

QUAIS SÃO AS NOVAS TECNOLOGIAS NO GERENCIAMENTO DE FACILIDADES? - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

WHAT ARE THE NEW TECHNOLOGIES IN FACILITY MANAGEMENT? - A SYSTEMATIC REVIEW

Marcus Vinicius Rosário da Silva
Universidade Federal Fluminense | Niterói, RJ | marcusrosario@yahoo.com.br

Marcelo Jasmin Meiriño
Universidade Federal Fluminense | Niterói, RJ | marcelojm@id.uff.br

Gilson Brito Alves Lima
Universidade Federal Fluminense | Niterói, RJ | glima@id.uff.br

RESUMO

As atividades profissionais de Gerenciamento de Facilidades (*Facility Management* - FM) demandam diversas ferramentas technológicas, úteis para auxiliar a tarefas rotineiras à tomadas de decisão. Estudos anteriores revelam que as tecnologias foram absorvidas, ao longo do tempo, pelo mercado. Atualmente, quais são as tecnologias aplicadas ao setor de FM? Além disso, qual tecnologia tem maior número de estudos na abordagem estabelecida na pesquisa? Existe oportunidade para desenvolvimento de soluções integradas com duas ou mais tecnologias? Uma revisão sistemática de literatura foi realizada, com recorte temporal de 5 anos, para identificação dos estudos recentes sobre tecnologias aplicadas à fase de operação e manutenção no ambiente construído. Os 74 artigos completos, em inglês, sobre o tema resultantes da revisão sistemática foram analisados quanto ao ano de publicação, bases de dados, periódicos, distribuição geográfica, principais autores e palavras-chaves recorrentes. Por fim, na discussão as novas tecnologias em FM são tratadas: (a) Modelagem de Informação da Construção - BIM; (b) Sistema de Informação Geográfica - GIS; (c) Sistemas Ciber-físicos - CPS; (d) *Big Data*; (e) Realidade Virtual; (f) Realidade Aumentada; (g) Internet das Coisas - IoT; e (h) Identificação por Rádio Frequência – RFID.

Palavras-chave Modelagem de Informação da Construção; Sistema de Informação Geográfica; Realidade Virtual e Aumentada; Internet das Coisas; Big Data.

ABSTRACT

The Facility Management (FM) professional activities require diverse technological tools, useful in assisting routine tasks to decision making. Previous studies reveal technologies were absorbed, over time, by the market. Currently, what are the demanded technologies applied to the FM sector? Furthermore, which technology has the greatest number of studies in the approach settled in research? There is an opportunity for the development of integrated solutions with two or more technologies? A systematic literature review was carried out, within a 5-year timeframe, to identify the most recent studies on technologies applied to the phase of operation and maintenance in the built environment. The 74 completed papers in English on the subject resulting from the systematic review were analyzed by publication year, databases, journals, geographical distribution, main authors and recurrent keywords. Finally, in the discussion the new technologies in FM are treated: (a) Building Information Modelling - BIM; (b) Geographic Information Systems - GIS; (c) Cyber-physical systems - CPS; (d) Big Data; (e) Virtual Reality; (f) Augmented Reality; (g) Internet of Things - IoT; and (h) Radio Frequency identification - RFID.

Keywords Building Information Modelling; Geographic Information System; Virtual and augmented reality; Internet of Things; Big Data.

1 INTRODUÇÃO

A função organizacional de Gerenciamento de Facilidades (*Facility Management* - FM), integra pessoas, propriedades e processos dentro do ambiente construído com o propósito de melhorar a qualidade de vida das pessoas e a produtividade do negócio central (ISO, 2017). A complexidade e o profissionalismo em FM moderno obrigam os profissionais a adotarem ferramentas computadorizadas distintas, úteis na automatização de tarefas de rotina, no gerenciamento de informações, no monitoramento de desempenho do edifício e no auxílio às tomadas de decisão (CARREIRA et al., 2018). A inovação pode elevar os níveis de qualidade e produtividade e atender às necessidades de mudança e superar as ofertas de concorrentes

SILVA, M. V. R.; MEIRIÑO, M. J.; LIMA, G. B. A. Quais são as novas tecnologias no Gerenciamento de Facilidades? – uma revisão sistemática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais[...]** Campinas: ANTAC, 2019. Disponível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/235

(LILLIS; SZWEJCZEWSKI; GOFFIN, 2015). A tecnologia da informação desempenha um papel importante nas estratégias, auxiliando o processo de inovação (SCUPOLA, 2014).

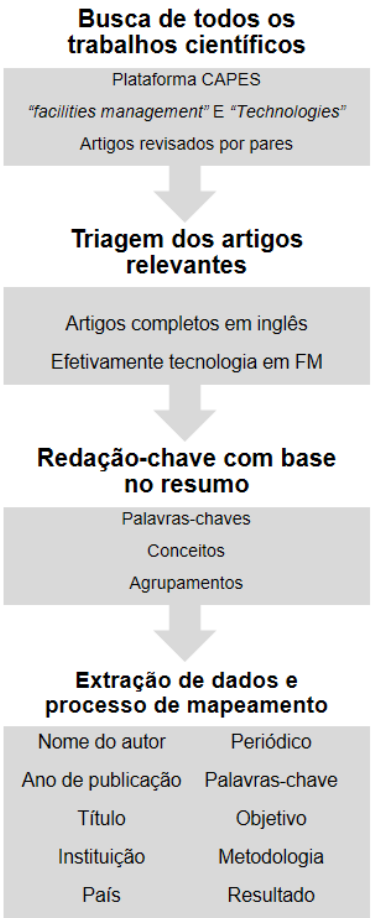
Estudos anteriores exploram ferramentas e sistemas com informações aperfeiçoadas para melhorar o gerenciamento de operação e manutenção (O&M), incluindo: (a) sistemas de Gerenciamento de Manutenção Computadorizada (*Computerized Maintenance Management Systems* - CMMS); (b) sistemas de Gerenciamento de Facilidades assistido por Computador (*Computer-Aided Facility Management* - CAFM); (c) Sistemas de Automação Predial (*Building Automation Systems* – BAS); (d) Sistemas Eletrônicos de Gerenciamento de Documentos e Sistemas de Gerenciamento de Energia (*Enterprise Resource Planning* – ERP); e (e) Sistemas Integrados de Gerenciamento de Locais de Trabalho (*Integrated Workplace Management Systems* – IWMS) (EDIRISINGHE *et al.,* 2017; LU *et al.,* 2018).

Neste contexto, a revisão sistemática de literatura - RLS busca responder as questões: quais os tipos de tecnologia são abordados nas pesquisas aplicadas à FM? qual tecnologia possui maior número de estudos no recorte estabelecido nesta pesquisa? há oportunidade para desenvolvimento de soluções integradas com duas ou mais tecnologias?

2 METODOLOGIA

A RSL foi adotada, tendo como objetivo fornecer uma visão geral da área de pesquisa. Foi utilizado o processo descrito por Petersen et al. (2008) e diretrizes, estabelecidas por Kitchenham e Charters (2007), para busca de artigos relevantes (YLI-HUUMO et al., 2016), organizados em quatro etapas (Figura 1): (a) busca de todos os trabalhos científicos, utilizando as palavras-chaves "*Facilities Management*" e "*Technologies*" no Periódico CAPES com período de abrangência de 2013 à 2018, entre os dias 11/05/2018 a 15/05/2018; (b) triagem dos artigos relevantes, excluindo *papers* sem disponibilidade de texto completo em inglês, com tecnologia não relacionada as atividades de FM, e duplicados; (c) redação-chave com base no resumo, documentando palavras-chaves e conceitos em grupos; e (d) Extração de dados e processo de mapeamento para coleta de informações (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN et al., 2008).

Figura 1: etapas da RLS



Fonte: Os autores.

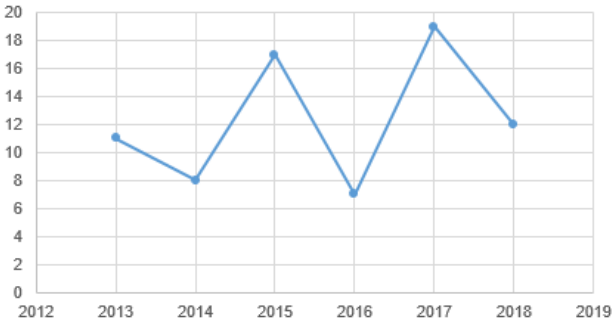
3 RESULTADOS

Na plataforma do periódico CAPES foram encontrados 1.083 artigos científicos em inglês, revisados por pares, a partir das palavras-chaves supracitados. Após a aplicação dos critérios de exclusão, resultou em 74 papers sobre tecnologia aplicadas à FM.

3.1 Ano de publicação, base de dados e periódicos

Os anos de 2015 (23%) e 2017 (26%) destacaram-se pelo número de publicações, dentro da amostra, totalizando 49% do total das publicações do recorte. Apresentando uma tendência ascendente (Figura 2).

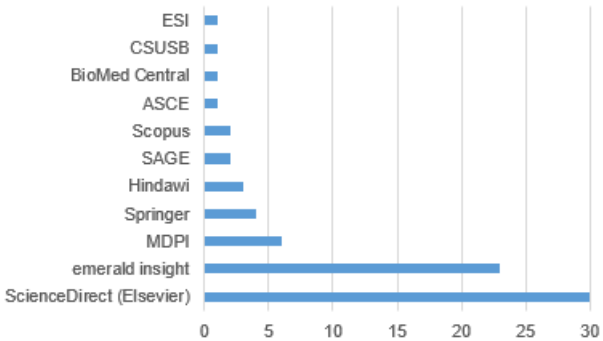
Figura 2: publicações



Fonte: Os autores.

O ScienceDirect (Elsevier) (41%) e a Emerald Insight (31%) são evidenciados como base de dados com maior número de publicações no tema, contribuindo com 72% da amostra (Figura 3), Foram excluídos aqueles com um periódico.

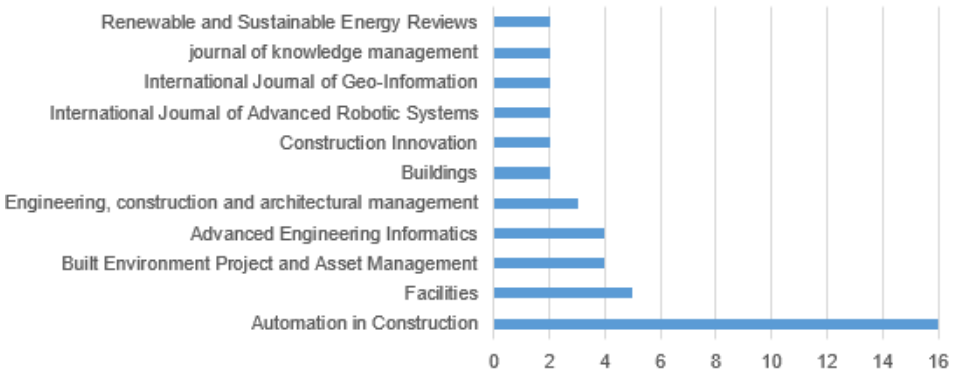
Figura 3: base de dados



Fonte: Os autores.

O periódico *Automation in Construction* (22%) desponta em publicações, seguido por *Facilities* (7%), e em terceiro o *Built Environment Project and Asset Management* e *Advanced Engineering informatics* (6% cada) (Figura 4).

Figura 4: periódicos x publicações

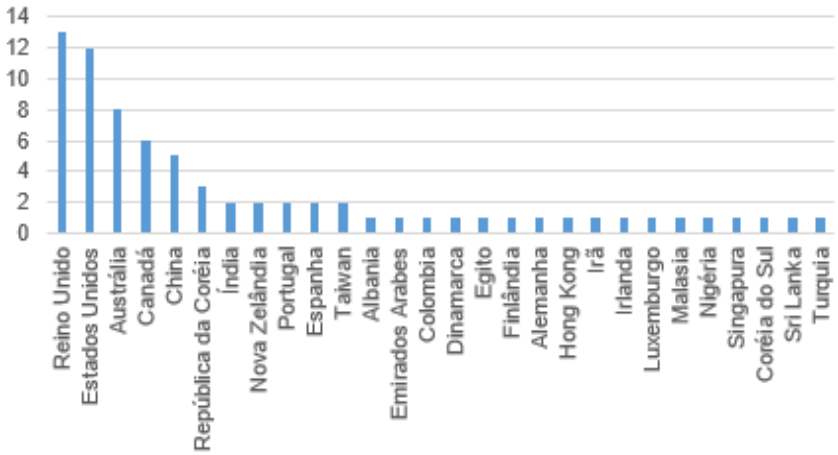


Fonte: Os autores.

3.2 Distribuição geográfica, autores e palavras-chave

Reino Unido (18%), Estados Unidos da América (16%), Austrália (11%), Canadá (8%) e China (7%) são os primeiros colocados na lista de países dos autores principais, totalizando 60% da amostra (Figura 5).

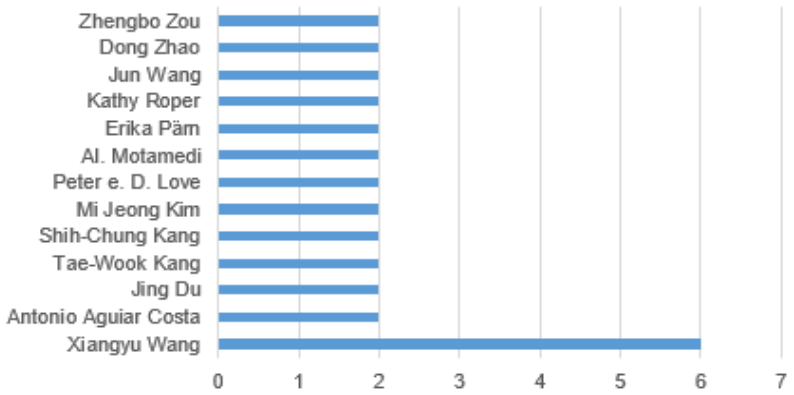
Figura 5: produções x países de origem do autor principal



Fonte: Os autores.

O autor com maior número de publicações (Figura 6) é Xiangyu Wang, da *School of Built Environment, Curtin University of Western Australia*, com 6 artigos e pesquisas em *Buiding Information Modelling* – BIM, *Geografic information System* – GIS e Realidade Aumentada. Os demais autores explicitados apresentaram diversidade quanto a tecnologia estudada e duas publicações cada. Autores com um *paper* foram excluídos.

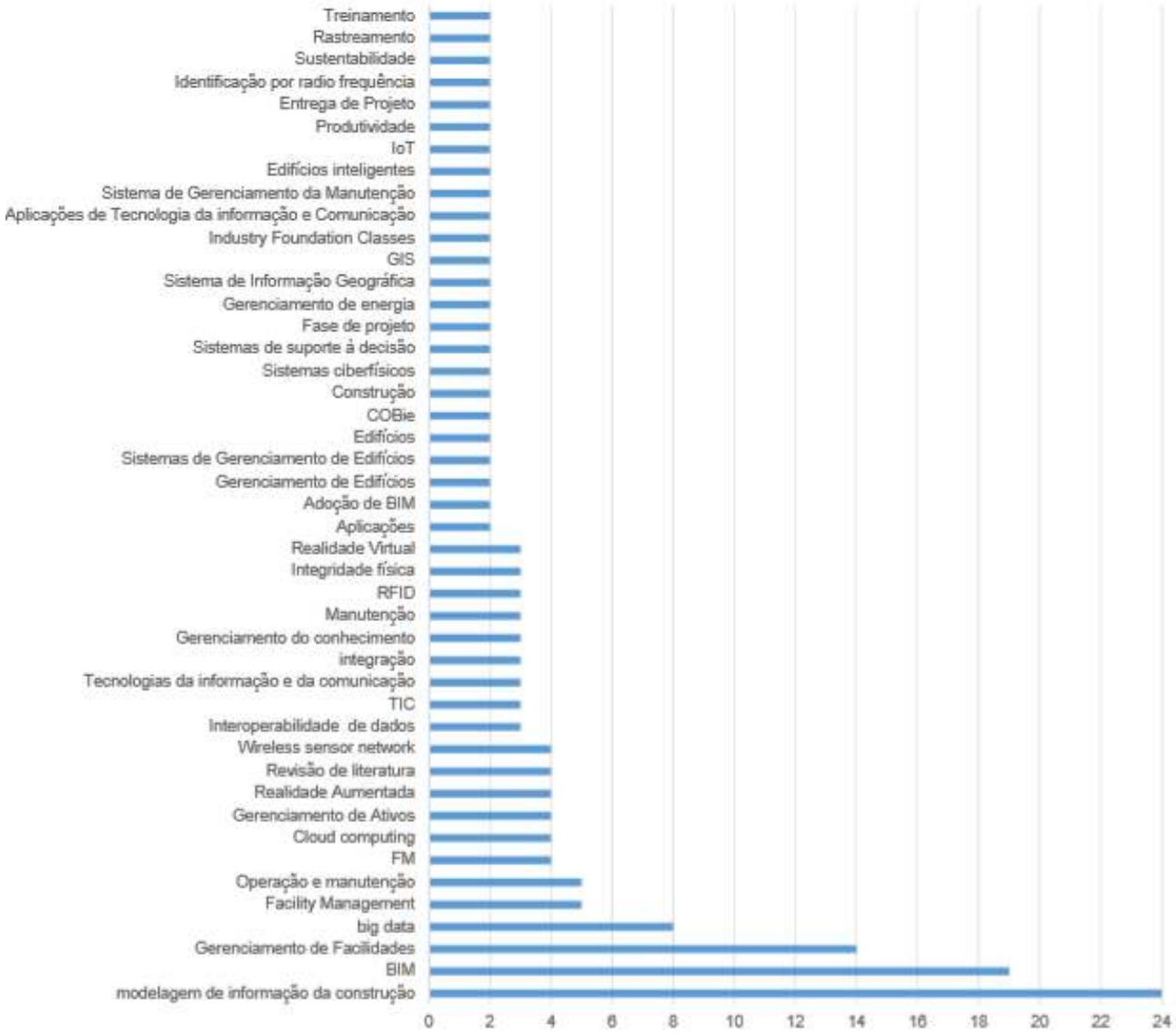
Figura 6: Autores com publicações recorrentes no tema



Fonte: Os autores.

Foram encontradas 369 palavras-chaves, das quais 174 apresentaram repetições em diferentes publicações. A palavra mais recorrente foi Modelagem de Informação da Construção (*Building Information Modelling*) com 24 ocorrências, seguidas de sua sigla BIM, com 19 ocorrências - totalizando, 43 ocorrências. A palavra Gerenciamento de Facilidades (*Facilities Management*) foi a terceira maior ocorrência em 14 artigos. Posteriormente, o conceito *Big Data* aparece 8 vezes. Seguidos dos termos *Facility Management* e Operação e Manutenção *(Operations & Maintenance*) com 5 ocorrências. A sigla FM, a tecnologia *cloud computing*, o Gerenciamento de Ativos, a realidade aumentada, a revisão de literatura e a tecnologia de *Wireless sensor network* apareceu 4 vezes cada. Interoperacionalidade de dados entre *software*(s), TIC (ICT), Tecnologia da informação e comunicação (*Information and Communications Technology*), integração (*integration*) entre tecnologias, Gestão do conhecimento (*Knowledge Management*), manutenção (*maintenance*), RFID, segurança patrimonial (*security*) e Realidade Virtual (*Virtual Reality*) foram apresentadas 3 vezes. E por fim, dentre as 24 palavras com 2 ocorrências, destaca-se aqui as tecnologias presentes: Sistemas de Gerenciamento de Edifícios (*Building Management System*); Sistemas ciberfísicos (*Cyber-Physical Systems* - CPS); Sistema de Informação Geográfica (*Geographic Information System* - GIS); Sistema de Gerenciamento da Manutenção (*Maintenance Management System*); a sigla de Internet das coisas - IoT; e Identificação por rádio frequência (*Radio Frequency Identification*) (Figura 7).

Figura 7: Compilação das palavras-chave



Fonte: Os autores.

4 DISCUSSÃO

Q.1: Quais os tipos de tecnologia são abordados nas pesquisas atuais aplicadas à FM?

A partir dos 74 *papers*, foi possível identificar as novas tecnologias aplicadas à FM, agrupando os artigos em 8 grupos, a saber:

BIM – representação digital compartilhada do ambiente construído para facilitar processos de projeto, construção e operação, formando base confiável para tomada de decisão (ISO, 2016; PÄRN, EDWARDS; SING, 2017). Como oportunidades para FM estão funções úteis para procedimentos de O&M, planos detalhados com requisitos de dados, transferência de informação e acesso de dados, otimização energética / de produtividade / segurança.

GIS – sistema de informação georreferenciado de suporte à decisão (WITTS JR., 2013; LIU *et al.*, 2017). Como oportunidades para FM estão a adequação para visualização de dados no local, modelo semântico integrado as entidades, e identificação de problemas como reutilização e extensibilidade

CPS – integrações nas quais dispositivos como sensores e atuadores são conectados para detectar, monitorar e controlar o mundo físico. (REENA; MATHEW; JACOB, 2015). Como oportunidades para FM estão a portabilidade / reconhecimento / coleta de informações, algoritmo para otimização rápida em *Wireless Sensor Networks* (WSN).

Big Data – conceito que ganhou força nos anos 2000, com a definição do *Big Data mainstream* como 3V (volume, velocidade e variedade, permitindo descobertas e/ou análises (AHMED *et al., 2017;* MAWES; AL-HAJJ, 2017). Como oportunidades para FM estão a exploração do conhecimento preditivo útil possível de ser gerado a partir desta tecnologia, algoritmos de solução e modelos de otimização.

Realidade Virtual – tecnologia multimídia imersiva, por meio da criação de um ambiente enriquecido, permitindo que o usuário interaja com objetos digitais em tempo real (CARREIRA *et al.,* 2018). Como oportunidades para FM estão as interações interpessoais no ambiente virtual, comunicação visual e simulação eficaz, e o potencial de aumento de produtividade.

Realidade Aumentada – combina o mundo real com dados gerados por computador, permitindo ao usuário o trabalho em um ambiente do mundo real enquanto recebe informações adicionais geradas por computador ou modeladas para dar suporte à tarefa (WANG *et al.,* 2013). Como oportunidades para FM estão a variedade de aplicações para AR, aprimoramento das práticas relacionadas à manutenção, e rastreamento de tempo e custo dos projetos de obra / reforma.

IoT - "infraestrutura de rede global dinâmica com recursos de autoconfiguração baseados em padrões e protocolos de comunicação interoperáveis. (...) Coisas físicas e virtuais com identidades e atributos, capazes de usar interfaces inteligentes e serem integradas como uma rede de informação" (LI; XU; ZHAO, 2015). Como oportunidades para FM estão a oferta de diversas plataformas de *hardware* e *software*. Atentando-se para os desafios a serem enfrentados pela comunidade de pesquisa e sociedade para sua implementação.

RFID – tecnologia usada para coletar dados sobre objetos usando microchip (HADDUD; DUGGER, 2015; ROPER; SEDEHI; ASHURI, 2015) Como oportunidades para FM estão a rastreabilidade de múltiplas *tag*(s) simultaneamente, reconhecimento de itens de instalações, armazenamento de informações históricas de manutenção e atualização de continuamente de informações em tempo real, permitindo inclusive a identificação da redução de despesas e fundos com ativos subutilizados.

Q.2: Qual tecnologia possui maior número de estudos no recorte estabelecido nesta pesquisa?

Dentro da seleção de artigos científicos analisados, o BIM destaca-se expressivamente como a tecnologia digital mais pesquisada no período temporal selecionado, envolvida em 49 das 74 referências. Apenas 22 publicações tratam exclusivamente de BIM. Com o decorrer do tempo, as pesquisas sobre BIM em FM tornaram-se menos isoladas e passaram a dialogar mais com outras tecnologias, a fim de atender a necessidades específicas decorrentes da função organizacional de FM.

Q.3: Há oportunidade para desenvolvimento de soluções integradas com duas ou mais tecnologias?

As novas tecnologias têm grandes potenciais para dialogarem entre si, devido a complementariedade de funções e / ou interoperabilidade de dados, como exemplificado pelos casos: BIM e GIS (LIU *et al*., 2017); BIM e Realidade Virtual (Du *et al*., 2018); BIM e Realidade Aumentada (WANG *et al.,* 2013). Desta forma, o intuito do mestrando é dar prosseguimento por estes caminhos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi identificar as novas tecnologias em FM, tendo sido realizada uma revisão sistemática da literatura com recorte temporal de 5 anos. Com isso, foi possível identificar as tecnologias que atualmente estão sendo investigadas para auxiliar às atividades profissionais dos *facility managers:* (a) BIM - representação digital compartilhada do ambiente construído; (b) GIS – sistema de informação georreferenciado para suporte à decisão; (c) CPS – dispositivos conectados para monitorar e controlar o mundo físico; (d) *Big Data* – geração de imensa quantidade de dados por meio de IC; (e) Realidade Virtual – tecnologia que permite ao usuário interagir com objetos digitais em tempo real; (f) Realidade Aumentada – combina os dados gerados por computador ao mundo real; (g) IoT – Coisas físicas e virtuais capazes de usar interfaces inteligentes e integráveis à uma rede de comunicação; e (h) RFID – coletor de dados de objetivos usando microchip. Possuem potencial para desenvolvimento de soluções integradas a partir da complementariedade das funções e / ou interoperabilidade de dados. Para estudos futuros, recomenda-se o aprofundamento sobre a interação entre duas ou mais novas tecnologias aplicadas à FM.

REFERÊNCIAS

AHMED, Vian; TEZEL, Algan; AZIZ, Zeeshan; SIBLEY, Magda. The future of Big Data in facilities management: opportunities and challenges. **Facilities,** v. 35, n. 13/14, 2017. Disponível em: https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/F-06-2016-0064. Acesso em: 15 maio 2018. doi: https://doi.org/10.1108/F-06-2016-0064

CARREIRA, Paulo; CASTELO, Tiago; GOMES, Cristina Caramelo; FERREIRA, Alfredo; RIBEIRO, Cláudia; COSTA, Antonio Aguiar. Virtual reality as integration environments for facilities management: Application and users perception. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 1, 2018. Disponível em: https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/ECAM-09-2016-0198. Acesso em: 1 out. 2018. doi: https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2016-0198.

DU, Jing; ZOU, Zhengbo; SHI, Yangming; ZHAO, Dong. Zero latency: Real-time synchronization of BIM data in virtual reality for collaborative decision-making. **Automation in Construction**, v. 85, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/journal/automation-in-construction/vol/85/suppl/C. Acesso em: 18 maio 2018. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.009.

EDIRISINGHE, Ruwini; LONDON, Kerry Anne; KALUTARA, Pushpitha; ARANDA-MENA, Guillermo. Building information modelling for facility management: are we there yet? **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 6, 2017. Disponível em: https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/ECAM-06-2016-0139. Acesso em: 15 maio 2018. doi: https://doi.org/10.1108/ECAM-06-2016-0139.

HADDUD, Abubaker; DUGGER, John C.; LEE, Huei. Lee Manufacturing Control, Asset Tracking, and Asset Maintenance: Assesing the Impact of RFID Technology Adoption. **Journal of International Technology and Information Management**. V. 24, n. 2, 2015. ISSN 1941-6679. Disponível em: http://scholarworks.lib.csusb.edu/jitim/vol24/iss2/3. Acesso em: 17 maio 2019. doi: http://dx.doi.org/10.1155/2015/575402.

ISO. INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 29481-1** Building Information Models – Information Delivery Manual – Part 1: Methodology and Format. 2016.

ISO. INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 41.011** Facility management – vocabulary. 2017.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTES, Stuart. **Guidelines for performing Systematic literature Reviews in Software Engineering**. Version 2.3. 2007 School of Computer Science and Mathematics Keele University.

MAWES, Mahmoud; AL-HAJJ, Assem. Using big data to improve the performance management: a case study from the UAE FM industry. **Facilities**, v.35, n.13/14, 2017. Disponível em: https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/using-big-data-to-improve-the-performance-management-a-case-study. Acesso em: 15 maio 2018. doi: https://doi.org/10.1108/F-01-2016-0006

LI, Shancang; XU, Li Da; ZHAO, Shanshan. The interntet of things: a survey. **Inf Syst Front**, v. 17, 2015. Disponível em: http://home.ufam.edu.br/hiramaral/04_SIAPE_FINAL_2016/SIAPE_Biblioteca%20Geral/00000_MeDSE_Mendeley_2015/008_IoT/2014_LI_IoT%20survey.pdf Acesso em: 10 maio 2018. doi: https://doi.org/10.1007/s10796-014-9492-7.

LILLIS, Bob; SZWEJCZEWSKI, Marek; GOFFIN, Keith. The development of innovation capability in services: research propositions and management implications. **Operations Management Research,** vol. 8, 2015. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s12063-015-0099-z. Acesso em: 15 maio 2018. doi: http://dx.doi.org/ /10.1080/14479338.2016.1233824

LIU, Xin; WANG, Xiangyu; WRIGHT, Graeme; CHENG. Jack C.P.; LI, Xiao; LIU, Rui. A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). **International Journal of Geo-Information,** v. 6, n. 53, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313867222_A_State-of-the-Art_Review_on_the_Integration_of_Building_Information_Modeling_BIM_and_Geographic_Information_System_GIS. Acesso em: 14 maio 2018. doi: http://dx.doi.org/10.3390/ijgi6020053.

LU, Qiuchen; CHEN, Long; LEE, Sanghoon; ZHAO, Xiaojing. Activity theory-bases analysis of BIM implementation in building O & M and first response. **Automation in Contruction,** v. 85, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322177798_Activity_theory-based_analysis_of_BIM_implementation_in_building_OM_and_first_response. Acesso em: 14 maio 2018. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.017.

PÄRN, Erika A.; EDWARDS, David J.; SING, Michael C. P. The building information modelling trajectory in facilities managemente: A review. **Automation in Construction,** v. 75, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311767883_The_building_information_modelling_trajectory_in_facilities_management_a_review. Acesso em: 14 maio 2018. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.003.

PETERSEN, Kai; FELDT, Robert; MUJTABA, Shahid; MATTSSON, Michael. Systematic mapping studies in software engineering. **12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE).** 2008 Disponível em: https://ewic.bcs.org/content/ConWebDoc/19543. Acesso em: 20 abr 2018.

REENA, Kottarathil Eashy Mary; MATHEW Abraham Theckethil; JACOB Lillykutty. An Occupancy Based Cyber-Physical System Design for Intelligent Building Automation. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2015, ID 132182, ago. 2015. Disponível em: https://www.hindawi.com/journals/mpe/2015/132182/. Acesso em: 14 maio 2018. doi: http://dx.doi.org/10.1155/2015/132182.

ROPER, Kathy O.; SEDEHI, Arya; ASHURI, Baabak. A cost-benefit case for RFID implementation in hospitals: adapting to industry reform. **Facilities**, v. 33, n. 5/6, 2015. Disponível em: https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/F-05-2013-0041. Acesso em: 26 nov. 2018. doi: https://doi.org/10.1108/F-05-2013-0041.

SCUPOLA, Ada. The relation between innovation sources and ICT roles in facility management organizations. **Journal of Facilities Management**, v. 12, n. 4, 2014. Disponível em: https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/JFM-11-2013-0059. Acesso em: 5 set. 2018. doi: https://doi.org/10.1108/JFM-11-2013-0059.

WANG, Xiangyu; LOVE, Peter E. D.; KIM, Mi Jeong; PARK, Chan-Sik; SING, Chun-Pong; HOU-Lei. A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality. **Automation in Construction**, v. 34, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273134032_A_Conceptual_Framework_for_Integrating_Building_Information_Modelling_with_Augmented_Reality. Acesso em: 14 maio 2018. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.012.

WITTS Jr., W. P. Roles of Geographic information systems in facility management. In: TEICHOLZ, E. **Technology for facility manager:** the impact of cutting-edge technology on facility management. IFMA, 2013. Cap. 4, p. 55-74.

YLI-HUUMO, Jesse; KO, Deokyoon; CHOI, Sujin; PARK, Sooyong; SMOLANDER, Kari. Where is current research on Blockchain Technology? – A systematic review. **PLOSone**. v. 11, n. 10, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308877750_Where_Is_Current_Research_on_Blockchain_Technology-A_Systematic_Review. Acesso em: 10 mar. 2018. doi: http://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477.