DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM E CRONOGRAMAS PARA GERENCIAMENTO DE OBRAS[1]

CRIPPA, J., Universidade Federal do Paraná, e-mail: julianna.crippa@gmail.com; SANTOS, A. P. L., Universidade Federal do Paraná, e-mail: adrianapls1@gmail.com; SCHEER, S., Universidade Federal do Paraná, e-mail: sergioscheer@gmail.com; Universidade Federal do Paraná, SILVA, P. H., e-mail: paulaheloisa.arq@gmail.com

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) can be an effective instrument for planning and scheduling. Therefore, this paper aims to determine the current state of the art of BIM integrated with construction planning and control to answer the following question: Based on studies that associate BIM and scheduling tools, which are the barriers/difficulties and opportunities to apply BIM integrated with scheduling for construction management? A methodological approach was adopted in this study through a Systematic Review of Literature (RSL). This method of data collection was selected in order to define the current state of the art of the integration of BIM with planning tools, especially for scheduling. This paper presents evidences of relevant studies on this topic and it opens a discussion about the challenges, limitations and opportunities of this integration. During this research, it was verified that there is an expressive amount of studies about the use of technologies such as virtual reality (VR), radio frequency identification (RFID) and aerial photography in planning and control construction content, thus, as a suggestion for future research, the authors should develop a study aiming to understand better how the integration of these sort of technologies works with BIM.

***Keywords**: Building Information Modeling. BIM. Construction Scheduling. Planejamento. Modelagem da Informação na Construção.*

1 INTRODUÇÃO

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) destaca-se cada vez mais como possibilidade para desenvolver a tecnologia de planejamento e cronogramas obras (SIGALOV; KÖNIG, 2017). Uma melhoria expressiva na eficiência do planejamento de construção pode ser conseguida através da aplicação de modelos de processos reutilizáveis durante a geração de cronogramas baseados em BIM.

Segundo Chen et al. (2013), projetos de construção estão se tornando progressivamente maiores e mais complexos em termos de tamanho físico e custo e o BIM está sendo considerado como uma mudança revolucionária de Gestão do Ciclo de Vida inteira de um projeto de construção. Para Liu, Al-Hussein e Lu (2015), apesar dos avanços relatados relativos ao BIM em estudos anteriores, o uso prolongado de BIM ainda não atingiu seu inteiro potencial. Tecnologias BIM armazenam informações de um edifício que podem ser alavancadas para muitas aplicações inovadoras e instigantes, incluindo a geração de decolagens de quantidade, cronogramas 4D e simulações de construção (KIM et al., 2013). Dessa forma, diversos profissionais e

[1] CRIPPA, J., SANTOS, A. P. L., SCHEER, S., SILVA, P. H. Desafios e oportunidades para a implementação de BIM e cronogramas para gerenciamento de obras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

pesquisadores desenvolveram modelos de quatro dimensões (4D) relacionando os componentes tridimensionais (3D) de um modelo BIM com as atividades de rede de um cronograma de projeto (WANG et al., 2014).

Este trabalho visa determinar qual é o atual estado da arte tratando-se de métodos que integram BIM com planejamento e controle de obras. Desta forma, é proposta a seguinte pergunta: Com base em publicações que associam BIM e ferramentas para cronogramas de obras, até o presente momento, quais são as barreiras/dificuldades, oportunidades e sugestões de pesquisas para a propagação e aplicação destes dois elementos?

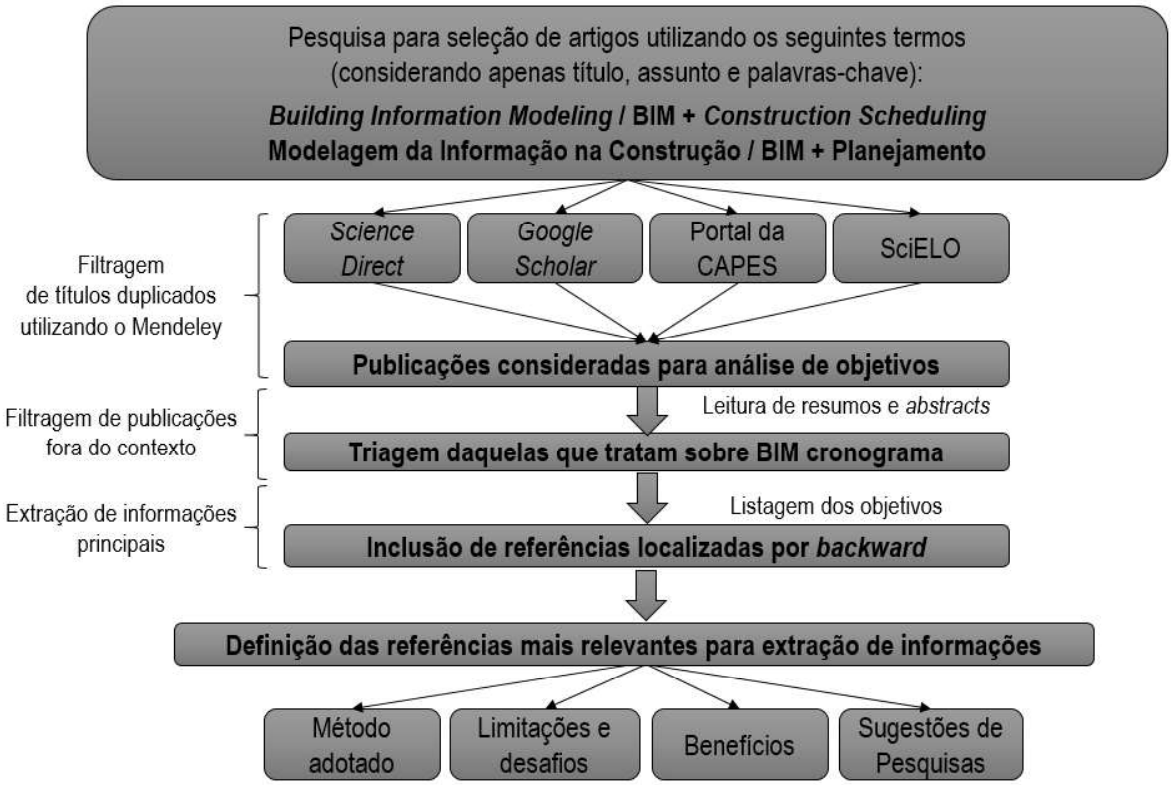
2 METODOLOGIA

Segundo Lacerda et al. (2013), a abordagem metodológica adotada neste trabalho pode ser definida como teórica-conceitual desenvolvida utilizando como fundamento a Revisão Sistemática da Literatura (RSL). O fluxograma do método de pesquisa adotado neste trabalho está apresentado na Figura 1, o qual foi baseado em fundamentos presentes no estudo de Dresch, Lacerda e Antunes (2015).

Como etapa inicial para este modelo de pesquisa, foram selecionados artigos sobre o tema publicados nos últimos 5 anos (2013-2017) por meio de plataformas online e termos de busca presente nos títulos. Conforme apresenta o Quadro 1, para este trabalho foram encontradas 97 publicações na língua inglesa e 24 em português, somando um total de 121 referências. No entanto, após ser executada a filtragem para averiguar duplicação, foram encontrados 23 casos repetidos, contabilizando assim um total de 98 referências para serem analisadas na próxima etapa.

Na etapa de filtragem de estudos fora do contexto, os 98 resumos (*abstracts*) foram analisados. Houve a necessidade, portanto, de definir com base no escopo da revisão, os critérios de inclusão e exclusão de estudos (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Foi optado por excluir da relação de referências conteúdo como monografias, dissertações e teses, da mesma forma que guias, tutoriais, manuais ou livros também não foram levados em consideração, focando assim apenas em artigos. No entanto, cabe ressaltar que alguns trabalhos desconsiderados foram citados diversas vezes e serviram como base para a criação de grande parte dos trabalhos, como é o caso do *BIM handbook* (EASTMAN et al., 2011) e *BIM Project Execution Planning Guide* (CIC RESEARCH PROGRAM, 2011).

Figura 1 - Fluxograma do Método Adotado para a Revisão Sistemática de Literatura



Fonte: Os autores, 2017.

Quadro 1 - Quantidade de Referências Obtidas na Pesquisa por Banco de Dados

Termos de Pesquisa	Google Scholar	Science Direct	Portal CAPES	SciELO	SOMA	Repetidos
Construction Scheduling *Building Information Modeling* (BIM)	35	52	10	-	97	23
Planejamento Modelagem da Informação da Construção (BIM)	20	-	-	4	24	
					TOTAL	**98**

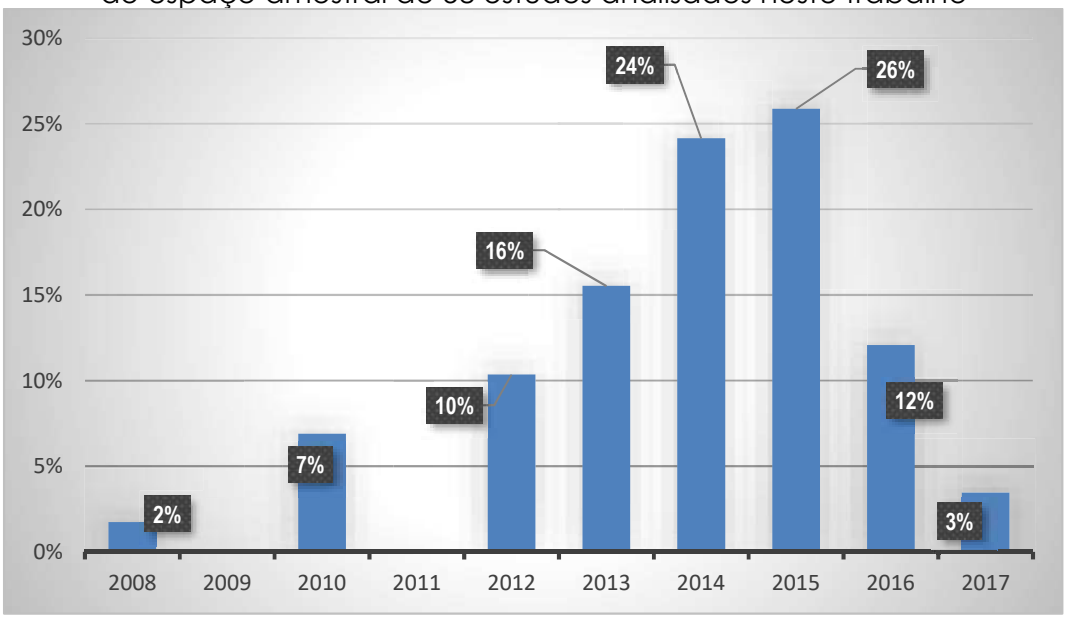
Fonte: Fonte: Os autores, 2017.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o processo de procura de publicações sobre o tema, foi possível perceber que existem uma significativa quantidade de trabalhos que utilizam a ferramenta CAD adicionando a modelagem 4D, e muitos acabam se referindo a este raciocínio como BIM 4D, o que gera certo desentendimento sobre o tema, uma vez que modelos que seguem o conceito BIM devem ser projetados em software que seja capaz de identificar informações dentro dos elementos, enquanto os do tipo CAD não o fazem. Este foi um dos motivos que fez com que a lista de referências analisada caísse de 98 para 37 estudos. Como resultado da primeira triagem de estudos, foram extraídos os objetivos dos 37 trabalhos selecionados. Em seguida, como resultado do procedimento

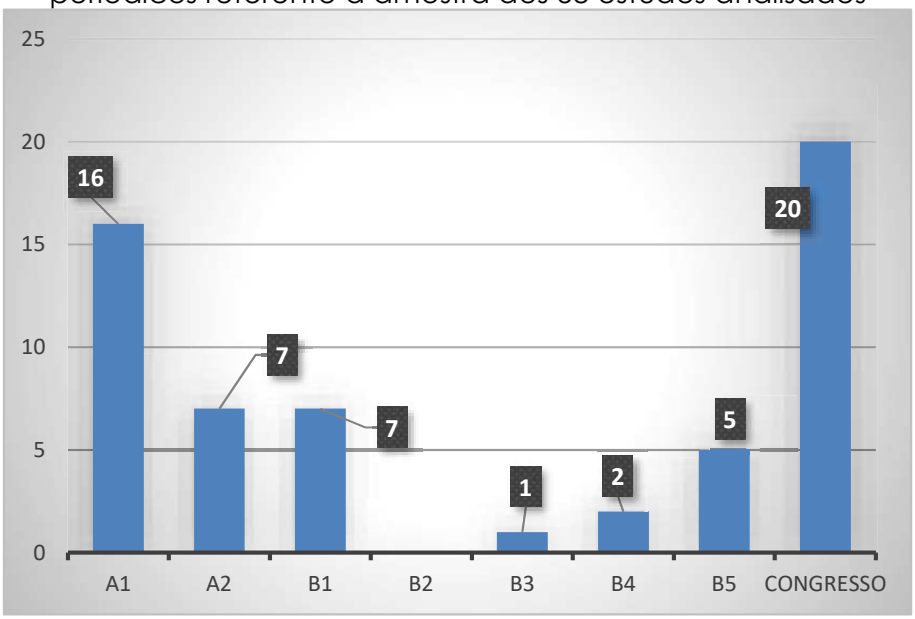
backward foram acrescentados 26 estudos contabilizando um total de 58 referências, as quais foram classificadas devido a frequência de vezes que cada uma foi citada dentro das 37 publicações inicias. A Figura 2 apresenta a porcentagem de publicação a cada ano, de 2008 a 2017, referente a amostra dos 58 artigos listados. Assim como, a Figura 3 apresenta os percentuais dos trabalhos publicados em congressos ou conforme a classificação dos respectivos periódicos, segundo o Qualis CAPES.

Figura 2 - Porcentagem dos estudos publicados em cada ano (2008-2017) referente ao espaço amostral de 58 estudos analisados neste trabalho



Fonte: Os autores, 2017.

Figura 3 - Porcentagem de publicações por congresso ou classificação dos periódicos referente a amostra dos 58 estudos analisados



Fonte: Os autores, 2017.

Afim de evidenciar e sintetizar as informações mais importantes para responder à pergunta proposta no início deste trabalho foram relidos alguns estudos, os quais estiveram 4 ou mais vezes na lista de referência dos 37 primeiros estudos classificados ou que foram recém-publicados (2016-2017). Em seguida, foram extraídas as informações qualitativas sobre estratégia e método adotado, assim como limites do sistema, benefícios e sugestões de pesquisa.

Dessa forma, com a intenção de extrair cronogramas de obras utilizando BIM, Wang et al. (2014) propõe um sistema de interface que utiliza a capacidade do BIM em relação à quantidade de materiais necessários (como aço, formas e concreto) para suportar a simulação de operações na obra, levando em última instância à geração de um cronograma do projeto. O autor refere-se a este modelo como um BIM 4D melhorado. Neste trabalho a capacidade do BIM é utilizada em relação à quantidade de materiais necessários (como aço, formas e concreto) para suportar simulação de operações na obra, levando a geração de um cronograma do projeto e sistema proposto utiliza operações de construção orientadas a recursos que são previamente avaliadas pelos participantes do projeto. Assim, sua animação em 4D, juntamente com um cronograma confiável, é mais eficaz para ajudar os profissionais a entender praticamente como o projeto será construído. Da mesma forma, afim de estabelecer uma estrutura para automatizar a geração de cronogramas de construção usando dados (por exemplo, informações espaciais, geométricas, de quantidade, relação e material de camada de material) armazenadas no BIM, Kim et al. (2013) desenvolveram um outro método capaz de gerar rapidamente os cronogramas de construção. Wang et al. (2016), optou por sistematizar um modelo baseado em BIM para lidar com o cronograma detalhado e inúmeros itens de custo para estabelecer uma curva de progresso de construção baseada em custos. O diferencial deste modelo proposto é que possibilita distribuir as quantidades associadas aos itens de custo entre as atividades e o uso de funções de catálogo de tipo de família suporta a inclusão de itens de custo em objetos.

Kim et al. (2013) afirma que seu sistema possui escalabilidade e complexidade inerente ao ifcXML que é utilizado e que os modelos BIM testados eram relativamente simples. Wang et. al (2014) também critica que o seu sistema considera apenas as tarefas de construção de erguer uma estrutura em concreto armado e que outras tarefas auxiliares, como escavação, acabamento, particionamento e paisagismo também deveriam ser incluídas para se obter um cronograma completo. Liu, Al-Hussein e Lu (2015) foi mais específico em direcionar seu modelo para construções em painéis com LGS, no entanto, admite que outros fatores que afetam um cronograma de construção, como as limitações do tempo e do espaço de trabalho, não são levados em consideração no estudo. Os autores listam também outras dificuldades como estimativas de duração e produtividade para pacotes de trabalho são feitas apenas com base na experiência dos gerentes de projeto e que parte da rede de simulação ainda precisa ser estabelecida manualmente. Wang et al. (2016) constatou que ainda carregar dados de

custos para o software de estimativa antecipadamente é crítico para automação, o que delimita parte de seu modelo.

Os seis outros artigos extraídos através da RSL neste trabalho possuem focos um pouco diferente se comparado com os demais. Por exemplo, o artigo de Park e Cai (2017) apresenta um projeto de banco de dados baseado em do *Work Breakdown Structure* (WBS) para permitir a criação de um banco de dados BIM multidimensional dinâmico para incorporar registros de construção em tempo hábil. Enquanto, Rolfsen e Merschbrock (2016) discutiram sobre BIM 4D comparando outros dois métodos de cronogramas com pontos fortes e fracos: Gantt e fluxogramas. Com base em uma série de entrevistas individuais e de grupos focais, foi apresentado as percepções dos profissionais da construção sobre a utilidade dos diferentes métodos de visualização. Simultaneamente expostos a três tipos de cronogramas do mesmo edifício, os profissionais da construção avaliaram sua facilidade de uso e utilidade. Gantt fornece a simplicidade e capacidade de resposta necessárias para a comunicação diária em projetos, e foi percebido como o mais fácil de usar. Fluxogramas foram percebidos como menos intuitivo pelos autores. Como resultado, os autores declaram que o BIM 4D tem a clareza necessária para transmitir o quadro geral, e foi percebido como o mais útil para os primeiros estágios do projeto. O BIM em quatro dimensões é amplamente vista como o próximo passo evolutivo na programação de construção. (ROLFSEN; MERSCHBROCK, 2016).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresenta uma análise bibliométrica baseada em 58 publicações e agrega resultados qualitativos de alguns dos estudos encontrados que envolvem BIM e cronogramas de obras. É intrigante também o fato de que ainda se estuda a integração da modelagem 4D com arquivos desenvolvidos no AutoCAD, o que confirma a existência de limitações da tecnologia e resistência de profissionais e estudiosos, em adotar ferramentas mais recentes que são compatíveis com BIM, como o Revit e o ArchiCAD.

O BIM 4D ainda possui grande potencial de desenvolvimento, especialmente tratando-se da possibilidade de integração de outras tecnologias da informação e comunicação (TIC). Dessa forma, como sugestão seria a de se elaborar uma RSL que identifique a interação dos sistemas BIM 4D com sensores e atuadores no viés da Internet das Coisas (Internet of Things - IoT) e com ambientes de Realidade Virtual e Aumentada, assim como aplicação de tecnologia de identificação por radiofrequência, fotografia aérea por meio de drones, entre outros. Desse modo, poderia se ter um panorama das tecnologias, técnicas e métodos existentes no mercado e nas pesquisas acadêmicas, capazes de contribuir efetivamente para a automação e melhoria do processo de Planejamento e Controle de Obras (PCO).

AGRADECIMENTOS

CAPES e PPGECC-UFPR pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

CHEN, S. et al. A framework for an automated and integrated project scheduling and management system. **Automation in Construction** v. 35, p. 89–110, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580513000472>.

CIC RESEARCH PROGRAM. **BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.1**. buildingSMART alliance. 2011.

DRESCH, A.; LACERDA, D.P.; ANTUNES, J.A.V. **Design science research: A method for science and technology advancement**. 2015. p. 129-158.

EASTMAN, C. M. et al. BIM handbook: **A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2011.

KIM, H. et al. Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology**. Automation in Construction** v. 35, p. 285–295, 2013.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. Gestão & Produção** v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

LIU, H.; AL-HUSSEIN, M.; LU, M. BIM-based integrated approach for detailed construction scheduling under resource constraints. **Automation in Construction** v. 53, p. 29–43, 2015.

PARK, J.; CAI, H. WBS-based dynamic multi-dimensional BIM database for total construction as-built documentation. **Automation in Construction** v. 77, p. 15–23, 2017.

ROLFSEN, C. N.; MERSCHBROCK, C. Acceptance of Construction Scheduling Visualizations: Bar-charts, Flowline-charts, Or Perhaps BIM? **Procedia Engineering** Selected papers from Creative Construction Conference 2016, v. 164, p. 558–566, 2016.

SIGALOV, K.; KÖNIG, M. Recognition of process patterns for BIM-based construction schedules. **Advanced Engineering Informatics**, 2017.

WANG, K. et al. Applying building information modeling to integrate schedule and cost for establishing construction progress curves. **Automation in Construction** v. 72, Part 3, p. 397–410, 2016.

WANG, W. et al. Integrating building information models with construction process simulations for project scheduling support. **Automation in Construction** v. 37, p. 68–80, 2014.