



DOCUMENTAÇÃO DIGITAL PARA PRESERVAÇÃO, CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS MODERNOS: E1 EESC USP

**CERÁVOLO, Ana Lúcia (1); CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy (2);
FABRÍCIO, Márcio Minto (3)**

1. UNICEP São Carlos. Curso de Arquitetura e Urbanismo
alceravolo@yahoo.com.br / alceravolo@unicep.edu.br

2. UNICAMP. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Departamento de Arquitetura e Construção
cuper@unicamp.br

3. USP. Instituto de Arquitetura e Urbanismo
marcio.m.fabricio@usp.br

RESUMO

O extenso patrimônio arquitetônico moderno brasileiro, construído no século XX, está se degradando e sendo perdido, ou descaracterizado pelo descaso, ou por dificuldades na sua conservação. Esse estudo envolve pesquisadores de diversas instituições em torno da investigação de *Heritage Building Information Modeling* (HBIM) e da documentação digital do patrimônio arquitetônico moderno. O E1, sede da Escola de Engenharia de São Carlos (USP), foi projetado pelo arquiteto Hélio Duarte (1906-1989) e o engenheiro Ernest Mange (1922-2005), na década de 1950. É uma obra singular, sobretudo por sua contribuição para o debate da industrialização das construções no país. O presente artigo apresenta os resultados dos levantamentos históricos e *in loco*; assim como a sistematização dessas informações num inventário, as quais são agrupadas em um modelo HBIM. Discute ainda as dificuldades e as potencialidades na associação de metodologias e tecnologias de trabalho situadas em campos disciplinares distintos, como teoria e história da arquitetura, coordenação de projetos, HBIM, tecnologia e patologia das construções. O estudo colabora com o debate acerca da preservação e utilização de tecnologias digitais para documentação de edificações, com o intuito de estruturar uma metodologia que contribua para a elaboração de modelos HBIM.

Palavras-chave: Documentação digital; HBIM; Arquitetura Moderna; Inventário; E1 EESC USP.

Abstract

The extensive modern Brazilian architectural heritage, built in the 20th century, is degrading, and being lost, or mischaracterized by neglect, or by difficulties in its conservation. This study involves researchers from several institutions around the investigation of Heritage Building Information Modeling (HBIM) and the digital documentation of modern architectural heritage. The E1, from the São Carlos School of Engineering (USP), designed by the architect Hélio Duarte (1906-1989) and the engineer Ernest Mange (1922-2005), in the 1950s. It is a unique work, especially for its contribution for the debate on the construction industrialization in the country. This article presents the historical and on-site survey results; as well as the systematization of this information in an inventory, which are grouped in an HBIM model. It also discusses the difficulties and potentialities in the association between methodologies and technologies located in different disciplinary fields, such as theory and history of architecture, project coordination, HBIM, technology and construction pathology. The study

collaborates with the debate about the preservation and use of digital technologies for building documentation, to structure a methodology that contributes to HBIM models development.

Keywords: *Digital documentation; HBIM; Modern Architecture; Inventory; E1 EESC USP.*

INTRODUÇÃO

O extenso patrimônio arquitetônico moderno brasileiro, construído no século XX, está em parte degradando, ou, sendo descaracterizado pelo descaso, ou, por dificuldades na sua conservação. Enquanto algumas poucas obras ganham restaurações e são objetos de importantes programas de conservação, os quais devemos certamente comemorar, muitas outras obras viraram ruínas, já foram demolidas ou estão sendo perdidas pela inexistência de políticas de incentivo à preservação de um dos mais importantes conjuntos modernos produzidos no mundo, com amplo reconhecimento internacional.

Siegfried Giedion, no prefácio ao livro organizado por Henrique Mindlin, em 1956, *Arquitetura Moderna no Brasil*, expressa que há algo de irracional no desenvolvimento da arquitetura moderna brasileira. Esse misto de admiração e surpresa, explica Martins (in: Guerra, 2010, p. 131), é explicitado por Giedion que se espanta com o veloz surgimento de uma produção tão ampla e diversificada. Em apenas 20 anos, entre o projeto do Ministério de Educação e Saúde Pública e a referida publicação. Se a qualidade média das obras é uma boa novidade, as condicionantes são incompreensíveis: crescimento urbano desordenado, cultura urbana recente, intensa especulação imobiliária, e a precária condição técnico-construtiva de um sistema produtivo marcado por incipiente industrialização.

Arquitetos, engenheiros e outros atores envolvidos no campo da construção civil foram capazes de criar um significativo acervo de obras modernas, que, no entanto, a nossa crítica e historiografia não foram capazes de interpretar e reelaborar à altura ao longo do tempo. Essa cultura arquitetônica chega aos anos 1980/1990 restrita ao campo profissional e com tantas lacunas e esquecimentos, que é necessário empreender um esforço coletivo para recuperar nosso conhecimento sobre a produção moderna. São centenas de teses e dissertações, artigos em eventos científicos e publicações, que recuperam e valoram obras e carreiras profissionais. Essa tarefa ainda em curso merece ser sistematizada e apreciada em conjunto.

A arquitetura moderna brasileira ainda é descrita como sinuosa e sensual, marcada pelas curvas de Oscar Niemeyer, que é o seu principal expoente. No entanto, tantas experiências são realizadas no campo da habitação social, residências multi e unifamiliares, edifícios escolares, repartições públicas, prédios industriais e culturais

que experimentaram processos construtivos diversos e auxiliaram o desenvolvimento da construção civil brasileira.

Nesse sentido, talvez seja pertinente pensar numa corrente da industrialização das construções que perpassa todo o movimento moderno brasileiro e que está dialogando diretamente com os principais teóricos do movimento moderno internacional, dos mestres da Bauhaus a Le Corbusier, para os quais a potência da arquitetura estava dada pelo paradigma industrial vigente. Como um dos pressupostos da arquitetura moderna, a industrialização das construções serve como argumento para simplificar formas e justifica opções estético-projetuais racionalistas (Fabrício, 2013, p. 231).

No Brasil, em muitas obras modernas, a industrialização acontece de forma parcial, com a utilização de materiais de construção produzidos em cadeias fabris de produção, implementadas na segunda metade do século XX, enquanto os canteiros de obras se desenvolvem como manufaturas artesanais, com processos intensivos em mão-de-obra e pouco uso de equipamentos. No presente, a arquitetura busca novos rumos conceituais, ao mesmo tempo, o paradigma taylorista-fordista, que inspirava a industrialização das construções no século XX, foi substituído por novos paradigmas produtivos ligados à tecnologia da informação e à produção enxuta (Fabrício, 2013, p. 232).

O trabalho ora apresentado se detém sobre um edifício, o E1, na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), instalado no campus da Universidade de São Paulo (USP) ¹. O E1, descrito por vários autores como uma obra brutalista, está em boas condições de conservação e preservação. Ao longo do seu ciclo de vida, sofreu mudanças que alteraram alguns aspectos originais, que serão detalhados mais à diante. Entretanto, devido à sua localização, materiais construtivos e configuração estrutural, foi escolhido como protótipo para o desenvolvimento de um protocolo para documentação digital, utilizando *Heritage Building Information Modeling*² (HBIM).

A pesquisa proposta “HBIM e Documentação digital do patrimônio arquitetônico moderno: Desenvolvimento de Protocolo a partir de Estudo de Caso no edifício E1”

¹ De forma abreviada é utilizada a sigla E1 EESC USP.

² A sigla HBIM refere-se inicialmente ao termo Historical, mas na literatura da área foi substituída por Heritage.

tem financiamento do CNPq e é desenvolvida por pesquisadores da USP, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Centro Universitário Central Paulista (UNICEP).

Para implementação do projeto, definiu-se três eixos de desenvolvimento da pesquisa: a) investigação em acervos e em documentos de época para conhecer melhor a história da construção do E1, os usos, transformações e reformas ao longo do tempo; b) levantamentos atuais sobre o estado de conservação, patologias e degradação da edificação, por meio de: medições e avaliações tradicionais, fotogrametria digital utilizando a técnica de *Structure from Motion* (SfM) e outras tecnologias disponíveis hoje no mercado, que permitem aferições precisas e não invasivas; e c) elaboração de um modelo HBIM destinado a documentação e a suportar o processo de gestão e registro de alterações e ações de Operação e Manutenção.

Neste artigo, serão abordados os resultados parciais da pesquisa em relação à construção do edifício e os primeiros estudos em HBIM, que embora iniciais, são bastante motivadores e devem ser aprofundados nas etapas seguintes da pesquisa. O grande desafio é articular campos disciplinares distintos, o que exige uma equipe multidisciplinar que precisa ajustar metodologias, vocabulário e referências.

O E1

O E1 foi projetado pelo arquiteto Hélio de Queiroz Duarte (1906-1989) e o engenheiro Ernest de Carvalho Mange (1922- 2005), em meados da década de 1950, Imagem 01. Como indica Nobre (2007, p. 22), trata-se de uma obra singular, sobretudo por sua contribuição para o debate da industrialização das construções no país. “(...) erguida à distância dos grandes centros urbanos, em meados dos anos 50, (...) assume significado especial pela concepção de projeto que anuncia”.



Imagem 01. E1, fotografia da fachada sul, 2019. Fonte: Fotografia de Marcos Pedrino, 07/06/2019.

O edifício é um dos blocos projetados, por Hélio de Queiroz Duarte, para o plano diretor para o Campus da Universidade de São Paulo, em São Carlos, em 1952. Haveria seis edifícios iguais ao E1, daí seu nome, que abrigavam laboratórios, restaurante, área de recreação, residência estudantil e docente, como se observa na Imagem 02. Entretanto, o único construído foi o E1.

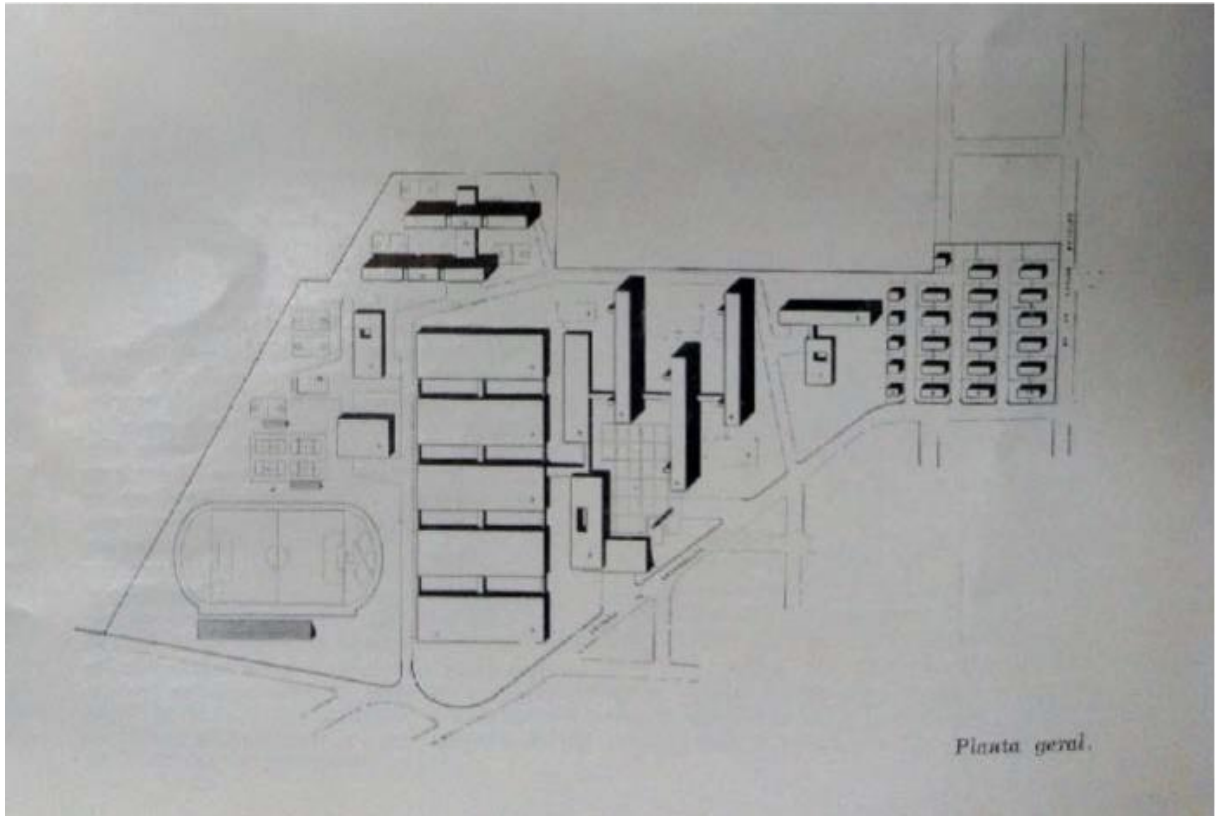


Imagem 02. Hélio Duarte. Plano diretor do Campus de São Carlos, 1952c. **Fonte:** Revista Acrópole (249), 1959, p.324-325.

O E1 é um edifício lâmina, destinado inicialmente a salas de aula, laboratórios e administração. Possui três pavimentos-tipo, térreo sob pilotis centrais e um terraço como cobertura (substituído por uma cobertura metálica duas águas), totalizando 4.800 m². As obras foram iniciadas em 1954 e executadas em duas etapas: a metade leste do edifício foi concluída, em 1956 (Imagem 03), e a outra metade ficou pronta no ano seguinte.

A equipe que desenvolveu o projeto, além do arquiteto Hélio de Queiroz Duarte e do engenheiro Ernest de Carvalho Mange, incluía Ariaki Kato e Leó Quanji Nishikawa, ambos estagiários, e os engenheiros Eduardo Pessoa e Homero Lopes responsáveis, respectivamente pelo cálculo de estrutura e o projeto de instalações prediais.



Imagem 03. E1 em construção ao final da primeira etapa, 1956. Fonte: Biblioteca EESC USP.

A estrutura aparente em árvore é a principal característica do edifício. Com colunas a cada 16 módulos ou 11,20 metros, localizadas na linha central da lâmina, deixam dois grandes balanços de 4,55m, que geram forros inclinados, nos quais se percebe o princípio estrutural. Os vazios formados pelo próprio desenho da estrutura são destinados às instalações prediais (HABITAT, 1956, pp. 44-5). Essa solução facilita a atualização, acréscimo e remoção de fios e canos, sem a necessidade de intervenção nos elementos de vedação. Assim, as adaptações são realizadas periodicamente e o edifício, hoje com cerca de 65 anos, não está obsoleto, pelo contrário.

Segundo Mange (ARAÚJO, 2004, pp. 98-9), o E1 é concebido como um edifício experimental em concreto aparente, que utilizava, conceitos da industrialização das construções anunciando a vocação da Escola de Engenharia que nele se instalaria como “polo de desenvolvimento de tecnologia para as construções”. A experiência, inovadora para a arquitetura brasileira até então, definia um módulo padrão de 70

cm que orienta o projeto estrutural e de todos os demais subsistemas de vedações internas e caixilharia. O edifício também contemplava passagens visitáveis para que instalações hidráulicas e elétricas pudessem se acomodar de forma flexível ao projeto modular proposto.

Tal “disciplina modular”, bastante destacada à época pelas revistas *Acrópole* e *Habitat*, vinculava-se à noção de “tipificação”, que tinha sua razão de ser num projeto “multiplicável”, o qual deveria gerar ainda mais dois blocos iguais (nenhum deles executado, assim como não o foram as unidades esportivas, residenciais e sociais previstas no plano-piloto (NOBRE, 2007, p. 24).

O E1 dá continuidade e se alinha a uma série de pesquisas sobre industrialização das construções iniciada no Brasil ainda na década de 1930. Entre as experiências conhecidas, podemos citar a de Luís Nunes, em Recife, que foi breve, mas marcante. O Hipódromo da Gávea (1926) e conjunto habitacional do IAPI em Realengo, de Carlos Frederico Ferreira (1939-43), com sua usina para a produção de blocos de concreto, ambos exemplos apontados por Nobre (2007, p. 25). Ou ainda o Asilo São Luiz projetado por Paulo de Camargo e Almeida (1906-1973), em 1935.

Pelo que pudemos apreciar no local, temos a certeza de que o Asilo projetado pelo arquiteto Camargo é uma obra notável, não só pela disposição de suas diversas seções, convenientemente estudadas, como também pelos processos modernos empregados na sua construção e que o indicam como uma das mais interessantes obras em execução atualmente nessa Capital. (REVISTA MUNICIPAL DE ENGENHARIA, 1937 *apud* CERÁVOLO, 2000)

As pesquisas realizadas na EESC USP, no âmbito da industrialização das construções, tiveram desdobramentos exitosos, talvez o mais conhecido seja na obra do arquiteto João da Gama Filgueiras Lima, o Lelé. No final dos anos 1970, Lelé visita a instituição e conhece o trabalho pioneiro do engenheiro Frederico Schieel e, com sua ajuda, desenvolve os primeiros protótipos de componentes em argamassa armada (LIMA, 2012). A ênfase na construção, que está presente em suas obras desde Brasília, ganha novos elementos técnicos com o emprego da argamassa armada reforçando o interesse pela industrialização das construções (Miyasaka et. al., 2016).

A criação da Escola de Engenharia está inserida num processo de industrialização e urbanização crescentes na cidade de São Carlos em 1950 (TRUZZI, 2000, p. 137). Com isso, o E1 integrou um esforço nacional de industrialização das construções, sendo um marco significativo. Foi a primeira experiência de construção de um edifício vertical em concreto armado na cidade. Em seguida, iniciou-se o projeto para construção do Grande Hotel Municipal (1953-1962), projeto do arquiteto Lucjan Korngold.

Por outro lado, o projeto do E1 deve ser pensado, segundo Nobre (2007, p. 5), em relação ao processo cumulativo, que vem desde as escolas do “Convênio Escolar” produzidas em São Paulo, entre as décadas 1940 e 1950, experiência na qual Duarte e Mange têm papel fundamental. Se sua construção resume e ratifica a experiência anterior, também é um marco que orienta para a pesquisa científica e tecnológica. Com ele, se abriria uma perspectiva de pesquisa que de fato viria a ganhar com a criação do curso de Pós-Graduação em Industrialização da Construção, em 1971, um dos primeiros programas mestrado em arquitetura do país (Cerávolo, 2000; Nobre, 2007; Ragonha e Vizioli 2019).

O INVENTÁRIO: LEVANTAMENTOS E REGISTROS

A elaboração do inventário do E1 tem por objetivo reunir todas as informações coletadas pelos pesquisadores, assim como as orientações e produtos elaborados ao longo do trabalho. Ao consolidar as informações, pretende-se criar um manual de consulta que esclareça as ações priorizadas, suas motivações e as recomendações dos especialistas. Será, portanto, um guia de consulta e de orientação.

O inventário contém os levantamentos físicos, diagnósticos e recomendações técnicas, além do material gráfico referente às informações históricas, informações do levantamento por meio do escaneamento a laser e o modelo produzido pela equipe de documentação digital.

Observou-se que entre o projeto arquitetônico original, a construção do edifício e sua configuração hoje há diferenças. Desta forma, a documentação precisa dos bens arquitetônicos foi uma iniciativa importante para a compreensão aprofundada das características projetuais e construtivas, juntamente com o diagnóstico das patologias, estado de conservação que embasarão as intervenções necessárias e as prioridades para sua gestão e preservação.

Nesse sentido, o inventário é o documento que reúne os levantamentos para diagnóstico, as avaliações e recomendações dos técnicos (AZEVEDO, 1987). É um dos instrumentos para compreender e manter os bens culturais nos diferentes níveis federativos (federal, estadual ou municipal), suportando ações de proteção, restauração, conservação, educação e planejamento territorial. Conforme o autor, deve-se trabalhar diversos métodos de inventário para atender a objetivos específicos relativos à preservação dos bens.

A elaboração do inventário tem historicamente o papel de nortear a política pública de preservação e orientar as intervenções físicas. Surgiu, segundo Baptista (2015), junto com a criação do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), em 1937, sob a direção de Rodrigo Melo Franco de Andrade e Lúcio Costa, quando houve a necessidade da identificação e registro das manifestações culturais arquitetônicas no país. Assim, a cerca de oitenta anos, os inventários têm se consolidado como instrumento de conhecimento de bens culturais, sejam de natureza material ou imaterial, e ganharam com a Constituição Brasileira (1988), o estatuto de instrumento legal.

Entre os institutos e procedimentos para a tutela e salvaguarda do patrimônio cultural definidos na Constituição, está, no artigo 216, o instituto do inventário. A essência da realização do inventário é valorizar o bem, realizando a completa identificação, caracterização e proteção deste. Deve ser utilizado para estruturar o conhecimento, por meio da coleta e sistematização de informações, seguindo padrões analítico e classificatórios dos dados.

A produção do inventário, é por si só uma forma de proteção, como observa Miranda (2008), na Constituição Federal de 1988, quando é alçado à condição de instrumento jurídico de preservação do patrimônio cultural, assim como o tombamento, os registros, a vigilância e de outras formas legais de preservação.

Considerando que só se pode proteger aquilo que se conhece, o inventário pode fundamentar as ações sobre o bem, levando, circunstancialmente, ao pedido de tombamento. É um instrumento complementar. Seus efeitos jurídicos são mais limitados que o do tombamento (CAMPOS, 2013).

Segundo Motta e Rezende (2016), os inventários desenvolvem e explicitam conhecimento sobre bens culturais, justificando sua seleção como patrimônio cultural e revelando a necessidade de sua proteção pelo poder público. A conceituação de patrimônio é dinâmica ao longo do tempo, e os inventários

contemplam diferentes estratégias para identificar e atribuir valor, pois são, ao mesmo tempo: “(...) produtos e produtores na construção de narrativas sobre determinados grupos sociais, territórios ou episódio histórico, que vão orientar seus procedimentos, a definição dos sujeitos envolvidos e o nível de complexidade dos dados a serem levantados” (MOTTA; REZENDE, 2016, p.2).

No caso do E1, o inventário é o momento de síntese de todos os levantamentos realizados, tanto históricos, quanto *in loco*, agrupando informações iconográficas, informações projetuais originais e medições atuais obtidas pelos meios digitais. Trata-se de um instrumento de mediação entre os levantamentos tradicionais e a elaboração do modelo, realizada de forma planejada. Nos levantamentos realizados para análise da edificação e sua documentação, pode-se verificar as seguintes situações, que foram reunidas num único documento em fase de elaboração:

- a) existência de informações parciais sobre o projeto original;
- b) dados imprecisos sobre a construção e finalização da obra;
- c) ausência de informações precisas sobre intervenções realizadas ao longo do tempo no edifício;
- d) intervenções para atualização das instalações de internet e ar-condicionado foram realizadas para atender a demanda sem um projeto global e algumas divisórias foram instaladas de forma improvisada;
- e) verificou-se a ausência de um plano para intervenções a médio e longo prazo no edifício, visando sua conservação e a implantação de medidas preventivas para impedir sua deterioração ou alteração.

Em cada um desses itens, há variações em relação aos dados disponíveis. No entanto, a disponibilidade de informações é condição necessária para se elaborar um modelo complexo com um nível de descrição dos atributos adequado de forma a permitir o gerenciamento da edificação. Caso contrário, o modelo se tornaria apenas uma maquete eletrônica com o registro da volumetria e seus dimensionamentos, ou seja, não seria possível desenvolver os estágios do seu ciclo de vida.

HBIM: SÍNTESE

O *Building Information Modeling*³ (BIM) está alterando os processos do setor da construção civil. Os processos de concepção, representação do projeto, construção

³ Denominado nas normas brasileiras como Modelagem da Informação da Construção.

e gestão, antes separados são unificados por meio de BIM, que rompe o campo da representação geométrica bi e tridimensional. Embora pensado para novas edificações, também tem sido aplicado na conservação, restauro e registro de edificações já construídas, incluindo as históricas (DEZEN-KEMPTER et al., 2015).

A modelagem BIM de edifícios históricos, como afirma Wu et al. (2013), assume um desenvolvimento “reverso” se comparado ao desenvolvimento de projeto de novos edifícios. Nesses, a modelagem normalmente é concebida para dar apoio ao processo de construção, e nos edifícios existentes, a modelagem acontece numa fase já avançada da vida da edificação.

Os ciclos importantes para se destacar em um modelo que busca identificar períodos históricos de vida do edifício, são comumente denominados: 1) *as design* (como projetado); 2) *as built* (como construído); e 3) *as is* (como está), fornecendo base para análise projetual, diagnósticos de conservação do bem e simulação de ações de intervenção e restauro (GROETELAARS, 2015). Essa aplicação tem recebido na literatura a denominação de HBIM, adotada quando o foco é o uso de BIM para o patrimônio cultural, possibilitando reunir informações coletadas nas etapas de levantamento em um único modelo parametrizado, inclusive registrando inconsistências entre documentos de projeto e a edificação existente.

Assim, o HBIM reduz a dispersão de informações, permite o compartilhamento entre os agentes de forma mais eficiente, ajuda a explicar o valor de um edifício e auxilia na conservação e manutenção, gerenciando as diferentes intervenções já realizadas e por vir, além de auxiliar a programar as ações rotineiras. Pode, também, colaborar na prevenção de riscos e simulações sobre o sistema estrutural e sobre propriedades de materiais (CUPERSCHMID et al., 2018).

Uma questão importante passa a ser o método para tomada de informações da obra edificada, em seus detalhes, para sua simulação. Neste caso, é necessário a integração de outras ferramentas que auxiliem na aquisição desses dados reais para posterior incorporação em modelo HBIM. O método tradicional de coleta de dados é mais moroso e por vezes impreciso, com uso de trenas e aferições manuais, que podem levar a erros.

A integração da fotogrametria digital com a técnica de SfM, como já mencionado, para geração de “nuvens de pontos”, embora resulte num produto simplificado e menos denso que o escaneamento a laser, proporciona levantamentos rápidos e com significativa precisão, permitindo o desenvolvimento do modelo, com custos

baixos. Por isso a combinação entre HBIM e levantamento por SfM é eficiente e precisa ser explorada. Propicia o registro de imperfeições no modelo geométrico incorporando o estado real do edifício. Na Imagem 04 verifica-se essa potencialidade, com a sobreposição da ortofotografia da fachada no corte.

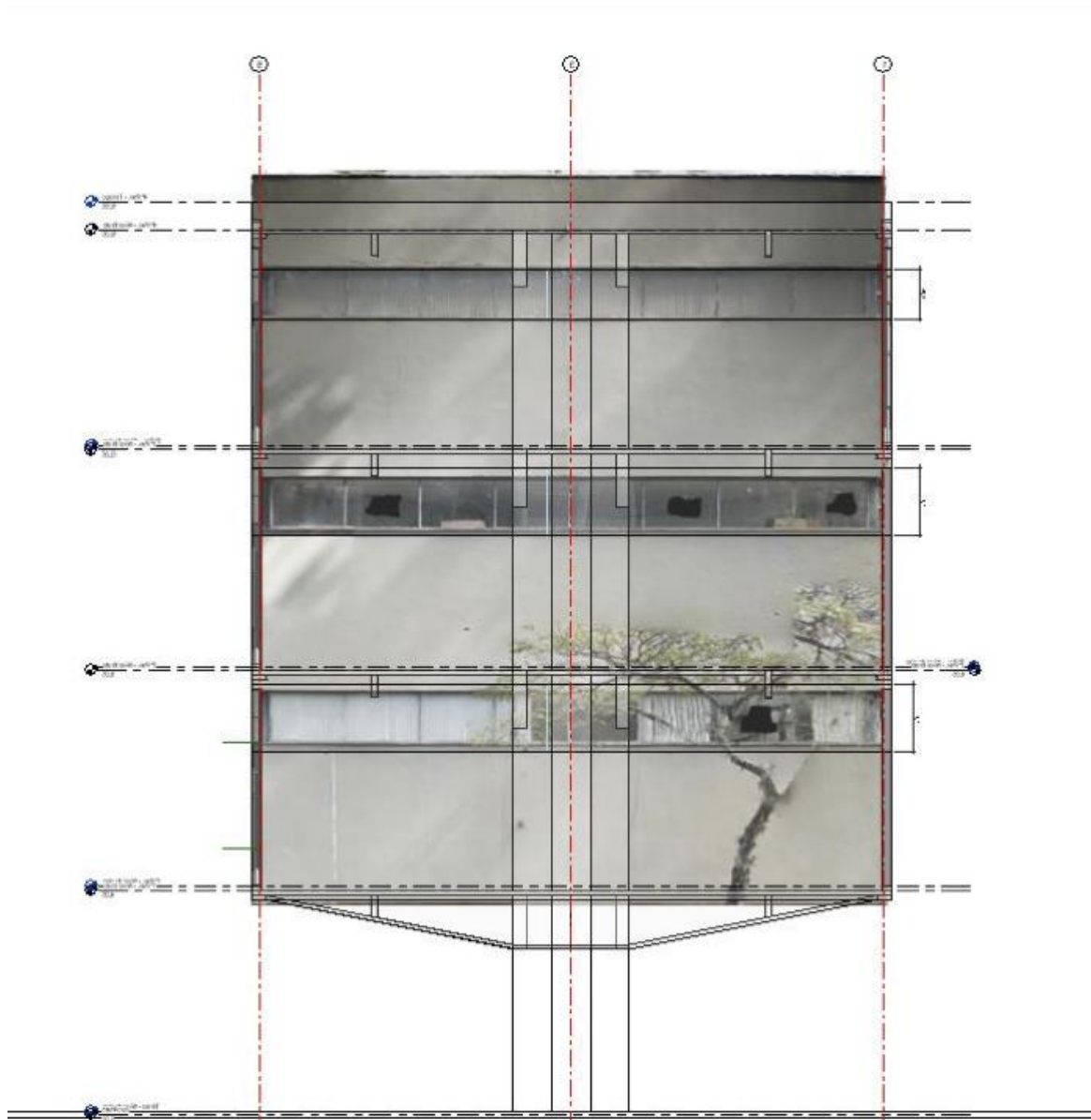


Imagem 04. Ortomosaico da Fachada Leste incorporado ao modelo BIM. Produção: Júlio César Franco Júnior, Heliara Aparecida Costa e Márcio Minto Fabrício, 2018.

A restituição fotogramétrica do E1 foi realizada por Franco Jr. et. al (2018) com *software* Agisoft Photoscan, empregando a técnica SfM, por um processo automático de correlação de imagens e geração de nuvens de pontos tridimensionais, contemplando três etapas: i) ajuste das imagens por coordenadas

geográficas das foto - nuvem de pontos densa; ii) segmentação da nuvem e malha texturizada; iii) ortomosaicos das fachadas da edificação (Imagem 04).

A modelagem BIM foi desenvolvida no software Autodesk Revit 2019. A modelagem *as-designed* foi realizada previamente à fotogrametria aérea, baseando-se na documentação levantada, de modo que os ortomosaicos resultantes foram incorporados ao modelo como entrada de dados para correções, incorporação de informações inexistentes e/ou inconsistentes e elaboração de modelo *as-is*.

A integração de modelos HBIM com modelos fotogramétricos podem garantir ao edifício já construído maior nível de precisão e, ao mesmo tempo, menor tempo no levantamento. No entanto, Denzem-Kempton et al. (2015) inferem que os métodos de reconhecimento de objetos frutos de levantamentos com tecnologias por varredura ainda estão em fase de solução, assim como o uso do HBIM para gestão e manutenção, mas sua junção parece promissora, merecendo pesquisas mais aprofundadas.

No caso do E1, os registros digitais foram iniciados pelo desenho, ainda em AutoCAD, do projeto arquitetônico, uma vez que os levantamentos para geração da nuvem de pontos ainda não haviam sido realizados. Os dados sobre os materiais especificados no projeto foram organizados para elaboração de um modelo que expressasse a filosofia da edificação e não apenas sua forma. Nesse sentido, a compreensão do edifício é entendida como uma etapa necessária para o planejamento do modelo. Isto para, posteriormente, gerar um modelo que possa ser utilizado para gestão da conservação do edifício.

Foi gerado um modelo contendo três momentos da edificação: o “*as built*” de 1954 (construção da primeira metade da edificação) e de 1957 (conclusão da edificação) e o “*as is*” de 2020 (com alterações incorporadas). O modelo “*as design*”, além de registrar o projeto original e nos auxiliar a compreender as intervenções realizadas no edifício, tem como principal objetivo gerar subprodutos para a educação patrimonial. No âmbito da graduação, o modelo pode ser utilizado como material didático para aulas e como ferramenta para o desenvolvimento de atividades. Para um público mais amplo, pode ser transposto para interfaces web e, assim, disponibilizado para escolas de ensino médio e básico, para auxiliar na conscientização sobre a necessidade de preservação de registros da nossa história, que constituem nossa própria memória social.

Nesse modelo, foram organizadas informações da geometria do edifício e para sua compatibilização com o projeto estrutural e com os projetos de instalações prediais. Tais projetos mostram o raciocínio dos projetistas e também como funciona a edificação. Essa é uma tarefa que foi executada com a colaboração pela Profa. Dra. Heliara Costa e pelo Ms. Júlio Franco, conforme resultado apresentados publicamente (FRANCO; COSTA; FABRÍCIO, 2018).

Já o modelo “*as is*” é um desafio maior, pois desafia as características do *software* e nos impulsiona a trabalhar com outras tecnologias de registro por meio de nuvens de ponto, para a compreensão das imperfeições e patologias do edifício.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o E1 seja um edifício singular, que avança em relação às pesquisas de industrialização das construções, é o edifício mais significativo do Campus e um dos mais significativos da USP, continua não protegido legalmente. Como o E1, há um grande e variado acervo espalhado em praticamente todo território nacional. São edifícios de diferentes portes e finalidades, grande parte construída com a utilização de estruturas de concreto armado, que hoje ultrapassam os cinquenta anos de vida útil, prazo que pode ser considerado como um marco para intervenções de reparo e conservação, sendo que as patologias para esse tipo de construção não foram suficientemente estudadas.

Há uma necessidade clara e urgente de documentação e valorização dos bens arquitetônicos de interesse histórico e cultural. No Brasil, o descaso cotidiano com o patrimônio tem acarretado a demolição de exemplares de interesse histórico não protegidos, sem nenhum registro. Esse descaso se reflete também, em tragédias como desabamentos e incêndios como recentemente ocorridos no Brasil e no mundo.

Os resultados dos levantamentos históricos e *in loco*; assim como a sistematização dessas informações num inventário permitiu a elaboração de um modelo digital, produzido em HBIM, que utiliza também imagens, como síntese do processo está em fase de pesquisa. No entanto, já demonstra, apesar de inúmeras dificuldades, as potencialidades na associação de metodologias e tecnologias de trabalho até então situadas em campos disciplinares distintos, como teoria e história da arquitetura, coordenação de projetos, HBIM, tecnologia e patologia das construções.

O estudo colabora com o debate acerca da preservação e utilização de tecnologias digitais para documentação de edificações, com o intuito de estruturar uma metodologia que contribua para a elaboração de modelos HBIM. Contribuí, ainda, para a valorização do patrimônio moderno, colaborando no esforço conjunto de documentar o extenso acervo moderno existente no país e disseminando o uso das novas tecnologias no meio profissional e acadêmico.

REFERÊNCIAS

- ACRÓPOLE. "Escola de Engenharia de São Carlos". Acrópole, São Paulo, n. 249. p.: 324- 329, jul-ago.1959.
- ARAUJO, Claudia Gomes de. Arquitetura e Cidade na obra de Ernest de Carvalho Mange. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos. **Dissertação (Mestrado)**. São Carlos: USP, 2004.
- AZEVEDO, Paulo Ormino. **Por um inventário do patrimônio cultural brasileiro**. Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, n. 22, 1987.
- BAPTISTA, A. V. S. Inventário Arquitetônico - Importância e desdobramentos na FIOCRUZ. In: **Anais do IV Congresso Internacional na 'Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios'**, 2015, Rio de Janeiro.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 5 de outubro de 1988. Brasília/DF: 1988.
- CAMPOS, Yussef Daibert Salomão de. O inventário como instrumento de preservação do patrimônio cultural: adequações e usos (des) caracterizadores de seu fim. **Revista CPC**, São Paulo, n.16, maio/out. 2013.
- CERÁVOLO, Ana Lúcia Paulo de Camargo e Almeida: Arquitetura Total na trajetória de um arquiteto brasileiro. **Dissertação (Mestrado)**, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2000.
- DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER, A.V. Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124 , jul./dez. 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710>.
- FABRÍCIO, Márcio Minto. Industrialização das construções: revisão e atualização de conceitos. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 20, n. 33, 2013, pp. 228-248.
- FRANCO JÚNIOR, Júlio César; COSTA, Heliara Aparecida; FABRÍCIO, Márcio Minto; "BIM and Aerial Photogrammetry: building documentation of E1 - USP São Carlos", p. 574-580 . **Anais SIGraDi**. São Carlos, 2018. Disponível em <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/sigradi2018/1646.pdf>.. Acesso em 07/02/2019.
- 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)**. Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.
- HABITAT. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. **Revista Habitat**, São Paulo, n. 33, ago., 1956, pp. 44-9 (separata).
- LIMA, João Filgueiras. **Arquitetura, uma experiência na área de saúde**. São Paulo: Romano Guerra, 2012.
- MARTINS, Carlos A. Ferreira. Identidade Nacional e Estado no projeto Modernista. Modernidade, Estado e Tradição. In: GUERRA, Abílio (Org.). **Textos Fundamentais sobre História da Arquitetura Moderna Brasileira: parte 1**. 1ª ed. São Paulo: Romano Guerra, 2010b. v. 2, p. 279-297.
- MINDLIN, Henrique. **Arquitetura moderna no Brasil**. Rio de Janeiro: Aeroplano,. 1999.

MIRANDA, Marcos Paulo de Souza. O inventário como instrumento constitucional de proteção ao patrimônio cultural brasileiro, 2008. **Sítio Jus.com.br**. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/11164/o-inventario-como-instrumento-constitucional-de-protecao-ao-patrimonio-cultural-brasileiro> . Acesso em: 27/02/2020.

MIYASAKA, E. L. ; LUKIANTCHUKI, M. A. ; CAIXETA, M. C. B. F. ; FABRICIO, M. M. . Arquitetura e Industrialização das Construções através do percurso de João Filgueiras Lima - Lelé. **REVISTA DE ARQUITECTURA**, v. 18, 2016, p. 56-66.

MOTTA, Lia; REZENDE, Maria Beatriz. Inventário. In: GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (Orgs.). **Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2016. Disponível em <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Inventário%20pdf.pdf>. Acesso em 13 de agosto de 2018.

NOBRE, Ana Luiza. Módulo só. O Edifício E1, em São Carlos, de Ernest Mange e Hélio Duarte. **Revista RISCO**, ed. 5, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/risco/article/download/44687/48310>>. Acesso em: 19/07/2020.

NOSELLA, P.; BUFFA, E. **Escola de Engenharia de São Carlos**. Os primeiros tempos: 1948-1971. São Carlos: EDUFSCAR, 2000.

RAGONHA, Jéssica; VIZIOLI, Simone Helena Tanoue. O modelo tridimensional físico e seu papel na educação patrimonial. **Anais GRAPHICA**, Florianópolis (SC), 2013. Disponível em [https://studylibpt.com/doc/3110684/o-modelo-tridimensional-f%C3%ADsico-e-seu-papel-na-educa%C3%A7%C3%A3o-pa...](https://studylibpt.com/doc/3110684/o-modelo-tridimensional-f%C3%ADsico-e-seu-papel-na-educa%C3%A7%C3%A3o-patrimonial) Acesso em 07/02/2019.

TRUZZI, O. M. S. **Café e indústria - São Carlos: 1850-1950**. 2a ed. São Carlos: EdUFSCar, 2000.

VASCONCELLOS, Augusto Carlos de. **O Concreto no Brasil**. vol.3: Pré-fabricação, Monumentos, Fundações. São Paulo, Studio Nobel, 2002.