

**Metodologia de modelagem paramétrica do patrimônio edificado: uma  
revisão sistemática do HBIM**

*Parametric modeling methodology for built heritage: a systematic review of HBIM*

**Beatriz Chacon Gallo**

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Bolsista CNPQ, Campus Cuiabá  
beatriz.gallo@ufmt.br

**Luciane Cleonice Durante**

Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFMT  
luciane.durante@ufmt.com

**Patrícia da Silva Fiuza Pina**

Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFMT  
patricia.pina@ufmt.br

**André Marques de Mello Campos**

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para  
Inovação – PROFNIT  
camposamm@gmail.com

**Karyna de Andrade Carvalho Rosseti**

Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFMT  
karyna.rosseti@ufmt.br

## RESUMO

O HBIM (*Heritage Building Information Modeling*) permite a elaboração de documentação detalhada de informações de métodos construtivos, materiais, e estado de conservação de edifícios históricos tombados, em um meio de modelagem 3D passível de interoperabilidade. A riqueza de detalhes contida dentro de um modelo HBIM facilita o trabalho de conservação de patrimônio edificado à medida que sistematiza informações geométricas dos componentes estruturais e estéticos do imóvel, como exemplo as bibliotecas de objetos de mesma família paramétrica, ou seja, esquadrias, paredes de alvenaria vernaculares, forros, pisos, entre outros elementos com suas particularidades individuais relevantes para a caracterização das construções. Esta revisão sistemática foi realizada com o objetivo de identificar as informações que devem estar contidas na modelagem paramétrica de um gêmeo digital de edifícios tombados, bem como os métodos de levantamento que têm sido praticados em HBIM. A metodologia da revisão sistemática de literatura foi utilizada com publicações na língua portuguesa, inglesa e espanhola, no período dos últimos nove anos. Foram obtidos resultados apresentando a relevância da parametrização de informações construtivas dessas edificações à medida que os dados contidos nas famílias paramétricas HBIM documentam o processo construtivo das mesmas, guardando, desse modo, a história e memória materializada por meio do patrimônio edificado.

**PALAVRAS-CHAVE:** famílias paramétricas. conservação patrimonial. gêmeo digital.

## ABSTRACT

*HBIM (Heritage Building Information Modeling) enables the creation of detailed documentation on construction methods, materials, and the conservation status of listed historical buildings within an interoperable 3D modeling environment. The richness of detail embedded in an HBIM model facilitates heritage conservation efforts by systematizing geometric data on structural and aesthetic components of the building. Examples include parametric object libraries of the same family, such as windows, vernacular masonry walls, ceilings, floors, and other elements with their individual characteristics, which are essential for the building's historical representation. This systematic review was conducted to identify the key information that should be included in the parametric modeling of a digital twin for listed buildings, as well as the surveying methods commonly used in HBIM. The methodology involved a systematic literature review of publications in Portuguese, English, and Spanish from the last nine years. The results highlight the importance of parameterizing construction-related data in these buildings, as the information stored in HBIM parametric families documents their construction processes, thereby preserving the history and materialized memory of built heritage.*

**KEYWORDS:** *parametric families. heritage conservation. digital twin.*

## 1 INTRODUÇÃO

No âmbito da indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AEC&O), desenvolveu-se o BIM (*Building Information Modeling*), uma forma de modelagem de edifícios baseada no procedimento de análise, comunicação e produção de padrões de construção, constituindo um processo projetual com interoperabilidade, ou seja, duas ou mais plataformas conseguem se comunicar, facilitando assim o fluxo de trabalho entre diversos softwares. O uso destes programas possibilitou uma redução de erros projetuais, conforme facilita a comunicação de informações, além de uma melhor visualização no ponto de vista macro e micro espacial do projeto, trazendo melhoramentos para a gestão do mesmo (Dezen-Kempton, 2015).

O HBIM (*Heritage Building Information Modeling*), toma como base os mesmos princípios e elementos do BIM, porém, tem sua utilização destinada à documentação e conservação de edifícios históricos. A fim de se obter um modelo fiel do imóvel estudado, é necessário um levantamento detalhado, elaborando um mapeamento digital para posterior elaboração do mapa de danos (Rodrigues, 2023). Dentro da modelagem paramétrica do patrimônio histórico construído existe o mapa de danos, consistindo na documentação da localização, tamanho e caráter de danos e patologias dentro do modelo do gêmeo digital da edificação, que parametriza as informações necessárias para o entendimento do estado de conservação o qual a edificação se encontra (Silva; Cuperschmid, 2022)

Nos softwares HBIM, existem as famílias paramétricas de objetos, um elemento facilitador do modelo digital conforme organiza os elementos e materiais construtivos do patrimônio edificado. Esses elementos podem ser paredes, esquadrias, pisos, forros, entre outros. Pelo fato de as edificações já terem em sua maioria uma idade avançada, esses elementos históricos nem sempre estão contidos nas bibliotecas padrão, sendo necessária a criação manual individual no programa (Vale *et al.*, 2020).

Por tratar-se de imóveis que, em sua maioria, já sofreram deterioração de caráter natural e antrópico, são enfrentadas dificuldades inexistentes na modelagem de edificações novas, como a representação de rachaduras, infiltrações, trincas, descolamento de pintura ou rejunte, entre outros. Além disso, ao englobar dados geométricos, físicos e de identidade de suas próprias partes, os modelos de edificações patrimoniais elaborados em HBIM requerem muita atenção ao representar com a maior fidedignidade possível os detalhes contidos dentro do mapa de danos do imóvel, ou seja, o mapeamento geral de áreas com estrutura ou superfície comprometida em seus gêmeos digitais, com especificações da natureza destes danos.

Os dados requeridos para um modelo em HBIM nem sempre são facilmente coletados, em momentos, faz-se necessária a abertura de janelas de prospecção, ou seja, uma “escavação” superficial em áreas como paredes ou pisos, possibilitando a coleta de informações acerca dos materiais utilizados na composição desses elementos, assim como seus procedimentos construtivos, viabilizando uma modelagem completa em detalhes (IPHAN, 2005).

Diante disso, o objetivo deste artigo é identificar as informações que devem estar contidas na modelagem paramétrica de um gêmeo digital de edifícios tombados, bem como os métodos de levantamento que têm sido praticados em HBIM.

## 2 MÉTODO

A pesquisa foi realizada por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), elaborada a fim de identificar, avaliar e sintetizar produções acadêmicas acerca de uma questão norteadora específica. Esta metodologia é categorizada enquanto sistemática pelo fato de haver um modelo a ser seguido, com o objetivo de organizar o estudo de uma forma que venha a facilitar o acesso às informações coletadas, sendo assim uma espécie de passo a passo para a obtenção desses dados (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2014).

O tema de interesse da presente revisão trata-se da utilização de HBIM (*Heritage Building Information Modeling*) em edificação do Centro Histórico de Cuiabá, com a qual pretende-se responder às seguintes questões: quais métodos e tecnologias disponíveis para levantamento da geometria de edificações históricas? E quais informações são relevantes ou devem estar contidas nas famílias HBIM?

As bases de buscas foram o Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), PARC - UNICAMP (Pesquisa em Arquitetura e Construção - Universidade Estadual de Campinas) e Scopus.

A busca inicial pelos descritores “HBIM” e “BIM” nos bancos de dados abrangeu estudos, em sua maioria, fora do foco da pesquisa. Dessa forma, adotaram-se os seguintes descritores em português: “HBIM” and “Brasil”, “HBIM” and “Brasil”, and “patrimônio”, “HBIM” and “patrimônio”, “modelagem” and “BIM” and “BIM” and “patrimônio”. Com os descritores “famílias” and “paramétricas” and “BIM” and “famílias” and “HBIM” foram encontrados poucos textos, porém, com maior foco nas questões problema.

Os trabalhos foram pré-selecionados a partir da análise crítica de seus títulos e resumos disponíveis. Logo após, para seleção das publicações, adotaram-se as recomendações de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2014), com a intenção de avaliar a conformidade com os requisitos de qualidade da execução, adequação à questão da revisão e adequação ao foco da revisão, apresentados no Quadro 1. Em sequência à leitura dos textos pré-selecionados, foi feita uma classificação dos mesmos, para que se qualifica diante da continuidade da pesquisa (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2014). O critério de inclusão e exclusão foi implementado da seguinte forma: apenas aqueles trabalhos que viessem a apresentar avaliação alta dentre os requisitos de qualidade ponderada foram incluídos, conforme o Quadro 2.

Quadro 1– Critérios para avaliação das dimensões da qualidade dos estudos utilizados na revisão sistemática.

Dimensão / Qualidade	Qualidade da execução do estudo	Adequação à questão da revisão	Adequação ao foco da revisão
Alta	O trabalho atende aos padrões demandados para o tema em estudo.	O trabalho abrange o objeto de estudo da revisão sistemática.	O trabalho apresenta conteúdos imprescindíveis aos definidos para a revisão.
Média	O trabalho apresenta lacunas em relação aos padrões demandados para o tema em estudo.	O trabalho abrange parcialmente o objeto de estudo da revisão sistemática.	O trabalho apresenta conteúdos similares aos definidos para a revisão.
Baixa	O trabalho apresenta inconformidades em relação aos padrões demandados para o tema em estudo.	O trabalho abrange parcialmente o objeto de estudo da revisão sistemática.	O trabalho apresenta conteúdos distintos aos definidos para a revisão.

Fonte: Adaptado de Dresch; Lacerda; Antunes Junior, 2014

Quadro 2– Critério ponderação da qualidade das fontes para inclusão no estudo

Qualidade da execução	Adequação à questão da revisão	Adequação ao foco da revisão	Critério de qualidade ponderada
<b>Alta</b>	<b>Alta</b>	<b>Alta</b>	<b>Alta</b>
<b>Alta</b>	<b>Alta</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>
<b>Média</b>	<b>Alta</b>	<b>Alta</b>	<b>Alta</b>
<b>Alta</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>	<b>Alta</b>
Alta	Média	Média	Média
Média	Média	Média	Média
Média	Baixa	Média	Média
Média	Baixa	Baixa	Baixa
Média	Média	Baixa	Baixa
Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Baixa	Média	Média	Baixa
Baixa	Média	Baixa	Baixa

Fonte: Adaptado de Dresch; Lacerda; Antunes Junior, 2014

A análise dos estudos selecionados com ponderação alta de critérios deu-se pela leitura integral dos trabalhos, buscando identificar os métodos de levantamento da geometria das edificações históricas, assim como dados acerca do uso de famílias paramétricas de objetos na modelagem HBIM e seus componentes.

### 3 RESULTADOS

Dentre 22 fontes pré-selecionadas na língua portuguesa, inglesa e espanhola (Quadro 3), Menegon e Isatto. (2023), Froner *et al.*, (2024), Rodrigues (2023) e Cuperschmid (2019) foram os selecionados na língua inglesa, e Velastegui-Cáceres *et al.*, (2024), na língua espanhola. Após os critérios de inclusão e exclusão terem sido aplicados aos trabalhos, restaram 16 textos que compuseram a base de referências à pesquisa (Quadro 3).

Após a seleção, foi feita a leitura analítica dos 16 textos visando responder as questões norteadoras do artigo acerca dos métodos e tecnologias disponíveis para o levantamento da geometria de edificações históricas, assim como a identificação de informações sobre a quais informações relevantes devem estar contidas nas famílias de objetos paramétricos HBIM.

Quadro 3– Publicações pré-selecionadas

Referência	Ano	Tipo	Qualidade ponderada
Dezen-Kempton, 2015	2015	Artigo	Alto
Canuto <i>et al.</i> 2016)	2016	Artigo	Alto
Cuperschmid <i>et al.</i> 2019	2019	Artigo	Alto
Cogima <i>et al.</i> 2020	2020	Artigo	Alto
Canuto; Salgado 2020	2020	Artigo	Alto
Gallo <i>et al.</i> 2020	2020	Artigo	Alto
Paiva, 2021	2021	Artigo	Médio
Ibeiro; Simonini, 2021	2021	Relato	Baixo
Costa <i>et al.</i> 2021	2021	Artigo	Alto
Oliveira; Kalb, 2021	2021	Artigo	Baixo
Silva, 2021	2021	Dissertação	Alto
Vale <i>et al.</i> 2022	2022	Artigo	Alto
Mascaro; Durante, 2022	2022	Artigo	Alto
Silva; Cuperschmid, 2022	2022	Artigo	Alto
Vanini <i>et al.</i> 2023	2023	Museu	Alto
Menegon; Isatto, 2023	2023	Artigo	Alto
Rodrigues, 2023	2023	Dissertação	Alto
Martins, 2023	2023	Dissertação	Alto
Ribeiro, 2023	2023	Dissertação	Médio
Rodrigues <i>et al.</i> 2023	2023	Artigo	Alto
Froner <i>et al.</i> 2024	2024	Artigo	Médio
Velastegui-Cáceres <i>et al.</i> 2024	2024	Artigo	Médio

Fonte: Autoria Própria.

A tecnologia HBIM, apesar de sua relevância e utilidade, não possui ainda seu fluxo de trabalho convencionado ou amplamente sistematizado. Diante disso, as publicações capazes de responder com riqueza de detalhes todas as questões contempladas neste artigo foram de Vale *et al.* (2022), Canuto *et al.* (2016), Dezen-Kempton (2015), Costa *et al.* (2021), Silva (2021) e Martins (2023).

Segundo o trabalho de Vale *et al.* (2022), existem três grupos de famílias paramétricas contempladas no programa de *software Autodesk Revit*, a saber: as famílias de sistemas, que são nativas do programa; as famílias carregáveis, que são disponibilizadas por fabricantes ou bibliotecas digitais de modelos BIM e as famílias locais (também chamadas “*in place*”), elaboradas de forma manual, geralmente em casos de elementos específicos das edificações, como esquadrias, pisos e paredes vernáculas que requerem maior detalhamento.

Para o produto da modelagem do prédio Solar da Beira em Belém/PA (Figuras 1 e 2), Vale *et al.* (2022) utilizaram famílias de sistemas para componentes estruturais como vigas e pilares (Figura 3), famílias carregáveis para detalhes hidráulicos, portas e divisórias presentes no banheiro e famílias do local para esquadrias ricas em detalhes (Figura 4).

Figura 1 - Perspectivas do Solar da Beira



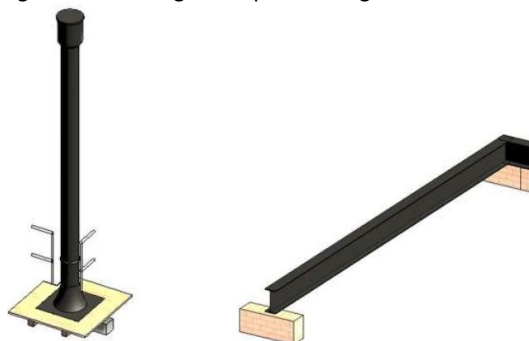
Fonte: Vale *et al.*, 2022

Figura 2 - Cortes do Solar da Beira



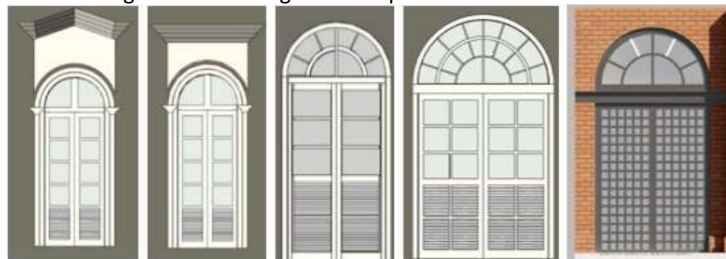
Fonte: Vale *et al.*, 2022

Figura 3 - Modelagem de pilares e vigas do Solar da Beira



Fonte: Vale *et al.*, 2022

Figura 4 - Modelagem de esquadrias do Solar da Beira



Fonte: Vale *et al.*, 2022

Os autores apresentam um método de levantamento das informações geométricas que difere das mais amplamente utilizadas. Neste estudo, foi abordado o uso de plantas baixas, detalhamentos arquitetônicos como únicas fontes de dados para modelagem 3D da estrutura, sendo assim o único trabalho que utilizou este método. Pelo fato das edificações históricas, majoritariamente, não possuírem uma base de dados arquitetônicos de fácil acesso, os

levantamentos digitais são mais utilizados, além de serem mais fiéis ao estado de conservação da construção.

Em sua maioria, são abordadas as seguintes formas de levantamento geométrico das edificações: escaneamento 3D a laser e fotogrametria (Dezen-Kempter, 2015). Em alguns casos, é utilizada também a fotografia, em função de comparação com dados digitais, como citado por Vale et al. (2022). Os métodos digitais consistem em sistemas automáticos tridimensionais de levantamento do objeto móvel ou imóvel, com a emissão de ondas para obtenção da informação dessas superfícies.

Os processos implicados no levantamento por escaneamento e fotogrametria são detalhados por Mascaro e Durante (2022). O escaneamento 3D a laser apresenta vantagens quanto à precisão, resolução, geração de dados 3D e modelagem quando comparado à fotogrametria. Apesar disso, os altos custos envolvidos no escaneamento referente à mão de obra especializada e à necessidade de equipamentos de ponta atualizados com certa frequência, podem inviabilizar uso amplo desse método, sendo assim a fotogrametria um meio mais acessível, além de requerer menos habilidade para uso e portabilidade facilitada (Klein et al. 2012, p. 163; Cogima, et al. 2020; Dezen-Kempter, 2015)

Ambos os meios de levantamento citados resultam em uma nuvem de pontos, ou seja, um arquivo com a varredura final realizada a partir do escaneamento 3D a laser ou fotogrametria, posteriormente modelado em um software BIM. Na nuvem de pontos, é possível identificar os danos e patologias da edificação, sendo o modelo digital fiel ao estado de conservação do patrimônio, subsidiando a elaboração do mapa de danos.

Cuperschmid et al. (2019), Martins (2023), Rodrigues, (2023), Silva (2021), Mascaro e Durante (2022), Silva e Cuperschmid (2022) e Menegon e Isatto, (2023) apontam a relevância da parametrização das informações do dano no gêmeo digital da edificação, conforme documentam as patologias construtivas. São contempladas no mapa de danos informações como infiltrações ascendentes e descendentes, áreas queimadas, descolamento de reboco, descolamento de pintura, buracos no forro, desabamentos, trincas, entre outros. Este mapa, além de valioso material documental, é um facilitador na elaboração de uma intervenção conservacionista no patrimônio, delimitando e apontando os reparos necessários para manutenção (Menegon; Isatto, 2023).

Vanini et al. (2023) cita o *software Rhino 3D*, utilizado para modelagem da programação visual do Museu Republicano “Convenção de Itu” em Itu/SP, e o Grasshopper, para desenvolvimento das famílias de objetos paramétricos. O desenvolvimento das famílias fora do programa de modelagem *Rhino* possibilita a alteração dos parâmetros dos objetos de forma individual, fazendo pequenas alterações dentro de cada um, conforme as mudanças pontuais no estado de conservação. Dessa forma, a modelagem se mantém com a maior autenticidade possível em comparação ao seu gêmeo físico.

No texto de Cogima et al. (2020), é feita uma minuciosa explicação da modelagem HBIM da Igreja da Pampulha, em Belo Horizonte/MG (Figura 5) com uso dos programas: PhotoModeler (para geração da nuvem de pontos a partir do escaneamento a laser 3D junto de fotos aéreas) e Pix4D (mapeador de imagens), ambos para processamento do levantamento geométrico da construção. Para o escaneamento a laser foi utilizado o *software Scene*, juntando

as varreduras em um único sistema de coordenadas. Para alinhamento das nuvens híbridas do *PhotoModeler* e *Pix4D*, utilizou-se o *CloudCompare*. Por fim, na modelagem HBIM, o programa *Recap PRO* exportou a nuvem de pontos para o *AutoCAD*, criando recortes e extraindo arestas das paredes, e posteriormente, esta foi exportada para o *Autodesk Revit*, fazendo o modelo 3D final. Analisando o produto, é clara a qualidade do modelo gêmeo digital, com detalhes rigorosos e completos, sendo assim um exemplar documentação de patrimônio histórico construído.

Figura 5 - Perspectivas do modelo final da Igreja da Pampulha



Fonte: Cogima *et al.*, 2020

No trabalho de Canuto *et al.* (2016), é citado o uso de tecnologias viabilizadoras de visualizações simultâneas dos ambientes, podendo ser uma Realidade Virtual (RV), com caráter imersivo, ou Realidade Aumentada (RA), semi-imersivo. A Realidade Virtual consiste na simulação computacional, permitindo uma interação imersiva do indivíduo com o ambiente. Esta tecnologia faz uso de uma espécie de capacete com uma tela à altura dos olhos, contribuindo para a experiência de imersão do usuário. A Realidade Aumentada toma como base a transposição dos objetos virtuais sobre o espaço real, dessa forma, torna-se uma tecnologia de caráter mais sutil quando comparada à RV. Ambas as simulações utilizam de um modelo 3D do ambiente, com o exato princípio dos modelos técnicos de uso tradicional. A utilização deste meio torna-se extremamente proveitosa no âmbito da educação patrimonial, ao passo que possibilita um entendimento dinâmico e divertido da história do patrimônio construído ao público geral, sendo assim uma ferramenta que pode vir a acrescentar na proteção e conservação de prédios tombados, além de seu uso na área do turismo, como museus. Existem iniciativas realizadas em função da popularização e diminuição do custo dos equipamentos necessários para a RV e RA, como o *Google CardBoard* (Figura 6), um óculos para Realidade Virtual cujo material é de papelão, o modelo é disponibilizado na internet, após montado, é acoplado um celular *SmartPhone* para seu uso.

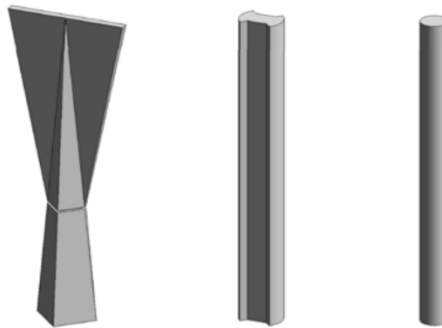
Na modelagem de edifícios com singularidades estéticas e estruturais, faz-se necessária a criação de famílias de objetos paramétricos como a citada por Vale *et al.* (2022) e Gallo *et al.* (2020), nos quais foram modelados dentro das famílias locais (elaboradas manualmente) do *software Autodesk Revit*, os pilares em concreto armado do edifício Vilanova Artigas, sede da FAU-USP. Para a modelagem de três pilares distintos (Figura 7), utilizaram-se dados geométricos que constam no projeto de fôrmas do referido edifício. O uso desses objetos de desenvolvimento próprio do autor é importante para que se mantenha a autenticidade ao edifício original.

Figura 6 - Óculos de Realidade Virtual Google CardBoard



Fonte: Canuto *et al.*, 2016

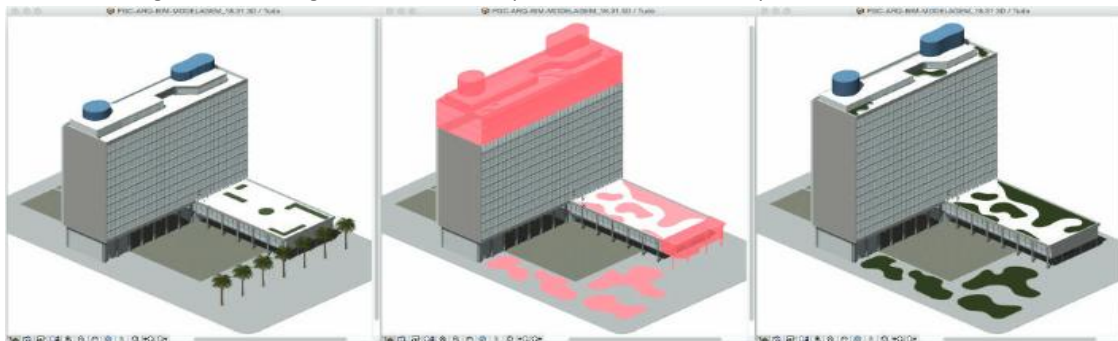
Figura 7: Famílias paramétricas desenvolvidas para os pilares do edifício Vilanova Artigas.



Fonte: Gallo *et al.*, 2020

Canuto e Salgado (2020), em seu estudo de caso do modelo gêmeo digital do Palácio Gustavo Capanema no Rio de Janeiro/RJ, utilizaram a modelagem em BIM do patrimônio não só para a produção do modelo do edifício com o estado de conservação atual, mas, também, para a realização de modelos que documentam as mudanças sofridas pelo edifício ao longo dos anos, com suas fases construtivas históricas como uma linha do tempo (Figura 8). A base principal de dados arquitetônicos foram plantas baixas 2D do *software AutoCAD*. Para elementos pontuais, foi utilizada a fotogrametria, medição direta do espaço e a ferramenta de gestão de atividades em projetos complexos, *Design Structure Matrix (DSM)*. O modelo feito no *software Archicad* possui famílias de objetos paramétricos utilizados exclusivamente para elementos que carecem de uma maior conservação e detalhamento diante de sua especificidade e relevância para a documentação do edifício, dentre eles os brise-soleil, as esquadrias, os acabamentos da fachada e a parede de tijolo de vidro (Figura 9).

Figura 8 - Modelagem da linha do tempo do Palácio Gustavo Capanema, de 1937 a 1945



Fonte: Canuto; Salgado, 2020

Figura 9 - Parede de tijolo de vidro e brise-soleil



Fonte: Canuto; Salgado, 2020

A modelagem da escada externa do Edifício E1 no Campus da USP, em São Carlos, registrada por Costa *et al.* (2021) teve como material para levantamento trenas métricas em fita de aço, fotogrametria gerada por *SmartPhone* e registros fotográficos simples. Para modelagem BIM 3D, utilizou-se o *software Autodesk Revit*. Para modelagem inicial da estrutura dos pisos, espelhos e patamares da escada monolítica, utilizou-se a família de sistemas, nativa do *Revit*. Para o patamar piramidal, foi implementada a família carregável, já para as diferenças de alturas entre os degraus, foi necessário uso de famílias locais, atendendo às particularidades do estado de conservação do objeto de estudo. No Quadro 4, é possível identificar as caracterizações na utilização de cada família paramétrica dentro do programa BIM e, no Quadro 5 são notadas as potencialidades e limitações enfrentadas durante a produção do gêmeo digital com objetos parametrizados.

A partir da análise de ambos os quadros, entende-se de forma simplificada os pontos positivos encontrados na modelagem paramétrica dentro do *software Autodesk Revit*, porém, de forma complementar, são apontadas as dificuldades de representação do mesmo. Desta forma, a busca por tecnologias e métodos de modelagem otimizados se faz necessária, ao passo que a tecnologia HBIM ainda não foi amplamente explorada.

Quadro 4- Características das Famílias BIM no *software Autodesk Revit*

Tipo	Descrição	Componentes
Famílias de Sistema	São predefinidas, com limitações nas possibilidades de alteração. Parâmetros fixos, sem possibilidade de adição de novos ou exclusão dos existentes. Constituem configurações de sistemas que compõem a maioria dos projetos desenvolvidos no software. Neste tipo de família não é possível salvar o arquivo fora do <i>software</i> de origem para o uso em outra finalidade. Também não é possível criar "do zero" ou excluir uma família de sistema, apenas duplicá-las para modificar alguns parâmetros de gerar certo grau de personalização. Não é possível hospedar outros tipos e elementos para compor famílias personalizadas.	Elementos de configuração que afetam o ambiente de projeto como níveis, eixos, folhas de desenho técnico, janelas com vistas ( <i>viewports</i> ). Elementos básicos da construção como paredes, telhados, lajes, pisos, escadas e dutos.
Famílias Carregáveis	Estas são altamente modificáveis devido à variedade de personalização dos produtos disponíveis para construção civil. Neles os arquivos possuem extensão ".rfa" e podem ser salvos eternamente, separados do arquivo principal do projeto, para que sejam carregadas de acordo com a necessidade de cada modelo virtual. A composição pode apresentar diversas variações dentro de uma mesma família, que são chamados de tipos. Como exemplo, cria-se uma família de janela de correr e múltiplos tipos dentro da mesma família como janela de correr com 2 folhas, 3 folhas, 4 folhas, com variações de acabamentos, dentre outros.	Elementos de anotação personalizados para a representação dos desenhos técnicos como blocos de margens, símbolos e carimbos. Elementos da construção que possuem características dos seus fabricantes como: janelas, portas, mobiliário, dentre outros.
Famílias no Local	São caracterizadas por elementos criados no contexto de um projeto específico. O princípio de modelagem parte de geometrias dentro do arquivo de projeto, ajustando as dimensões de acordo com a necessidade. Quando criadas, o software gera um elemento no local onde foi modelado, contendo um único tipo de família. Esse processo exige grande esforço de modelagem dependendo da complexidade da geometria. É a família mais usada para elementos que não são aproveitados posteriormente em outros projetos, por serem modelados relacionando-se com elementos de um projeto atual. Não são famílias compartilháveis externamente.	Qualquer elemento com características únicas dentro de um projeto como: como exemplo, um conjunto de prateleiras que preenchem um espaço entre paredes.

Fonte: Costa *et al.*, 2021

Quadro 5- Síntese dos resultados dos três processos de modelagem BIM

Tipos	Possibilidades	Limitações
Família de Sistemas	Preserva as características automatizadas (como cálculos dos degraus e ajustes normativos de acessibilidade); o ajuste automático da escada nos pavimentos é facilitado, mesmo havendo diferença na altura entre níveis. A representação em planta baixa é automatizada. É possível a hospedagem do guarda-corpo automatizado na escada.	Não é possível editar a forma do patamar, somente os parâmetros de altura, largura e espessura. Desse modo, não há como representar formas geométricas diferenciadas, como o formato piramidal que a escada estudada apresenta.
Modelagem Composta	Foi possível executar a geometria piramidal característica do patamar e adicionar informações textuais nos atributos (como estado de conservação e patologias aferidas em vistas). Nos degraus mantém-se a hospedagem automatizada do guarda-corpo e elementos de representação do desenho na planta baixa.	Não é possível adicionar informações textuais nos atributos dos lances de escada (por se tratar de uma família de sistemas que não permite a adição de campos de informações). A representação do desenho em planta baixa não é correta. Existe a inconveniência de lidar com dois componentes isolados no projeto para compor a escada, enquanto a lógica do sistema remete a um único elemento.
Família no Local	É o mais flexível disponível no software, permitindo geometrias diversificadas, elementos complementares (como a grelha) e a inserção de diversos parâmetros (como espessura de degraus, altura, largura, patamar e restrições associadas ao dimensionamento dos elementos). Possibilita a adição de campos para anotação de atributos textuais (patologias, estado de conservação, etc).	O software identifica o elemento como um modelo genérico, não carregando parâmetros automatizados disponíveis nas famílias de sistema (como a hospedagem de guarda-corpo), exigindo modelagem manual. A representação gráfica na planta baixa também não é automatizada, demandando inserção manual de anotações.

Fonte: Costa *et al.*, 2021

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sistematização e disseminação de informações acerca das diferentes formas de documentação do patrimônio histórico construído a partir do método de modelagem HBIM apresenta-se como uma ferramenta de alta utilidade conforme parametriza dados construtivos históricos relevantes para a compreensão dessas edificações.

Os métodos de levantamento geométrico digital das construções históricas mais utilizados, sendo eles o escaneamento a laser 3D e fotogrametria, apresentam diferentes características; o escaneamento, apesar de sua qualidade superior, tem seu custo consideravelmente elevado, dificultando assim o acesso ao equipamento. Quanto à fotogrametria, possui vantagens quanto à portabilidade e manuseio do aparelho. Existem outros meios de levantamento mais simplificados, como o uso de fotografias, plantas baixas 2D e detalhamentos arquitetônicos, sendo estes geralmente usados de forma complementar aos digitais.

A modelagem 3D em softwares BIM utiliza-se majoritariamente de dois programas: *Revit* e *Archicad*. Ambos possibilitam a criação de famílias paramétricas de objetos, essa sendo uma ferramenta importante dentro da documentação de edifícios históricos. O uso das famílias possibilita a sistematização dos componentes construtivos existentes dentro da edificação, fator essencial ao entendimento dos processos físicos sofridos por ela. Dentro dos grupos de objetos, estão elementos como paredes, rebocos, vigas, pilares, escadas, esquadrias, sistemas

hidráulicos, forros, pisos, telamentos, madeiramentos, entre outros. Objetos de caráter mais detalhado como esquadrias adornadas e pisos com paginações específicas, por vezes faz-se necessária a modelagem à mão, para que o elemento seja representado no gêmeo digital de forma alinhada ao estado de conservação do mesmo.

Do ponto de vista patrimonial, a organização dos dados disponíveis a respeito da história percorrida pelas edificações tombadas é vital à conservação, à medida que comprova a experiência dos prédios conforme o passar dos anos, aumentando assim o ciclo de vida destes, o qual deve ter vitalício, tendo em vista seu valor cultural e histórico. Com isso, nota-se a necessidade do uso dos métodos citados tratando-se da produção de um modelo piloto em HBIM de uma edificação no Centro Histórico de Cuiabá, ao passo que ordena as etapas essenciais à modelagem.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.; INOJOSA, L. “HBIM - MODELAGEM DE INFORMAÇÃO PARA PRESERVAÇÃO DE PATRIMÔNIO”. In: Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação das Construções, **Anais [...]**, Universidade Federal do Ceará, 2021, p. 633–41.

CANUTO, C. L.; DE MOURA, L. R.; SALGADO, M. S. Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, vol. 7, no 4, p. 252, dezembro de 2016.

CANUTO, C. L.; SALGADO, M. S. Modelo BIM do Palácio Gustavo Capanema 1937-1945: pela preservação digital do patrimônio moderno. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, vol. 15, no 1, p. 101–16, janeiro de 2020.

COGIMA, C. K.; NASCIMENTO, R. V. C.; DE PAIVA, P. V. V.; DE CARVALHO, M. A. G.; DEZEN-KEMPTER, E. Scan-to-HBIM aplicado à igreja da Pampulha de Oscar Niemeyer. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, vol. 15, no 1, p. 117–34, janeiro de 2020.

COSTA, H. A.; DE SOUZA, M. P.; BALDESSIN, G. Q.; ALBANO, G.; FABRICIO, M. M. Modelagem Bim Para Registro Digital Do Patrimônio Arquitetônico Moderno. **Revista Projetar**, vol. 6, no 1, p. 49–68, janeiro de 2021.

CUPERSCHMID, A. R. M.; FABRICIO, M. M.; FRANCO, J. C. HBIM Development of A Brazilian Modern Architecture Icon: Glass House by Lina Bo Bardi. **Heritage**, vol. 2, no 3, p. 1927–40, julho de 2019.

DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER FILHO, A. V. Escaneamento 3d A Laser, Fotogrametria E Modelagem Da Informação Da Construção Para Gestão E Operação De Edificações Históricas. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, vol. 10, no 2, p. 113, novembro de 2015.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 204p.

FRONER, Y. A.; GONÇALVES, W. B.; SOUZA, L. A. C.; COSTA, A. G.; ROSADO, A.; CUPERSCHMID, A. R. M.; HARDY, T. Data Collection for Cultural Heritage Risk Management: The Damage Map through Heritage Building Information Modeling (HBIM) Project Applied to the Façade of St Francis of Assisi, Ouro Preto, Brazil. **Studies in Conservation**, vol. 69, no sup1, p. 98–107, agosto de 2024.

GALLO JÚNIOR, F. et al. Reconstrução digital para documentação do patrimônio: o caso do edifício Vilanova Artigas. In: Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material, **Anais [...]**, vol. 28, 2020, p. e19.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. Manual de Elaboração de Projetos – Programa Monumenta. **Cadernos Técnicos** 1, p. 26-27, 2005.

KLEIN, L.; LI, N.; BECERIK-GERBER, B. Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings. **Automation in Construction**, v. 21, p. 161-171, jan. 2012.

MARTINS, G. **Sistematização da informação para documentação e preservação do patrimônio cultural edificado: meios e tecnologias**. 2023. Dissertação (Mestrado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo), Universidade de São Paulo, 2023.

MASCARO, L. P.; DURANTE, L. C. Experiências de estudos de bens culturais de Mato Grosso utilizando HBIM e fotogrametria. **E & S Engineering and Science**, v. 11(3), P. 73–92. 2022.

MENEGON, J.; ISATTO, E. L. Digital twins as enablers of structure inspection and maintenance. **Gestão & Produção**, vol. 30, p. e4922, 2023.

MESSIAS, G. J.; ALVES, L. N. O descaso com o patrimônio cultural da cidade de Boa Vista RR. **Revista de Cultura e Turismo**, ano 05, vol. 2, 2011.

OLIVEIRA, M. B.; KALB, F. E. B. D. Desenvolvimento De Famílias Paramétricas Para Modelagem Bim/Development Of Parametric Families For Bim Modeling. **Brazilian Journal of Development**, vol. 7, no 2, p. 15670–74, 2021.

PAIVA, R. A. Moderno digital: (re)construção da arquitetura moderna em Fortaleza. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, vol. 17, no 1, p. 239–53, novembro de 2021.

RIBEIRO, C. J. M. **Estudo comparativo de métodos digitais de captura de realidade para levantamento cadastral de edificações históricas**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável). Universidade Federal de Minas Gerais, 2023.

RIBEIRO, S. A.; SIMONINI, Y. Modelagem de edifícios históricos em BIM. *In*: Encontro Nacional Sobre O Ensino De Bim, **Anais [...]**, vol. 3, 2021, p. 1-1.

RODRIGUES, B. N.; FAVORETI, A. L. F.; BORGES, K.; GOMES, P. H.; DIONIZIO, R. F.; MENZORI, M.; DEZEN-KEMPTER, E. Digital Survey Applied to the Assessment of Pathological Manifestations in the Architectural Heritage of Monte Alegre in Piracicaba/SP. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, vol. 8, no 1, p. 60, junho de 2023.

RODRIGUES, O. S. **Proposta de um fluxo de trabalho visando o mapeamento de patologias em modelos HBIM a partir da identificação automatizada em imagens**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia, na Área de Ciência dos Materiais), Universidade Estadual de Campinas, 2023.

SILVA, F. B. L. **HBIM aplicado à documentação diagnóstica do patrimônio cultural moderno: edifício E1 - USP São Carlos**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade), Universidade Estadual de Campinas, 2021.

SILVA, F. B. L.; CUPERSCHMID, A. R. M. HBIM e mapa de danos: uma revisão sistemática da literatura. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, vol. 13, p. e022003, janeiro de 2022.

VANINI, G. N. et al. A construção da linha do tempo do Museu Republicano ‘Convenção de Itu’ a partir de processos de investigação para produção tecnológica e digital. *In*: Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material, **Anais [...]**, vol. 31, p. 1–29, dezembro de 2023.

VALE, B. S.; GAIA, L. S.; LEÃO, E. J. S.; JUNIOR, S. J. R.; QUEIROZ, L. C. A utilização do HBIM na modelagem do prédio Solar da Beira em Belém/PA para registro digital. **Research, Society and Development**, vol. 11, no 1, janeiro de 2022.

VELASTEGUI-CÁCERES, L. A.; GUEVARA-BONIFAZ, B.; VELASTEGUI-CÁCERES, J.; CARRETERO POBLETE, P. A.; ESPINOZA-FIGUEROA, E. Documentación digital del patrimonio edificado: modelado en nubes de puntos 3D de la Iglesia de Balbanera, Ecuador. **Arqueología Iberoamericana**, v. 53: p. 83-94, 2024.