

CADERNOS
PROARQ 30

ANA REGINA MIZRAHY CUPERSCHMID, ANA LÚCIA CERÁVOLO, MARINA GRAFT GRACHET, JÚLIO CÉSAR FRANCO
JÚNIOR E MARCIO MINTO FABRÍCIO

Casa de Vidro: BIM e Gestão do Patrimônio Histórico Arquitetônico

Casa de Vidro: Architectural Heritage Management Assisted by BIM

Ana Regina Mizrahy Cuperschmid

Professora Adjunta na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), UNICAMP. Pós-doutorado na Fec/UNICAMP e Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU), USP. Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidades – UNICAMP (2014); Mestre em Artes – UNICAMP (2008), especialista em Gestão de Projetos (2004) e graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFV (1999). Desenvolve pesquisa centrada no uso criativo e colaborativo de tecnologias digitais em arquitetura. Tem lecionado, conduzido pesquisas e publicado em áreas sobre o uso de Realidade Aumentada e Building Information Modeling (BIM).

Adjunct Professor at the School of Civil Engineering, Architecture and Urbanism (FEC), UNICAMP. Post-doctorate at FEC/UNICAMP and Institute of Architecture and Urbanism (IAU), USP. Ph.D in Architecture, Technology and City - UNICAMP (2014); master's degree in Art - UNICAMP (2008), MBA in Project Management (2004) and bachelor's degree in Architecture and Urbanism from Federal University of Viçosa (1999). Her research centers upon the creative and collaborative use of digital technology in architectural and urban design. She has taught, conducted research, and published in the areas of IT impact on design and construction, specially studying Augmented Reality and Building Information Modeling (BIM).

fale@anacuper.com

Ana Lúcia Cerávolo

Pós-doutorado no Instituto de Arquitetura e Urbanismo (USP), professor universitário e pesquisador. Arquiteto e Urbanista (1995), mestrado (2000) e doutorado (2010) em Teoria e História da Arquitetura pela Universidade de São Paulo. Possui experiência em gestão de políticas públicas para a preservação do patrimônio cultural, tendo coordenado ações de propriedade cultural no Município de São Carlos (SP), por mais de dez anos, como Diretor Presidente da Fundação Pró-Memória de São Carlos. Fundação da Memória, 2001-2012). Coordenei e realizei diversos trabalhos de restauração e manutenção, bem como projetos de conservação de construções e propriedades históricas, dos quais se destacam e são autores do livro “Interpretações do patrimônio”.

Post-doctorate at Instituto de Arquitetura e Urbanismo (USP), University teacher and researcher. Architect and Urban Planner (1995), Master's Degree (2000) and Ph.D. (2010) in Theory and History of Architecture from the Universidade de São Paulo (University of São Paulo). Possesses experience in public policies management for the preservation of cultural heritage,

having coordinated cultural property actions in the Municipality of São Carlos (SP), for over ten years, as President Director of the Fundação Pró-Memória de São Carlos (São Carlos Pro-Memory Foundation, 2001-2012). Coordinated and performed various restoration and maintenance works, as well as projects for the conservation of constructions and historic real properties, from which the following stand out and author of the book "Interpretações do patrimônio".

anaceravolo@gmail.com

Marina Graf Grachet

Graduação em andamento em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Iniciação científica no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (2015) explorando aplicações da tecnologia de Realidade Aumentada na construção civil. Estudos complementares com foco em Gestão de Projetos e Informática na Construção na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (2017).

Civil Engineering undergraduate student at Sao Carlos School of Engineering, University of Sao Paulo. Scientific initiation at Architecture and Urbanism Institute, University of Sao Paulo (2015) exploring applications for Augmented Reality in the field of construction. Complementary studies focusing on Project Management and Informatics in Construction at University of Porto's Faculty of Engineering (2017).

marina.grachet@gmail.com

Júlio César Franco Júnior

Mestrando em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP). Graduado em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Iniciação científica no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (2014) centrada em aplicações móveis para especificação de materiais de construção civil. Desenvolve pesquisa focada em Building Information Modeling (BIM) e aerofotogrametria para infraestrutura urbana.

Master student at Architecture and Urbanism Institute, University of Sao Paulo. Civil Engineer graduated at Sao Carlos School of Engineering, University of Sao Paulo. Scientific Initiation at Architecture and Urbanism Institute, University of Sao Paulo (2014) focused on mobile applications for construction materials specification. His current research explores Building Information Modeling (BIM) and aerial photogrammetry for urban infrastructure.

julio.frc@gmail.com

Márcio Minto Fabricio

Livre-Docente em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - EESC USP (2008), Doutor em engenharia pela Escola Politécnica da USP (2002), Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela EESC USP (1996), Engenheiro Civil pela Universidade Federal de São Carlos (1993). Professor da graduação, mestrado e doutorado do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAUUSP). Líder do grupo de pesquisa Arquitetura, Inovação e Tecnologia (Arquitec).

Lecturer in Architecture, Urbanism and Technology from the School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo - EESC USP (2008), Doctor of Engineering from the Polytechnic School of USP (2002), Master in Architecture and Urbanism from EESC USP (1996), Civil Engineer from the Federal University of São Carlos (1993). Professor at the undergraduate, master's and doctoral Architecture and Urbanism Institute, University of São Paulo (IAU USP). Leader of the research group Architecture, Innovation and Technology (Arquitec).

marcio@sc.usp.br

Resumo

O artigo discute as tecnologias e processos de utilização da Modelagem da Informação da Construção (BIM) para registro histórico do patrimônio edificado. Apresenta uma revisão bibliográfica sobre Historical Building Information Modeling (HBIM) e contempla um estudo de caso, em que é discutido e avaliado de maneira crítica o uso de tecnologias BIM para gestão da conservação bem como, para suporte da documentação das informações construtivas e da manutenção da edificação. Esta pesquisa está inserida no Projeto de Pesquisa “Casa de Vidro: an icon of modern architecture and conservation” que tem como objeto a elaboração de um plano de conservação para a Casa de Vidro, antiga residência da arquiteta Lina Bo Bardi e Pietro M. Bardi, construída nos anos 1950 em São Paulo. A partir dos projetos e documentos históricos do imóvel foi produzido um modelo BIM, com ênfase no estado de conservação atual da Casa de Vidro. Esse modelo serve de base para inserção de dados e informações colhidas no inventário do imóvel que viabilizem a sua conservação preventiva. As tecnologias BIM avaliadas se mostraram pouco flexíveis para registro de informações ambíguas ou estimadas a partir de registros históricos incompletos e levantamentos em edifícios nos quais a ação do tempo deixou suas marcas na forma de deformações e desgastes. A principal contribuição deste trabalho é a avaliação crítica do processo de implementação de BIM para fins de conservação de uma edificação moderna tombada, com destaque para as ações que possibilitaram a utilização de diversos sistemas para ações de documentação, gestão da operação e manutenção.

Palavras-chave: Historical Building Information Modeling - HBIM. Casa de Vidro. Lina Bo Bardi. Operação e manutenção de patrimônio.

Abstract

This article discusses the technologies and processes of using Building Information Modelling (BIM) for historic record of built heritage. It presents a bibliographic review about Historical Building Information Modelling (HBIM) and contemplates a case study, in which it is critically discussed and assessed the use of BIM technologies for conservation management, as well as for assistance of construction information documentation and building maintenance. This research is part of the Research Project “Casa de Vidro: an icon of modern architecture and conservation”, which aims the development of a conservation plan for Casa de Vidro, former residence of architect Lina Bo Bardi and Pietro M. Bardi, built in the 1950s in Sao Paulo. From historical projects and documentation, a BIM model was designed emphasizing the current conservation state of the property. The model serves as a base for input of data and information from the property inventory, providing the means for its preventive conservation. The BIM technologies assessed demonstrated little flexibility for the record of information that are ambiguous or estimated from incomplete historic data and for the survey in buildings throughout which time has left its marks in the form of deformations and deteriorations. The main contribution of this work is the critical evaluation of the implementation process of BIM for the benefit of preserving a modern heritage building, with special highlight to the actions undertaken to enable the use of several systems for documentation, operation management and maintenance.

Keywords: Historical Building Information Modeling - HBIM. Casa de Vidro. Lina Bo Bardi. Operation and maintenance.

Introdução

O presente trabalho é uma parceria do Instituto Lina Bo e Pietro Maria Bardi (ILBPMB) com o Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU), da Universidade de São Paulo (USP), para a elaboração de um plano de conservação e gestão para a Casa de Vidro, financiado pela Getty Foundation no edital “Keeping It Modern” 2016-7¹.

Desenhada pela arquiteta Lina Bo Bardi, entre 1949 e 1950², a Casa de Vidro [1] serviu de habitação para ela e seu marido, Pietro Maria Bardi, desde sua conclusão, em 1952, até a morte de ambos, no início e final dos anos 1990. A casa acompanhou a trajetória brasileira destes italianos que chegaram ao Brasil em 1946, permanecendo no país pelo resto de suas vidas.

FIGURA 1- Casa de Vidro, projeto Lina Bo Bardi, São Paulo-SP, 1950-2.

Fonte: Os autores, 2016.



Localizada em uma área de 7000 m², a casa compõe um particular conjunto com o conteúdo de seus interiores – uma rica coleção de obras de arte culta e popular, móveis, livros e documentos – e do seu exterior: os jardins, a garagem, a casa do caseiro e o estúdio.

A casa foi o primeiro projeto construído por Bo Bardi. A arquiteta, naquele momento com 38 anos, havia, até então, conseguido concretizar apenas seus projetos para alguns móveis e interiores, sobretudo museografias e exposições. A casa foi a oportunidade para materializar ideias que ela vinha acumulando sobre arquitetura (ANELLI, 2011, p. 2).

Um dos símbolos da arquitetura moderna brasileira dos anos 1950, a casa foi objeto de dezenas de publicações no Brasil e no exterior, selecionada com destaque entre os projetos escolhidos por Henrique Mindlin para o livro *Arquitetura Moderna no Brasil*, referência historiográfica para a história da arquitetura moderna brasileira.

¹ A pesquisa como um todo envolve pesquisadores brasileiros e da Universidade de Ferrara, na Itália, é coordenado pelo Prof. Titular Renato Luis Sobral Anelli, conforme detalhado no site: <http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqbras/casadevidro/index.php/casa-de-vidro/2-3-estrutura/>.

² As datas que envolvem projeto, construção e ocupação da Casa estão sendo objeto de pesquisa no âmbito do projeto em andamento, cuja análise está sendo realizada pela Profa. Dra. Aline Coelho Sanches Corato, coordenadora da pesquisa histórica.

Como o terreno tem uma inclinação muito acentuada, a frente foi construída com pilotis, com a parte de trás apoiada no solo. Em contraste com o aspecto maciço desta última, a frente é uma caixa extremamente leve em concreto armado, envidraçada em três lados, e apoiada em tubos de aço sem costura. Para acentuar a ligação com o sol e a paisagem, as grandes janelas do living não têm balaustrada de proteção. O pátio atravessa o meio do living, propiciando ventilação cruzada nos dias quentes: no seu centro uma velha árvore, que ali já existia, coberta de heras e flores, emerge do solo para se tornar parte do ambiente (MINDLIN, 1999, p. 64).

A Casa é reconhecida como patrimônio cultural brasileiro, sendo tombada no âmbito federal, estadual e municipal, desde 1986, quando foi concluído o tombamento estadual com parecer final do arquiteto Marco Antonio Tabet. O tombamento foi solicitado pelo casal Bardi e foi base para os demais processos.

O projeto de conservação e gestão da Casa de Vidro exigiu das equipes um levantamento inicial para inventariar a edificação principal, os edifícios anexos e o jardim. A equipe que trabalhou com Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling - BIM) recebendo informações das demais equipes para construção e alimentação do modelo BIM, tendo realizado verificações in loco para a coleta de dados e detalhes necessários.

Nessa perspectiva, um dos desafios do projeto é, a partir dos dados inseridos no modelo, extrair um inventário completo do imóvel com todas as informações de patologias e seus tratamentos num modelo único que integre todas as equipes e suas metodologias próprias de levantamentos e sistematizações. Busca-se um inventário que seja alimentado continuamente e sirva como um plano de gestão do conjunto arquitetônico e paisagístico que denominamos como Casa de Vidro.

O inventário de um bem patrimonial é um registro momentâneo, como uma fotografia. Revela o instante no qual os dados foram coletados e independem do suporte ou tecnologia utilizadas. As informações desse registro alimentam decisões para elaboração de políticas públicas, processos de tombamento e projetuais também.

No Brasil, o inventário é um instrumento constitucional e legal de preservação, conforme definido em 1988 pela Constituição Federal. O artigo 216, parágrafo primeiro, estabelece que “O Poder Público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação”.

Essa conotação do inventário como forma de acautelamento e preservação possibilita nos conectar com a própria história do patrimônio no Brasil e com a noção plural de patrimônio elaborada por Mário de Andrade:

(...) a semente de uma noção de patrimônio ampla e plural que procurava abarcar todas as manifestações do povo brasileiro foi plantada e gestada por Mário de Andrade, sobretudo na experiência do Departamento de Cultura (1935-1938). Imortalizada no conceito de arte patrimonial que o poeta elaborou no Anteprojeto para criação do Serviço do Patrimônio Artístico Nacional, em 1936, é vetor de sua consciência da diversidade da cultura brasileira (NOGUEIRA, 2007, p. 257).

Assim, o inventário é um documento para conhecer o bem em sua integralidade, definir políticas para sua conservação e, ao mesmo tempo, proteger o bem inventariado. Num sentido mais amplo, o inventário oferece as bases para valorar o bem em seus aspectos materiais e imateriais.

Existem hoje no país diversas metodologias de elaboração de inventários. No entanto, independente da metodologia adotada, consideramos que a definição de uma política de conservação preventiva exige mais que um inventário tradicional. Para a conservação preventiva, o inventário é apenas o início do processo de documentação e avaliação dos procedimentos empregados no bem. Além dele, faz-se necessária uma metodologia que permita a gestão constante das informações e alimentação contínua da base de dados para a manutenção do imóvel e preservação dos seus valores culturais, sem intervenções agressivas à integridade do patrimônio.

BIM surge como um processo que, além de possibilitar o registro do estado atual do bem, tem o potencial de integrar as informações de fontes diferentes, facilitando a gestão das medidas de conservação necessárias à preservação do mesmo.

Nesse sentido, a conservação engloba os processos e cuidados a um ambiente construído com intuito de manter seu significado cultural. Sendo a manutenção tida como um cuidado contínuo para a proteção do bem que se distingue da reparação, que por sua vez, envolve restauro ou reconstrução (ICOMOS AUSTRÁLIA, 1999).

Para a realização dos levantamentos documentais sobre o estado do imóvel, pode-se lançar mão de inúmeros recursos: levantamento fotográfico, escaneamento 3D a laser, fotogrametria, medições, testes laboratoriais, etc. Contudo, o desafio é não precisar fazer esse mesmo procedimento periodicamente, mas sim estabelecer uma rotina para avaliar como a edificação se comporta em relação às intervenções para manutenção, construindo um processo no qual as intervenções corretivas no bem sejam desnecessárias.

Esse processo deve diminuir as distâncias de um quadro de “excessiva especialização profissional” que se verifica no Brasil como caracterizado por Azevedo (2005), que conduz “a intervenções confusas, em que não se entende bem que valores se pretendem resgatar e que critérios são adotados”.

Como explicita o autor:

Temos, de um lado, restauradores com boa preparação tecnológica, mas deficiente formação em história da arte e escassa experiência de projeção arquitetônica. De outro lado, há bons projetistas que desconhecem os critérios e possibilidades da restauração e não conseguem dialogar com o monumento. Em muitos casos, as soluções ficam a dever ao monumento, ou pelo caráter simplório das intervenções, ou pela extravagância das mesmas. Em ambos os casos o monumento sai perdendo (AZEVEDO, 2005, p. 22).

Essa circunstância, de certa maneira, dificulta a avaliação da correção das intervenções e remete à necessidade de definirmos procedimentos mais claros em relação à documentação e gestão dos documentos de apoio à manutenção.

Os métodos tradicionais de documentação são insuficientes para integrar informações relacionadas à manutenção e operação com o modelo da edificação que sejam

atualizados e reavaliados constantemente. O emprego das tecnologias que operam na plataforma BIM pode auxiliar no processo de gestão de patrimônio arquitetônico, permitindo documentar o estado de conservação, ações de restauro e gestão da manutenção de edifícios do patrimônio arquitetônico. Na teoria, parece ser um instrumento eficiente, na prática, porém, encontramos diversas dificuldades que abordamos e discutimos nesse artigo.

BIM e patrimônio arquitetônico

O patrimônio histórico é reconhecido como um valioso recurso cultural que precisa ser preservado. As tecnologias digitais têm um importante papel para auxiliar na preservação do patrimônio arquitetônico. A utilização de instrumentos e métodos para reconstrução virtual da edificação de interesse histórico abre novas possibilidades para conservar a memória do edifício e, também, para sua manutenção e operação.

Modelagem da Informação da Construção (BIM) de acordo Eastman et. al. (2014, p. 13) "... é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção". Penttilä (2006, apud. SUCCAR, 2009) define BIM como "...um conjunto de políticas, processos e tecnologias que integram, gerando uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto em formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício".

O uso de tecnologias que operam na plataforma BIM permite a combinação de modelos virtuais com informações consolidadas que, de outra maneira, seriam muito difíceis de serem integradas em uma única base de dados. Os modelos BIM têm potencial para serem utilizados para a gestão da edificação, incluindo a operação e a manutenção, reforma, requalificação da edificação, ou a ainda o registro de edificações existentes (históricas ou não) para fins de documentação arquitetônica (GROETELAARS, 2015). Sua utilização durante a fase de uso e operação pode proporcionar "conhecimento e acompanhamento proativo das condições das edificações e instalações" (CBIC, 2016, v1, p. 53).

O uso do BIM se expandiu para além da gestão de novas construções e, hoje em dia, representa uma oportunidade para documentação e gestão de conservação de patrimônio (BRUMANA et al., 2013).

O termo Historical Building Information Modeling (HBIM) vem sendo adotado quando o foco é o uso de BIM em edificações de patrimônio histórico (GROETELAARS, 2015). A abordagem de HBIM pode ser considerada fundamental para reunir todas as informações valiosas coletadas nas etapas de levantamento e impedir que elas se percam (BRUMANA et al., 2013), além de permitir que as inconsistências entre documentos de projeto e a edificação existente sejam evidenciadas (DEL GIUDICE; OSELLO, 2013).

Corroborando, HBIM tem o potencial de reduzir a dispersão de informações e permitir que o compartilhamento de informações entre os agentes seja mais eficiente (GARCÍA-VALLDECABRES; PELLICER; JORDAN-PALOMAR, 2016; DEL GIUDICE; OSELLO, 2013). HBIM pode ser útil para comunicar e explicar o valor técnico e histórico de um edifício, assim como para gerenciar, manter e realizar intervenções no edifício (WU et al., 2013, MANSIR; MUHAMMAD; KASIM, 2016), prevenir riscos (YAJING; CONG, 2011) e, também, para permitir simulações sobre o sistema estrutural e sobre propriedades de materiais (PAUWELS et al., 2013). Adicionalmente, de acordo com Mansir, Muhammad e Kasim (2016), a digitalização da informação de edifícios históricos pode otimizar a obtenção dos benefícios da conservação, sendo alguns deles o aumento nos empregos, a valorização do patrimônio e a estimulação do turismo.

O uso desejado do modelo BIM direciona a modelagem da informação. Dessa forma, modelos específicos podem ser desenvolvidos com a finalidade de servir como referência e repositório de informações para os processos de gestão da operação e manutenção de uma edificação. No caso de novas edificações, podem ser utilizadas informações de um modelo *as-built*³ juntamente com outros dados relevantes para a gestão da edificação. Segundo Groetelaars e Amorim (2012), o *as-built* é desenvolvido a partir da atualização das informações e documentação das alterações entre o projetado e o executado em obra. Entretanto, o termo “é mais adequado quando se refere a documentação da edificação durante a obra e/ou logo após sua conclusão” (GROETELAARS; AMORIM, 2012, p. 9). Por sua vez, *as-is* é a utilização de tecnologias de levantamento, como escaneamento 3D e fotogrametria para geração de nuvem de pontos, para registro detalhado e preciso de objetos reais em seu atual estado de conservação, incluindo deformações e imperfeições (GROETELAARS, 2015).

Em princípio, BIM é uma plataforma tecnológica para suporte ao processo de gestão do ciclo de vida de edificações como um todo, e não somente voltada aos processos de desenvolvimento de projetos (GARCÍA-VALLDECABRES; PELLICER; JORDAN-PALOMAR, 2016). Nos anos mais recentes, a abordagem BIM tem sido utilizada em novas edificações para apoiar tanto o processo de projeto quanto o de construção e de manutenção (YAJING; CONG, 2011). O desenvolvimento do modelo normalmente ocorre na fase de projeto. Em se tratando de HBIM, os modelos são desenvolvidos posteriormente à sua construção. Portanto, a utilização de BIM em edifícios históricos é “reversa” (WU et al., 2013), uma vez que o modelo é desenvolvido depois que o patrimônio está estabelecido. Nesse caso, o processo de aquisição das informações para criação de modelos BIM é baseado, geralmente, em cadastros por medição direta, desenhos já existentes e fotografias (WU et al., 2013).

Devido às distorções, patologias e deformidades encontradas no edifício histórico, os dados obtidos em um levantamento, geralmente, são destoantes do projeto original. García-Valldecabres, Pellicer e Jodan-Palomar (2016) apontam que o BIM tem limitada flexibilidade para o emprego em patrimônio arquitetônico. Isso porque tais construções podem apresentar singularidades decorrentes de seu próprio uso e de condições a que foram submetidas ao longo de sua vida. Por exemplo, podem apresentar patologias diversas, deformações, infiltrações e perda de estanqueidade de sistemas, o que exige tratativas específicas, em termos de modelagem de informação.

Segundo García-Valldecabres, Pellicer e Jodan-Palomar (2016), há um lapso de conhecimento na plataforma tecnológica BIM no que diz respeito à adaptação de edificações existentes. Groetelaars e Amorim (2012) atentam para a falta de correspondência tanto nos detalhes quanto na precisão, entre o modelo BIM gerado e a situação real da edificação. Para Pauwels et al. (2013), o edifício real será sempre diferente do modelo digital. Se o modelo for considerado somente como uma forma de documentação, além de todas as outras possíveis maneiras de documentação (manuscritos, desenhos originais, imagens, etc.), isso não pode ser considerado um problema (PAUWELS et al., 2013).

Modelos BIM podem ser classificados em diversos níveis de desenvolvimento, ou Levels of Development (LoDs). O uso de LoD permite mensurar a confiabilidade e segurança das informações associadas ao modelo BIM nos vários estágios do ciclo de vida do edifício, do projeto à gestão da construção e manutenção (BANFI, 2016; BIMFORUM, 2013). Ademais, os LoDs servem de referência para que os agentes da indústria

³ O modelo *as-built* representa o projeto como ele foi realmente construído (CBIC, 2016, p. 117).

da construção especifiquem os entregáveis BIM e para contratos e planejamento de trabalhos baseados em BIM. De modo geral, podem ser especificados seis diferentes LoDs: LoD 100 equivale ao projeto conceitual; LoD 200 é similar ao projeto esquemático; LoD 300 possui informações precisas relativas a quantidades, forma, dimensão, localização e orientação dos elementos do modelo; LoD 350 incorpora, suplementarmente, os elementos necessários à compatibilização entre disciplinas, à coordenação de projetos, permitindo a verificação automática de interferências; LoD 400 inclui, adicionalmente, detalhamentos e especificações sobre fabricação e montagem e LoD 500 representa o projeto como foi realmente construído, equivale ao as-built (BIMFORUM, 2013).

Banfi (2016) apresenta que pode ser impossível definir um LoD específico para edificações históricas existentes. Por um lado, por conta de informações importantes de projeto se perderem ao longo da vida e, por outro, por impedimentos relacionados a proteção do patrimônio, como a não utilização de métodos destrutivos para reconhecimento de materiais construtivos e componentes não acessíveis. De modo que, para determinadas disciplinas do projeto, podem haver lacunas de informação e, conseqüentemente, a definição clara do LoD para o modelo como um todo pode ser inconcebível.

Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o foco em HBIM. Pauwels et al. (2013) desenvolveram o modelo BIM da Book Tower em Ghent, Bélgica e, posteriormente, utilizaram tecnologias de web semânticas para representar seus componentes e as informações associadas através da utilização de uma ferramenta para desenvolvimento de jogos.

Brumana et al. (2013) reconstruíram, em ordem cronológica, as principais transformações sofridas ao longo dos séculos na Igreja Santa Maria, na Itália. Nessa reconstrução, apontaram dificuldades na elaboração do modelo, dada a inexistência de famílias de componentes como abóbadas e treliças no software utilizado e, também, de ferramentas para modelar anomalias e irregularidades das paredes.

Banfi (2016) cita o projeto de restauração da Basílica de Collemaggio em L'Aquila. Nesse projeto, diferentes LoDs foram utilizados no modelo para suportar as diversas fases do projeto de restauração.

Biagini et al. (2016) utilizaram a abordagem HBIM para modelar o processo de restauração da Igreja SS. Nome di Maria, Itália, construída em 1748 e que sofreu sérios danos após um terremoto em 2012. Esses autores observaram que o LoD final obtido pelo levantamento de informações não era homogêneo em todos os elementos da modelagem. Porém, com base em uma margem de erros admitida, foram estabelecidos LoDs aceitáveis para o propósito da pesquisa, como: 200 para objetos parcialmente escondidos (como a estrutura de madeira do telhado) e 300 para objetos visíveis (como paredes, vãos, etc.).

Yajing e Cong (2011) desenvolveram o modelo BIM do portão sul externo do templo Ta Keo, construído no séc. X d.C. no Camboja. Esses autores também relataram dificuldades em desenvolver famílias de componentes para representar os elementos construtivos da edificação.

No Brasil, Canuto (2017) apresenta um interessante caso de aplicação da plataforma BIM para registro do Palácio Gustavo Capanema no Rio de Janeiro, utilizando registros históricos para modelagem do projeto original na década de 1930 e das principais alterações realizadas no edifício até o presente, contemplando dados construtivos e históricos em um único modelo parametrizado.

Tolentino (2016) desenvolveu a modelagem BIM, para fins de gestão do bem imóvel e preservação, da Igreja de Bom Jesus do Matozinhos, MG, datada de 1770. A autora destaca que grande parte dos bens históricos brasileiros não foram devidamente documentados e propõem a utilização de HBIM para tornar os processos de documentação e gestão dos bens mais eficientes, contribuindo para o sucesso nas ações de preservação do Patrimônio Arquitetônico.

Paiva, Diógenes e Cardoso (2015) produziram o modelo BIM do Pavilhão Reitor Martins Filho, uma obra modernista construída entre 1966-67, na Universidade Federal do Ceará. Esse trabalho foi desenvolvido como parte de disciplinas de graduação em Arquitetura e Urbanismo e deu suporte à uma reforma para acomodar novas demandas programáticas, possibilitando a simulação das soluções de intervenção (PAIVA; DIÓGENES; CARDOSO, 2015).

A maioria das pesquisas apresentadas (PAUWELS et al., 2013; BRUMANA et al., 2013; BIAGINI et al., 2016; YAJING; CONG, 2011; BANFI, 2016; TOLENTINO, 2016) tiveram em comum a utilização do software de modelagem e projeto Revit. Somente as pesquisas de Paiva, Diógenes; Cardoso (2015) e Canuto (2017) fizeram uso de outro software, o Archicad. Apesar das dificuldades, todos esses casos relataram sucesso no desenvolvimento dos modelos BIM. Entretanto, não se pode precisar qual o LOD obtido nos modelos apresentados nessas pesquisas, embaraço recorrente apontado por Banfi (2016).

Garcia-Fernandez et al. (2015) apontam a falta de consenso para padronização de HBIM como uma importante lacuna que deve ser observada. A fim de consolidar uma ferramenta realmente útil para as atividades de preservação, manutenção e operação, seu uso requer discussão metodológica e experimentação prática, uma vez que envolvem modelos detalhados de objetos históricos (BRUMANA et al., 2013). Neste sentido, este artigo apresenta um estudo de caso realizado e discute as dificuldades e os benefícios encontrados com a utilização de determinadas tecnologias BIM como apoio à gestão do patrimônio.

Objetivos e métodos

O presente artigo visa discutir as potencialidades do uso da tecnologia BIM para registro, documentação e gestão do patrimônio arquitetônico moderno brasileiro. Esta pesquisa tem caráter exploratório e se desenvolve como um estudo de caso⁴ de uso das tecnologias BIM como suporte de documentação da Casa de Vidro para fins de gestão de patrimônio histórico, conservação da memória do edifício, registros estruturais, construtivos e de patologias e suporte às futuras intervenções e gestão da utilização deste patrimônio.

O problema que impulsionou a pesquisa está vinculado à questão de que os métodos tradicionais de documentação são insuficientes para integrar e gerir informações relacionadas à edificação. Com a intenção de utilizar BIM como apoio à gestão do patrimônio da Casa de Vidro, buscou-se desenvolver um modelo BIM e posteriormente integrá-lo às informações referentes ao mapa de danos da edificação utilizando uma ferramenta específica. Os dados obtidos, por meio da utilização de ferramenta para integrar modelo BIM com as informações do mapa de danos, foi avaliada de forma qualitativa. Por fim, elaborou-se o relatório na forma do presente artigo. O processo do estudo de caso realizado é representado na figura [2].

⁴ De acordo com Gil (2010) as etapas básicas de um estudo de caso são: "formulação do problema; definição da unidade-caso; determinação do número de casos; elaboração do protocolo; coleta de dados; avaliação e análise dos dados".

FIGURA 2- Etapas do estudo de caso realizado nesta pesquisa

Fonte: Os Autores



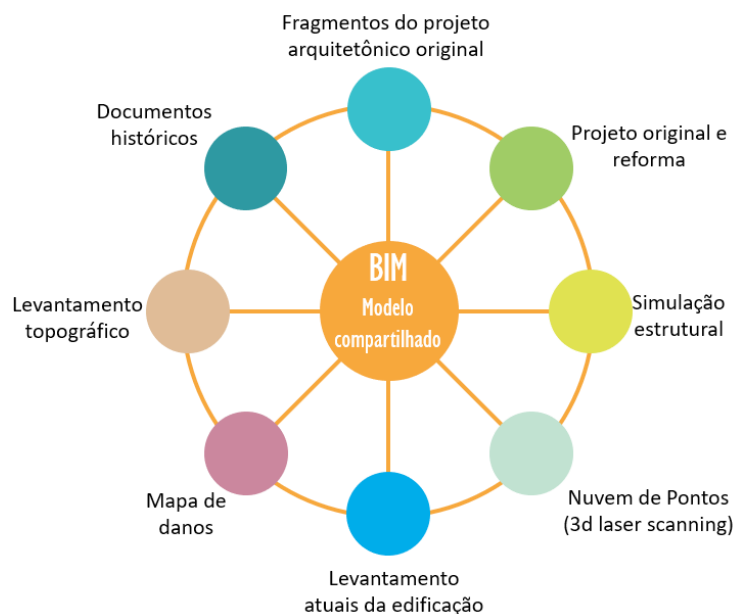
Desenvolvimento de modelo BIM de edifício histórico

Processo de Documentação

O processo de documentação foi composto por várias equipes, as quais foram responsáveis por levantar informações que compuseram a modelagem BIM. Para tanto, foram utilizados: fragmentos do projeto arquitetônico original, projeto original e de reforma, simulação estrutural, nuvem de pontos (a partir de laser scanning), levantamentos atuais da edificação, mapa de danos, documentos históricos (artigos em revistas e fotografias) e levantamento topográfico [3].

FIGURA 3- Informações recebidas para execução do modelo compartilhado BIM

Fonte: Os Autores



Reconstrução Digital

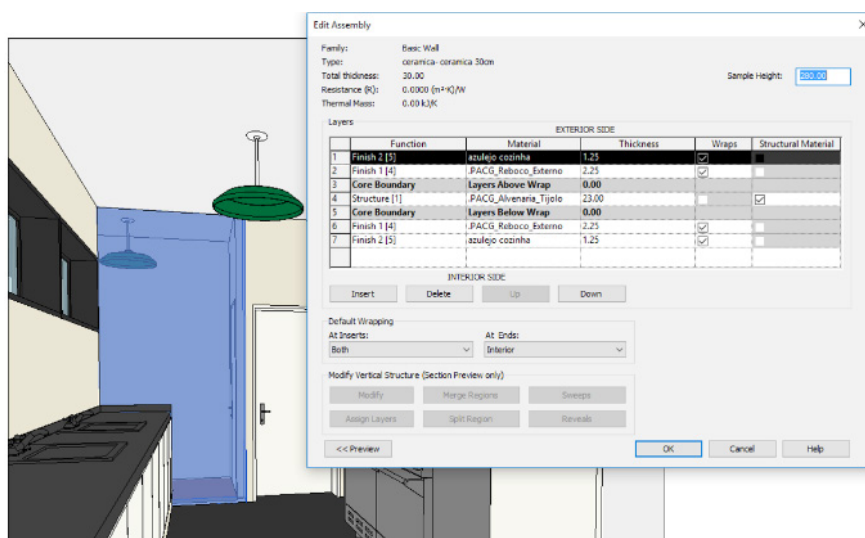
Cada etapa do ciclo de vida exige um diferente tipo de modelo BIM de acordo com o uso que se deseja. Assim, a partir do levantamento da documentação, foi produzido um modelo BIM da Casa de Vidro, com ênfase na documentação do estado de conservação do imóvel. Nesse caso, o modelo foi desenvolvido especificamente para ser utilizado como base de dados e de referências para a gestão da operação e da manutenção do imóvel. O desenvolvimento da modelagem BIM teve o propósito de auxiliar a elaboração de um plano de manutenção e operação da edificação, portanto fez-se necessário modelar a arquitetura e a estrutura e inserir informações de patologias encontradas.

Para desenvolvimento do modelo arquitetônico e do modelo integrado, foram utilizados respectivamente o AUTODESK Revit e Navisworks 2017, considerando a facilidade de obtenção de licença educacional, a abrangência no mercado e o conhecimento da equipe envolvida. O modelo estrutural foi desenvolvido na ferramenta TQS com o propósito de verificar, de acordo com estimativas, a carga suportada. As instalações elétricas e hidráulicas não foram modeladas.

A modelagem arquitetônica foi desenvolvida com base na documentação da edificação como fragmentos do projeto arquitetônico, levantamentos atuais da edificação (visitas técnicas e medições), documentação do projeto de reforma (década de 1990), documentos históricos como fotografias e artigos e levantamento topográfico. Nesta pesquisa, buscou-se documentar duas fases principais: a *as-built* e a atual. Na fase *as-built* o modelo deveria retratar a edificação logo após sua construção de forma a evidenciar a intenção original da arquiteta e possibilitar um registro para pesquisa histórica. Na fase atual, o modelo deveria expressar as alterações realizadas após sua construção, demonstrando as intervenções sofridas ao longo do tempo. Com base nas informações coletadas, os dados foram inseridos no modelo [4].

FIGURA 4- Inserção de informações no modelo BIM

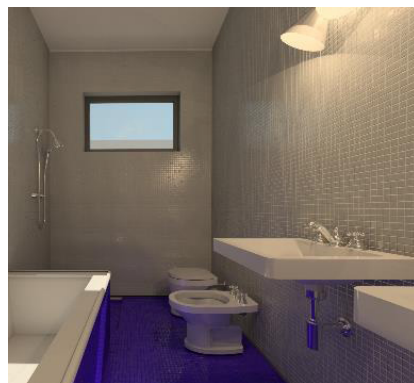
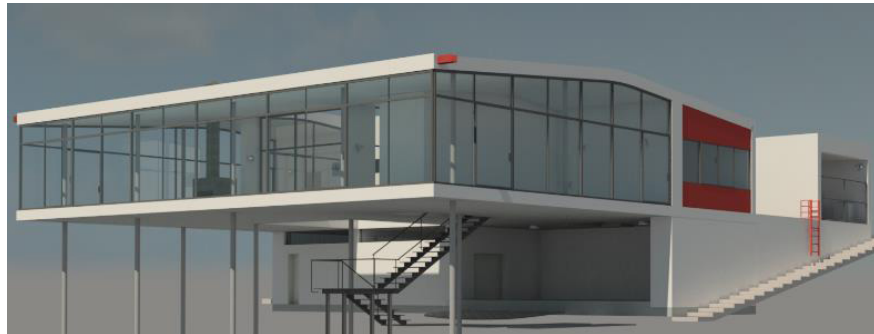
Fonte: Os Autores (captura de tela do software Revit)



Na modelagem arquitetônica da Casa de Vidro, em software BIM, buscou-se manter a fidelidade com os elementos construtivos da edificação [5]. Todavia, a ausência de meios de representar graficamente o comportamento da edificação histórica, que sofreu desgastes ao longo do tempo, distancia o modelo da edificação real. Portanto, pode-se dizer que o modelo BIM obtido nessa situação não é condizente com a realidade.

FIGURA 5- Renderizações da modelagem arquitetônica

Fonte: Os Autores

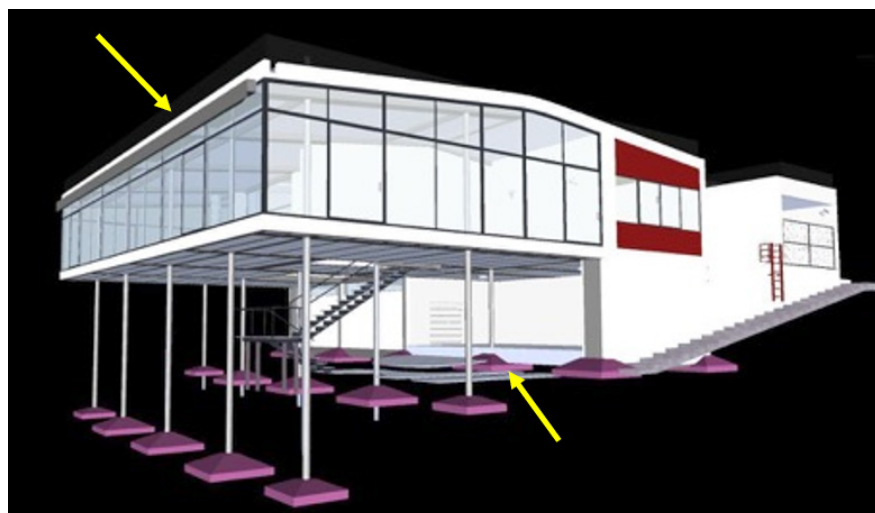


A modelagem da estrutura foi desenvolvida com base no projeto estrutural original, levantamentos atuais da edificação (ensaios para análise de concreto e armadura) e estimativas. Os levantamentos contaram com ensaios para análise da resistência do concreto, da avaliação da existência de armadura nos pilares e com a verificação in loco do tipo e composição das lajes. Para realização das análises estruturais, foi necessário realizar estimativas, a favor da segurança, uma vez que em muitos casos, não havia dados comprovados da atual conjuntura da edificação. Essas análises se faziam necessárias para operação da edificação, dado que, atualmente, a Casa de Vidro funciona como um local público de visitação.

A integração entre os modelos arquitetônico e estrutural foi realizada para averiguar conflitos. A compatibilização das disciplinas indicou conflitos que precisaram ser resolvidos, como por exemplo, a laje da cobertura que se estendia para fora dos limites da construção e as sapatas que invadiam o piso do nível térreo [6].

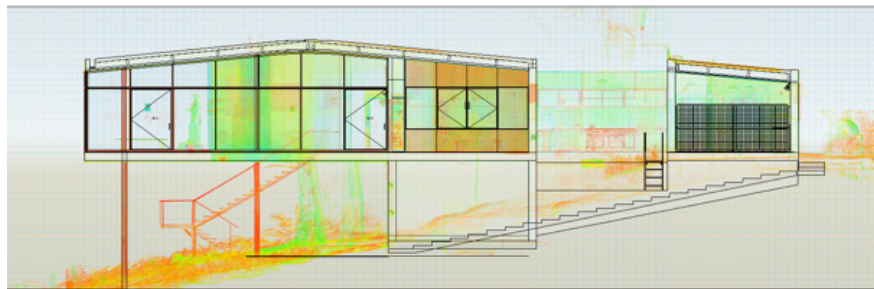
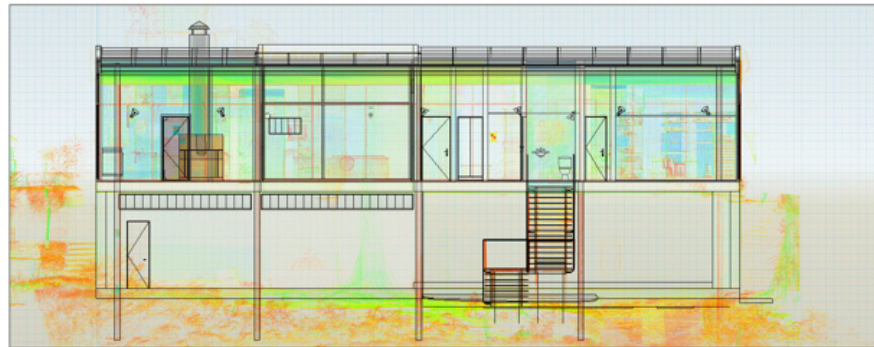
FIGURA 6- Sobreposição entre o modelo arquitetônico (Revit) e modelo estrutural (TQS) – Destaque para o conflito verificado quanto ao nível das sapatas e altura dos pilares.

Fonte: Os autores (modelo arquitetônico e sobreposição) e Eng. Ricardo Bento (modelo da estrutura)



Para maior acuracidade, foi realizado pela equipe da Universidade de Ferrara⁵ o escaneamento 3D da edificação que permitiu configurar o modelo digital as-is da edificação. A partir da nuvem de pontos, os autores do artigo geraram plantas e cortes, os quais foram sobrepostos ao modelo BIM para conferência [7]. Desse processo, foram identificados e ajustados: a posição real dos pilares, a curvatura da laje de cobertura, o comprimento da laje de piso, as dimensões exatas dos caixilhos de vidro das fachadas, as medidas do corrimão da escada de acesso, as dimensões da chaminé da lareira e outros.

FIGURA 7- Modelo BIM sobrepondo a imagem da nuvem de pontos (em preto: estrutura em arame do modelo BIM - demais cores: representações advindas da nuvem de pontos)
Fonte: Os Autores



Ferramenta BIM para apoio à gestão de patrimônio

Com o propósito utilizar a modelagem BIM da Casa de Vidro como base para gerenciamento do patrimônio, buscaram-se meios de agregar ao modelo informações referentes às patologias encontradas na edificação. Conforme apresentado anteriormente, várias equipes participaram da coleta de dados para elaboração da modelagem BIM. Uma das equipes do projeto foi responsável por realizar o levantamento das patologias da edificação. Essas patologias foram documentadas por meio de um mapa de danos.

Buscou-se uma ferramenta que pudesse apoiar esta atividade, considerando os vários perfis de usuário que a utilizariam: gestores, técnicos responsáveis por realizar as operações, arquitetos que apoiariam as obras de restauro e funcionários do instituto (secretárias, responsáveis por serviços gerais e administrativos). Portanto, seria ne-

⁵ De acordo com Gil (2010) as etapas básicas de um estudo de caso são: "formulação do problema; definição da unidade-caso; determinação do número de casos; elaboração do protocolo; coleta de dados; avaliação e análise dos dados".

cessária uma ferramenta que não exigisse conhecimentos específicos em software de modelagem BIM e que tivesse uma interface amigável. Dado que para apoiar a modelagem já estavam sendo utilizadas ferramentas da AUTODESK, optou-se por utilizar o BIM 360 Ops.

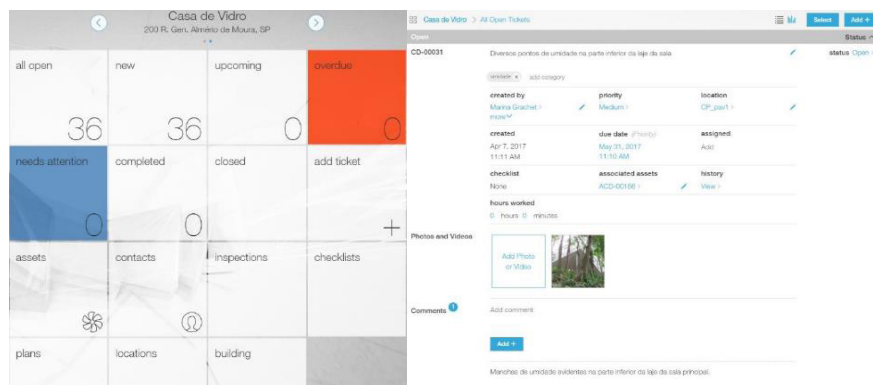
O BIM 360 Ops é uma solução computadorizada de gerenciamento de manutenção (Computerized Maintenance Management Solution - CMMS) que se propõe a auxiliar o gerenciamento de manutenção e operação de edificações. Funciona online em navegadores e por meio de aplicativo em dispositivos móveis com sistema operacional iOS. Para tanto, utiliza dados provenientes de planilhas e do Revit e BIM 360 Field. Dentre seus recursos, há a possibilidade de visualização do modelo BIM, edição de listas de verificação, agendamento e histórico de manutenção, criação de ticket (ordem de serviço) de manutenção.

A ferramenta permite ao proprietário (administrador do sistema, denominado owner) inserir diversas categorias de usuários: gerente, técnico, fornecedor, coproprietário e ocupantes. Ao abrir um ticket (ordem de serviço), o usuário pode anexar fotos, vídeos e anotações, além de estabelecer a prioridade: urgente, média e baixa. Quando uma ordem de serviço é atualizada ou designada a um responsável, o sistema envia notificações aos envolvidos. Posteriormente, os procedimentos de manutenção podem ser documentados por meio de fotos e vídeos.

Portanto, o primeiro passo foi a criação de um portfólio referente à Casa de Vidro contendo o modelo BIM arquitetônico da edificação principal, composto por 916 componentes. Para a avaliação do sistema, foram inseridos 36 tickets referentes às patologias encontradas [8].

FIGURA 8- Tela do proprietário (owner) com a informação dos tickets abertos (esquerda) e captura de tela de abertura de um ticket (direita)

Fonte: Os Autores (captura de tela do software BIM 360 Ops)



Após inserir as patologias por meio dos tickets, não foi possível encontrar uma maneira de extrair os dados do sistema, nem na forma de planilha, nem obtendo um modelo com as informações embutidas. Esta funcionalidade seria desejável para se manter um registro do modelo com todas as informações tanto das patologias quanto daquelas relacionadas à sua operação e manutenção. Isso posto, a ferramenta mostrou-se insuficiente para integrar as informações das patologias com o modelo, uma vez que os dados inseridos por meio do BIM 360 Ops não retroalimentavam o modelo, nem podiam ser exportadas de alguma maneira.

Ademais, embora o modelo BIM tenha sido carregado para o sistema, a navegação não é feita pelo modelo e sim por menus e informações textuais. Atualmente, no BIM 360 Ops, não há uma forma prática para localizar o componente desejado (dado a grande quantidade de componentes que compõem o modelo), prejudicando a conexão entre a informação e o modelo. O sistema avaliado não tira proveito da possibilidade de visualização do modelo para inserção e localização das informações sobre manutenção e operação. Em vista do exposto, a experiência de utilização do BIM 360 Ops para integrar as informações das patologias com o modelo mostrou-se insatisfatória.

Considerações

Neste projeto, o modelo BIM da Casa de Vidro não é apenas um apoio à gestão do patrimônio, mas está sendo estruturado como um inventário que integra patologias, simulações estruturais e, sobretudo, informações dispersas nas análises dos especialistas.

O *National Institute of Building Standards* (NIBS, 2007, p.21) define BIM como “uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de compartilhamento de conhecimento que viabiliza a obtenção de informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para que decisões sejam tomadas durante seu ciclo de vida, desde a sua concepção até a demolição”. Entretanto, o software BIM utilizado não está preparado para representar situações reais de uma edificação cuja ação do tempo causou deformações e degradações. Com o foco na conservação da edificação, além dos atributos existentes nas famílias dos elementos, novos atributos deveriam ser adicionados aos componentes, como data, material, danos estruturais, entre outros.

Em um edifício de patrimônio histórico, a realização de ensaios para análises é um ato delicado, assim como a execução de intervenções. Portanto, é necessário ponderar sobre quais informações são de projeto, quais são estimadas, quais são resultados de ensaios de materiais ou são resultado de levantamento histórico indireto (cartas, registros informais, listagem de materiais comprados, etc.).

No caso da Casa de Vidro, o modelo, como um todo, não pode ser categorizado em um nível de desenvolvimento específico. Isso devido à impossibilidade de se obter dados objetivos dos componentes construtivos, como todas as camadas das paredes com suas respectivas espessuras e composições. Assim, alguns componentes foram representados graficamente como um sistema específico, enquanto outros, como um sistema genérico. Observam-se sensíveis diferenças no nível de desenvolvimento dos elementos, como a escada principal com LoD 300 e a laje do primeiro pavimento com LoD 200.

Vale ressaltar que, para a realização da modelagem BIM, algumas das informações utilizadas eram estimadas, uma vez que nem sempre era possível obter dados absolutos. Ainda que algumas plantas e dados do projeto original tivessem sido resgatados, observou-se que nem sempre a execução ocorreu como o planejado. Têm-se, nessa situação, informações de diferentes categorias em que o nível de certeza é variável: algumas seguras, outras estimadas. Esta situação fica evidente ao se observar as análises estruturais, em que foi necessário realizar estimativas, uma vez que não havia dados comprovados da atual conjuntura da edificação.

O software de modelagem BIM utilizado no estudo foi programado para receber dados exatos e, nesse sentido, a inserção de estimativas pode comprometer a utilização

posterior dessas informações. Para o gestor da edificação, é importante informar a confiabilidade da informação do modelo. Sem isso, fica prejudicada a capacidade de realizar intervenções com a intenção de se manter a autenticidade da obra.

Outro fator que deve ser considerado é a questão da ação do tempo na obra. Por exemplo, em alguns momentos, a ação do tempo aumentou a resistência do concreto, em outros comprometeu a resistência do aço da estrutura e deformou as esquadrias metálicas. A ferramenta de modelagem BIM não está preparada para receber este tipo de informação, que varia ao longo do tempo e é imprecisa.

Além disso, observou-se que o sistema de gestão de manutenção e operação utilizado, BIM 360 Ops, enfatiza a estruturação da informação, mas subutiliza o modelo desenvolvido e apresenta várias falhas de usabilidade, inviabilizando sua adoção como apoio à gestão da edificação em questão.

Mas como deixar as suposições registradas? Como diferenciá-las dos dados precisos? Como integrar o modelo da edificação para gestão e manutenção? Ainda não foi encontrada a maneira ideal que atendesse às demandas de gestão da Casa de Vidro.

Em suma, a partir de um processo de documentação, foi produzido um modelo BIM da Casa de Vidro, com ênfase na documentação do estado de conservação do imóvel. Esse modelo serviu como base para inserção de dados para sua operação e manutenção em sistema BIM.

Dentro da plataforma BIM, os softwares e tecnologias avaliados mostraram um nível inapropriado de maturidade para acomodar todas as informações de uma edificação de interesse histórico, em que a ação do tempo deixou suas marcas na forma de deformações e desgastes e que precisa ser gerida por não-especialistas em BIM.

O sistema de apoio à gestão da operação e manutenção avaliado enfatiza a documentação da informação que envolve o modelo e subutiliza o artefato real (dados geométricos, propriedades dos materiais). Pela baixa usabilidade do sistema, não foi possível associar a inserção dos dados referentes às patologias com os respectivos componentes da edificação.

Muitas pesquisas em HBIM (PAUWELS et al., 2013; BRUMANA et al., 2013; BIAGINI et al., 2016; YAJING; CONG, 2011; BANFI, 2016) envolveram edifícios de estilos diferentes ao apresentado neste estudo, que trata de um edifício modernista brasileiro. A arquitetura moderna brasileira pouco se vale da utilização de BIM para fins de documentação do patrimônio histórico. A ferramenta de modelagem utilizada, Revit, mostrou aderência para documentação desse estilo arquitetônico, uma vez que, no geral, conta com famílias de componentes que suportam sua reconstrução virtual. Portanto, essa ferramenta tem o potencial de beneficiar outras edificações modernistas de interesse histórico.

A principal contribuição deste trabalho é o relato do processo de implementação de BIM para fins de conservação de um edifício histórico, com destaque para as ações que possibilitaram o amadurecimento do conhecimento de uma ferramenta de gestão da operação e manutenção, ainda pouco explorada.

Trabalhos futuros envolvem a busca por processos e ferramentas mais apropriadas para a gestão da Casa de Vidro. Deve-se levar em consideração que tal ferramenta tecnológica deverá ser utilizada por todos envolvidos na operação, na manutenção e no restauro da edificação. Tais usuários, não devem, necessariamente, utilizar um software que exija conhecimentos avançados em modelagem, por isso, novas pesquisas devem ser realizadas e tecnologias específicas para HBIM devem ser desenvolvidas.

Agradecimentos

Nossos sinceros agradecimentos à Getty Foundation pelo financiamento da pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Ao Engenheiro Ricardo Bento que disponibilizou o modelo estrutural e aos colegas da Universidade de Ferrara: Prof. Arquiteto Marcello Balzani, Arquiteto Luca Rossato, Daniele F. Sasso que desenvolveram o escaneamento Laser 3D e disponibilizaram a nuvem de pontos para uso dos autores, bem como forneceram treinamento no software de manipulação da referida nuvem.

Referências

ANELLI, R. Instituto Lina Bo e P.M. Bardi: balanço e perspectivas. In: 9º. Seminário Docomomo Brasil Interdisciplinaridade e experiências de documentação e preservação do patrimônio recente. **Anais**, Brasília, FAU UNB, 2011.

AZEVEDO, P. O. D. A Restauração arquitetônica entre o passado e o presente. **Rua – Revista de Arquitetura e Urbanismo**, n. 8. Salvador: UFBA, 2005.

BANFI, F. Building information modelling – A novel parametric modeling approach based on 3D surveys of historic architecture. In: IOANNIDES, M. et al. (Eds.) *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*. **Proceedings...** EuroMed 2016, Part I, 2016. p. 116-127. DOI: 10.1007/978-3-319-48496-9_10

BIAGINI, C. et al. Towards the BIM implementation for historical building restoration sites. **Automation in Construction**, v. 71, p. 74–86, 2015. DOI: 10.1016/j.autcon.2016.03.003

BIMFORUM. **Level of development specification: for Building Information Models**. 1. ed. [s.l.] BIMForum, 2013. Disponível em <<https://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/08/2013-LOD-Specification.pdf>> Acessado em 14 de dez. de 2017.

BRASIL. **Constituição Federal**. Presidência da República, 1988, versão compilada. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em 15 de nov. de 2017.

BRUMANA, R. et al. From survey to HBIM for documentation, dissemination and management of built heritage, 2013. In: *Digital Heritage International Congress*. **Proceedings...** 2013. p. 497-504. DOI: 10.1109/DigitalHeritage.2013.6743789

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras**. 1. ed. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2016, v. 1.

CANUTO, C. L. **Modelo BIM e proposta de intervenção do Palácio Gustavo Capanema, Rio de Janeiro, RJ**: Pela preservação digital da arquitetura moderna. 2017. 169f. Dissertação (Mestrado Profissional em Projeto e Patrimônio) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017 Rio de Janeiro, 2017.

DEL GIUDICE, M.; OSELLO, A. BIM for cultural heritage. In: **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences** - ISPRS Archives. **Proceedings...** 2013. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84924330169&partnerID=tZOtx3y1> > Acessado em 12 de mai. de 2017.

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.

FERRAZ, Marcelo Carvalho (org.). **Lina Bo Bardi**. São Paulo, Empresa das Artes/Instituto Lina Bo e P.M. Bardi, 1993.

GARCIA-FERNANDEZ, J. et al. Quantitative + Qualitative Information for Heritage Conservation. **IEEE**, p. 3–4, 2015.

GARCÍA-VALLDECABRES, J.; PELLICER, E.; JORDAN-PALOMAR, I. BIM Scientific Literature Review for Existing Buildings and a Theoretical Method: Proposal for Heritage Data Management Using HBIM. In: Construction Research Congress 2016. **Proceedings...** ASCE, 2016. p. 3-4. DOI: 10.1061/9780784479827.222

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 200p

GROETELAARS, N. J.; AMORIM, A. L. de. Um panorama sobre o uso de nuvens de pontos para criação de modelos BIM. In: II Seminário Nacional de Documentação do Patrimônio Arquitetônico com o uso de Tecnologias Digitais. Anais... Belém: 2012.

GROETELAARS, N. J. **Criação de Modelos BIM a partir de “Nuvens de Pontos”**: Estudo de Métodos e Técnicas para Documentação Arquitetônica. 2015. 372f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

IPHAN. **Carta de Burra**, Icomos: Austrália, 1980. Disponível em < <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Burra%201980.pdf> >. Acesso em 15 de nov. de 2017.

MANSIR, D.; MUHAMMAD, J. A.; KASIM, N. Reviewing the Need for HBIM in the conservation of Heritage Building. **The Social Sciences**, v. 11, n. 11, p. 2777–2782, 2016.

MINDLIN, Henrique. **Arquitetura Moderna no Brasil**. São Paulo, 1999.

NATIONAL BIM STANDARD-UNITED STATES (NBIM). **National Building Information Modeling Standard** (NBIMS-US). v2, 2ed. Building SMART Alliance, 2007, cap 7.1. Disponível em < <https://www.nationalbimstandard.org/> > Acesso em 23 de maio de 2017.

NOGUEIRA, A. G. R. Inventário e patrimônio cultural no Brasil. **História**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 257-268, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/his/v26n2/a13v26n2.pdf> > Acesso em 15 de novembro de 2017.

PAIVA, R.; DIÓGENES, B.; CARDOSO, D. "Futuro do Pretérito": BIM e Documentação Digital da Arquitetura Moderna em Fortaleza. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

PAUWELS, P. et al. Integrating building information modelling and semantic web technologies for the management of built heritage information. In: Digital Heritage 2013 - Federating the 19th Int'l VSMM, 10th Eurographics GCH, and 2nd UNESCO Memory of the World Conferences, Plus Special Sessions from CAA, Arqueologica 2.0 et al. **Proceedings...** 2013. p. 481-488. DOI: 10.1109/DigitalHeritage.2013.6743787

PENTTILÄ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction**, [s.l.], v. 11, p. 395-408, 2006.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foun-

dition for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009. ISSN 0926-5805.

TOLENTINO, M. M. A. A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico. XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, SIGraDi 2016. **Anais...** Buenos Aires: Blucher Design Proceedings, 2016.

WU, T. C. et al. Improving traditional building repair construction quality using historic building information modeling concept. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. **Proceedings...** 2013.

YAJING, D.; CONG, W. Research on the BIM of the Stone Building for Heritages Conservation. In: 3rd International Conference on Education Technology and Computer 2011 (ICETC 2011). **Proceedings...** Lushan: IEEE, 2011. p. 1488-1491. DOI: 10.1109/ICE-TCE.2011.5776479

DATA DA SUBMISSÃO DO ARTIGO: 10/01/2018 APROVAÇÃO: 15/08/2018

RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito e a qualidade das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvo guardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: "O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação".

O CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.