis on the CIM theme was performed. Data for the bibliometric study were collected from the *Web of Science* and *Scopus* databases and were processed using *VOSviewer* software. The results demonstrated a growing number of publications in this field, and correlations between events occurring worldwide, such as the UN meeting debating the World Urbanization Perspectives and the 2030 Sustainable Development Agenda.

KEYWORDS: City Information Modelling, Urban Management Tools, Smart Cities.

RESUMEN

Amorim (2016b) presenta *City Information Modeling* (CIM) como un sistema centrado en la gestión de la ciudad, el diseño de edificios, la planificación y el monitoreo, y se aborda como un soporte para la gestión de una infraestructura de ciudad inteligente. Y Xu y col. (2014) lo define como un sistema para la gestión eficiente de la ciudad con el objetivo de lograr el intercambio de información en tiempo real, centralizado y accesible sobre varios sistemas de la ciudad para mejorar la eficiencia general de la gestión urbana. El término fue acuñado por primera vez por Khemlani (2009) asumiendo una representación digital de la ciudad que apoyaría efectivamente las decisiones y el análisis en caso de desastres naturales. Debido a que es un tema relativamente nuevo y no está completamente definido, la investigación utiliza el análisis bibliográfico para resaltar el progreso de las producciones científicas a lo largo del tiempo, las colaboraciones entre países, las palabras clave más destacadas y posibles vacíos de investigación que podrían beneficiar a este establecimiento. Para ello, se realizó un análisis bibliométrico sobre el tema CIM. Los datos para el estudio bibliométrico se obtuvieron de las bases de datos de *Web of Science* y *Scopus* y se procesaron con el *software VOSviewer*. Los resultados demostraron un número creciente de publicaciones en este campo, y las correlaciones entre los eventos que ocurren en todo el mundo, como la reunión de la ONU que discute las Perspectivas de Urbanización Mundial y la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030.

PALABRAS CLAVE: City Information Modelling, Herramientas de Gestión Urbana, Cidades Inteligentes.

1. INTRODUÇÃO

O *City Information Modelling* (CIM) resultou de uma vontade de proporcionar ferramentas para uma simulação urbana que centralize em tempo real informações e mudanças da cidade. É considerada como de grande importância a funcionalidade de fornecer uma abordagem pluralista de diversos cenários de projetos futuros para que as cidades se desenvolvam de forma integrada e possibilite se tornar verdadeiramente inteligente (BATTY ET AL., 2012).

Sendo esta, uma ferramenta necessária para se compreender a complexidade das cidades devido ao crescimento desenfreado alertada pela Organização das Nações Unidas (ONU) que em torno de 5,1 bilhões de pessoas estará vivendo em cidades até 2050 (ONU, 2012).

Este fenômeno exige atenção às demandas dessa superpopulação em áreas urbanas. Os reflexos desta urbanização abordada por Weiss et al. (2017) são dificuldades na gestão de resíduos sólidos, gestão ineficiente de recursos, contaminação do ar, precarização do sistema de saúde, saturação nas redes de mobilidade, insegurança pública, entre outras dificuldades que restringem a qualidade de vida da população.

Em consequência destas dificuldades, a ONU estabeleceu, na Agenda do Desenvolvimento Sustentável de 2030, alguns objetivos para concretização do conceito de cidades inclusivas, assegurando o direito humano a todos. Para tanto, será necessário grandes intervenções no contexto de cidade pois, como foi evidenciado, mais da metade da população mundial vive em cidades. Dentre os objetivos da agenda destaca-se os que trazem a gestão sustentável da água e saneamento, acesso sustentável à energia, crescimento econômico sustentável e tornar as cidades inclusivas (ONU, 2015).

O autor Dantas (2019) aponta o CIM como essencial para a implementação de conceitos de sustentabilidade nas cidades, colaborando assim para o cumprimento das metas estabelecidas em diversos acordos internacionais no que diz respeito à redução da atividade humana no meio ambiente, assim como a Agenda do Desenvolvimento Sustentável de 2030, citado anteriormente.

Segundo Amorim (2016a) o CIM pode servir como uma possibilidade para a solução de diversas questões decorrentes do impacto da urbanização, podendo ser viabilizado para soluções como a otimização do transporte, sistemas de água e energia, dentre outras.

Corrêa e Santos (2015) aponta que o CIM deve conter informações adequadamente representadas e georreferenciadas em um modelo 3D, servindo de apoio para o planejamento, manutenção e recuperação dos espaços urbanos. Outras ferramentas computacionais vinculadas ao CIM estabeleceriam uma conversão para uma Cidade Inteligente, sendo uma nova maneira de se gerenciar, construir, planejar e pensar em uma cidade. Amorim (2015) destaca ainda que o CIM seria uma das alternativas de se tornar uma Cidade Inteligente, que utiliza Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para alcançar com efetividade uma qualidade dos sistemas urbanos e de vida dos cidadãos.

Destaca-se ainda que o CIM deve pertencer a um controle público para que realmente seja efetivo, e agregue iniciativas privadas para a sua plena execução, mas mantendo o propósito de ter uma utilidade efetiva ao município e aos cidadãos (ALMEIDA; ANDRADE, 2015).

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Alguns autores (Almeida & Andrade, 2018, 2016; Gil, Almeida & Duarte, 2011) apresentaram Khemlani (2005) como sendo o precursor do CIM que tratava como uma evolução do conceito de *Building Information Modelling* (BIM) aplicado a cidades, para fornecer simulações por meio de uma reprodução digital da cidade, que apoiasse de maneira eficaz as decisões e análises em casos de ocorrência de desastres naturais.

O autor Amorim (2015) apresenta o CIM como uma plataforma tecnológica utilizada e apoiada por recursos humanos e conceitos de várias áreas de conhecimento, de forma integrada, para suportar a infraestrutura da cidade, atuando como suporte, operado por planejadores, projetistas e administradores, como base para a sustentação da gestão urbana.

Deste modo, as TICs se tornariam meios para aumentar a eficiência dos sistemas de energia, a prestação de serviços que variam de serviços públicos a privados nas cidades e para melhorar o transporte e a comunicação entre o poder público e a população (BATTY ET AL., 2012).

A tendência é que as cidades se transformem em plataforma de serviços, ofertando desde redes sem fio, até o atendimento de demandas da população e empresas, através de aplicações tecnológicas alinhadas a uma gestão transparente e consistente, deixando de ser apenas prestadores de serviços (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2017).

Almeida e Andrade (2016) revelam que o CIM possibilita que abordagens em emergências sejam tratadas de forma ordenada, viabilizando maior força para um melhor tratamento. Sendo necessário que diversas pesquisas e plataformas estejam reunidas em uma base, de forma que possa haver uma confluência de dados.

Xu et al. (2014) aponta que o foco do CIM é conquistar o compartilhamento de informações e colaboração multi-serviço e multi-campo, para alcançar o status de cidade digital e poder gerenciar completamente o espaço urbano. Tendo como as duas principais propriedades do sistema CIM, a sua interoperabilidade e o trabalho colaborativo. Devendo esse garantir a eficiência e eficácia dos serviços, mantendo uma base de dados centralizada e compartilhada, tendo que ser acessível, confiável e atualizada (AMORIM, 2016a).

Alguns autores (Amorim 2016a; Bentley 2011; Correa e Santos 2015; Gil, Almeida e Duarte 2011; Thompson et al. 2016) trataram o CIM de forma mais aplicada, demonstrando que a plataforma poderia ser desenvolvida unindo ferramentas já existentes no mercado. Por exemplo, fazendo a união de desenhos de engenharia feitos no computador (CAD), modelagem da informação da construção (BIM) e sistemas de informações geográficas (GIS). Outros autores como El-Mekawy (2010) e Van Berlo, Dijkmans, and Stoter (2013) também têm trazido avanços na pesquisa no sentido de se importar dados de um modelo *Industry Foundation Classes* (IFC) para um modelo *City Geography Markup Language* (CityGML) resultando em representações 3D da cidade, com diferentes níveis de detalhes entre as edificações.

3. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica da produção científica em um intervalo de dez anos (de 2009 a 2019) de pesquisas que abordem o tema CIM.

Salienta-se que o conhecimento adquirido por meio das análises bibliométricas é de grande relevância aos pesquisadores do tema, pois permitirá identificar lacunas e tendências de pesquisas guiando futuras publicações, divulgação científica e colaborações em pesquisa.

4. METODOLOGIA

A presente análise que tem como objetivo segundo Lopes Piñero (1972) analisar a dimensão, a evolução, a disposição da bibliografia e averiguar a estrutura dos grupos que produzem e utilizam a literatura do tema.

A pesquisa realizada neste trabalho será bibliográfica e exploratória, de acordo com Gil (2010), com intuito levantar um conhecimento disponível com teorias sobre o CIM e realizando uma revisão literária sobre o tema, tendo como objetivo “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (GIL, 2010). E delineada como quantitativa e descritiva, tendo em vista as definições de Miguel et al. (2012), pois terá como intuito de verificar o aspecto numérico ao analisar o número de publicações por ano, realizar o mapeamento das palavras-chave e averiguar a colaboração entre países.

Os indicadores bibliométricos foram desenvolvidos considerando os dados bibliográficos das publicações indexadas no banco de dados on-line do *Scopus*[®] é mantida pela *Elsevier* com acesso via <https://www.Scopus.com/home.uri> e *Web of Science*[™] (WoS) é mantida pela empresa *Clarivate Analytics* e pode ser acessada em <https://webofknowledge.com/>.

As expressões de pesquisa consistiram em aplicar *City Information Modelling*, utilizando os operadores booleanos devido às variações dos sufixos dos termos utilizados. Que se caracterizam como operadores lógicos de uma pesquisa e sua utilização pode limitar ou ampliar os resultados obtidos.

Foi utilizado parênteses para de estipular uma relação hierárquica entre os termos de busca (CLARIVATE ANALYTICS, 2019). Além disso, foi utilizado os caracteres especiais asterisco, encarregado de manter o radical do termo de busca e retornar resultados que contenham alguma variação e as aspas que recupera os registros que contenham as palavras juntas (CAPES, 2015). Sendo assim, o termo utilizado para a busca foi (“*Cit* Information Model**”) em 18 de junho de 2019.

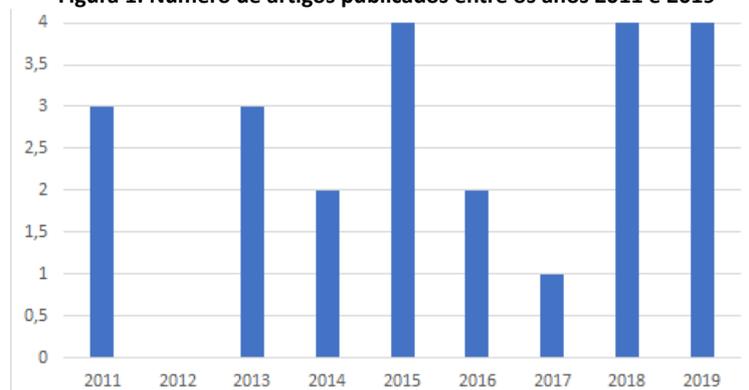
A busca na WoS e *Scopus* resultou em 20 e 23 registros respectivamente, devido à pequena quantidade não se utilizou refinamento, todos foram inseridos para processamento no *VOSviewer*. Utilizando a ferramenta de pesquisa para ocorrência em título, resumo, as palavras-chave do autor e o *KeyWords Plus* – que são palavras-chave relevantes destacadas pelos editores das revistas – afim de ampliar os resultados de pesquisas.

5. RESULTADOS

5.1. Análise de séries temporais

A Figura 1 mostra cronologicamente os números de artigos publicados no Scopus entre 2011 e 2019, que somam 23. Conclusões preliminares podem ser tiradas de que a pesquisa de CIM começou em 2011, com um *gap* de publicações no ano de 2012 e sofrendo uma baixa de crescimento entre 2016 e 2017. Demonstrou um aumento no número de publicações no ano de 2018 e no ano de 2019 foram recuperados no primeiro semestre do ano, portanto, incompleto, a mesma quantidade de publicações do ano de 2018, significando assim que o número de publicações se manterá ou superará no presente ano.

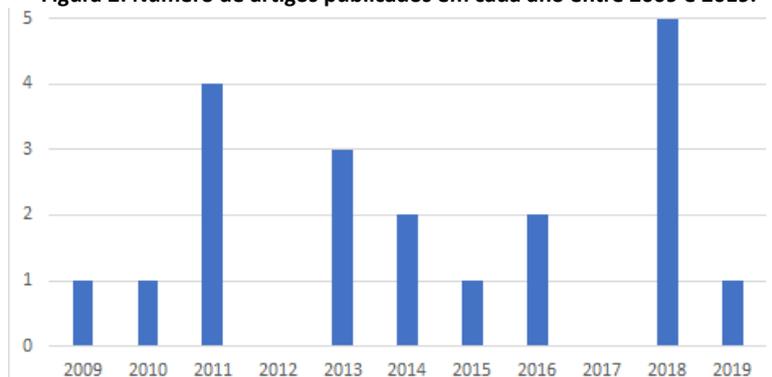
Figura 1: Número de artigos publicados entre os anos 2011 e 2019



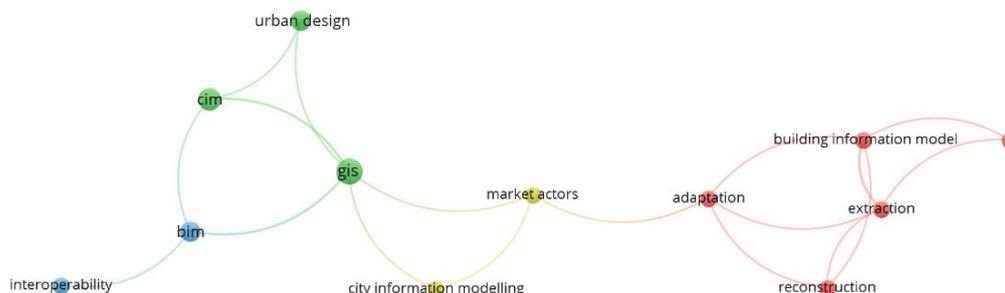
Fonte: Autores via Excel 2010 (dados coletados na plataforma *Scopus*, 2019).

A Figura 2 demonstra o número de artigos publicados ao longo dos anos na WoS entre 2009 e 2019, que somam 20. Conclui-se que a pesquisa de CIM começou em 2009, com um *gap* de publicações no ano de 2012 e 2017, sofrendo uma baixa de crescimento entre 2013 e 2015. Demonstrou um aumento no número de publicações no ano de 2018 e no ano de 2019 foi recuperado uma publicação no primeiro semestre do ano, portanto, incompleto.

Figura 2: Número de artigos publicados em cada ano entre 2009 e 2019.



Fonte: Autores via Excel 2010 (dados coletados na plataforma *WoS*, 2019).

Figura 4: Rede de coocorrência de palavras dos artigos selecionados

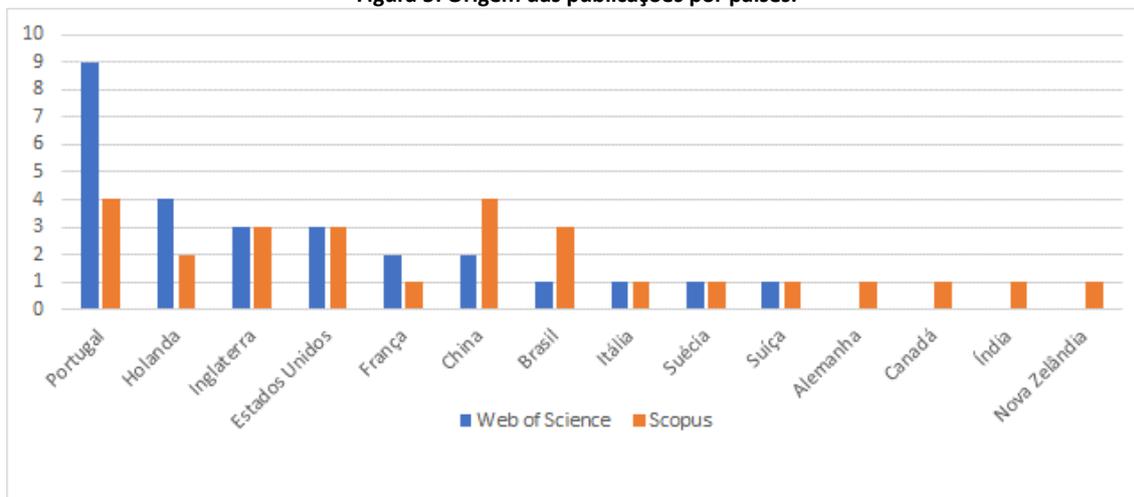
Fonte: Autor via VOSVIEWER (dados coletados na plataforma WoS, 2019).

A rede de coocorrência de palavras-chave (Figura 3 e 4) pode ser usada para analisar a integração as pesquisas de CIM. Isso demonstra as principais áreas de pesquisa relacionadas, incluindo a Teoria de Informações, Modelagem de Informações, Design de Urbano, Atores do Mercado, *Building Information Modelling* (BIM), Crescimento Urbano, etc. A aplicação de CIM também leva em conta como usar tecnologias avançadas e aplicativos, para resolver problemas na construção e desenvolvimento de cidades sustentáveis.

5.3. Análise da proveniência dos artigos

A proveniência das produções analisadas coincide para dez países em ambas as bases, sendo Portugal o país com maior número de publicações seguido da Holanda e Inglaterra (Figura 5). Os dados resultantes da *Scopus* forneceram 14 países, e a *WoS* 10.

Figura 5: Origem das publicações por países.

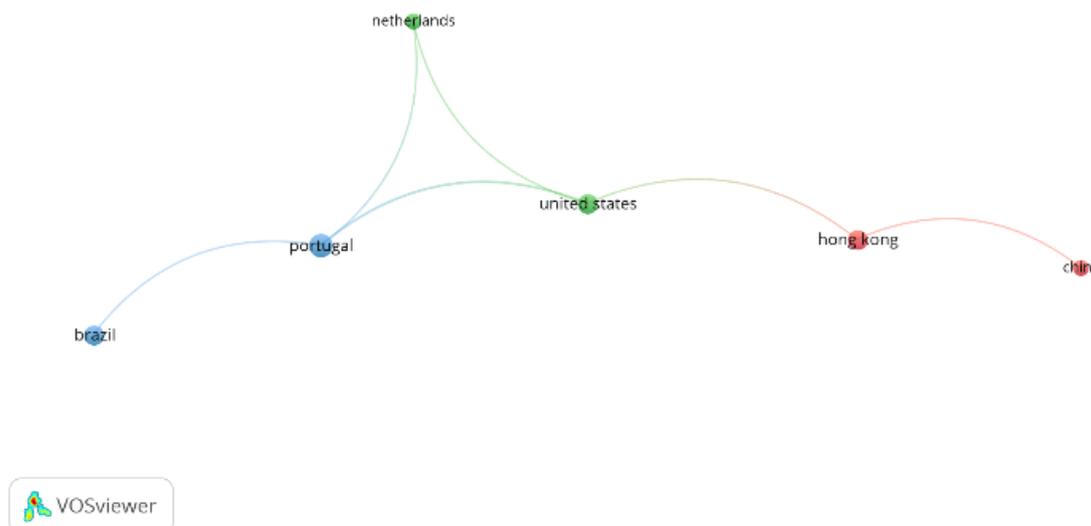


Fonte: Autor via Excel 2010 (dados coletados nas plataformas Scopus e WoS, 2019).

5.4. Análise da coautoria entre países

A rede de coautoria entre países (Figura 6) demonstra que ainda não há grandes pesquisas envolvendo vários países, e revela ainda o Brasil com ligações apenas com Portugal, evidenciando a necessidade da internacionalização da pesquisa no nosso país.

Figura 6: Rede de coautoria entre países.



Fonte: Autor via VOSVIEWER (dados coletados nas plataformas Scopus e WoS, 2019).

6. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma análise bibliométrica a respeito das produções científicas no campo de pesquisa sobre CIM, onde 43 artigos publicados em periódicos foram considerados, e um período de 10 anos (entre 2009 e 2019).

Nota-se uma forte correlação entre eventos ocorridos a nível mundial, como a reunião da ONU que debatia as Perspectivas da Urbanização Mundial, apresentando uma ascensão considerável no número de publicações. Um comportamento semelhante foi notado a partir de 2015, devido à Agenda 2030.

Partindo desse estudo, notamos que pesquisas em torno do tema de CIM são de grande importância a diversas áreas de estudos, reforçando a ideia da necessidade de pesquisas acadêmicas em parcerias para atender a demanda das cidades, estimular e desenvolver pesquisas que possam tornar as cidades e outras áreas urbanas com maior qualidade de vida, com gestão mais eficiente dos recursos, de forma multidisciplinar assim como trata-se o tema.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – por meio do Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.; ANDRADE, M. L. CIM ou não? Considerações sobre City Information Modeling. In: **Anais IV ENANPARQ.** Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305766451_CIM_ou_nao_Consideracoes_sobre_City_Information_Modeling, 2016>. Acesso em: 15 de abril de 2019.

ALMEIDA, F.; ANDRADE, M. L. Considerações sobre o conceito de City Information Modeling. **InSitu—Revista Científica do Programa de Mestrado Profissional em Projeto, Produção e Gestão do Espaço Urbano**, v. 4, n. 1, p. 21-38, 2018.

AMORIM, A. L. Discutindo city information modeling (CIM) e conceitos correlatos. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 10, n. 2, p. 87-100, 2015.

AMORIM, A. L. Estabelecendo requisitos para a Modelagem da Informação da Cidade (CIM). In: **Anais IV ENANPARQ.** Porto Alegre, 2016a. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305701488_Estabelecendo_requisitos_para_a_Modelagem_da_Informacao_da_Cidade_CIM>. Acesso em: 15 de abril de 2019.

AMORIM, A. L. Cidades Inteligentes e City Information Modeling. In: **Anais XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital (SIGraDi)**. Buenos Aires, 2016b. v. 3 n. 1, p. 481-488.

BATTY, M. et al. Smart cities of the future. **The European Physical Journal Special Topics**, v. 214, n. 1, p. 481-518, 2012.

BENTLEY. City Information Modeling for Sustaining Cities: lessons learned from advanced users. Bentley: **Case Study Showcase**, 2011.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Guia de uso do Portal de Periódicos da CAPES.** 2015. Disponível em:



<https://www.periodicos.capes.gov.br/images/documents/Portal_Per%C3%B3dicos_CAPES_Guia_2015-05-25.ppt>.
Acesso em: 22 de setembro de 2019.

CLARIVATE ANALYTICS. **Web of Science Core Collection Help**. 2018. Disponível em:
<http://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hs_search_operators.html#dsy861-TRS_booleans>.
Acesso em: 15/08/2019.

CORRÊA, F. R.; SANTOS, E. T. Na direção de uma modelagem da informação da cidade (CIM). In: **Anais VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC 2015)**. Porto Alegre: ANTAC, 2015.

DANTAS, H. S.; SOUSA, J. M. M. S.; MELO, H. C. The Importance of City Information Modeling (CIM) for Cities' Sustainability. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2019. p. 012074.
EL-MEKAWY, M. **Integrating BIM and GIS for 3D city modelling: The case of IFC and CityGML**. Stockholm, Sweden: KTH, 2010. 70 p.

EL-MEKAWY, M. **Integrating BIM and GIS for 3D city modelling. The Case of IFC and CityGML**. Sweden: Royal Institute of Technology, 2010.

GIL, A. **Como Elaborar projetos de pesquisa**, 5ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GIL, J.; ALMEIDA, J.; DUARTE, J. The backbone of a City Information Model (CIM): Implementing a spatial data model for urban design. In: **Proceedings EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE**, 29., 2011, Ljubljana. University of Ljubljana / Faculty of Architecture, 2011.

KHEMLANI, L. City Information Modeling. **AECbytes**, 2016. Disponível em:
<<http://www.aecbytes.com/feature/2016/CityInformationModeling.html>>. Acesso em: 11 de abril de 2019

LÓPEZ PIÑERO, J. M. El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica. **Valencia: Centro de documentación e informática médica**, v. 197, p. 2007-2012, 1972.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2.ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Urbanization Prospects, The 2011 revision**. New York, 2012. Disponível em:
<https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011_Report.pdf>.
Acesso em 20 de abril de 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS . **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. New York, 2015. Disponível em:<<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>.
Acesso em: 15 de abril de 2019.

THOMPSON, E. M.; SMITH, K. M.; CHARLTON, J.; DOLNÍK, M. 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.

VAN BERLO, L. A. H. M.; DIJKMANS, T.; STOTER, J. E. Experiment for integrating Dutch 3D spatial planning and BIM for checking building permits. In: **8th 3DGeoInfo Conference & WG II/2 Workshop, Istanbul, Turkey, 27–29 November 2013, ISPRS Archives Volume II-2/W1**. ISPRS, 2013.

WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. CIDADES INTELIGENTES: casos e perspectivas para as cidades brasileiras. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, v. 5, n. 1, p. 01-13, 2017.

XU, X.; DING, L.; LUO, H.; MA, L. From Building Information Modeling to City Information Modeling. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 19, p. 292-307, 2014.