

Ontologia, Internet das Coisas e Modelagem da Informação da Construção (BIM): Estudo Exploratório e a Inter-relação entre as Tecnologias

Renata M. A. Baracho, Mário L. Pereira Junior, Maurício B. Almeida

ECI - PPGGOC - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - 31270-901
Belo Horizonte - Minas Gerais - Brazil

renatabaracho@ufmg.br, mario@pucminas.br, mba@eci.ufmg.br

Abstract. *This article analyzes the scientific production that approaches the link between Ontologies, Internet of Things (IoT) and BIM (Building Information Modeling) technology in civil construction. It seeks to define the relationship between these fields, which, at present, are not well connected. The study has an exploratory character with the aim to provide familiarity with the themes. A non-exhaustive literature review was carried out with the search of publications in the bases of the CAPES portal. The research on the CAPES portal presents the term "ontolog*" in 402,047 papers, confirming the maturity and interest of the topic; "Internet of Things" in 16,023 and "Building Information Modeling" in 4,878. The combination of the three in one paper that presents the use of intelligent sensors, system integration, user engagement, data management, and the convergence of Building Information Modeling (BIM) as an opportunity to transcend operational barriers by interoperability between systems. The present research presents a starting point for the application of the ontology in Internet of things for the constructive process. It presents as a proposal to consider a building through 3D simulation using the information modeling (BIM) on all its components, organized in a structured (ontology) and dynamically monitored (IoT).*

Resumo. *Este artigo analisa a produção científica que aborda a associação entre Ontologias, Internet das Coisas (IoT) e a tecnologia BIM (Building Information Modeling) na construção civil. Busca-se definir o relacionamento entre essas áreas, as quais, no momento, não parecem adequadamente conectadas. O estudo tem um caráter exploratório, com objetivo de proporcionar maior familiaridade com os temas. Foi realizada uma revisão de literatura não exaustiva através da pesquisa de publicações nas bases do portal CAPES, em maio de 2017. A pesquisa no portal da CAPES apresenta o termo "ontolog*" em 402.047 trabalhos, confirmando a maturidade e interesse do tema; "Internet of Things" em 16.023 e "Building Information Modeling" em 4.878. A combinação dos três está presente em um trabalho que apresenta o uso de sensores inteligentes, a integração entre sistemas, a participação dos usuários, o gerenciamento de dados e a convergência da modelagem de informações da construção (BIM) como uma oportunidade para transcender as barreiras operacionais por meio da interoperabilidade entre sistemas. A presente pesquisa apresenta um ponto de partida para*

aplicação da ontologia com Internet das coisas para o processo construtivo. Apresenta como proposta considerar uma edificação, simuladas tridimensionalmente com a modelagem de informação (BIM) sobre todos os seus componentes, organizada de forma estruturada (ontologia) e monitorada de forma dinâmica (IoT).

1. Introdução

A presença das tecnologias de informação na construção civil e no trabalho de Engenheiros e Arquitetos tem possibilitado e exigido mudanças no pensar e produzir o objeto arquitetônico. Estas mudanças envolvem hoje todo o ciclo de vida do edifício, passando pela construção (obra) e chegando ao monitoramento de uso e acompanhamento de desempenho.

Ao mesmo tempo, o uso de equipamentos como computadores e *smartphones* cresce a cada dia, e junto amplia-se o acesso de pessoas à internet. Uma nova geração de equipamentos Instrumentos originalmente desconectados – eletrodomésticos, geladeiras, máquinas de lavar, cafeteiras, câmeras de vídeo, microfones e sensores dos mais variados tipos – estão entrando no mundo *online*. Esse é o fenômeno conhecido como “*smart building*” no escopo do que se convencionou chamar Internet das Coisas (IoT). Nesse contexto, vocabulários controlados como as ontologias surgem como soluções promissoras para representação do conhecimento

Este trabalho envolve a interseção de três temas aparentemente distintos: técnicas de organização da informação baseadas em ontologias, usadas criação de legíveis por máquinas; a utilização de sistemas e plataformas para a Internet das Coisas (IoT), que tratam dos dispositivos e de dados gerados por eles; e, finalmente, a utilização da tecnologia BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem de Informação da Construção) no projeto, produção e gestão de edifícios, na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

A pesquisa teve como objetivo investigar a produção científica que associa ontologias, IoT e a tecnologia BIM na construção civil. Analisou-se a relação entre as três áreas e sua aplicação na gestão dos edifícios na indústria de AEC, através de uma pesquisa de caráter exploratório conduzida a partir de revisão da literatura em artigos do Portal de Periódicos da CAPES/MEC/BRASIL, em abril de 2017, com os descritores “*Ontolog**”, “*Internet of Things*” e “*Building Information Modeling*”. A ênfase deste trabalho está na relação entre os temas e apoia-se em trabalhos que abordam os três assuntos, contribuindo para a identificação, seleção, avaliação e síntese de evidências da relação entre os mesmos.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta um background dos três temas citados; a seção 3 descreve a metodologia adotada na pesquisa; a seção 4 analisa e discute resultados e a seção 6 traz as considerações finais.

2. Background

O assunto ontologia tem sido estudado em várias áreas de conhecimento, incluindo pesquisas nos campos da filosofia, ciência da computação e ciência da informação, e com aplicações sobre medicina, biologia e engenharia. Nesse contexto, ontologia aqui

diz respeito a uma representação de parte de um determinado domínio, legível por máquina, para fins de representação e recuperação de informação, com possibilidades de inferência automática.

A expressão Internet das Coisas ou *Internet of Things* (IoT) tem sido utilizada como referência a uma nova geração da computação pervasiva, representando a onipresença dos recursos de informática em produtos de consumo e cotidiano das pessoas (Yang, Liu & Liang, 2010). Os tradicionais equipamentos e produtos industriais como automóveis, telefones, televisores, geladeiras, câmeras e sensores passam a ter capacidade de conexão, comunicação, e acesso à internet embutidas, apresentando diversas novas possibilidades de uso como por exemplo comando à distância, personalização, automação e análises de desempenho. Por meio de sensores, os objetos físicos passam a ter capacidade de processamento e, portanto, podem “de intercambiar, solicitar, fornecer, delegar, gerenciar e trocar dados.

A tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) surge como um conceito de projetar, planejar e acompanhar obras edificadas (Eastman et al. 2008). O processo propõe mudanças profundas em relação ao modelo tradicional. A concepção de uma obra apresenta muitos problemas relacionados a falta de comunicação e troca de informação entre diferentes estágios, processos e, principalmente profissionais. A proposta é utilizar o BIM para o desenvolvimento de projeto, acompanhamento de construção, *as built* e manutenção de uma edificação sustentável.

A tecnologia BIM emprega objetos paramétricos e suas relações para construir um modelo virtual de um edifício. Entretanto não se identifica ali um compromisso ontológico verdadeiro, que seria muito bem-vindo do ponto de vista da promoção da interoperabilidade. Verifica-se a necessidade do entendimento da aproximação entre ontologia e BIM nos estudos e pesquisas recentes. O uso de semântica em BIM está relacionado ao uso de ontologia para o gerenciamento de informações em modelos arquitetônicos na construção civil. Também as informações são introduzidas normalmente em um sistema BIM pelo usuário. A aproximação entre BIM e IoT apresenta-se como possibilidade de troca de informações entre os objetos e equipamentos existentes no edifício real e seu modelo virtual.

As três tecnologias apresentam um princípio fundamental em comum: vão além de uma estrutura ou uma simples organização de objetos ou atores que representam, mas, sobretudo, enfatizam as relações entre eles e com um esforço na resolução de conflitos. Nas ontologias objetiva-se ir além da descrição do que existe e da caracterização de entidades, explicitando as relações possíveis nos diversos níveis. Em IoT a importância da consciência do seu estado e de outros, a troca de informações e o compartilhamento de ações entre os atores demonstram também a ênfase nas relações entre as coisas. E na tecnologia BIM o edifício é modelado com seus elementos de forma paramétrica, mas, sobretudo, representando as relações entre estes componentes, evitando-se, por exemplo, erros de compatibilização.

Considerando a ontologia como a forma de representar o domínio da construção civil, a relação entre os elementos é fundamental para organização e análise dos dados. Por sua vez, a IoT está diretamente ligada a construção do espaço para a identificação e localização dos objetos, a interconexão entre eles e a modelagem das informações. BIM, além da proposta direta de desenvolver o projeto e auxiliar a construção, tem um papel

fundamental de modelar em 3D toda a edificação, com todos os elementos construtivos e tem a proposta da relação entre os elementos edificados (Lee, et al. 2006).

3. Metodologia

Esta pesquisa tem como objetivo o mapeamento da pesquisa que engloba os temas discutidos acima e suas inter-relações por meio de pesquisas desenvolvidas e do estudo da literatura publicada. Esta pesquisa utilizou o Portal de Periódicos da CAPES/MEC como protocolo de revisão. Esta opção foi baseada na disponibilidade de acesso conjunto a diversas bases de dados, como SCIELO, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, PROQUEST, SCIENCEDIRECT E IBICT. Foram pesquisadas publicações que tinham como assunto o uso de ontologias, ao mesmo tempo em que estas são empregadas com a Internet das Coisas e com a tecnologia BIM. Como recorte, buscou-se a relação específica entre ontologia, IoT e modelos BIM na construção civil.

Os artigos identificados pela estratégia de busca foram avaliados segundo os critérios de inclusão: disponibilidade de acesso ao texto na íntegra, via portal CAPES, e uso formalmente declarado de ontologias, IoT e tecnologia BIM, simultaneamente. Como objetiva-se a relação entre estes três assuntos, o primeiro critério de inclusão consistiu de o texto versar conjuntamente sobre os três temas.

Para realização dos estudos primários, utilizou-se a busca avançada, através do acesso ao Portal de Periódicos da CAPES, com combinação com operador booleano AND, utilizou-se nos campos de busca específica: i) na primeira caixa de seleção da busca específica – por assunto, autor ou título – opção qualquer foi selecionada; ii) na segunda caixa de seleção, na escolha da restrição de comparação – contém, é (exato) ou começa com – usou-se: na primeira linha contém Ontolog* AND “Internet of Things” e na segunda linha é (exato) "Building Information Modeling".

Qualquer contém Ontolog* AND “Internet of Things”

Qualquer é (exato) "Building Information Modeling"

O objetivo foi recuperar artigos de acordo com as palavras chave: “Ontolog*” AND “Internet of Things” AND “Building Information Modeling”. Não foram usadas na busca o refinamento Data de publicação, Tipo de material ou Idioma, objetivando não eliminar qualquer texto em função destes itens: Data de publicação: Qualquer ano; Tipo de material: Todos os itens; Idioma: Qualquer idioma; Data Inicial: indefinida; Data Final: indefinida.

Como esta busca resultou em apenas um trabalho, realizou-se uma segunda pesquisa com os mesmos operadores substituindo-se apenas a expressão “Building Information Modeling” por “Building”. Objetivou-se acessar os trabalhos que relacionavam ontologias e IoT não necessariamente com o uso da tecnologia BIM, mas ampliando para o edifício e a construção.

4. Resultados

Uma pesquisa rápida no Portal de Periódicos CAPES com o termo “ontolog*” resultou em 402.047 trabalhos, sendo 222.871 periódicos revisados por pares, grande volume de textos o que demonstra a maturidade da área e interesse pelo tema. Ao pesquisar a expressão "Internet of Things" obteve-se 16.023 trabalhos, sendo 5.023 revisados por

pares, um número bem menor. Mas se for considerado o fato de ser um termo mais recente, verifica-se um número bastante expressivo. Com uma pesquisa pela expressão “Building Information Modeling” o resultado apresentou 4.878 trabalhos, 1.671 revisados por pares, número bem inferior as anteriores, esperado por se tratar de um assunto mais específico de uma área determinada.

A pesquisa com a somatória das três expressões – “Ontolog*”, “Internet of Things” e “Building Information Modeling” resultou em apenas um trabalho de Howell, Rezgui e Beach (2017), artigo recebido em 28/jun/2016, revisado em 20/dez/2016 e aceito para publicação em 26/fev/2017, com o título *Integrating building and urban semantics to empower smart water solutions* (Integração da semântica da construção e urbana para capacitar soluções inteligentes de água). Este trabalho propõe uma ontologia para o domínio que descreve casas inteligentes, medição inteligente, telemetria e sistemas de informação geográfica, juntamente com conceitos sociais. Quatro temas utilizados em pesquisas sobre a água nas cidades são apresetandos: o uso de sensores inteligentes, a integração entre sistemas, a pro atividade dos usuários e o gerenciamento de dados através de análises avançadas.

O trabalho de Howell, Rezgui e Beach (2017) apresenta um serviço de gerenciamento de conhecimento semântico e ontologia de domínio para sistemas de água doméstica em escala urbana. Implementa um caso de uso de gerenciamento otimizado para demanda, demonstrando a interoperabilidade de aplicações domésticas inteligentes. Objetiva integrar sistemas previamente isolados, bem como intervenções de oferta e demanda, para melhorar o desempenho do sistema. Tecnologias da web semântica e IoT podem se fundir para reunir modelos de dados com fluxos dinâmicos, com objetivo de dar suporte a aplicações na fase operacional de sistemas para ambiente construído.

A pesquisa com a somatória das três expressões - “Ontolog*”, “Internet of Things” e “Building” resultou em 57 trabalhos, sendo 49 periódicos revisados por pares. Entretanto, apenas dois trabalhos tratam de Building como Edifício ou Construção Civil, o já citado anteriormente e o texto de Wang, Huang, Zhong, Huang, Han e Zhang (2015), com título: *An Intelligent Monitoring System for the Safety of Building Structure under the W2T Framework* (Um Sistema de Monitoramento Inteligente para a Segurança da Estrutura de Edifícios sob a Estrutura W2T), publicado em 2015.

5. Considerações Finais

Este trabalho analisou a produção científica que associa ontologia, Internet das Coisas e tecnologia BIM no ambiente de AEC. Realizou-se uma revisão da literatura de caráter exploratório visando aumentar a familiaridade com os três temas. A pesquisa foi feita em bases do portal CAPES, verificando-se que o volume de estudos publicados é muito baixo, quando comparado a outros trabalhos sobre ontologias, IoT ou BIM em separado.

Identificou-se uma oportunidade de pesquisa na bibliografia e conduziu-se um levantamento bibliográfico que sugere a falta de pesquisa consolidada relacionando os temas. Acredita-se que há nessa interseção possibilidades frutíferas de pesquisa, uma vez que o BIM lida com espaços e objetos e a teoria da ontologia é espaço-temporal.

O Portal da CAPES reúne base de dados conceituadas e é uma referência nacional. O resultado dessa pesquisa de encontrar apenas um artigo sobre o tema nos chama a atenção pela necessidade de ampliação, o ineditismo e a contribuição desse tema. Em Ciências Exatas um número maior de publicações é facilmente acessível via uma simples busca em conferências. Entretanto, na área de Ciência da Informação, conferências não são consideradas e a comunicação científica é feita apenas via periódicos.

Para além do processo de projeto e construção das edificações, pode-se considerar uma edificação, ou ampliando os horizontes, todas as edificações de uma cidade, simuladas tridimensionalmente a modelagem (BIM) sobre todos os seus componentes, organizada de forma estruturada (ontologia) e monitorada de forma dinâmica (IoT). A união desses conceitos trará inovações para o processo e a necessidade de pesquisas teóricas e aplicações práticas.

Referências

- Eastman, C. et al. (2008) BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 490p.
- Howell, S., Rezgui, Y., Beach, T. (2017) Integrating building and urban semantics to empower smart water solutions. Automation in Construction
- Lee, G., et al. (2006) Specifying parametric building project behavior for a building information modeling system. Automation in Construction, v. 15, p.758-776. Disponível em <<http://www.elsevier.com/locate/autcon>>. Acesso em: 20 mai. 2009.
- Wang, H., Huang, Z., Zhong, N., Huang, J., Han, Y., Zhang, F. (2015) An Intelligent Monitoring System for the Safety of Building Structure under the W2T Framework. International Journal Of Distributed Sensor Networks.
- Yang, D., Liu, F., Liang, Y. (2010) A Survey of the Internet of Things. In: The 2010 International Conference On E-Business Intelligence. Atlantis Press.