

MODELO CONCEPTUAL PARA A INTERAÇÃO COM INFORMAÇÃO DE PROJETO – NATURAL BIM INTERFACE

Fábio Dinis⁽¹⁾, João Poças Martins⁽¹⁾, Bárbara Rangel⁽¹⁾, Ana Sofia Guimarães⁽¹⁾

(1) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto

Resumo

A acessibilidade e eficácia na transmissão da informação na indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) revela acrescida pertinência face à complexidade, dinâmica e singularidade dos projetos deste sector. De facto, o número elevado de intervenientes no processo construtivo, as distintas áreas de especialização e experiência das equipas de trabalho imprimem a necessidade de garantir não só o acesso transversal à informação de projeto, mas também o desenvolvimento de processos apropriados e eficientes na produção de nova informação.

A gradual adoção do BIM pelo sector AECO traduz uma alteração nas metodologias de trabalho e na colaboração entre diferentes intervenientes. Contudo, a exploração das potencialidades do BIM concentra-se num perfil estreito de utilizadores, não sendo ainda reconhecidas e/ou apreendidas pelos restantes estratos da hierarquia de trabalho. Desta forma, embora a mudança de paradigma venha favorecer uma maior cooperação entre equipas de projeto, permanece a necessidade de desenvolvimento de tecnologias/metodologias de suporte que transformem o BIM numa ferramenta plenamente integradora e colaborativa. Ao longo dos últimos anos, o desenvolvimento das Tecnologias da Informação (TI) tem possibilitado a integração de formas inovadoras de interação com a tecnologia BIM. Todavia, a implementação destas interfaces tem sido explorada de forma avulsa. O presente trabalho tem como finalidade a introdução e exposição do conceito de Interface Natural para BIM (*Natural BIM Interface*, NBI), traçando noções orientadoras, âmbito de implementação no sector AECO e futuros desenvolvimentos na área da validação para uma implementação mais transversal e metódica de novas formas de interação.

1. Introdução

A exposição de uma tecnologia potencialmente inovadora e disruptiva é raramente assistida de espontânea adoção pela indústria. De facto, a um novo paradigma tecnológico poderá preceder uma fase de aceitação/implementação lenta e incremental. A analogia histórica da adesão à eletrificação e, já no final do séc. XX, à introdução do computador na indústria, descrita por David [1] remete para esta noção de um processo gradual de adaptação e adoção das inovações tecnológicas. De forma semelhante, a tecnologia BIM representa uma mudança no paradigma do sector da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) [2] introduzindo inovações no acesso à informação de projeto [3], novas possibilidades de trabalho colaborativo [4], visualização, coordenação e manutenção [5].

A adoção do BIM tem sido gradual e possivelmente mais lenta do que o que seria inicialmente previsto [4]. Prováveis causas poderão relacionar-se com a inércia do sector AECO na adoção de novas metodologias de trabalho, falta de perceção das vantagens do BIM, clarificação das responsabilidades de cada um dos intervenientes [6]. Não obstante as possibilidades conferidas pelo BIM no acesso à informação de projeto e partilha (i.e. estruturas standard para a troca da informação de modelos, caso do IFC [7], ou aplicações industriais visando a colaboração online e em tempo-real), as ferramentas de trabalho não são de apreensão imediata, pelo que possuem uma curva de aprendizagem agravada. Neste sentido, vários autores sugerem a implementação de novas tecnologias de suporte, que promovam uma facilitação e adaptação do BIM aos distintos perfis e experiência dos utilizadores [3], [8].

O presente trabalho tem como finalidade a exposição e descrição do conceito Interface Natural para BIM (*Natural BIM Interface*, NBI) dadas as recentes inovações, todavia dispersas, no desenvolvimento de tecnologias para acesso e interação simplificados com modelos BIM. Neste sentido, o documento encontra-se organizado em 4 capítulos: uma breve contextualização e terminologia são descritas no capítulo 2; segue-se um capítulo dedicado à metodologia e definição de NBI onde se exploram vertentes como a multidisciplinaridade e a relação com os diferentes intervenientes de um projeto (capítulo 3); o capítulo 4, inclui a discussão e alusão a trabalhos futuros, terminando com a exposição das conclusões

2. Natural User Interface: contextualização

“Interface de Uso Natural” ou, na sua aceção inglesa, *Natural User Interface* (NUI), poderá entender-se como um conjunto de processos e/ou dispositivos que permitem atingir um desempenho semelhante ao de um utilizador experiente requerendo o mínimo esforço [9]. NUIs incluem uma miríade de técnicas baseadas em interfaces de toque, deteção de gestos, *pen-based*, monitorização de movimentos corporais, voz, entre outros [10]. Estas técnicas poderão adaptar-se a âmbitos como o da indústria AECO, onde intervenientes com diferentes valências estabelecem trocas de informação.

2.1 NUIs no âmbito da indústria AECO

Ao longo dos últimos anos várias publicações têm vindo a descrever a aplicação e potenciais vantagens derivadas da utilização de NUIs (ou técnicas relacionadas) na indústria AECO. De facto, têm sido verificados resultados favoráveis em áreas como a colaboração e comunicação [11], [12], manutenção [13], planeamento urbano [14] segurança em obra [15], educação para a Engenharia [16], [17], entre outros. Adicionalmente, estas interfaces têm sido utilizadas para proporcionar uma interação simplificada e automática com modelos BIM [11], [12], [18]. Contudo, importa ressaltar que tarefas de especial particularidade técnica (e.g. modelação) encontrarão maior rigor e desempenho sendo executadas através de ferramentas ditas “tradicionalistas” (BIM *authoring tools*).

2.2 BIM e uma interação plenamente colaborativa: o papel das interfaces naturais

A adoção do BIM tem-se verificado de forma lenta e gradual ao longo dos últimos anos [4], o que, por outro lado, tem evidenciado alguns aspetos limitadores na utilização desta metodologia/tecnologia. Kerosuo et al [8], num caso de estudo sobre a aplicação de BIM, assinalam limitações das ferramentas BIM face aos requisitos verificados na fase de operações.

Liu, van Nederveen e Hertogh [3] afirmam que o BIM não se encontra ainda num estado integralmente colaborativo. Os autores verificam a necessidade de mais investigação sobre a diversidade de relações que os utilizadores estabelecem com tecnologia e BIM.

A carência de interfaces que promovam comunicação em tempo real entre equipas de projeto é verificada por Bassanino, Fernando e Wu [19]. Adicionalmente, a adaptação das interfaces às tarefas e experiência das equipas de trabalho é outro aspeto fundamental não totalmente explorado.

O presente trabalho baseia-se no conceito *Building Interactive Modelling* (BiM) apresentado por Ku e Mahabaleshwarkar [20], que evidencia os benefícios de ambientes virtuais para a acessibilidade e interação com modelos (BIM), dando especial ênfase à educação para a Engenharia. Contudo, NBI compreende um âmbito mais alargado de tecnologias e interfaces na promoção da acessibilidade e interação com o BIM. Desta forma, expandido o conceito de BiM a uma gama mais diversificada de TI, poderão definir-se novas linhas orientadoras e princípios de validação no desenvolvimento de futuras interfaces.

Na secção seguinte apresenta-se a definição de NBI e circunscreve-se o seu âmbito de aplicação. Assim e como apresentado neste capítulo, o conceito tenderá a incidir sobre tarefas de coordenação e comunicação da informação BIM, embora não de forma impositiva, onde intervenham diferentes participantes das equipas de trabalho de projetos de construção.

3. Natural BIM Interface

Propõe-se no presente capítulo uma definição para o conceito de *Natural BIM Interface* e uma descrição da sua integração em conformidade com as funções dos intervenientes nos projetos de construção.

Os sistemas para a gestão de informação baseados em computadores são uma realidade na organização das empresas, podendo ser classificados mediante a estrutura dos dados e dos procedimentos [21]. Todavia, a interação destes sistemas revela-se uma tarefa árdua [22], principalmente em cenários caracterizados pela multidisciplinaridade das equipas de trabalho e âmbito multi-organizacional como o caso da indústria AECO [3]. O BIM poderá integrar alguns sistemas de informação em projetos de construção [21], pelo que fará sentido assinalar os diferentes tipos de interfaces onde este detém uma utilização particular (suportado por ferramentas completares) [8]. Assim, a Figura 1, baseada em [21] e [22], apresenta diferentes tipos de intervenientes e adapta as interfaces de um projeto de construção propostas por [8]. De facto, os projetos de construção abrangem diversas trocas de informação resultantes das interações de múltiplos intervenientes. Ao longo do tempo estas interações verificam mudanças em função de vários fatores, dos quais a tecnologia certamente desempenhará um papel preponderante. A Figura 1 representa uma quebra entre os estratos 3 e 4 no domínio dos projetos (i), procurando caracterizar o efeito de mudança na organização das funções das equipas de trabalho em função da evolução tecnológica (e.g. utilização de BIM em alternativa ao CAD).

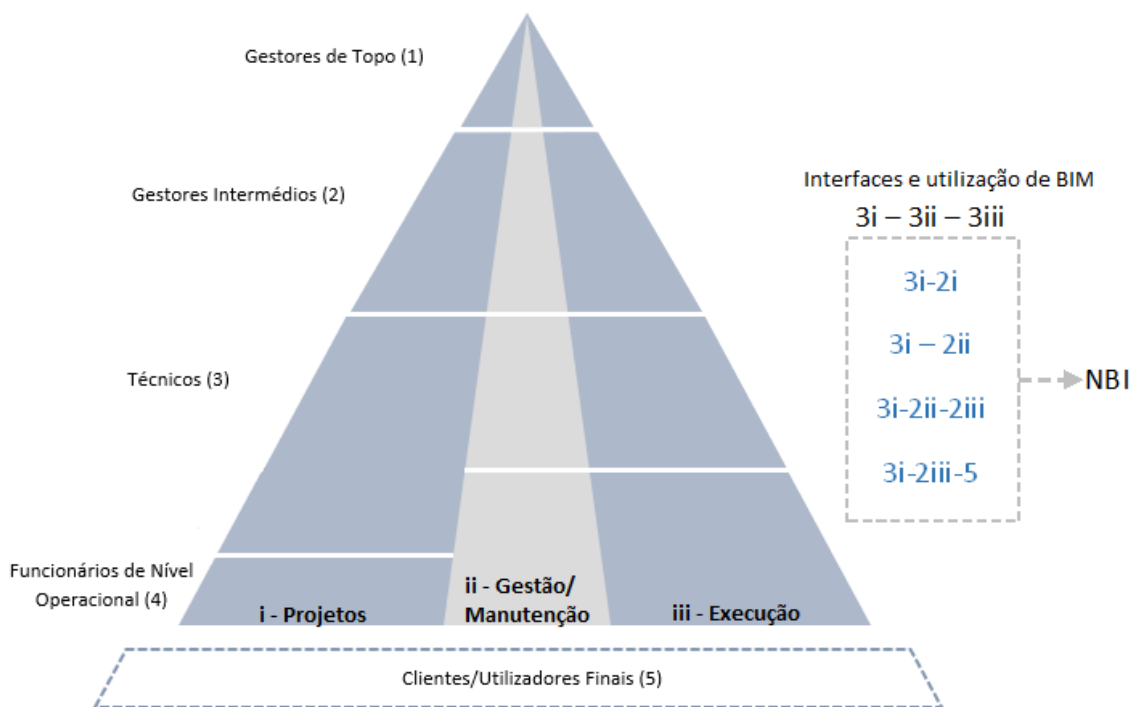


Figura 1: Níveis de intervenientes e suas interações as com interfaces de um projeto de construção.

Neste trabalho sugere-se uma visão mais integradora (Figura 2) em oposição à natureza hierárquica da Figura 1. Assim, as trocas de informação entre os intervenientes dos diversos níveis funcionais estabelecer-se-ão através de “objetos fronteira” (*Boundary Objects*) [23], neste caso particular NBI, adaptados às funções e atividades das equipas de trabalho. Star e Griesemer [23] caracterizam “objetos fronteira” como dotados de significados distintos em diversas áreas, todavia revelando-se entidades com uma estrutura comum a diferentes utilizadores. Assim, esta tipologia de objetos é versátil o suficiente para se adaptar às limitações de quem os utiliza, tornando-se relevantes para atender a requisitos de informação e trabalho colaborativo [24]. Taylor [25] apresenta um conjunto de representações das interações baseadas em *Boundary Objects* entre intervenientes de um projeto de construção. De forma similar, ilustra-se na Figura 2, um modelo de interações com NBI.

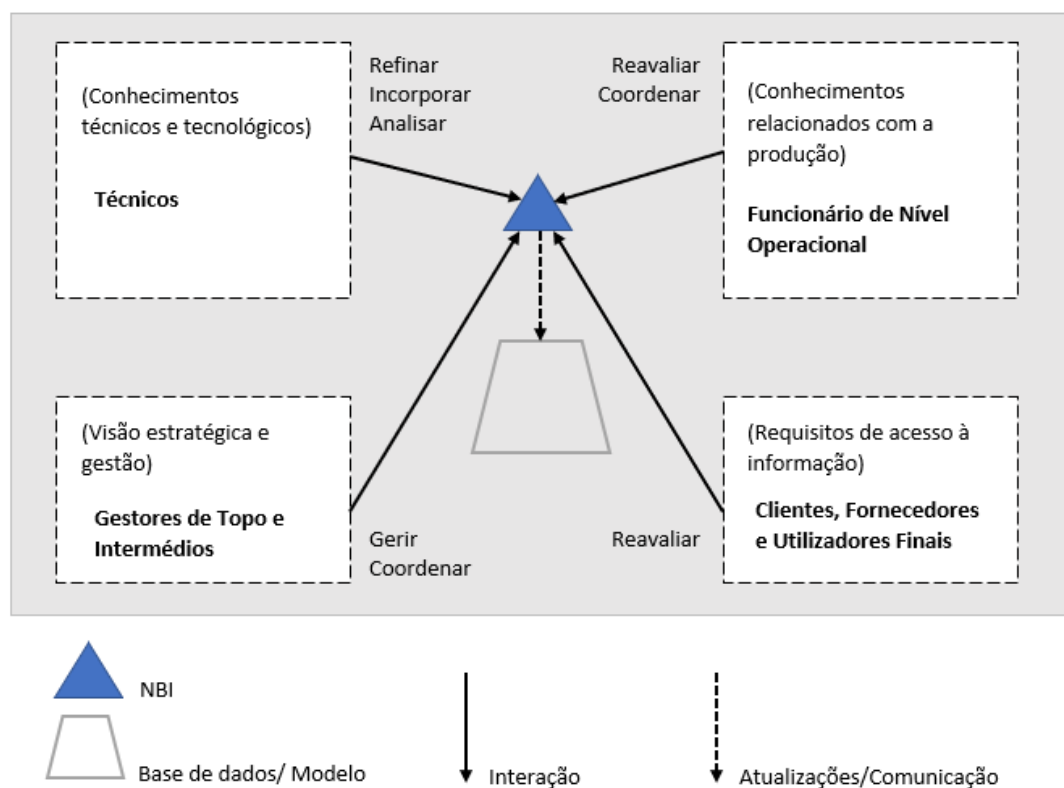


Figura 2: Interações entre os diferentes intervenientes de um projeto de construção com um modelo BIM mediado por NBIs.

Como sugerido pela Figura 2, NBI surge como um interlocutor entre dois sistemas: i) interações – consequência do desenvolvimento do projeto e colaboração das equipas; ii) processamento – acessibilidade à informação e atualização do modelo BIM. Por conseguinte, poderá definir-se NBI, como o conjunto de processos e dispositivos que, através da reutilização de ações comuns a outros contextos, viabilizam a acessibilidade ao BIM maximizando o rácio entre desempenho e esforço. De facto, NBI deriva da gama de interfaces abrangidas pelos NUIs (ver secção 2 deste trabalho). Ou seja, para além de processos para incrementação do desempenho dos

utilizadores (através de NUIs), pretende-se circunscrever um conceito altamente direcionado para a adaptação e melhoramento integral dos aspetos colaborativos do BIM entre diferentes intervenientes. Este conceito baseia-se em investigação no âmbito dos desafios para a implementação do BIM e do trabalho colaborativo no sector AECO (ver também Liu, van Nederveen e M. Hertogh [3], Gu e London [6] e Kerosuo et al. [8]), que assumem dificuldades na aceitação e adaptação da tecnologia/metodologia a diferentes campos de ação. Assim, as NUIs deterão inteligibilidade e potencial operacional para que a sua disseminação se adapte às atividades e experiência das equipas de trabalho.

A evolução da capacidade gráfica dos computadores e concomitantes desenvolvimentos tecnológicos têm consentido progressos na investigação sobre a integração de novas formas de acessibilidade e visualização da informação de projetos de construção [26]. Embora se verifiquem algumas iniciativas na aplicação de metodologias para a validação de novas interfaces e sua integração com BIM [27]–[29], o âmbito das mesmas encontra-se reduzido a um tipo de tecnologia ou domínio de atividade específico.

Verificando-se a dimensão integradora do conceito NUI, na medida em que abrange a multiplicidade de processos e equipamentos para a incrementação da destreza de utilização no menor tempo possível, compreende-se a necessidade de formulação de uma nova ferramenta de validação. De facto, não foi encontrada na bibliografia uma metodologia holística para a validação de interfaces naturais integradas com tecnologia BIM. Contudo sugere-se a adaptação de dimensões e métricas presentes na bibliografia por forma a desenvolver uma nova ferramenta holística de validação baseada em NUIs (ver, por exemplo, Sauro e Kindlund [30] e Paes, Arantes e Irizarry [31]).

Outro fator relevante prende-se com a adequação da metodologia às especificidades das tarefas, requisitos dos intervenientes e fases dos projetos de construção. Por outras palavras, a validação deverá realizar-se em detrimento da utilidade que a interface (NUI) poderá oferecer na realização das atividades.

4. Discussão e trabalhos futuros

A utilização de tecnologias complementares para interação com modelos BIM tem sido alvo de investigação a nível académico (ver também Du, Zou, Shi e Zhao [11], Dinis e Poças Martins [12], Edwards, Li e Wang [18] e Bassanino, Fernando e Wu [19]) como pela indústria. De facto, nos últimos anos, o advento de novos dispositivos mais acessíveis e com maior capacidade de processamento permitiram o desenvolvimento de ferramentas comerciais para interagir com BIM, e.g. Iris VR [32], Archibus [33] e BIMx [34]. A presença de NUIs neste tipo de tecnologias evidencia-se pela utilização de dispositivos sensíveis ao toque, de deteção de gestos, pen-based, de monitorização de movimentos corporais, voz, etc. [10]. Por outro lado, estas ferramentas (nível académico e comercial) especificam uma área concreta de intervenção no sector AECO, em particular na interação com BIM. Desta forma, os autores propõem a definição do conceito NBI, como produto da convergência de três âmbitos: NUIs; acessibilidade e interação com modelos BIM; comunicação e coordenação das equipas de trabalho de projetos da construção.

No que concerne à validação, embora se tivessem verificado algumas iniciativas na aplicação de metodologias para a validação de novas interfaces e sua integração com BIM (ver Edwards, Li, and Wang [18], Yeh, Tsai, and Kang [26], Chu, Matthews, and Love [27], Gheisari and J. Irizarry [29]), o âmbito das mesmas encontra-se reduzido a um tipo de tecnologia ou domínio de atividade específico. Assim, não foram encontrados exemplos na bibliografia de metodologias que, de uma forma holística, se focassem na validação de interfaces para interação com BIM adaptadas aos requisitos e especificidades dos intervenientes do sector AECO. Como trabalho futuro, sugere-se uma revisão bibliográfica de metodologias utilizadas na validação de interfaces, em particular das que interagem com BIM. Este trabalho procurará providenciar a definição de requisitos e procedimentos baseados em bibliografia e casos de aplicação análogos, mas também em requisitos do sector para a uniformização de processos de validação. A comparação e avaliação da pertinência dos resultados de validações poderão, deste modo, tornar-se simplificados e associadamente contribuir para uma matriz de validação especializada para o sector AECO e desenvolvimento de NBIs.

5. Conclusão

No presente trabalho é apresentada a definição e âmbito de aplicação de um novo conceito derivado da conjugação de 3 áreas de investigação: NUI's; acessibilidade e interação com modelos BIM; comunicação e coordenação das equipas de trabalho de projetos da construção. Neste sentido, os autores esboçam o âmbito de NBI como a convergência de desenvolvimentos nas atuais limitações do BIM na sua vertente colaborativa e melhorias na acessibilidade a informação do projeto mediadas por dispositivos/equipamentos de utilização natural. Adicionalmente discutem-se proposições de trabalhos futuros na área da validação deste tipo de interfaces que permitirão guiar e equiparar resultados face à utilidade da implementação de NBIs no sector AECO.

Referências

- [1] P. A. David, "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox," *The American Economic Review*, vol. 80. American Economic Association, pp. 355–361.
- [2] B. Succar, "Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders," *Autom. Constr.*, vol. 18, pp. 357–375.
- [3] Y. Liu, S. van Nederveen, and M. Hertogh, "Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 35, no. 4, pp. 686–698, May 2017.
- [4] D. Walasek and A. Barszcz, "Analysis of the Adoption Rate of Building Information Modeling [BIM] and its Return on Investment [ROI]," *Procedia Eng.*, vol. 172, pp. 1227–1234, Jan. 2017.
- [5] M. T. Shafiq, J. Matthews, and S. R. Lockley, "A study of BIM collaboration requirements and available features in existing model collaboration systems," *J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 18, no. 18, pp. 148–161, 2013.
- [6] Ning Gu and K. London, "Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry," *Autom. Constr.*, vol. 19, no. 8, Dec. 2010.
- [7] R. Romberg, A. Niggli, C. Van Treeck, and E. Rank, "Structural Analysis based on the Product Model Standard IFC."
- [8] H. Kerosuo *et al.*, "Challenges of the expansive use of Building Information Modeling (BIM) in construction projects," *Production*, vol. 25, no. 2, pp. 289–297, Jun. 2015.
- [9] D. Wigdor and D. Wixon, *Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture*. Elsevier, 2011.
- [10] K. O'Hara, R. Harper, H. Mentis, A. Sellen, and A. Taylor, "On the Naturalness of Touchless : Putting the ' Interaction ' Back into NUI," *ACM Trans. Comput. Interact.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–25, 2013.
- [11] J. Du, Z. Zou, Y. Shi, and D. Zhao, "Zero latency: Real-time synchronization of BIM data in virtual reality for collaborative decision-making," *Autom. Constr.*, vol. 85, pp. 51–64, Jan. 2018.
- [12] F. Alexandre, M. Dinis, J. Pedro, D. Silva, and P. Martins, "Desenvolvimento de interfaces de realidade virtual a partir de BIM e avaliação da sua aplicabilidade."
- [13] Yangming Shi, Jing Du, S. Lavy, and Dong Zhao, "A Multiuser Shared Virtual

- Environment for Facility Management,” *Procedia Eng.*, vol. 145, 2016.
- [14] M. Roupé, P. Bosch-Sijtsema, and M. Johansson, “Interactive navigation interface for Virtual Reality using the human body,” *Comput. Environ. Urban Syst.*, vol. 43, pp. 42–50, Jan. 2014.
- [15] S. Azhar, “Role of Visualization Technologies in Safety Planning and Management at Construction Jobsites,” *Procedia Eng.*, vol. 171, 2017.
- [16] F. M. Dinis, A. S. Guimaraes, B. R. Carvalho, and J. P. P. Martins, “Virtual and augmented reality game-based applications to civil engineering education,” in *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2017, pp. 1683–1688.
- [17] T. H. Wu, F. Wu, C. J. Liang, Y. F. Li, C. M. Tseng, and S. C. Kang, “A virtual reality tool for training in global engineering collaboration,” *Universal Access in the Information Society*, vol. 1, no. 123456789, pp. 1–13, 2017.
- [18] G. Edwards, H. Li, and B. Wang, “BIM based collaborative and interactive design process using computer game engine for general end-users,” *Vis. Eng.*, vol. 3, no. 1, p. 4, Dec. 2015.
- [19] M. Bassanino, T. Fernando, and K.-C. Wu, “Can virtual workspaces enhance team communication and collaboration in design review meetings?,” *Archit. Eng. Des. Manag.*, vol. 10, no. 3–4, pp. 200–217, Jul. 2014.
- [20] K. Ku and P. S. Mahabaleshwarkar, “Building interactive modeling for construction education in virtual worlds,” *Electron. J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 16, no. 16, pp. 189–208, 2011.
- [21] J. P. Poças Martins, “Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção Aplicação ao Licenciamento Automático de Projectos,” *Diss. apresentada à Fac. Eng. da Univ. do Porto para a obtenção do grau Doutor em Eng. Civ.*, 2009.
- [22] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Management Information Systems Managing the digital firm*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc., 2006.
- [23] S. L. Star and J. R. Griesemer, “Institutional Ecology, ‘Translations’ and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39,” *Soc. Stud. Sci.*, vol. 19, no. 3, pp. 387–420, Aug. 1989.
- [24] S. Leigh Star, “This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept,” *Sci. Technol. Hum. Values*, vol. 35, no. 5, pp. 601–617.
- [25] J. E. Taylor and A. M. Asce, “Antecedents of Successful Three-Dimensional Computer-Aided Design Implementation in Design and Construction Networks.”
- [26] K.-C. Yeh, M.-H. Tsai, and S.-C. Kang, “On-Site Building Information Retrieval by Using Projection-Based Augmented Reality,” *J. Comput. Civ. Eng.*, vol. 26, no. 3, pp. 342–355, May 2012.
- [27] M. Chu, J. Matthews, and P. E. D. Love, “Integrating mobile Building Information Modelling and Augmented Reality systems: An experimental study,” *Autom. Constr.*, vol. 85, pp. 305–316, Jan. 2018.
- [28] K. McGlenn, B. Yuce, H. Wicaksono, S. Howell, and Y. Rezgui, “Usability evaluation of a web-based tool for supporting holistic building energy management,” *Autom. Constr.*, vol. 84, pp. 154–165, Dec. 2017.
- [29] M. Gheisari and J. Irizarry, “Investigating human and technological requirements for successful implementation of a BIM-based mobile augmented reality environment in facility management practices,” *Facilities*, vol. 34, no. 1/2, pp. 69–84, 2016.
- [30] J. Sauro and E. Kindlund, “A method to standardize usability metrics into a single score,”

in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '05*, 2005, p. 401.

- [31] D. Paes, E. Arantes, and J. Irizarry, “Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D models: Comparing user spatial perception between immersive and traditional virtual reality systems,” *Autom. Constr.*, vol. 84, pp. 292–303, Dec. 2017.
- [32] “IrisVR.” [Online]. Available: <https://irisvr.com/>. [Accessed: 21-Feb-2018].
- [33] Archibus, “Archibus.” [Online]. Available: <https://www.archibus.com/>. [Accessed: 21-Feb-2018].
- [34] Graphisoft, “What is BIMx?” [Online]. Available: <http://www.graphisoft.com/bimx/>. [Accessed: 21-Feb-2018].
- [35] J. Du, Y. Shi, Z. Zou, and D. Zhao, “CoVR: Cloud-Based Multiuser Virtual Reality Headset System for Project Communication of Remote Users,” *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 144, no. 2, p. 4017109, Feb. 2018.