

Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção

Analysing Brazilian scientific production on Building Information Modeling

Fernanda Almeida Machado
Regina Coeli Ruschel
Sergio Scheer

Resumo

A difusão acadêmica da Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Brasil configurou-se em um relevante vetor de crescimento na última década. Entretanto, embora seu acervo indique robustez, constata-se o escasso monitoramento da produção científica nacional. Devido à falta de apropriação de indicadores de desenvolvimento e aos entraves na identificação de lacunas de conhecimento dos estudos já realizados, observa-se ausência de diretrizes que condicionem novas investigações. Nesse âmbito, o presente trabalho tem como objetivo analisar a produção científica brasileira sobre BIM no país. Trata-se de uma pesquisa exploratória de caráter bibliográfico que apresenta o levantamento da produção científica brasileira em um intervalo temporal definido entre 2000 e 2015. Por meio do uso de indicadores bibliométricos e cientométricos, as contribuições geradas destacam (i) a evolução temporal da produção bibliográfica e de formação de recursos humanos; (ii) os níveis de produção bibliográfica por pesquisador e produção de formação de pesquisadores por região e instituição; (iii) as palavras-chave mais utilizadas; e (iv) os métodos científicos empregados em dissertações e teses. Analisa-se, dessa forma, o perfil evolutivo da produção científica no Brasil.

Palavras-chave: Modelagem da Informação da Construção. BIM. Bibliometria. Cientometria. Brasil.

Abstract

The diffusion of literature on Building Information Modeling (BIM) in Brazil has been growing continuously over the past decade. However, although the literature shows robustness, national scientific production is scarcely monitored. Due to the lack of using development indicators and the fact that there are obstacles in identifying knowledge gaps from previous studies, there are no guidelines that determine new research. In this context, this study aims to analyse the scientific production on BIM in Brazil. This is exploratory research of a bibliographic character, which presents a survey of the Brazilian scientific literature from 2000 to 2015. Using bibliometric and scientometric indicators, the highlighted contributions are (1) the temporal evolution of the bibliographic production, (2) the bibliographic production levels by researchers and production levels of researchers' educational backgrounds by region and institution (3) commonly used keywords and (4) the scientific methods used in dissertations and theses. Thus, the evolution of the scientific production in Brazil is analysed.

Keywords: Building Information Modeling. BIM. Bibliometrics. Scientometrics. Brazil.

Fernanda Almeida Machado
Universidade Estadual de Campinas
Campinas - SP - Brasil

Regina Coeli Ruschel
Universidade Estadual de Campinas
Campinas - SP - Brasil

Sergio Scheer
Universidade Federal do Paraná
Curitiba - PR - Brasil

Recebido em 15/04/16
Aceito em 17/11/16

Introdução

A Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) é apontada como a expressão atual que melhor sintetiza as inovações inerentes à indústria da construção civil (SUCCAR; KASSEM, 2015), considerada como um desenvolvimento promissor por Eastman *et al.* (2014).

O BIM abrange um conjunto de processos, ferramentas e tecnologias capaz de produzir, utilizar e atualizar um modelo virtual de informações da edificação que contempla todo o seu ciclo de vida e que serve a diferentes finalidades (PENTTILA, 2006; SUCCAR, 2009; SANTOS, 2012). Kassem e Amorim (2015, p. 19) observam que a ênfase do BIM na informação conduz a “[...] uma reorganização de fases, agentes e produtos no projeto [...]” que se desdobra em novas formas de comunicação e novos requerimentos de expertise entre os *stakeholders*.

Diante dessa demanda por rearticulações nos setores de arquitetura, engenharia, construção e operação (Aeco), quadro que envolve como variáveis as estruturas organizacionais de cada país, a avaliação da difusão do BIM no Brasil compreende a análise de diferentes dimensões, fundamentadas:

- (a) no conhecimento do corpo técnico, pautado nos indicadores de produção acadêmica;
- (b) na organização técnica no âmbito das empresas;
- (c) na estrutura técnica, abrangendo equipamentos, aplicativos e redes; e
- (d) no arcabouço regulatório, representado por regulamentações, normas e leis (KASSEM; AMORIM, 2015).

Nesse contexto, o presente artigo abarca como dimensão a análise do conhecimento do corpo técnico através do levantamento e da caracterização da produção científica nacional. É relevante enfatizar que, segundo Silva, Hayashi e Hayashi (2011), as universidades brasileiras respondem por essa produção de forma praticamente exclusiva. A escolha do tema é respaldada na necessidade de informações que viabilizem a avaliação crítica das políticas científicas e tecnológicas, situação demandada gradativamente por governos de diversos países que buscam compreender suas participações e dinâmicas nesse âmbito (MACIAS-CHAPULA, 1998; SANTOS, 2003).

No intuito de promover esse tipo de avaliação é possível construir indicadores de produtividade e desempenho através da bibliometria e da cientometria. A abordagem bibliométrica promove

estudos quantitativos da produção e contempla a avaliação da tipologia, quantidade e qualidade das fontes de informação referenciadas nas publicações (SILVA; HAYASHI; HAYASHI, 2011). Por sua vez, a abordagem cientométrica promove estudos quantitativos que trazem à luz a estrutura das atividades científicas e a conexão entre elas, diferindo da bibliometria, por tratar a ciência enquanto disciplina ou atividade econômica (MACIAS-CHAPULA, 1998). Os autores Macias-Chapula (1998) e Santos (2003) ainda destacam que esses estudos devem servir como subsídios não somente na avaliação do estado atual da ciência como também no desenvolvimento de políticas, nas tomadas de decisão e no gerenciamento da pesquisa.

Estudos anteriores

Os estudos anteriores envolvendo abordagens bibliométricas e cientométricas no contexto da produção científica em BIM no Brasil mostram-se em número reduzido. Ocorreram essencialmente nos períodos de 2009, 2011 e 2012, apresentados em anais de eventos.

Andrade e Ruschel (2009) empregaram uma análise preliminar em que sinalizaram o pequeno acervo da produção científica e a novidade no tema. Essa análise se restringiu aos artigos publicados nos anais dos eventos científicos Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC) e Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios (WBGPPCE). Os autores não explicitaram o intervalo temporal da busca. Classificaram as pesquisas em quatro grupos – conceituação, benefícios e desafios, processo de projeto, colaboração e interoperabilidade, e customização de aplicativos – para análise de conteúdo. Sinalizaram a fase embrionária de desenvolvimento dos estudos, estes, em sua maioria, com ênfase no processo de projeto. Indicaram tendências de temas para futuras abordagens e definiram o estado do BIM naquele momento, de acordo com a primeira das gerações conceituadas por Tobin (2008).

Na sequência, Checcucci, Pereira e Amorim (2011) identificaram em uma amostragem no intervalo temporal de cinco anos (2005-2010) os indicadores de crescimento da difusão do BIM no decorrer desse período, com base nos veículos com o maior número de publicações sobre o tema, nas relações referentes a autores, instituições e número de publicações, e nas produções relacionadas à distribuição geográfica. Ademais, referenciando Andrade e Ruschel (2009), ampliaram os grupos de

análise de conteúdo acrescentando a categoria de adoção de BIM no ensino. Os autores apontaram que a difusão de BIM aumentou no país e observaram tendência de pesquisa em ensino; entretanto, qualificaram a adoção de BIM ainda como incipiente. Os autores também identificaram a recorrência das seguintes temáticas em pesquisa: BIM em projetos de arquitetura, a colaboração e a interoperabilidade.

Por sua vez, Carneiro, Lins e Barros Neto (2012a, 2012b) extrapolaram a análise da produção brasileira e realizaram um estudo comparativo desta com o panorama internacional, delimitando a amostra nos anos de 2010 e 2011. Os autores buscaram identificar pesquisadores, vínculos com suas titulações acadêmicas e quantitativos de publicações e instituições de destaque no tema, no Brasil e no mundo.

Apesar de os estudos supracitados contribuírem para um entendimento preliminar do estado da arte em BIM no Brasil, não há o aprofundamento necessário para caracterização da produção científica, tanto pelos aspectos quantitativos como temporais das amostras. Além disso, há necessidade fundamental de estabelecer, através de indicadores, relacionamentos relevantes entre os dados obtidos, para que o produto final angarie análises robustas do levantamento.

Método de pesquisa

Este estudo é classificado como exploratório, cujos procedimentos técnicos se enquadram na pesquisa bibliográfica fazendo uso de indicadores bibliométricos e cientométricos. Sete etapas foram estruturadas para atender ao objetivo de analisar a produção científica sobre BIM no Brasil, como pode ser observado na Figura 1.

As etapas de escolha do tema e formulação do problema e o levantamento bibliográfico preliminar foram apresentadas nas seções anteriores. Essas etapas delimitaram as questões e o objetivo da pesquisa, assim como serviram de fundamentação teórica.

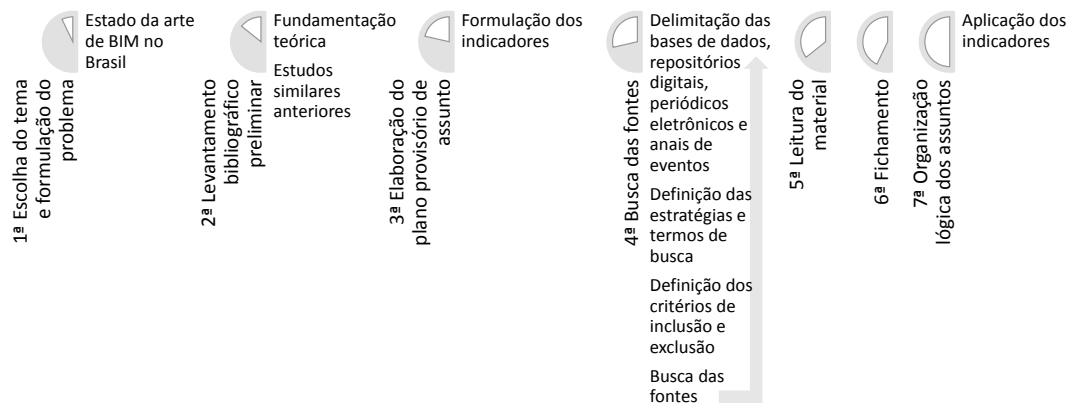
A etapa de elaboração do plano provisório de assunto estabeleceu os indicadores bibliométricos e cientométricos para a caracterização do estado da arte. Os indicadores determinados foram:

- (a) evolução temporal da produção bibliográfica e de formação de recursos humanos;
- (b) os níveis de produção bibliográfica por pesquisador e produção de formação de pesquisadores por região e instituição;
- (c) as palavras-chave mais utilizadas; e
- (d) os métodos científicos empregados em teses e dissertações.

A etapa de busca das fontes consistiu na identificação e localização das fontes de bibliografia, sendo estas incluídas de acordo com a abrangência de publicações associadas à modelagem da informação da construção. A inclusão das fontes foi realizada em dois momentos, classificadas, no primeiro momento, da seguinte forma:

- (a) repositórios digitais das principais universidades brasileiras associadas ao tema;
- (b) periódicos eletrônicos brasileiros de relevância;
- (c) anais de eventos relevantes; e
- (d) bases de dados digitais.

Figura 1 - Etapas da pesquisa bibliográfica



Os repositórios digitais das principais universidades brasileiras associadas ao tema foram agrupados entre os repositórios de centros de pesquisa pertencentes à Rede BIM Brasil (KASSEM; AMORIM, 2015) e os apontados por Cardoso (2011) como centros acadêmicos brasileiros de referência no desenvolvimento de pesquisa em tecnologia da informação e comunicação. Dessa forma foram incluídos os repositórios digitais das seguintes universidades:

- (a) Universidade de São Paulo (USP);
- (b) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP);
- (c) Universidade Federal do Paraná (UFPR);
- (d) Universidade Federal Fluminense (UFF);
- (e) Universidade Federal da Bahia (UFBA);
- (f) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);
- (g) Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM);
- (h) Universidade Federal do Ceará (UFC);
- (i) Universidade Federal de Viçosa (UFV);
- (j) Universidade Nacional de Brasília (UnB); e
- (k) Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó).

Foram incluídos os seguintes periódicos eletrônicos presentes na Plataforma Sucupira, inerentes ao evento de classificação Qualis 2014:

- (a) Ambiente Construído;
- (b) Gestão & Tecnologia de Projetos;
- (c) Educação Gráfica;
- (d) Arqtextos;
- (e) Pós - Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU-USP;
- (f) Arqtexturavista;
- (g) PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção;
- (h) Cadernos do Proarq;
- (i) Cadernos de Arquitetura e Urbanismo;
- (j) Paranoá;
- (k) Arq.Urb;
- (l) Cadernos ABEA; e
- (m) Construindo.

Foram incluídos os seguintes anais de eventos:

- (a) Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC);
- (b) Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (Entac);
- (c) Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído (SBQP);
- (d) Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios (WBGPPCE);
- (e) Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (Sibragec);
- (f) Encontro da Associação de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (Enanparq);
- (g) Sociedade Ibero-Americana de Gráfica Digital (SIGraDi);
- (h) Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico (Graphica);
- (i) BIM International Conference (BIC);
- (j) Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering (Cilamce); e
- (k) International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE).

As bases de dados digitais consideradas foram:

- (a) Banco de Teses da Capes¹;
- (b) Portal de Periódicos da Capes; Centro de Referência e Informação em Habitação (Infohab);
- (c) Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) do Ibict²;
- (d) Portal Brasileiro de Publicações Científicas em Acesso Aberto (Oasisbr) do Ibict;
- (e) Cumulative Index of Computer Aided Architectural Design (CumInCAD);
- (f) ITC Digital Library; e
- (g) ASCE Library.

No segundo momento da busca essas bases de dados digitais conduziram a uma nova inclusão de fontes de bibliografia, por indicar como resultado dissertações, teses, artigos de anais de eventos e periódicos não contemplados inicialmente nos itens (a), (b) e (c) da classificação das fontes anteriormente apresentada.

Dessa forma, além das instituições de ensino consideradas no primeiro momento, foram acrescentadas na amostra:

¹Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior.

²Ibict - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

- (a) Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF);
- (b) Universidade Federal de Sergipe (UFS);
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM);
- (c) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ);
- (d) Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN);
- (e) Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT);
- (f) Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ);
- (g) Universidade Estadual de Londrina (UEL);
- (h) Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG);
- (i) Universidade de Passo Fundo (UPF);
- (j) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- (k) Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos); e
- (l) Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT-SP).

De maneira equivalente, além dos 13 periódicos considerados, foram acrescentados:

- (a) Poiésis;
- (b) Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC);
- (c) Iberoamerican Journal of Industrial Engineering (IJIE);
- (d) Disegnarecon;
- (e) Concreto & Construções; e
- (f) Cetec: Série Interdisciplinar do Centro Tecnológico.

Por fim, foram adicionados os seguintes anais de eventos:

- (a) CIB W78 Conference;
- (b) Computing in Civil Engineering;
- (c) CAAD Futures;
- (d) Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe (eCAADe);
- (e) International Group for Lean Construction Conference (IGLC Conference);
- (f) Habitação de Interesse Social (CHIS);
- (g) Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (Elecs);
- (h) III Fórum de Pesquisa FAU/Mackenzie; e
- (i) Projetar.

Ainda na etapa de busca das fontes, foram definidos os termos de busca. A tradução do termo “*building information modeling*” é empregada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2011), através da NBR 15965, como “modelagem da informação da construção”. Entretanto, foram identificadas variações no levantamento preliminar que resultaram no emprego de 55 termos de busca diferentes envolvendo BIM e expressões correlatas. São estes:

- (a) BIM; Building Information Model; Building Information Modeling; Building Information Modelling;
- (b) Modelagem da Informação da Construção; Modelagem da Informação da Edificação; Modelagem da Informação do Edifício; Modelagem das Informações da Construção; Modelagem das Informações da Edificação; Modelagem das Informações do Edifício; Modelagem de Informação da Construção; Modelagem de Informação da Edificação; Modelagem de Informação do Edifício; Modelagem de Informações da Construção; Modelagem de Informações da Edificação; Modelagem de Informações do Edifício; Modelagem de Informações na Construção; Modelagem de Informações na Edificação; Modelagem de Informações no Edifício;
- (c) Modelo da Informação da Construção; Modelo da Informação da Edificação; Modelo da Informação do Edifício; Modelo das Informações da Construção; Modelo das Informações da Edificação; Modelo das Informações do Edifício; Modelo de Informação da Construção; Modelo de Informação da Edificação; Modelo de Informação do Edifício; Modelo de Informações da Construção; Modelo de Informações da Edificação; Modelo de Informações do Edifício; Modelo de Informações na Construção; Modelo de Informações na Edificação; Modelo de Informações no Edifício;
- (d) Modelo Único da Construção; Modelo Único da Edificação; Modelo Único do Edifício;
- (e) Modelo Integrado da Construção; Modelo Integrado da Edificação; Modelo Integrado do Edifício;
- (f) Modelo 4D; Modelagem 4D; Modelo 5D; Modelagem 5D; CADnD;
- (g) IFC; Industry Foundation Classes; IDM; Information Delivery Manual;
- (h) Edifício Virtual; Virtual Building; e
- (i) Single Building Model; Single Building Modeling; Integrated Building Model; Integrated Building Modeling.

Finalmente, nesta etapa, foram definidos critérios de inclusão e exclusão dos dados obtidos, estabelecidos da seguinte forma:

- (a) deve conter ao menos um dos termos predefinidos no título, resumo ou palavras-chave da publicação;
- (b) deve estar inserido no intervalo temporal de 2000 a 2015;
- (c) deve estar disponível para consulta em meio eletrônico; e
- (d) deve conter ao menos um autor que indique na publicação vínculo com uma instituição brasileira³.

O intervalo temporal escolhido abrange desde estudos publicados imediatamente após o livro *Building Product Models: Computer Environments, Supporting Design and Construction* (EASTMAN, 1999)⁴ até o ano de 2015. As etapas de leitura do material e fichamento foram realizadas duplamente. Em um primeiro momento aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão da bibliografia na amostra, e no fichamento levantaram-se os dados para os indicadores (1) e (2). Em um segundo momento realizou-se uma leitura analítica das fontes bibliográficas selecionadas com o respectivo fichamento dos dados relativos aos indicadores (3) e (4). A etapa de organização lógica do assunto aplicou os indicadores bibliométricos e cientométricos para análise da amostra. Utilizaram-se como instrumentos de representação tabelas e gráficos.

Resultados e discussão

Caracterização da amostra

O resultado da etapa de busca foi a amostra de 460 fontes bibliográficas, que obedeceram aos critérios estabelecidos. A partir da leitura analítica da amostra foram subtraídas as publicações que, mesmo atendendo aos critérios da etapa de busca das fontes, não abordavam BIM como assunto principal. Essas fontes foram: Pupo e Celani (2007), Vilella (2008), Romero e Andery (2010), Mattos, Cunha e Pacheco (2011), Domingues e Oliveira (2011), César Junior e Pinto (2011), Domingues (2014) e Lenz e Celani (2015). Esse procedimento resultou na exclusão de 8 itens da amostra. Dessa

amostra, também se optou pela eliminação dos tipos de publicação: Monografia (Graduação), Monografia (Especialização), Resumo Expandido e Relatório Técnico. Pode-se observar, durante o levantamento, que estes não possuem meios regulares de publicação, panorama que impossibilita a leitura exploratória ou analítica, o que influencia diretamente no processo de análise. Esse procedimento resultou na subtração de 47 itens da amostra.

Ao todo foram subtraídos 55 itens dos 460 coletados, que não se enquadraram na proposta deste estudo, o que resultou em uma amostra final de 405 fontes. É relevante ratificar que foram desconsideradas publicações que abordavam BIM no corpo do texto, mas que não apresentavam os termos de busca no título, resumo ou palavras-chave, critérios estabelecidos neste estudo. Portanto, evidencia-se que o presente trabalho apresenta um panorama real da produção científica no Brasil, com a reserva de não contemplar integralmente todas as publicações consonantes com o tema. Nesse âmbito, a Tabela 1 apresenta o quantitativo final da amostra recortada para análise.

Indicadores

Publicações em Anais de Eventos

O gráfico da Figura 2 apresenta, em números absolutos, o montante de artigos publicados sobre BIM em relação aos anais de eventos verificados. Salienta-se a importância do TIC no Brasil por concentrar o maior volume de artigos, sendo consagrado, dessa forma, como o evento de maior referência sobre BIM para pesquisadores brasileiros. O SIGraDi e o Entac destacam-se como outros eventos de relevância na área.

É importante ressaltar que em 2013 TIC e SBQP compartilharam os anais totalizando 33 publicações no tema. Esse valor, agregado às demais 13 publicações de outros anais do SBQP, também o caracteriza como evento de destaque. Os quatro eventos juntos (TIC, SIGraDi, Entac e SBQP) representam mais de 76% das publicações de pesquisadores brasileiros sobre BIM nos anais verificados.

³Foram publicados no Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (Entac 2016, http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_20.pdf) resultados iniciais e parciais do estudo aqui apresentado. Em relação ao critério de inclusão de autor, houve uma alteração. Neste artigo o critério é relacionado ao vínculo do autor a uma instituição brasileira, e no artigo do Entac o critério é relacionado à nacionalidade brasileira do autor. Essa alteração

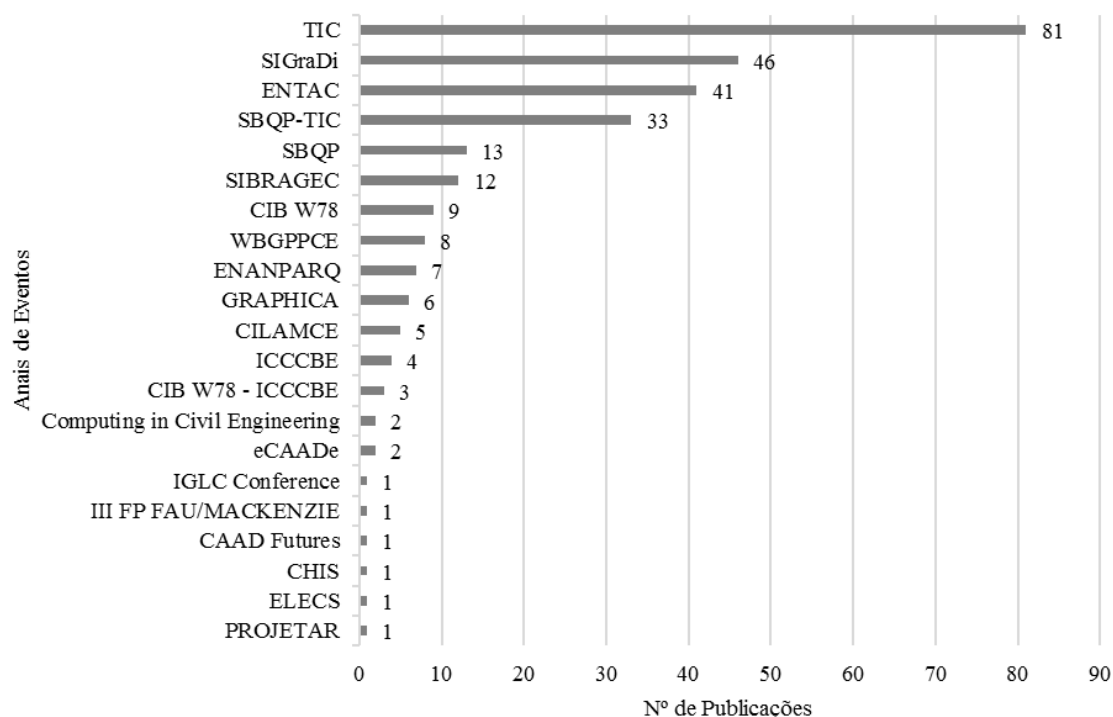
reflete na amostra de análise (Tabela 1) e nos resultados decorrentes.

⁴*Building Product Models: Computer Environments, Supporting Design and Construction* foi o primeiro livro publicado a introduzir conceitos, tecnologias e métodos com vistas à elaboração de um modelo de produto da construção, realizando-se abordagens sobre uma nova forma de representação digital para os setores da arquitetura, engenharia e construção (AEC) (EASTMAN, 1999).

Tabela 1 - Amostra para análise

TIPO DE PUBLICAÇÃO	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL	%
Anais de Eventos	3	3	1	3	1	9	9	17	10	43	34	49	29	67	278	68,64%
Dissertação de Mestrado						1	1	5	4	8	14	12	11	7	63	15,56%
Periódico				1		1		6	1	3	3	10	12	15	52	12,84%
Tese de Doutorado		1		1							1	2	2	5	12	2,96%
TOTAL	3	4	1	5	1	11	10	28	15	54	52	73	54	94	405	100%

Figura 2 - Anais de eventos x número de publicações



É relevante destacar o CIB W78, por tratar-se de um evento internacional que, embora não registre nenhuma edição no Brasil, supera eventos nacionais como as 9 edições do WBGPPCE. Em 2014 o CIB W78 e a International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE) compartilharam anais, conforme discriminado também na Figura 2.

Observa-se, a partir do gráfico da Figura 3, o volume de publicações em anais de eventos por ano. As abordagens na área se iniciaram a partir de 2002 e evoluíram em quantidade de forma substancial, principalmente nos últimos 6 anos (2010-2015). Esse vetor de crescimento conduziu a uma marca expressiva de produção científica em 2015, acumulando-se 67 artigos somente neste ano.

Destacam-se os eventos que ocorreram em anos ímpares pela grande quantidade de publicações, como o TIC e o SBQP, que integram os grupos de trabalho da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (Antac). Em anos pares o

Entac, também pertencente à Antac, concentrou um número significativo de publicações, especialmente em 2012 e 2014.

Mais um aspecto de interesse identificado nos anais de eventos é o resultado do mapeamento de autores, que atingiu o número de 324 envolvidos.

Os percentuais de participação desses autores, levando-se em consideração as instituições às quais estão vinculados, são 96,91% pertencentes a instituições brasileiras e 3,09% pertencentes a instituições estrangeiras que praticaram coautoria. Essa distribuição indica um baixo índice de cooperação científica internacional.

Os 10 pesquisadores vinculados a instituições estrangeiras identificados nos anais de eventos contribuíram em apenas 3,24% das publicações levantadas, tendo 3 deles colaborado em mais de um artigo. Estes autores estão discriminados no gráfico da Figura 4.

Figura 3 - Número de publicações x ano

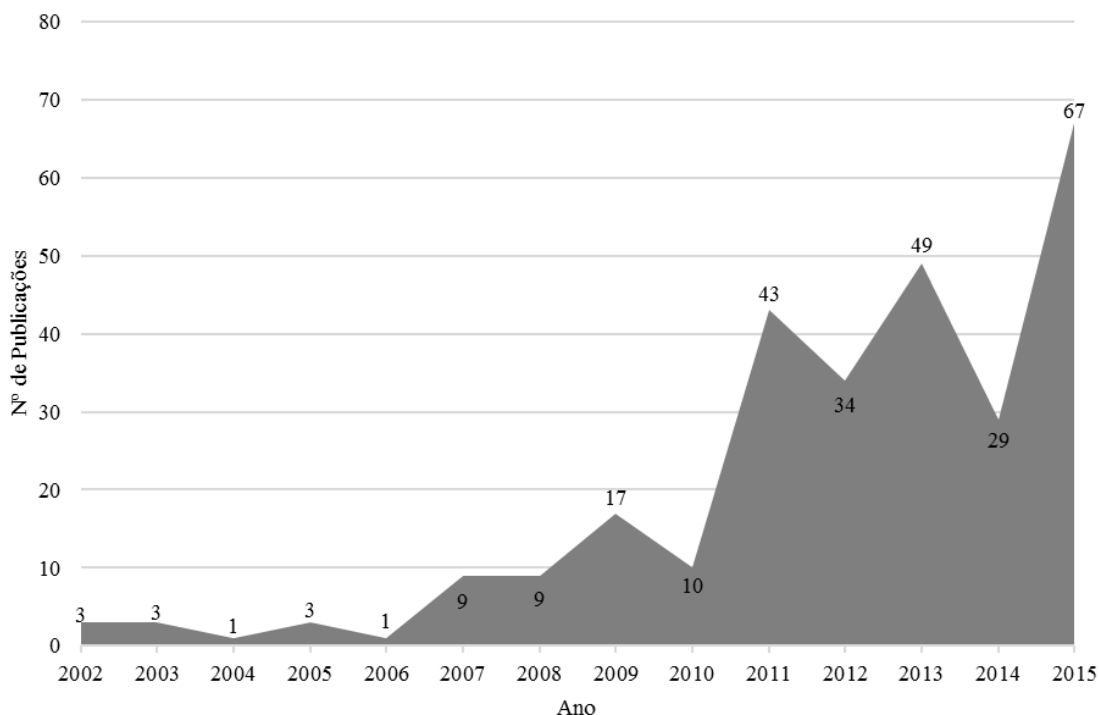
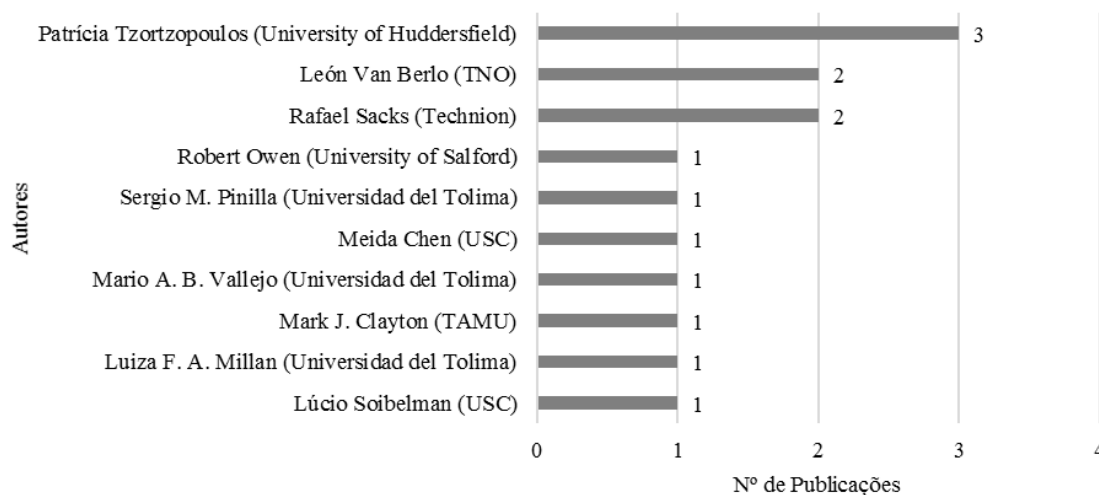


Figura 4 - Coautores de instituições estrangeiras com publicações em anais de eventos



Os autores vinculados a instituições brasileiras que angariaram o maior número de publicações contribuíram em mais de 51% dos artigos no âmbito dos anais de eventos. Esses autores representativos, assim como o número de participações de cada um, estão discriminados no gráfico da Figura 5. Eduardo Toledo Santos (USP) apresenta-se com amplo destaque no número de publicações (34), seguido por Sérgio Scheer (UFPR) e Regina Coeli Ruschel (UNICAMP), ambos com 24 artigos publicados.

Por fim, foram levantados entre os 278 artigos de anais de eventos 545 termos diferentes utilizados como palavras-chave. Demanda-se um estudo mais aprofundado para a avaliação de agrupamentos dessas palavras-chave bem como para a indicação de ênfases de pesquisas. Entretanto, no gráfico da Figura 6 pode-se observar um recorte das palavras-chave mais citadas, com destaque absoluto para o termo “BIM” e suas variações terminológicas (Modelagem da Informação da Construção e *Building Information Modeling*).

Figura 5 - Autores de instituições brasileiras com mais publicações em anais de eventos

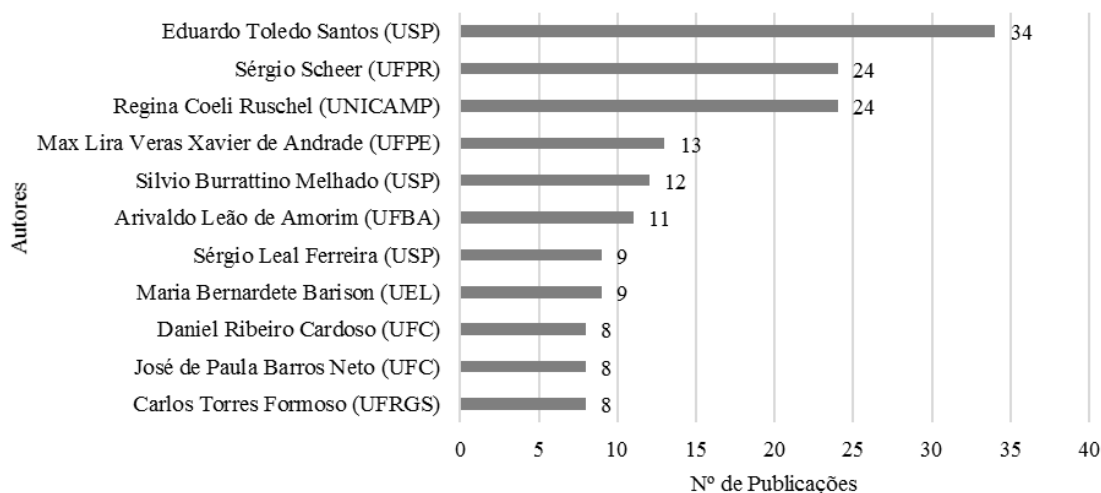
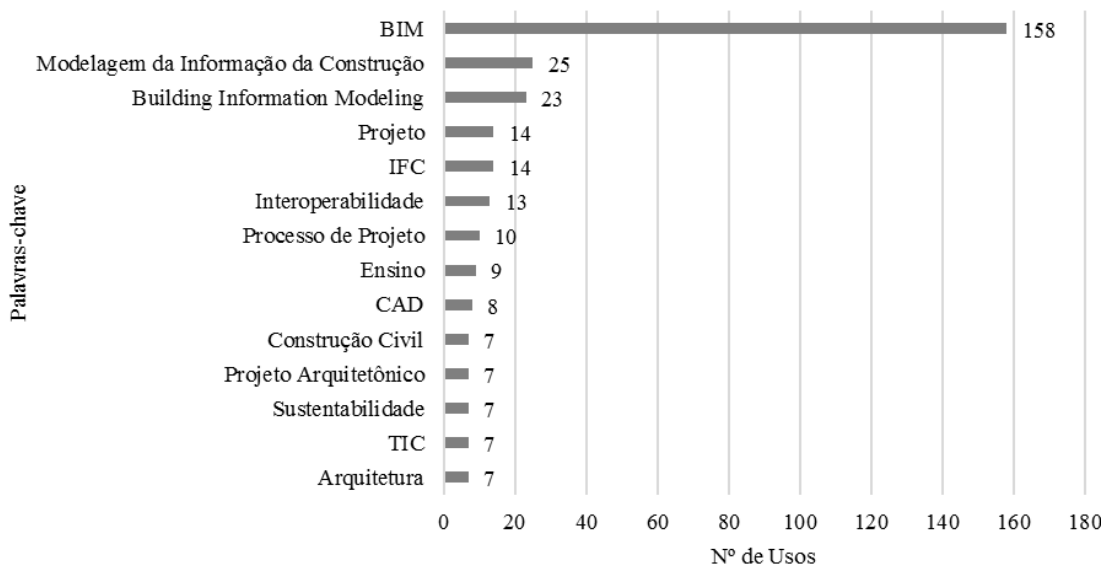


Figura 6 - Palavras-chave mais empregadas em anais de eventos



Os demais termos mencionados indicam abordagens associadas a:

- (a) interoperabilidade, fazendo-se referência também ao esquema *Industry Foundation Classes* (IFC) e à tecnologia de informação e comunicação (TIC);
- (b) ensino;
- (c) processo de projeto; e
- (d) sustentabilidade.

A presença do termo *Computer Aided Design* (CAD) surge de análises comparativas com o paradigma BIM e trata da evolução dos métodos de trabalho no contexto da AEC. Ademais, infere-se que há preocupação com a caracterização do

universo devido à recorrência de palavras-chave como “Arquitetura” e “Construção Civil”.

Publicações em periódicos eletrônicos

O gráfico da Figura 7 apresenta, em números absolutos, o montante de publicações de artigos sobre BIM por periódico eletrônico verificado. Evidencia-se a relevância da revista *Gestão & Tecnologia de Projetos*, vinculada ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP, por acumular o maior número de publicações sobre o tema (20), representando 38,5% dessa amostra.

Foram identificados a partir do levantamento outros dois periódicos de importância na área: a revista *Ambiente Construído*, pertencente à Antac, que concentra 9 publicações, e a revista eletrônica *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*,

vinculada ao Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, com 8 publicações. Somente dois periódicos internacionais foram mapeados nesta amostra, o Iberoamerican Journal of Industrial Engineering (IJIE) e o Disegnarecon, com apenas uma publicação em cada de autores vinculados a instituições brasileiras.

Observa-se no gráfico da Figura 8 que o início de publicações de artigos sobre BIM em periódicos eletrônicos no Brasil data de 2005. Há um crescimento significativo apresentado a partir do

período 2012-2013, que pode indicar aumento de interesse por esse tipo de publicação. O ano de 2015 representa o pico dessa progressão, acumulando 15 publicações.

Diante do levantamento realizado, é possível observar que a maior concentração anual de publicações de pesquisadores brasileiros em um periódico ocorre na revista *Gestão & Tecnologia de Projetos* em 2015, com 8. Trata-se de um quantitativo que extrapola a edição especial de 2014 da revista *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção* dedicada à *Building Information Modeling* – BIM, cujo volume acumulou 5 artigos.

Figura 7 - Periódicos eletrônicos x número de publicações

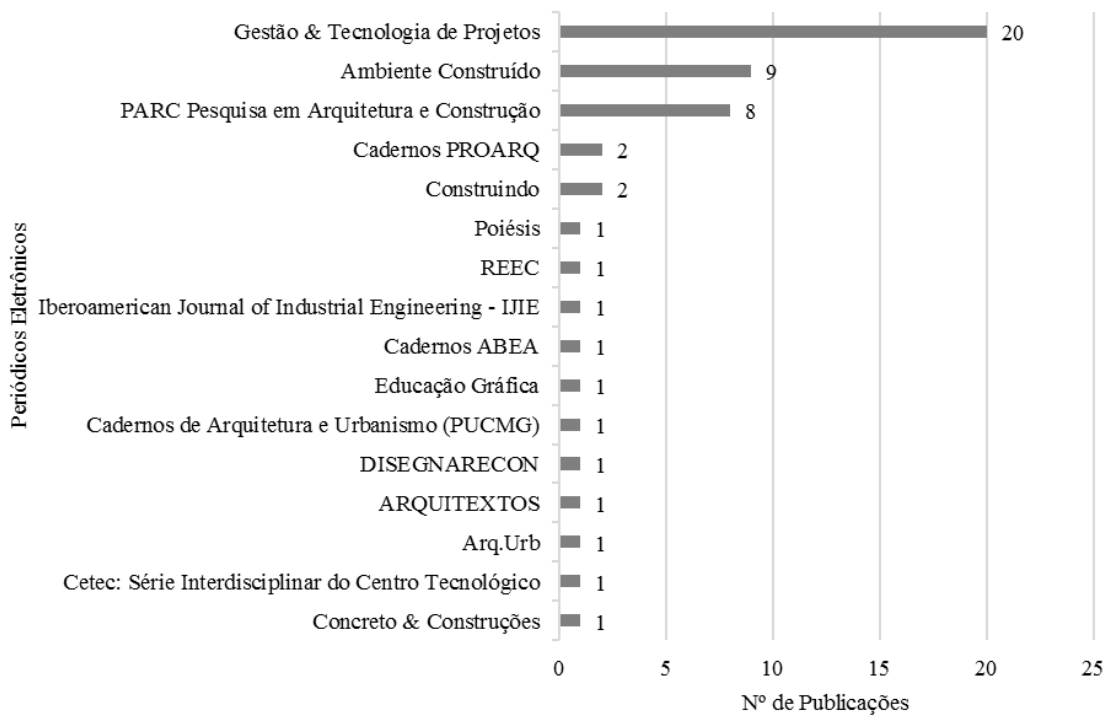
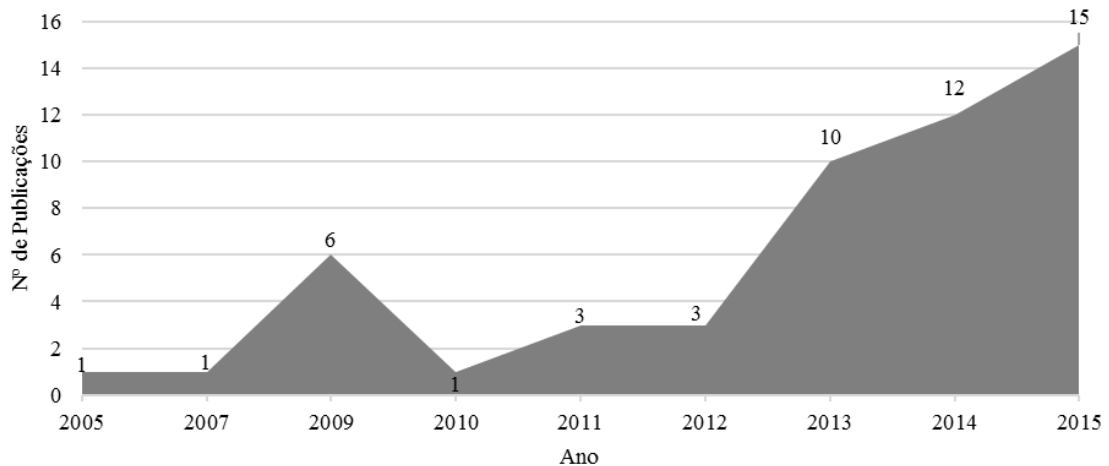


Figura 8 - Número de publicações x ano



Foram mapeados no âmbito dos periódicos eletrônicos 99 autores. Os percentuais de participação desses autores levando-se em consideração as instituições às quais estão vinculados são 95,96% pertencentes a instituições brasileiras e 4,04% pertencentes a instituições estrangeiras que praticaram coautoria. Assim como observado na Seção de Publicações em Anais de Eventos, é retratado baixo índice de cooperação científica entre instituições brasileiras e de outros países nas publicações de artigos em periódicos.

Os quatro autores vinculados a instituições estrangeiras identificados no recorte de periódicos contribuíram em 3,85% das publicações levantadas. São eles Martin Fischer e Calvin Kam, ambos da Stanford University, e Lúcio Soibelman e Meida Chen, ambos da University of Southern California (USC). Constata-se que os autores citados da USC integram também o grupo com contribuições em anais de eventos.

Já os autores vinculados a instituições brasileiras que angariaram o maior número de publicações contribuíram em mais de 55% dos artigos de periódicos. Estes autores representativos, assim como o número de publicações de cada um, estão discriminados no gráfico da Figura 9. Regina Coeli Ruschel (UNICAMP) apresenta-se como destaque no número de publicações em periódicos (8), seguida por Sérgio Scheer (UFPR), com 6 artigos.

Constata-se que seis autores deste grupo de destaque integram o grupo de autores vinculados a instituições brasileiras que mais publicaram artigos em anais de eventos, conforme já apresentado no gráfico da Figura 5. Esses autores consagram-se, dessa forma, como os pesquisadores de instituições brasileiras mais atuantes na área.

O Quadro 1 evidencia de forma detalhada a formação acadêmica, a instituição e os grupos de pesquisa de cada um, bem como o total de publicações nessa amostra. Eduardo Toledo Santos (USP) acumula o maior saldo de publicações contabilizando artigos de anais de eventos e periódicos, seguido por Regina Coeli Ruschel (UNICAMP) e Sérgio Scheer (UFPR).

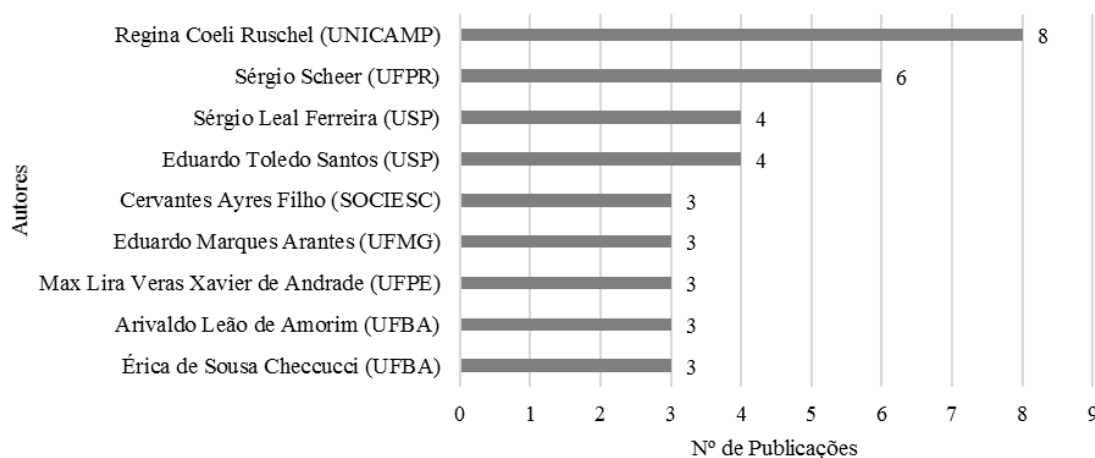
Finalmente, foram levantados entre os 52 artigos de periódicos eletrônicos 131 termos diferentes utilizados como palavras-chave. O gráfico da Figura 10 exibe um recorte das palavras-chave mais citadas, com destaque absoluto para o termo BIM e suas variações terminológicas (Modelagem da Informação da Construção e *Building Information Modeling*).

Nota-se semelhança entre as palavras-chave de artigos de anais de eventos e periódicos, panorama que demonstra aprofundamento na investigação por parte de pesquisadores brasileiros ao menos em duas das temáticas já destacadas: interoperabilidade e processo de projeto.

Publicações de teses e dissertações

Foram identificadas 12 teses de doutorado e 63 dissertações de mestrado ao longo dos últimos 16 anos. Ao todo, 21 instituições diferentes são responsáveis por essas titulações. O ano de 2012 apresenta-se como destaque, por concentrar o montante de 15 titulações acadêmicas. Entre as instituições de ensino, a USP tem maior representatividade; atende por 17% das titulações na área de BIM. Ademais, supera em número de titulações/ano qualquer outra instituição dessa amostra, tendo concentrado 4 titulações somente em 2015.

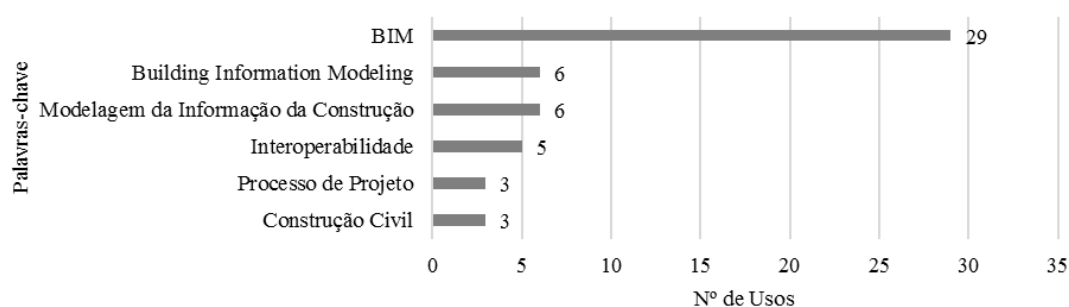
Figura 9 - Autores com maior número de publicações em periódicos eletrônicos



Quadro 1 - Pesquisadores de instituições brasileiras mais atuantes em BIM

AUTOR	FORMAÇÃO ACADÊMICA	INSTITUIÇÃO	GRUPOS DE PESQUISA EM QUE ATUA	TOTAL DE PUBLICAÇÕES (AMOSTRA)
Eduardo Toledo Santos	Doutorado	Universidade de São Paulo (USP)	Tecnologia Computacional para Construção Civil	38
Regina Coeli Ruschel	Doutorado	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	Laboratório de Gerenciamento na Construção Civil	32
			Metodologia de Projeto em Arquitetura	
			Modelagem da Informação e Colaboração Digital na Arquitetura, Engenharia e Construção	
Sérgio Scheer	Doutorado	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Mecânica dos Sólidos Computacional	30
			Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil	
Max Lira Veras Xavier Andrade	Doutorado	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Laboratório de comunicação, cognição e computação em projeto	16
			Morfologia da Arquitetura e do Urbanismo	
Arivaldo Leão de Amorim	Doutorado	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e Tecnologias Digitais	14
Sérgio Leal Ferreira	Doutorado	Universidade de São Paulo (USP)	Tecnologia Computacional para Construção Civil	13

Figura 10 - Palavras-chave mais empregadas em periódicos eletrônicos



No gráfico da Figura 11 é possível identificar a relação entre as instituições supracitadas e o número de titulações. Apenas 6 instituições agrupam as 12 titulações de doutorado, e a USP se destaca por acumular 5 titulações. A USP e a UnB despontam no número de dissertações, concentrando 8 titulações cada. A UFPR também se sobressai nesse contexto, com 7 titulações.

Pode-se observar no gráfico da Figura 12 o comportamento anual do número de titulações de teses e dissertações. A primeira defesa de dissertação de mestrado ocorreu em 2007. Observa-se um vetor de crescimento significativo entre 2010

e 2012, com o pico de número de titulações em 2012 (14), para então novamente decrescer até o momento atual (7). No caso das teses, a primeira defesa ocorreu em 2003. Então, passou-se por uma lacuna interrompida por um momento pontual, 2005, até que a partir de 2012 inicia-se o vetor de crescimento de titulações de doutorado. Infere-se que há uma evolução na formação acadêmica na qual o montante de mestres (cada vez menor) desloca-se para o bloco de doutoramento (cada vez maior). Dessa forma, pode-se afirmar que a tendência dos próximos anos é a formação de jovens cientistas na área de BIM.

Figura 11 - Instituições de ensino x número de titulações

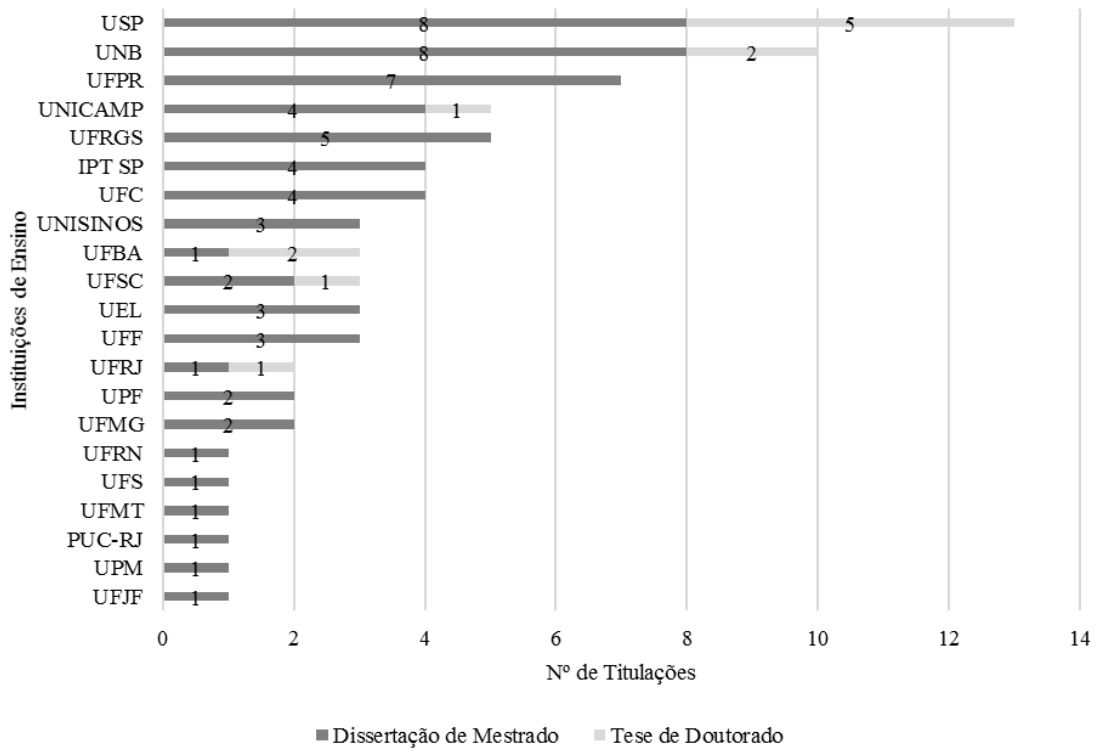
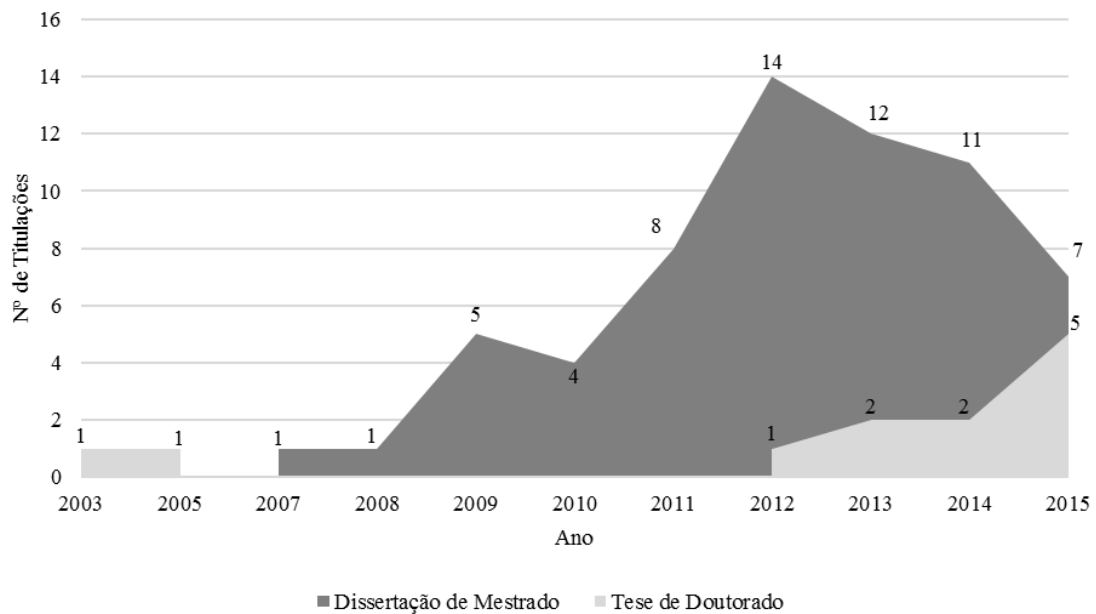


Figura 12 - Número de titulações x ano



Foram identificados nessa amostra de 75 teses e dissertações 42 orientadores e 10 coorientadores. O gráfico da Figura 13 retrata os principais orientadores, com destaque para Neander Furtado Silva (UnB), seguido de Sérgio Scheer (UFPR) e Eduardo Toledo Santos (USP).

Já o gráfico da Figura 14 apresenta a lista de coorientadores mapeados, com destaque para Daniel Ribeiro Cardoso (UFC).

O gráfico da Figura 15 destaca geograficamente como está concentrado esse montante de defesas de teses e dissertações. O Sudeste se sobressai em ambos os tipos de titulação. As titulações de

doutorado se equivalem no Nordeste e Centro-Oeste, enquanto em dissertações a região Sul se aproxima da região Sudeste.

É relevante observar que na região Sudeste as instituições de ensino e pesquisa do estado de São Paulo se sobressaem, com ênfase para a USP, UNICAMP e IPT-SP. No caso da região Centro-Oeste, a UnB detém o monopólio. No Sul há polarização entre duas universidades federais: UFPR e UFRGS. Finalmente, na região Nordeste

UFC e UFBA se destacam na área, entretanto a UFBA é responsável pelas duas titulações de doutorado.

Por fim, foram mapeadas entre as 75 defesas 239 termos diferentes utilizados como palavras-chave. O gráfico da Figura 16 exibe um recorte das palavras-chave mais citadas, com destaque absoluto para o termo BIM e suas variações terminológicas (Modelagem da Informação da Construção e *Building Information Modeling*).

Figura 13 - Orientadores x número de titulações

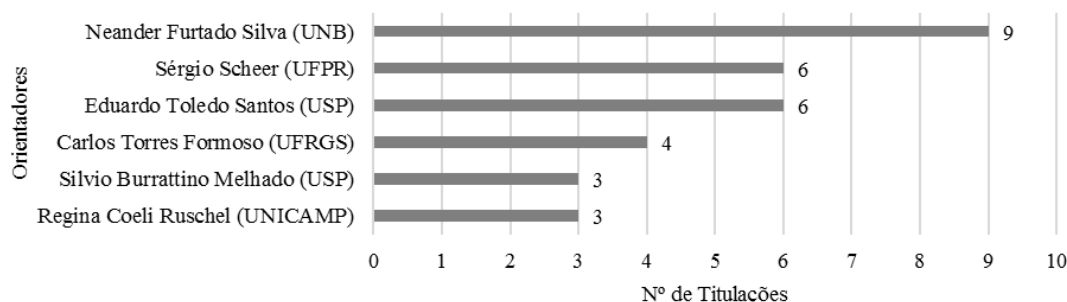


Figura 14 - Coorientadores x número de titulações

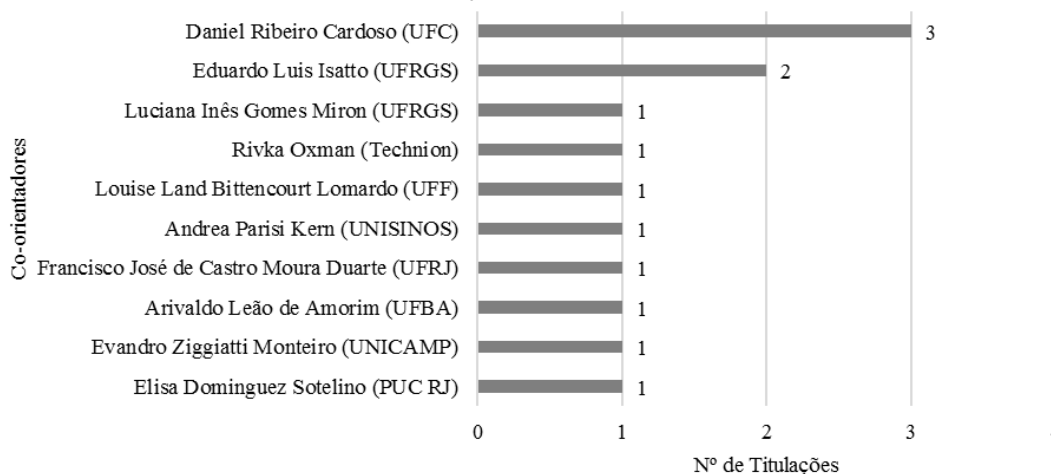


Figura 15 - Distribuição geográfica das titulações de mestrado e doutorado

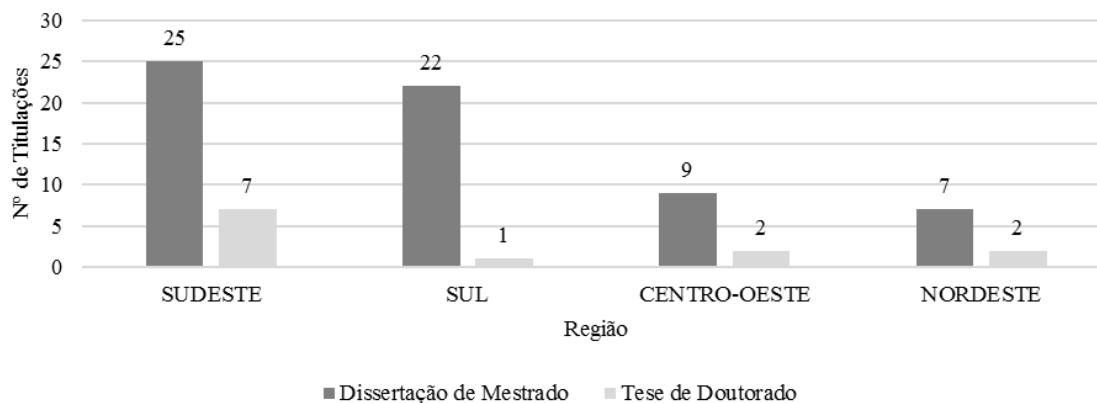
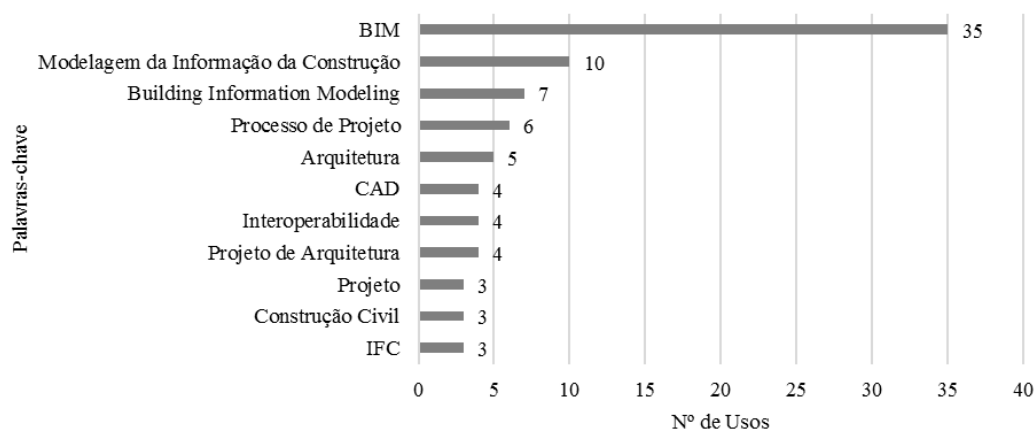


Figura 16 - Palavras-chave mais empregadas em teses e dissertações



Novamente processo de projeto e interoperabilidade, bem como seus termos correlatos, apresentam-se como palavras-chave recorrentes. Deduz-se, portanto, que há um provável fluxo de evolução de conteúdo da produção científica brasileira que perpassa os quatro tipos de publicação (anais de eventos, periódicos eletrônicos, teses e dissertações), com ênfase nas temáticas mencionadas.

Frequência de publicações acadêmicas (geral)

O gráfico da Figura 17 expõe em conjunto a evolução dos quatro tipos de publicação – artigos de anais de eventos e de periódicos eletrônicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado – no decorrer dos últimos 16 anos. O volume de trabalhos publicados em anais de eventos se destaca de maneira significativa dos demais tipos. O gráfico também corrobora as observações explanadas nos estudos anteriores. De fato, o número de publicações até 2008 era tímido, conforme ponderado por Andrade e Ruschel (2009), que já previam o início de uma tendência em abordar BIM em publicações acadêmicas. Checcucci, Pereira e Amorim (2011) observaram a primeira difusão expressiva do tema, marcada pela crista de 2009. Até então as produções não haviam superado a marca de 20 publicações anuais. Por sua vez, Carneiro, Lins e Barros Neto (2012a, 2012b) presenciaram o vetor de crescimento de 2011, que representou um pico significativo de produção para artigos em anais de eventos.

No contexto dos artigos de periódicos é possível apreender uma evolução das publicações a partir de 2012, o que demonstra consciência recente de interesse nesse tipo de publicação. É relevante observar, entretanto, que se têm até 2015 no Brasil 75 dissertações e teses defendidas contra 52 artigos publicados em periódicos eletrônicos. Considera-se

que parte do conhecimento adquirido na última década não está sendo devidamente disseminado pela comunidade científica. Esse reduzido montante de publicações em periódicos demanda uma análise qualitativa de conteúdo da amostra, a ser realizada na segunda parte deste estudo.

Por outro lado, a presença tímida de publicações em âmbito internacional pode ser pautada em três aspectos:

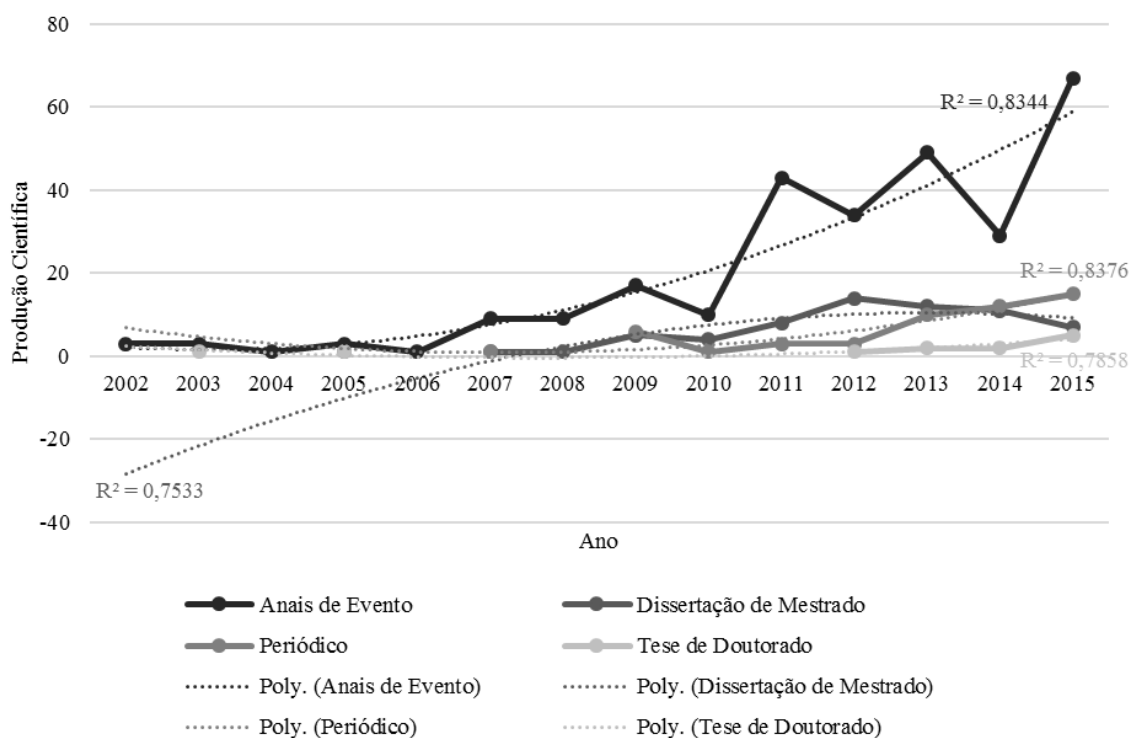
- (a) especificidade da indústria brasileira da construção civil, que demanda abordagens locais não necessariamente passíveis de generalização a ponto de despertar o interesse global;
- (b) baixa ênfase de autores de instituições brasileiras em publicar em periódicos internacionais; e
- (c) reduzido esforço visando à internacionalização.

A partir do gráfico supracitado deve-se destacar também a inter-relação entre a redução das defesas de mestrado e o crescimento das defesas de doutorado, indicando a evolução na formação acadêmica na área e sua relevância científica.

Síntese bibliométrica

Diante da abordagem realizada neste trabalho enxerga-se a importância de traçar tendências e de compreender o comportamento da evolução e involução das publicações sobre BIM. O montante em destaque de publicações em anais de eventos indica que esse meio propicia momentos de discussão e troca de conhecimento, sendo amplamente utilizado por pesquisadores brasileiros. Existe, em paralelo, uma consciência recente de interesse e respectivo esforço para publicações em periódicos eletrônicos, panorama que indica maturação do conhecimento na área.

Figura 17 - Frequência de publicações e curvas de tendência



A tendência ao decréscimo de dissertações de mestrado também indica uma consolidação da temática, já que se trata de uma formação que majoritariamente apresenta o estado da arte de diversas disciplinas relativas à BIM. Logo, o crescimento de defesas de doutorado ratifica esse estado robusto de abordagens, situação que incentiva jovens pesquisadores a construir novos artefatos e a aprofundar investigações científicas, produzindo avanços no estado da arte das referentes disciplinas. Essas curvas de tendência podem ser observadas mais uma vez no gráfico da Figura 17.

Ainda, é essencial destacar que no intervalo temporal abordado neste estudo duas redes de pesquisa nacionais se desenvolveram, cujas ações subsidiaram parte das fontes de bibliografia mapeada.

Esses esforços conjuntos de pesquisa foram:

- (a) a Rede BIM Brasil; e
- (b) a Rede Cooperativa de Pesquisa Finep⁵ de Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas à Construção de Habitação de Interesse Social (TICHIS).

A partir de projeto em rede cooperada das universidades UFPR, UFF, UFBA e USP, com financiamento do Edital Pró-Engenharias da Capes (2008-2013), foi formalizada a Rede BIM Brasil.

Essa rede visou ao desenvolvimento de pesquisas acadêmicas no campo temático do BIM bem como a difusão desse conhecimento. Outras instituições, como UNICAMP, UFV, UFRGS, UPM e UFC, vieram posteriormente a participar de uma articulação ampliada dessa rede de pesquisas (KASSEM; AMORIM, 2015).

A Rede TICHIS, formalizada em dezembro de 2010 e atuante até 2015, era composta das instituições de ensino UFC, UFBA, UFPR, UFRGS, UPM, UNICAMP e USP, e visou ao desenvolvimento de soluções inovadoras em TIC aplicadas à construção. Abordou-se em seu escopo o BIM e outras soluções para suporte ao processo de gerenciamento de projetos; simulação de desempenho; e operação de edificações. Foram desenvolvidos projetos seguindo as seguintes temáticas:

- (a) padrões abertos de interoperabilidade;
- (b) concepção e projeto digital;
- (c) TIC na gestão da produção;
- (d) gestão integrada de empreendimentos (IPD); e
- (e) TIC na etapa de uso.

Os vetores mais acentuados de crescimento das publicações têm consonância com o surgimento das redes cooperativas mencionadas, bem como os

⁵Finep - Financiadora de Estudos e Projetos.

principais pesquisadores e instituições de ensino já destacados anteriormente.

Análise de conteúdo

A partir da amostra coletada foram selecionadas para análise de conteúdo as dissertações e teses, com o intuito de compreender metodologicamente como as pesquisas científicas na área de BIM são desenvolvidas no Brasil. A identificação dos métodos obteve como critério sua classificação de acordo com Lukka (2003), Gil (2010) e Groat e Wang (2013). Os métodos explicitamente declarados pelos autores que não se enquadraram nos tipos classificados foram registrados mediante observação nos quadros de classificação a seguir.

O processo de identificação dos métodos foi realizado em dois momentos; no primeiro momento, mediante a leitura do sumário da dissertação ou tese, buscando-se um capítulo específico. Entre as 75 teses e dissertações verificadas 67 apresentavam a seção de procedimentos metodológicos. Então, no segundo momento foi verificada a seção correspondente. Não foi possível identificar a declaração explícita do método científico em 2 fontes. Portanto, a amostra para análise abarcou 65 dissertações ou teses. Durante a etapa de classificação, observou-se que 10 estudos (mais de 16% da amostra de análise) utilizaram mais de um método científico em seus procedimentos para atingir os objetivos da pesquisa.

Foram identificados nesse processo 18 métodos diferentes, cujo número de aplicações está apresentado na Figura 18. Entre eles 5 se destacam dos demais, com ampla vantagem para estudo de caso, seguido de pesquisa construtiva e pesquisa experimental, estudo de campo e pesquisa bibliográfica.

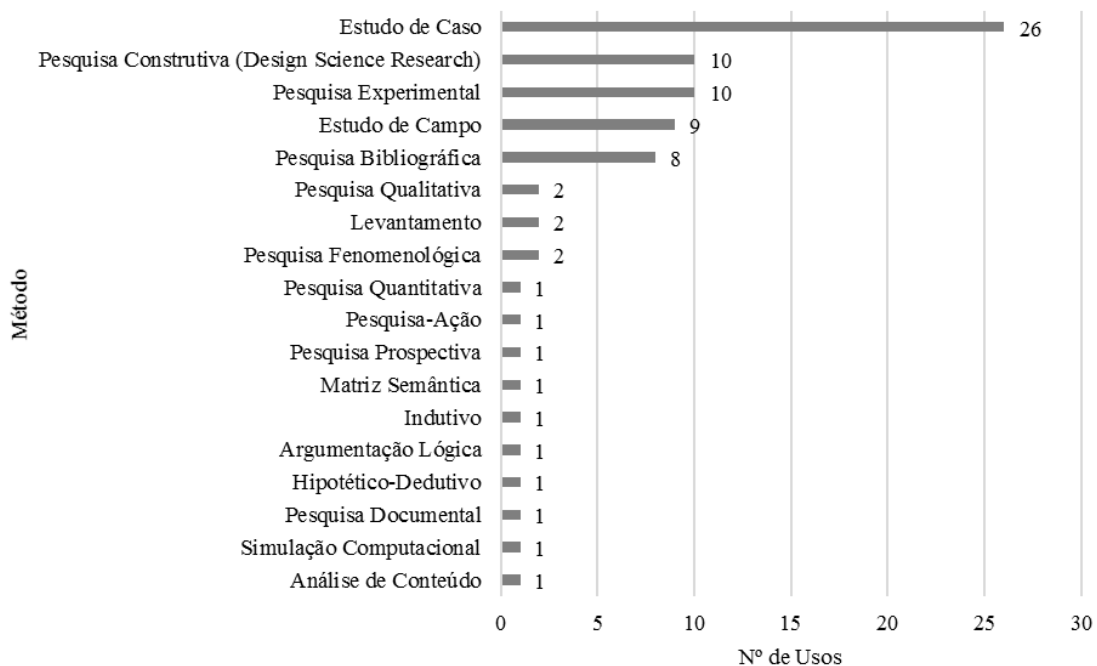
Os métodos e a ocorrência deles estão discriminados no Quadro 2, referente a teses, e no Quadro 3, referente a dissertações. No Quadro 2 é possível identificar a ocorrência de 9 métodos científicos diferentes no desenvolvimento de teses, com recorrência maior de uso do método de estudo de caso, seguido de pesquisa bibliográfica.

No Quadro 3 é possível identificar a ocorrência de 15 métodos científicos diferentes no desenvolvimento de dissertações, novamente com a recorrência maior de aplicação do método de estudo de caso. Nota-se, entretanto, um número expressivo de dissertações que utilizaram tanto a pesquisa construtiva como a pesquisa experimental e estudo de campo.

Síntese cientométrica

O maior número de aplicações do método de estudo de caso na amostra, em ambas as categorias (teses e dissertações), indica a presença de investigações de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real (GIL, 2010; YIN, 2005).

Figura 18 - Número de aplicações dos métodos identificados (teses e dissertações)



Quadro 2 - Métodos identificados (teses)

MÉTODO	OCORRÊNCIA	FONTES DE BIBLIOGRAFIA (TESE)
Estudo de caso	5	Jacoski (2003), Andrade, M. (2012), Souza (2015), Groetelaars (2015) e Marcos (2015)
Pesquisa bibliográfica	3	Andrade, M. (2012), Manzione (2013) e Brasil (2014)
Pesquisa experimental	2	Andrade, M. (2012) e Groetelaars (2015)
Estudo de campo	1	Caixeta (2013)
Pesquisa fenomenológica	1	Checucci (2014)
Análise de conteúdo	1	Barison (2015)
Pesquisa qualitativa	1	Manzione (2013)
Pesquisa quantitativa	1	Manzione (2013)
Matriz semântica	1	Ribeiro (2015)

Nota: Matriz semântica e análise de conteúdo não se enquadram nos métodos delineados por Lukka (2003), Gil (2010) e Groat e Wang (2013).

Quadro 3 - Métodos identificados (dissertações)

MÉTODO	OCORRÊNCIA	FONTES DE BIBLIOGRAFIA (DISSERTAÇÃO)
Estudo de caso	20	Ferreira (2007), Marcos (2009), Neves (2009), Muller (2010), Ribeiro (2010), Goes (2011), Witicovski (2011), Oliveira, L. T. de (2011), Andrade, L. (2012), Garbini (2012), Mendes (2012), Fernandes (2013), Waelkens (2012), Pereira (2013), Lins (2013), Mozzato (2013), Antunes (2014), Abaurre (2014), Rodrigues (2015) e Sakamori (2015)
Pesquisa construtiva (<i>Design science research</i>)	10	Romcy (2012), Biotto (2012), Reck (2013), Baldauf (2013), Pereira (2014), Neiva Neto (2014), Pinheiro (2015), Costa (2015), Bortolini (2015) e Addor (2015)
Pesquisa experimental	8	Ferreira (2007), Martins (2011), Muller (2011), Monteiro (2011), Carvalho (2012), Monteiro (2012), Diniz (2013) e Brígite (2013)
Estudo de campo	8	Moreira (2008), Souza (2009), Oliveira M. R. (2011), Araújo (2012), Stehling (2012), Natumi (2013), Brígite (2013), e Maciel (2014)
Pesquisa bibliográfica	6	Oliveira L. T. de (2011), Mendes (2012), Debs (2013), Jung (2014), Abaurre (2014) e Maciel (2014)
Levantamento	2	Ferreira (2007) e Debs (2013)
Indutivo	1	Raduns (2013)
Pesquisa qualitativa	1	Delatorre (2014)
Pesquisa documental	1	Maciel (2014)
Pesquisa fenomenológica	1	Sombra (2012)
Simulação computacional	1	Pires (2013)
Argumentação lógica	1	Godoy Filho (2014)
Hipotético-dedutivo	1	Garcia (2014)
Pesquisa-ação	1	Bortolini (2015)
Pesquisa prospectiva	1	Hashizume (2015)

Nota: simulação computacional e pesquisa prospectiva não se enquadram nos métodos delineados por Lukka (2003), Gil (2010) e Groat e Wang (2013).

Os possíveis resultados de estudos de caso são a caracterização do objeto, o estabelecimento de relações causais e a construção de hipóteses no contexto de BIM. Percebe-se, em acréscimo, preocupação com a identificação do estágio atual de conhecimento de temáticas de BIM, por meio do uso da pesquisa bibliográfica. Na categoria de dissertações, observa-se um número expressivo de pesquisas voltadas para a elaboração de novos artefatos (LUKKA, 2003), mostrando tanto tendência à inovação como renovação de paradigma metodológico com uso da pesquisa construtiva. A utilização de experimentos em dissertações também indica prestígio científico, por apontar relações de influência e efeito em objetos (GIL, 2010).

Conclusão

O presente trabalho objetivou analisar a produção científica sobre BIM no Brasil. Para tanto, aplicaram-se os procedimentos técnicos da pesquisa bibliográfica fazendo uso de indicadores bibliométricos e cientométricos. Congregou-se uma amostra de 405 fontes no intervalo temporal de 2000 a 2015.

Foram identificadas, entretanto, produções científicas somente a partir de 2002, distribuídas da seguinte forma:

- (a) publicações em anais de eventos, com 68,64% da amostra;
- (b) publicações em periódicos eletrônicos, com 12,84% da amostra; e
- (c) teses e dissertações, com 18,52% da amostra.

Não foram incluídos nessa amostra resumos expandidos, relatórios (técnicos ou científicos) e monografias de trabalho de conclusão de curso e de especialização.

Nas publicações em anais identificou-se que o evento nacional de maior destaque na área de BIM é o Encontro de Tecnologia da Informação e da Comunicação na Construção (TIC). No âmbito internacional o SIGraDi é o evento que mais agrega artigos de pesquisadores vinculados a instituições brasileiras. Observou-se também que o volume de publicações em anais de eventos é robusto, com grande destaque para 2015, e tende a aumentar nos próximos anos. Nas publicações em periódicos eletrônicos foi constatado um vetor de crescimento a partir do período 2012-2013. A revista *Gestão & Tecnologia de Projetos* apresentou notoriedade ao ser apontada como o periódico nacional que abarca o maior número de artigos na área de BIM. As publicações em periódicos internacionais são discretas e pouco representativas. O quantitativo de ambos os tipos de publicação subsidiou o

mapeamento e a identificação dos pesquisadores brasileiros mais atuantes na área, sendo estes vinculados à USP, UNICAMP, UFPR, UFPE e UFBA. Identificou-se a existência de coautoria com 14 pesquisadores vinculados a instituições estrangeiras, entretanto o percentual é inferior a 3,09% e 4,04% (anais e periódicos respectivamente), o que indica baixo índice de cooperação internacional.

Observou-se que três instituições de ensino se destacaram no número de defesas de teses e dissertações: USP, UFPR e UnB. A primeira titulação de doutorado no Brasil ocorreu em 2003, na UFSC, e a primeira titulação de mestrado em 2007, na USP. Notaram-se, em nível de frequência, curvas de tendência à redução do número de defesas de mestrado e a crescente formação de novos doutores em BIM. Foram identificados também os orientadores e coorientadores de evidência, oriundos das instituições de ensino UnB, UFPR e USP.

Em relação à distribuição geográfica, a região Sudeste se destacou tanto no número de defesas de teses como de dissertações, com a ressalva de a região Sul também ser expressiva na formação de mestres. Constatou-se que o método científico mais aplicado em teses e dissertações foi o estudo de caso, que busca caracterizar, estabelecer relações causais e construir hipóteses. Identificou-se também um volume significativo de teses e dissertações que utilizaram a pesquisa bibliográfica, e de maneira mais recente a pesquisa construtiva, que produz novos artefatos, e a pesquisa experimental, que explicita comportamentos e relações.

No estudo das palavras-chave dos quatro tipos de publicações identificou-se um universo disperso de termos. O recorte das palavras-chave mais citadas apontou duas grandes temáticas de pesquisa, o processo de projeto e a interoperabilidade, com ênfase tanto na arquitetura como na construção civil. Entretanto, demanda-se um estudo mais aprofundado para a avaliação de agrupamentos dessas palavras-chave, bem como para a indicação de ênfases de pesquisas e lacunas de conhecimento. Esse estudo será apresentado na segunda parte deste trabalho, juntamente com a classificação e a análise qualitativa de conteúdo das fontes de bibliografia mapeadas, caracterizando, dessa forma, o estado da arte de BIM no Brasil na dimensão do conhecimento de seu corpo técnico.

Destacou-se que o intervalo temporal abordado neste estudo contemplou um período que subsidiou parte das fontes de bibliografia mapeadas, devido à efetivação de duas redes cooperativas nacionais de pesquisa: a Rede TICHIS, composta de sete

instituições brasileiras de ensino, e a Rede BIM Brasil, composta de nove instituições brasileiras de ensino.

Finalmente, diante deste estudo, conclui-se que deve haver um esforço de desenvolvimento de políticas das instituições de ensino visando à internacionalização. Ademais, observando os procedimentos metodológicos analisados, é necessário o incentivo à adoção de métodos que contribuam diretamente para a proposição de solução de problemas reais, como a pesquisa construtiva e melhoria da prática, como a pesquisa-ação; ou o detalhamento de fenômenos, como a pesquisa experimental. Essas ações darão maior suporte e contribuição para a tomada de decisão sobre a incorporação de BIM na prática e para o gerenciamento da pesquisa.

Referências

- ABAURRE, M. W. **Modelos de Contrato Colaborativo e Projeto Integrado Para Modelagem da Informação da Construção**. São Paulo, 2014. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- ADDOR, M. R. A. **Proposta de Metodologia de Avaliação Para Salas de Coordenação de Projetos em BIM**. São Paulo, 2015. 176 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- ANDRADE, L. S. de. **A Contribuição dos Sistemas BIM Para o Planejamento Orçamentário das Obras Públicas**: estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina. Brasília, 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- ANDRADE, M. L. V. X. **Processo Digital de Geração da Forma Baseada no Desempenho e Com Suporte em Building Information Modeling**. Campinas, 2012. 399 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. BIM: conceitos, cenários das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETOS, 1., São Carlos, 2009. **Anais...** São Carlos: RiMa, 2009.
- ANTUNES, C. E. **Mapeamento de Processos e Determinação de Requisitos de Informação em Projetos de Estruturas em Concreto Armado Para Obras de Saneamento Através de Sistemas BIM**: estudo de caso utilizando a metodologia IDM. Curitiba, 2014. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- ARAÚJO, T. T. de. **Diretrizes Para Estruturação de Um Sistema de Gestão da Manutenção Para Unidades de Atenção Primária à Saúde**. Juiz de Fora, 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: sistema de classificação da informação da construção: parte 1: terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011.
- BALDAUF, J. P. **Proposta de Método Para Modelagem de Requisitos de Clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social usando BIM**. Porto Alegre, 2013. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Currículo**: uma contribuição para a formação do projetista. São Paulo, 2015. 387 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- BIOTTO, C. N. **Método Para Projeto e Planejamento de Sistemas de Produção na Construção Civil Com Uso da Modelagem BIM 4D**. Porto Alegre, 2012. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- BORTOLINI, R. **Modelo Para Planejamento e Controle Logístico de Obras de Sistemas Pré-Fabricados do Tipo Engineer-to-Order Com o Uso de BIM 4D**. Porto Alegre, 2015. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

- BRASIL, P. de C. **Arquitetura Sustentável em Edificações Públicas**: planejamento para licitações de projeto. Rio de Janeiro, 2014. 229 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- BRÍGITTE, G. T. N. **Integração de Desempenho na Avaliação de Projeto**: modelo de informação e simulação computacional na etapa de concepção. Campinas, 2013. 209 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- CAIXETA, L. M. **Estudo Crítico Sobre o Uso de Ferramentas de Modelagens Tridimensionais de Informações Digitais BIM no Ensino Contemporâneo da Arquitetura**. Brasília, 2013. 175 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- CARDOSO, F. F. **Ciência, Tecnologia e Inovação e a Indústria da Construção Civil**: elementos para a formulação de uma política para o setor. Porto Alegre: ANTAC, 2011.
- CARNEIRO, T. M.; LINS, D. M. de O.; BARROS NETO, J. de P. *Building information modeling*: análise da produção científica nos anos de 2010 e 2011. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...** Juiz de Fora: ANTAC, 2012a.
- CARNEIRO, T. M.; LINS, D. M. de O.; BARROS NETO, J. P. Spread of BIM: a comparative analysis of scientific production in Brazil and abroad. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20., San Diego, 2012. **Proceedings...** San Diego: Montezuma Publishing, 2012b.
- CARVALHO, M. A. **Eficácia da Interoperabilidade no Formato IFC Entre Modelos de Informação Arquitetônico e Estrutural**. Curitiba, 2012. 221 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- CÉSAR JUNIOR, K. M. L.; PINTO, L. G. A. Padronização de Layers em CAD Para a Compatibilidade de Projetos Cívicos Multidisciplinares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 5., Salvador, 2011. **Anais...** Salvador: LCAD/PPGAU, UFBA, 2011.
- CHECCUCCI, E. S. **Ensino-Aprendizagem de BIM nos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e o Papel da Expressão Gráfica Neste Contexto**. Salvador, 2014. 235 f. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Programa de Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. A Difusão das Tecnologias BIM por Pesquisadores do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 5., Salvador, 2011. **Anais...** Salvador: LCAD/PPGAU - UFBA, 2011.
- COSTA, C. H. de A. **Incorporação de Parâmetros de Desempenho em Componentes BIM Para Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. Campinas, 2015. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Construção, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- DEBS, L. de C. E. **Proposta de Ferramenta BIM Para Auxílio ao Projeto de Fachadas em Painéis Pré-Fabricados Arquitetônicos de Concreto**. São Paulo, 2013. 200f. Dissertação (Mestrado Profissional em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2013.
- DELATORRE, V. **Potencialidades e Limites do BIM no Ensino de Arquitetura**: uma proposta de implementação. Florianópolis, 2014. 293 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- DINIZ, M. da C. M. **Modelagem de Informação da Construção**: estudo de caso Inspeção da Receita Federal em Jaguarão - RS. Brasília, 2013. 262 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

- DOMINGUES, E. H. **Artesanato Digital na Produção Pré-Fabricada de Edificações de Alta Eficiência Energética**. São Paulo, 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- DOMINGUES, E. H.; OLIVEIRA, C. T. de A. O. **Uso de *software* de Manufatura no Desenvolvimento de Projetos de Edificações Pré-Fabricadas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 5., Salvador, 2011. **Anais...** Salvador: LCAD/PPGAU - UFBA, 2011.
- EASTMAN, C. **Building Product Models: computer environments supporting design and construction**. Boca Raton: CRC Press, 1999.
- EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- FERNANDES, R. da S. **Flexibilização e personalização de Unidades Habitacionais: Estudo de caso em Porto Alegre, RS**. São Leopoldo, 2013. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.
- FERREIRA, R. C. **Uso do CAD 3D na Compatibilização Espacial em Projetos de Produção de Vedações Verticais em Edificações**. São Paulo, 2007. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- GARBINI, M. A. L. **Proposta de Modelo Para Implantação e Processo de Projeto Utilizando a Tecnologia BIM**. Cuiabá, 2012. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.
- GARCIA, D. dos S. **Arquitetura Performativa: a utilização do DPROFILER para elaboração da forma arquitetônica**. Brasília, 2014. 215 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- GOES, R. H. T. B. **Compatibilização de Projetos Com a Utilização de Ferramentas BIM**. São Paulo, 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GODOY FILHO, A. de A. **Contribuições Para o Ensino do Projeto Arquitetônico: por um novo paradigma**. Londrina, 2014. 234 f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2014.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GROAT, L. N.; WANG, D. **Architectural Research Methods**. 2nd. ed. New Jersey: Wiley, 2013.
- GROETELAARS, N. J. **Criação de Modelos BIM a Partir de “Nuvens de Pontos”**: estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. Salvador, 2015. 372 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.
- HASHIZUME, L. M. **Retroalimentação na Melhoria da Qualidade do Projeto de Arquitetura Através do Processo BIM**. São Paulo, 2015. 135 f. Dissertação (Mestrado em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2015.
- JACOSKI, C. A. **Integração e Interoperabilidade em Projetos de Edificações: uma implementação com IFC/XML**. Florianópolis, 2003. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- JUNG, R. L. da C. **A arquitetura e as Ferramentas Digitais: uma visão do projeto arquitetônico**. Porto Alegre, 2014. 145 f. Dissertação (Mestrado em Teoria, História e Crítica da Arquitetura) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.
- KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **BIM – Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2015. Disponível em: <<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

- LENZ, D.; CELANI, G. Performative architecture: uma arqueologia tecnológica. **Vitruvius**, São Paulo, v. 16, n. 186.04, nov. 2015.
- LINS, D. M. de O. **Integrated Project Delivery**: diretrizes para empresas de projeto que atuam em Habitação de Interesse Social. Fortaleza, 2013. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- LUKKA, K. The Constructive Research Approach: case study research in logistics. **Publications of the Turku School of Economics and Business Administration**, v. 1, Series B, p. 83-101, 2003.
- MACÍAS-CHAPULA, C. A. O Papel da Informetria e da Cientometria e Sua Perspectiva Nacional e Internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago. 1998.
- MACIEL, M. A. C. **Dificuldades Para a Implantação de Softwares Integradores de Projeto (BIM) Por Usuários da Cidade de Aracaju**. Aracaju, 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2014.
- MANZIONE, L. **Proposição de Uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo Com o Uso do BIM**. São Paulo, 2013. 325 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- MARCOS, M. H. C. **Análise da Emissão de CO₂ na Fase Pré-Operacional da Construção de Habitações de Interesse Social Através da Utilização de Uma Ferramenta CAD-BIM**. Curitiba, 2009. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- MARCOS, M. H. C. **Método de Obtenção de Dados de Impactos Ambientais, Durante o Processo de Desenvolvimento de Projeto, Através do Uso de Ferramenta BIM**. São Paulo, 2015. 150 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- MARTINS, P. C. F. **A Interoperabilidade Entre Sistemas BIM e Simulação Ambiental Computacional**: estudo de caso. Brasília, 2011. 229 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- MATTOS, P. Y. de; CUNHA, A. L. A.; PACHECO, M. A. C. Inteligência Computacional aplicada em habitação popular. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., Rio de Janeiro, 2011. **Anais...** Rio de Janeiro: ANTAC, 2011.
- MENDES, N. P. R. **Modelo Virtual Exploratório**: proposta de uma ferramenta de vendas para o mercado imobiliário residencial. São Paulo, 2012. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- MONTEIRO, A. **Projeto Para Produção de Vedações Verticais em Alvenaria em Uma Ferramenta CAD-BIM**. São Paulo, 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- MONTEIRO, I. M. **O Uso dos Sistemas BIM em Projeto de Arquitetura**: diversificação de soluções versus padronização. Brasília, 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- MOREIRA, T. P. F. **A Influência da Parametrização dos Softwares CADD Arquiteturais no Processo de Projeto Arquitetônico**. Brasília, 2008. 226 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- MOZZATO, R. C. **Subsídios Para a Implementação da Metodologia BIM no Projeto e Fabricação de Estruturas de Aço**. Passo Fundo, 2013. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.

- MULLER, A. L. **Informações Para as Cascerâmicas de Revestimento Segundo a Abordagem BIM**. Londrina, 2010. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.
- MULLER, M. F. **A Interoperabilidade Entre Sistemas CAD de Projeto de Estruturas de Concreto Armado Baseada em Arquivos IFC**. Curitiba, 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- NATUMI, Y. **O Ensino de Informática Aplicada nos Cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo no Brasil**. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- NEIVA NETO, R. da S. **O Projeto da Produção de Formas de Estrutura de Concreto Armado Incorporando BIM**. Campinas, 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Construção, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- NEVES, J. R. G. **Diretrizes Para Melhorias na Produção de Estrutura de Concreto Visando à Redução de Perdas**: estudo de caso. São Leopoldo, 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2009.
- OLIVEIRA, L. T. de. **Contribuição do BIM e do IPD nos Processos de Suprimentos na Cadeia Produtiva da Construção Civil**. Niterói, 2011. 201 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento da Construção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.
- OLIVEIRA, M. R. **Modelagem Virtual e Prototipagem Rápida Aplicadas em Projeto de Arquitetura**. São Paulo, 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- PENTTILÄ, H. Describing the Changes in Architectural Information Technology to Understand Design Complexity and Free-Form Architectural Expression. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 11, special issue, p. 395-408, 2006.
- PEREIRA, A. P. **A Adoção do Paradigma BIM em Escritórios de Arquitetura em Salvador – BA**. Salvador, 2013. 201 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- PEREIRA, L. M. **Desenho Organizacional Para a Integração de Projetos Através da Modelagem da Informação em Processos Colaborativos**. Londrina, 2014. 233 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.
- PINHEIRO, L. T. **Avaliação dos Limites de Automação do Projeto de Alvenaria a Partir do Método Building Object Behavior (BOB)**. Fortaleza, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- PIRES, J. R. **Investigação da Viabilidade da Redução do Consumo de Energia Elétrica em Edificações Residenciais Através da Aplicação de Soluções de Conforto Ambiental Passivo**. São Leopoldo, 2013. 228 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.
- PUPO, R.; CELANI, G. Trends in Graduate Research on IT & Architecture: a Qualitative Comparison of Tendencies in Brazil and abroad. In: EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE CONFERENCE, 25., Frankfurt, 2007. **Proceedings...** Frankfurt: Kanne, 2007.
- RADUNS, C. D. **BIM Aplicado a Obras de Infraestrutura (BiiM): mini e pequenas centrais hidrelétricas**. Passo Fundo, 2013. 119 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.

- RECK, R. H. **Método Para Integração da Simulação de Eventos Discretos e Modelagem 4D no Projeto do Sistema de Produção de Empreendimentos Habitacionais de Interesse social**. Porto Alegre, 2013. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- RIBEIRO, J. T. G. **Matriz Semântica Para Projetos Aeroportuários no Brasil**. Brasília, 2015. 387 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- RIBEIRO, J. T. G. **Modelagem de Informações de Edificações Aplicada no Processo de Projeto de Aeroportos**. Brasília, 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- RODRIGUES, M. V. de P. **Avaliação da Eficiência Energética de Edificações Residenciais em Fase de Projeto**: análise de desempenho térmico pelo método prescritivo e por simulação computacional aplicados a estudo de caso de projeto-tipo do Exército Brasileiro. Campinas, 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- ROMCY, N. M. S. **Proposta de Tradução dos Princípios da Coordenação Modular em Parâmetros Aplicáveis ao Building Information Modeling**. Fortaleza, 2012. 181 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- ROMERO, F.; ANDERY, P. Uma Análise das Técnicas e Ferramentas Utilizadas no Processo de Projeto de Empreendimentos de Capital. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., Canela, 2010. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010.
- SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (BIM)**: processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil. Curitiba, 2015. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- SANTOS, E. T. **BIM - Building Information Modeling**: um salto para a modernidade na Tecnologia da Informação aplicada à Construção Civil. In: PRATINI, E. F.; SILVA JUNIOR, E. E. A. (Org.). **Criação, Representação e Visualização Digitais**: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2012.
- SANTOS, R. N. M. dos. Produção Científica: por que medir? O que medir? **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 23-38, jul./dez. 2003.
- SILVA, M. R.; HAYASHI, C. R. M.; HAYASHI, M. C. P. I. Análise Bibliométrica e Cientométrica: desafios para especialistas que atuam no campo. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 2, n. 1, p. 110-129, 2011.
- SOMBRA, P. L. **Análise de Habitações Autoconstruídas Espontâneas na Definição de Diretrizes Projetuais Para o Setor de Serviços (Cozinha e Lavanderia)**. Fortaleza, 2012. 248 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- SOUZA, F. R. de. **A Gestão do Processo de Projeto em Empresas Incorporadoras e Construtoras**. São Paulo, 2015. 271 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- SOUZA, L. L. A. **Diagnóstico do Uso do BIM em Empresas de Projeto de Arquitetura**. Niterói, 2009. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.
- STEHLLING, M. P. **A Utilização de Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Arquitetura e Engenharia de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2012. 165 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.
- SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM Adoption: conceptual structures. **Automation in Construction**, v. 57, p. 64-79, 2015.

TOBIN, J. Proto-Building: to BIM is to build. **AECbytes**, 28 maio 2008.

VILELLA, F. F. Indústria da Construção Civil e Reestruturação Produtiva: as novas tecnologias e seus modos de socialização construindo as cidades contemporâneas. **Vitruvius**, São Paulo, v. 9, n. 099.06, ago. 2008.

WAELEKENS, A. C. **Projeto de Arquitetura com Base nos Conceitos de Desempenho em Software BIM**. São Paulo, 2012. 140 f. Dissertação (Mestrado em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2012.

WITICOVSKI, L. C. **Levantamento de Quantitativos em Projeto**: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM). Curitiba, 2011. 199 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de mestrado e de produtividade em pesquisa, respectivamente.

Fernanda Almeida Machado

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo | Universidade Estadual de Campinas | Av. Albert Einstein, 951, Cidade Universitária | Campinas - SP - Brasil | Caixa Postal 6021 | CEP 13083-852 | E-mail: fernanda.machado@nucleobim.com

Regina Coeli Ruschel

Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo | Universidade Estadual de Campinas | Tel.: (19) 3521-2051 | E-mail: regina.ruschel@gmail.com

Sergio Scheer

Centro de Estudos de Engenharia Civil, Setor de Tecnologia | Universidade Federal do Paraná | Av. Francisco H dos Santos, s/n, Jardim das Américas | Curitiba - PR - Brasil | Caixa Postal 19011 | CEP 81531-980 | Tel.: (41) 3361-3218 Ramal 3437 | E-mail: sergioscheer@gmail.com

Revista Ambiente Construído

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP 90035-190
Telefone: +55 (51) 3308-4084
Fax: +55 (51) 3308-4054
www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido
E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br