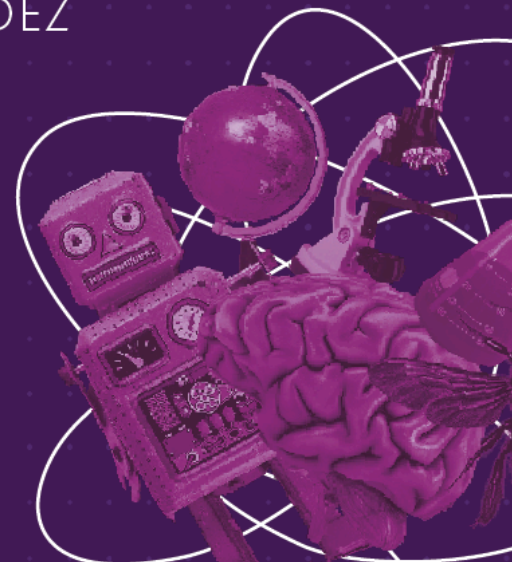


EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÃO DA MODELAGEM DE INFORMAÇÕES DE CONSTRUÇÃO (BIM) NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARQUITETÔNICO

Professora orientadora: Carolina Menzl Celaschi
Aluno: Leonardo Monteiro Pessoa

PROGRAMA DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA
PIC/CEUB

RELATÓRIOS DE PESQUISA
VOLUME 10 Nº 1- JAN/DEZ
2024



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

LEONARDO MONTEIRO PESSOA

**EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÃO DA MODELAGEM DE INFORMAÇÕES DE
CONSTRUÇÃO (BIM) NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO
ARQUITETÔNICO**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pesquisa e Extensão.

Orientação: Carolina Menzl Celaschi

**BRASÍLIA
2025**

RESUMO

Nos últimos anos, o Governo Brasileiro buscou estimular a adoção do BIM (Building Information Modelling) através da exigência de adoção desta metodologia para o desenvolvimento de novos projetos de obras públicas. Um dos benefícios da adoção desta metodologia está na possibilidade de ter uma documentação mais detalhada da edificação, facilitando trabalhos futuros visando sua manutenção e conservação. Entretanto, a legislação não explicita este aspecto, além de não cobrir projetos de manutenção e preservação de patrimônio histórico. Casos recentes envolvendo a destruição do patrimônio histórico arquitetônico, tais como a Catedral de Notre Dame em Paris ou o Museu Nacional do Rio de Janeiro, evidenciam a necessidade de preservação de documentação arquitetônica que permita tanto a manutenção e preservação do patrimônio histórico, quanto a realização de estudos relacionados ao patrimônio a um público mais abrangente. Diversos estudos relatam sobre a utilização do HBIM (Heritage Building Information Modelling) como alternativa para a documentação do patrimônio arquitetônico para promover maior colaboração entre instituições e profissionais envolvidos nas diversas etapas e atividades da preservação do patrimônio. Este trabalho visa realizar uma revisão de literatura envolvendo o uso de BIM e HBIM para preservação do patrimônio arquitetônico, com vistas a identificar experiências na preservação de patrimônio arquitetônico histórico usando estas metodologias, bem como as dificuldades e problemas encontrados nesses processos.

Palavras-chave: Patrimônio histórico; preservação; inventário; BIM; HBIM.

SUMÁRIO

1 Introdução	4
1.1 Objetivos	7
2 Fundamentação teórica	8
2.1 Modelagem de Informação da Construção	8
2.2 Heritage Building Information Modelling (HBIM)	9
3 Método	11
4 Resultados e discussão	12
4.1 Modelagem de elementos construtivos	12
4.2 Níveis de Desenvolvimento e de Conhecimento	14
4.3 Intercâmbio de Modelos entre Plataformas	19
4.4 Estudo de caso: Casa de Vidro, Lina Bo Bardi	20
5 Considerações finais	23
REFERÊNCIAS	26

1 Introdução

A preservação do patrimônio arquitetônico construído se tornou preocupação apenas com a publicação de um livro do arquiteto inglês John Ruskin em meados do século XIX, o qual contemplava um capítulo inteiro a desenvolver suas teorias de preservação de monumentos e edifícios históricos. Ruskin declarava que o charme da edificação estava no reconhecimento da passagem do tempo, que a restauração seria a pior forma de destruição de uma edificação e que, se devidamente conservadas, as edificações nunca precisariam ser restauradas (MONTEIRO, 2012). Em oposição às teorias de Ruskin, em face da destruição de numerosos e notáveis edifícios medievais ocorridos na França no período da Revolução Francesa, surgiram as primeiras medidas oficiais de um Estado com o objetivo de recuperar edificações e monumentos de relevância históricos. Eugène Viollet-le-Duc se destacou em projetos de restauração de edifícios medievais nesse período, sempre buscando entender a lógica da concepção do projeto original, inclusive dando preferência ao uso de técnicas, materiais, conhecimentos e experiências da própria época da edificação, tendo aplicado esse método em muitas de suas restaurações (KUHL, 2013). Ambas as ideias de Ruskin e Viollet-le-Duc exerceram influência em diversos países e foram consagradas nas teorias de preservação e restauro.

No Brasil, este interesse pela preservação do patrimônio histórico surgiu somente nas primeiras décadas do século XX, talvez pela falta de publicações em português ou pela industrialização quase inexistente no país, sendo uma das primeiras aplicações observada nos relatórios de Euclides da Cunha sobre os reparos nos Fortes de Bertioga em 1904 (MONTEIRO, 2012; KUHL, 2013). Este campo só avançou com a criação do SPHAN (atual IPHAN), que foi o primeiro órgão brasileiro dedicado à proteção do patrimônio nacional (MONTEIRO, 2012). Apesar disso, multiplicam-se na imprensa matérias denunciando o descaso e abandono do Estado sob a justificativa de corte de gastos, resultando em exemplos como a destruição do Museu Nacional da Quinta da Boa Vista, no Rio de Janeiro. Da mesma forma, outros sítios de interesse arquitetônico histórico correm risco de desaparecer ou já não existem mais, pelo descaso ou inércia dos entes públicos que deveriam ser os guardiões desse patrimônio (CASTRIOTA, 2004; ALESSI; ROSSI, 2018).

Entretanto, Tolentino (2018) relata que grande parte das edificações de interesse arquitetônico histórico no Brasil não possui qualquer documentação e Cerávolo, Cuperschmid e Fabricio (2020) lembram que só é possível proteger aquilo que se conhece. No Brasil, esse conhecimento do patrimônio arquitetônico é feito inicialmente através de um inventário, previsto na Constituição Federal de 1988, cujo objetivo é levantar informações sobre o bem a ser protegido e sua importância cultural, além de ser usado para identificar ações necessárias à preservação, conservação e restauração do edifício. A ausência de valorização desses bens tem levado ao descaso do setor público e à perda de patrimônio, por degradação ou demolição, alguns inclusive sem qualquer registro da sua existência (CERÁVOLO; CUPERSCHMID; FABRICIO, 2020). A elaboração desse inventário requer grande esforço, uma vez que exige diversos conhecimentos sobre o bem para sintetizar descrições de suas características históricas e arquitetônicas, valor histórico, processos de intervenção realizados, o estado atual de conservação, bem como a lista do mobiliário existente a ser preservado (ROMÁN, 2015) e, por ser baseada em documentos e representações do bem, carece de integração e coerência entre diferentes documentos, devido à falta de compartilhamento de informações entre os diversos atores, dificultando a verificação de informações e localização de erros, favorecendo inconsistências, ausência e duplicidade de informações (TOLENTINO, 2018).

Tolentino ainda relata que o sistema atual de cadastro de informações patrimoniais do IPHAN (Figura 1), apesar de permitir o acréscimo de informações gráficas/visuais, está limitado a dados multimídia, as quais carecem de informações que permitam o cálculo de áreas ou volumes degradados pelo tempo, ou uma compreensão mais completa do bem e seus problemas (TOLENTINO, 2018), uma vez que o foco principal do mesmo são informações textuais subjetivas, que dependem da interpretação do autor e ainda passíveis de reinterpretação pelo leitor. Isso pode levar a uma compreensão falha do bem, do seu valor e da necessidade de intervenção no mesmo, devido à carência de integração e coerência entre diferentes documentos produzidos pelos diversos atores envolvidos, dificultando a verificação de informações e localização de erros, favorecendo inconsistências, ausência e duplicidade de informações (TOLENTINO, 2018).

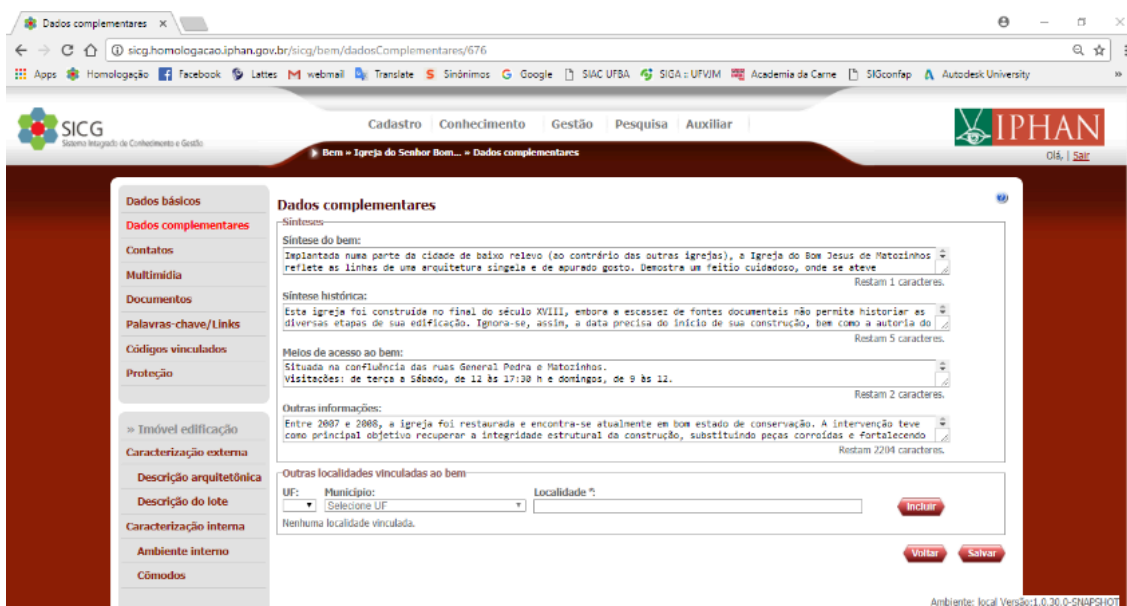


Figura 1. Tela de cadastro de dados complementares de patrimônio arquitetônico no sistema SICG do IPHAN (TOLENTINO, 2018)

Uma das tecnologias para representação de projetos arquitetônicos em maior evidência na atualidade é a modelagem de informações da construção (*building information modelling* – BIM), pois permite entender com riqueza de detalhes como as diferentes partes de uma edificação conversam entre si e, assim, permite identificar problemas antes do início das obras. A forma como os objetos paramétricos representam digitalmente os elementos da edificação e suas propriedades físicas e funcionais, tal como uma representação digital da edificação construída, é o que torna possível extrair informações para a tomada de decisões de forma confiável, desde a concepção da edificação até a sua demolição (CUPERSCHMID et al., 2020).

Dados os benefícios do uso dessa tecnologia, o Governo Federal do Brasil publicou o Decreto nº 10.306/2020, o qual estabeleceu uma política para fomentar a adoção do BIM na execução de obras e serviços de arquitetura e engenharia realizadas pelos órgãos e entidades da administração pública, com implantação dividida em três fases. Na atual fase definida pelo Decreto, iniciada em 1º de janeiro de 2024, o BIM deverá ser usado não apenas para elaboração de modelos arquitetônicos, de estrutura e documentação do projeto, mas também devem ser atualizados para contemplar informações de como foi construído o projeto (*as built*) (BRASIL, 2020. COSTA et al., 2021). Esta política de adoção de ferramentas BIM para a realização de projetos,

entretanto, contempla tão somente construções novas, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM, sem qualquer previsão explícita para a modelagem de edificações existentes, salvo menções superficiais a “reformas, ampliações e reabilitações”.

1.1 Objetivos

Diversos estudos propõem a utilização do BIM como ferramenta para atingir estes objetivos, visando a formação de uma documentação mais fundamentada, colaborativa e completa, tornando mais eficiente a gestão e preservação do patrimônio. Dada a reconhecida importância da preservação do patrimônio histórico, e o descaso do Estado, que deveria ser um dos principais interessados e responsáveis pela sua preservação, o objetivo deste trabalho é identificar legislação existente em outros países e melhores práticas voltadas para a preservação do patrimônio arquitetônico histórico através do uso de HBIM e fomentar a discussão sobre as políticas para preservação em meio digital do patrimônio histórico arquitetônico no país.

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

1. Identificar iniciativas (públicas e privadas) de modelagem de edificações que constituem patrimônio histórico a ser preservado;
2. Identificar as técnicas utilizadas para a modelagem dessas edificações e em que momento é realizado este trabalho;
3. Identificar se houve e quais foram os benefícios obtidos com a modelagem das edificações no trabalho de preservação do patrimônio histórico;
4. Identificar se existem leis que determinam a salvaguarda digital desses modelos, bem como a forma como são disponibilizados após o trabalho de modelagem;
5. Fomentar a discussão sobre a preservação digital do patrimônio histórico no país.

2 Fundamentação teórica

2.1 Modelagem de Informação da Construção

Mais conhecido pela sua sigla em inglês, o BIM (*building information modelling*) é descrito como “um dos mais promissores desenvolvimentos da indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC)” (SACKS et al., 2021). Em linhas gerais, podemos descrever o BIM como um modelo computacional (digital) que simula todos os elementos distintos de uma edificação, incluindo sua geometria exata com dimensões reais, informações sobre materiais e estruturas, bem como outros dados relevantes e necessários para suportar todas as fases de vida da edificação, da concepção, construção até operação e manutenção. Sua implementação, de forma correta, permite não apenas identificar problemas relacionados à compatibilização das diversas disciplinas necessárias à execução de um projeto arquitetônico, mas também possibilitam que a edificação resultante seja de melhor qualidade e com custo e prazos reduzidos (SACKS et al., 2021).

Entretanto, apesar do extenso uso de recursos da tecnologia da informação, nem o conceito nem a nomenclatura do BIM são novos. Os principais conceitos do BIM (e que hoje são comuns em todas as ferramentas desse tipo) foram apresentados em um artigo de Charles Eastman de 1975, enquanto o primeiro uso do termo *building information model* (que mais tarde foi mudado para *modelling*) foi documentado em um artigo de G. A. van Nederveen e F. Tolman no final de 1992. Algumas das características descritas por esses autores sobre os benefícios do uso do BIM e que configuram o suporte mínimo necessário para a elaboração e execução de projetos de AEC são (SACKS et al., 2021):

- (a) a capacidade de visualização antecipada e mais precisa do projeto da edificação, com dimensões consistentes;
- (b) correções automáticas em outras partes do projeto, alimentadas por regras comportamentais, quando mudanças são feitas no projeto, reduzindo ou eliminando a necessidade de gerenciar essas mudanças;
- (c) geração de desenhos em duas dimensões precisos e consistentes de qualquer parte do projeto para conferência, apresentação, e mesmo para uso nos canteiros de obras;

- (d) facilidade para o trabalho simultâneo de múltiplas disciplinas de projeto de forma coordenada, diminuindo erros e tempo de projeto; e
- (e) extração de informações do modelo que permitem realizar estimativas de custo e prazo para a execução do projeto com base nas informações detalhadas fornecidas durante a etapa de projeto, permitindo tomadas de decisão mais bem embasadas.

Além dos benefícios para o projeto, o BIM oferece também benefícios após a construção da edificação. Como o modelo é uma fonte de informações gráficas e de especificações de todos os sistemas e materiais usados em uma construção, estas informações podem ser usadas para avaliar se todos os seus sistemas (estrutural, elétrico, hidrossanitário etc.) estão funcionando de forma adequada depois que a edificação entrar em operação. O modelo também pode ser atualizado durante a realização da obra de construção para que reflita decisões e alterações tomadas por necessidades observadas no canteiro de obra e estas podem servir como ponto de partida para o gerenciamento, operação e manutenção da edificação (SACKS et al., 2021). Por essas características, acreditamos que o modelo BIM de uma edificação considerada patrimônio histórico pode auxiliar no trabalho de preservação e restauro deste tipo de edificação.

2.2 Heritage Building Information Modelling (HBIM)

Entender em detalhes como um projeto arquitetônico foi construído é importante para a preservação do patrimônio construído, e o BIM tem demonstrado potencial para documentação e gestão de conservação de patrimônio arquitetônico ao permitir a integração de informações de diferentes fontes (MONTEIRO, 2012; CUPERSCHMID et al., 2018; COSTA et al., 2021). Dentre as aplicações possíveis desse uso estão servir como base para a elaboração de planos de conservação e projetos de restauro, bem como repositório de informações relativas ao patrimônio arquitetônico e sua importância histórica (SANTANA; GROETELAARS, 2022). Essa aplicação de ferramentas para modelagem de edificações históricas foi chamada de *Heritage Building Information Modelling* (HBIM). Costa et al. (2021) explicam que o uso do termo *Heritage* possui um significado mais amplo que *Historic* pois teria mais relação com políticas de restauro, conservação e documentação dessas edificações. Assim, o

HBIM nada mais é que uma extensão da aplicação dos conceitos do BIM para análise, conservação e documentação de edificações de interesse histórico através da agregação de informações semânticas específicas (TOLENTINO, 2018; SANTANA; GROETELAARS, 2022). Meseguer e Valdecabres (2023) identificaram a dispersão de informações sobre uma edificação de interesse histórico produzidas por diferentes profissionais, cada um usando seus próprios padrões e ferramentas, e que o HBIM tem potencial para unificar estas informações, permitindo a coordenação e o compartilhamento de informações geradas por diferentes disciplinas, beneficiando não somente a comunidade científica, mas a sociedade como um todo, em consonância com as recomendações da UNESCO sobre a preservação digital do patrimônio histórico.

Esta abordagem para uso do BIM é chamada reversa, pois o modelo é desenvolvido depois da edificação pronta, mas o modelo digital sempre será diferente da edificação real pois nenhuma ferramenta BIM disponível atualmente possui capacidade para modelagem de formas complexas e irregulares, ou deformações e degradações causadas pela ação do tempo ou falhas de execução, de forma fácil (CUPERSCHMID et al., 2018. COSTA et al., 2021). Isso ocorre pois as ferramentas BIM existentes são focadas no projeto e construção de edificações novas com formas simples e regulares, com o uso de elementos padronizados, assim se tornando necessário realizar uma avaliação criteriosa entre a necessidade de uma modelagem precisa e o esforço necessário para essa modelagem (LOPEZ et al., 2018). Román (2015) também destaca que tais registros de falhas, degradações e deformações constituiriam apenas um registro momentâneo do estado da edificação e que rapidamente perderiam seu valor, o que deve nos levar a refletir sobre a importância de tal modelagem.

3 Método

A presente pesquisa se propõe a realizar uma revisão bibliográfica de artigos, documentos, legislações e outras produções relacionados ao tema proposto, bem como a buscar identificar trabalhos de modelagem de edificações que constituem patrimônio histórico realizados por empresas privadas ou órgãos públicos com aplicação de ferramentas BIM e os impactos que possam ter causado na manutenção das respectivas obras visando identificar propostas e boas práticas para a modelagem e preservação digital de edificações que constituem patrimônio histórico arquitetônico.

Uma vez identificadas as melhores práticas, realizaremos a modelagem de uma edificação utilizando os parâmetros identificados de modo a validar as práticas identificadas, bem como verificar potenciais pontos de melhoria. Para esta modelagem, escolhemos a Casa de Vidro, da arquiteta Lina Bo Bardi, localizada em São Paulo/SP.

4 Resultados e discussão

Inicialmente, este trabalho buscou identificar a existência de legislação em outros países versando sobre a proteção ao patrimônio histórico arquitetônico usando HBIM, busca esta que se mostrou infrutífera, não sendo identificado um único país que tenha adotado um modelo BIM como inventário para a proteção de patrimônio. Tolentino (2018) relata, em entrevista com George Alex da Guia, então analista de infraestrutura do Ministério do Planejamento cedido ao IPHAN, que a atual plataforma do SICG tem capacidade para receber um arquivo de modelo BIM, mas seria tão somente a captura e armazenamento do arquivo, não sendo feita qualquer outra operação sobre este. Por outro lado, diversos trabalhos acadêmicos têm focado esforços na validação do uso do HBIM para o registro, documentação e gestão do patrimônio arquitetônico. Assim, este trabalho passou a buscar, dentre estes, aqueles que relataram práticas de modelagem de edificações que constituíam patrimônio histórico arquitetônico em busca de melhores práticas.

4.1 Modelagem de elementos construtivos

Diante da inexistência de uma plataforma específica para HBIM, o trabalho de revisão de literatura realizada por Cuperschmid et al. (2018) identificou e revisou oito trabalhos que realizaram modelagem de alguma edificação histórica, sendo que seis desses trabalhos utilizaram o Revit para modelagem da edificação, enquanto apenas dois realizaram a modelagem usando o Archicad, que são as duas plataformas BIM mais populares e utilizadas no mercado brasileiro (VOBI, 2024). Todos os trabalhos revisados, entretanto, relataram sucesso na modelagem das respectivas edificações, apesar das dificuldades encontradas. Santana e Groetelaars (2022) relatam que ainda não existe uma norma técnica totalmente adaptada para a modelagem de edificações históricas, mas reconhece que o surgimento destas será um processo demorado pois depende da realização de maiores estudos.

A conceituação de objetos BIM, em especial objetos que representam elementos construtivos, é crucial para sua diferenciação de elementos bidimensionais tradicionais e central para o entendimento sobre o funcionamento de um modelo BIM. Tais objetos consistem não apenas de informações geométricas sobre sua forma, mas também de regras que ajudam a definir o comportamento do objeto ao ser

redimensionado, por exemplo, e não é incomum que uma parede genérica tenha mais de 50 regras para sua definição, mas não permite que existam inconsistências entre as representações, em 2D ou 3D, em planta ou em vista. Dependendo do suporte fornecido por uma plataforma BIM, na inexistência de um objeto que atenda a necessidade do projeto, é possível importar um objeto modelado em outra ferramenta ou criar uma nova classe de elementos integrada e responsiva ao contexto (SACKS et al., 2021). Costa et al. (2021) relataram percepção prática de dificuldade dessa modelagem de novas famílias em Revit, mesmo usando composições de elementos geométricos, levando projetistas a fazerem uso de outras ferramentas e posterior importação, o que não traz consigo as regras do elemento. Isso pode ser observado no trabalho de modelagem da Igreja Santa Maria na Itália, onde Brumana et al. (2013) relataram dificuldades na elaboração do modelo devido à inexistência de componentes para a modelagem de abóbadas e treliças (Figura 2). Já o desenvolvimento de novos elementos paramétricos em Archicad exige conhecimento de técnicas de programação e da linguagem por ele incorporada para o desenvolvimento destes objetos (SACKS et al., 2021), o que pode não ser tarefa simples para arquitetos e outros profissionais envolvidos na proteção ao patrimônio arquitetônico histórico.

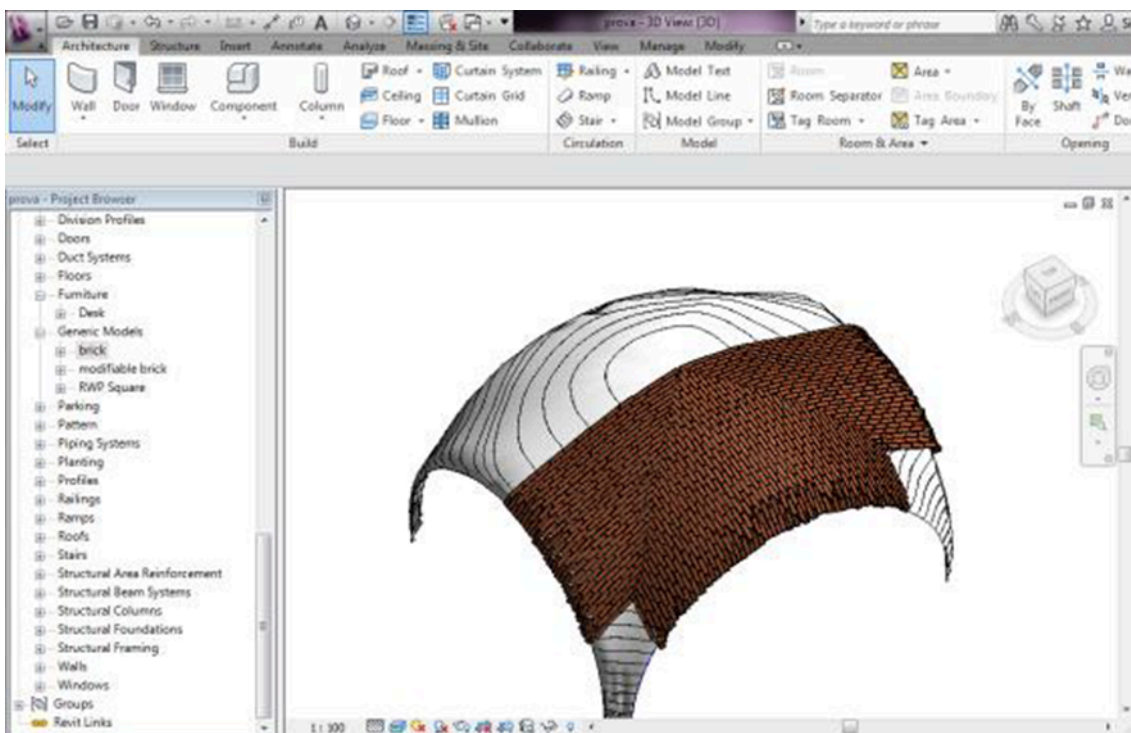


Figura 2. Arco com cobertura de tijolos sobre superfície semi esférica (BRUMANA et al., 2013)

4.2 Níveis de Desenvolvimento e de Conhecimento

Em sua avaliação sobre o uso do HBIM em substituição ou complemento ao inventário de patrimônio arquitetônico histórico, Tolentino (2018) buscou demonstrar de forma experimental qual nível de detalhamento do modelo deveria ser utilizado em modelos HBIM e quais informações deveriam ser incorporadas ao modelo para que este possa ser usado para embasar projetos de intervenção e conservação de um edifício. Em seu trabalho, a autora identificou um parâmetro relevante para a modelagem de edificações em BIM, o nível de desenvolvimento (Level of Development – LOD). O nível de desenvolvimento de um modelo BIM funciona como um indicador do grau de maturidade e confiabilidade do modelo em relação à edificação e tende a variar de acordo com a fase em que se encontra o desenvolvimento do projeto (Figura 3). Por ter seu entendimento padronizado pelo American Institute of Architects (AIA), a definição do nível de desenvolvimento de um modelo permite entender claramente o propósito e as limitações às quais um modelo está sujeito dado seu nível. O nível de desenvolvimento também impacta na confiabilidade de estimativas de custo e tempo para execução de uma obra, dentre outras análises possíveis (TOLENTINO, 2018; SACKS et al., 2021). Os níveis de desenvolvimento conforme padronizados pelo AIA são (TOLENTINO, 2018; CUPERSCHMID et al., 2018):

- LOD 100 indica um modelo com representação aproximada, conceitual, através de símbolos ou formas simplificadas, por exemplo, e geralmente é utilizado para estudos iniciais do projeto;
- LOD 200 ainda indica um modelo com representação aproximada, mas já permite identificar informações como quantidades e dimensões aproximadas, além de outras informações não gráficas;
- LOD 300 já representa objetos com sua forma exata esperada, permitindo a extração de informações precisas sobre quantidade e dimensões dos elementos diretamente a partir do modelo;
- LOD 350 expande o nível anterior fornecendo dados mais precisos sobre quantidades, dimensões, orientações etc. bem como permite a compatibilização entre disciplinas e a verificação de interferências;
- LOD 400 possui representação dos elementos de forma detalhada e precisa para a sua fabricação, instalação e execução;

- LOD 500 possui informações verificadas em campo após a realização da construção, geralmente para atualização do modelo para representar como a edificação foi construída (as-built).

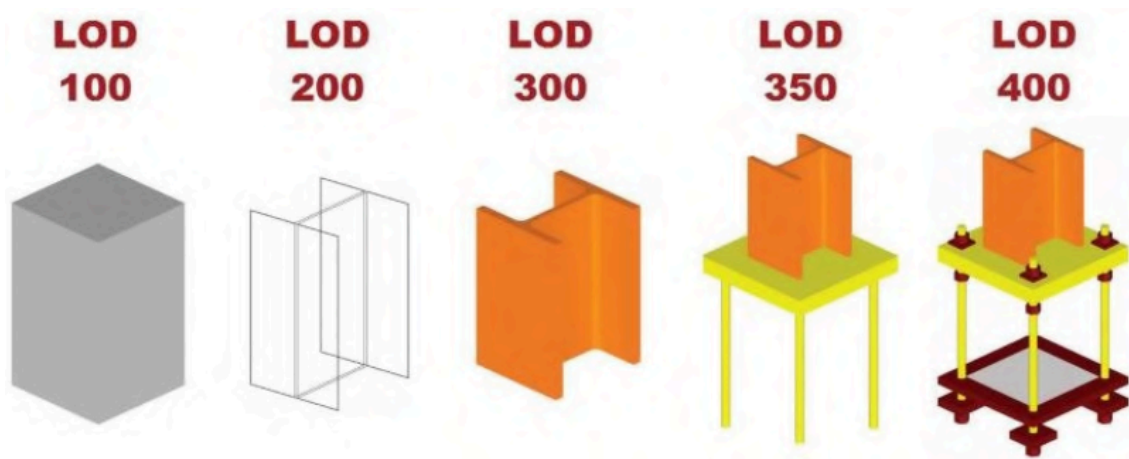


Figura 3. Representação de um pilar metálico com diferentes níveis de desenvolvimento
(Adaptado de BIMForum, 2019 apud PESSÔA, 2023)

Entretanto, analisando o trabalho de Tolentino (2018), verificamos que a autora não estabelece um nível de desenvolvimento ideal para um modelo para proteção ao patrimônio arquitetônico histórico, estabelecendo para seu estudo de caso apenas o nível de detalhe (que se refere à qualidade de detalhes nos elementos modelados). Banfi (2016, apud CUPERSCHMID et al., 2018) indica que pode não ser possível definir um nível de desenvolvimento específico para edificações históricas existentes devido à perda de informações importantes do projeto ao longo do tempo e a impossibilidade de obtenção de informações construtivas sem o uso de métodos destrutivos, de modo que seja inviável definir claramente um nível de desenvolvimento para o modelo como um todo. Pessoa (2023), por sua vez, obteve um resultado satisfatório quanto à modelagem de elementos históricos do Museu Memorial de Caruaru (Figura 4) como ponto de partida para preservação do mesmo utilizando níveis de desenvolvimento LOD 100, para objetos genéricos como tomadas e telhado, e LOD 200 para os demais elementos. A justificativa para a obtenção apenas do LOD 200, apesar da autora ter realizado medições simples usando uma trena, é devido às técnicas empregadas no dimensionamento de elementos de mais difícil alcance, como o uso de sobreposição fotográfica e comparação com elementos próximos de dimensões conhecidas.



Figura 4. Modelagem arquitetônica do Museu Memorial de Caruaru (PESSÔA, 2023).

Castellano-Román e Pinto (2019 apud PESSÔA, 2023) ainda propõem outros cinco níveis para caracterização de edificações históricas ao qual chamam nível de conhecimento (Level of Knowledge – LOK), alegando que o uso do nível de desenvolvimento é feito ao longo da evolução do projeto e que não seria adequado a edificações históricas sendo modelada pois estas já existem. Nessa proposta, o nível de conhecimento se refere à quantidade de informações sobre o patrimônio tangível e intangível, partindo do princípio de que o conhecimento profundo do bem cultural é necessário para sua preservação e conservação. Estes níveis são definidos como (PESSÔA, 2023):

- LOK 100 se refere à caracterização básica do bem patrimonial, sem qualquer necessidade de geometria, representada por um objeto simples apenas para caracterizar sua localização e orientação;
- LOK 200 já apresenta uma caracterização gráfica suficiente para a proteção legal do bem com estruturas básicas como pisos, paredes, portas e janelas, bem como informações suficientes para justificar a proteção patrimonial;

- LOK 300 apresenta uma caracterização gráfica suficientemente aprofundada para demonstrar resultados de pesquisas especializadas, incluindo a caracterização avançada de materiais empregados e diagnósticos;
- LOK 400 permite o uso do modelo para a elaboração de ações de conservação e intervenção;
- LOK 500 permite o uso do modelo para gestão do bem patrimonial, planejamento de ações de pesquisa e conservação preventiva, bem como a disseminação do conhecimento sobre a edificação.

É possível observar uma certa semelhança entre os níveis de desenvolvimento e de conhecimento, mas cabe ressaltar que estes não são associativos ou equivalentes, sendo perfeitamente possível atingir níveis diferentes de desenvolvimento e conhecimento. Por exemplo, Pessoa (2023) relata que, enquanto a modelagem do Museu Memorial de Caruaru foi realizada com elementos com nível de desenvolvimento LOD 100 e LOD 200, foi possível atingir um nível de conhecimento LOK 300 com o desenvolvimento do modelo. Román (2015) destaca que uma das vantagens do modelo BIM é permitir seu refinamento conforme informações e o entendimento da edificação são conhecidos.

Outro trabalho revisado desenvolveu um modelo BIM da Casa de Vidro, projetada pela arquiteta Lina Bo Bardi para própria residência, numa parceria entre o Instituto Bardi, o Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP) e financiamento pela Getty Foundation (CUPERSCHMID et al., 2018). Para simplificação, iremos nos referir a este modelo como modelo da USP, devido ao fato de o modelo estudado estar hospedado diretamente em um portal do IAU/USP. Cuperschmid et al. (2018) descreveram como se deu o processo de coleta de dados para a modelagem da Casa de Vidro, com o uso de scanners a laser para a construção de um elemento chamado nuvem de pontos, a partir do qual poderia ser realizada a modelagem no Revit. Mesmo com a precisão desta nuvem de pontos, o processo de modelagem ainda é manual, e passível de erros, uma vez que não existe um processo que permita realizar a conversão dessa nuvem de pontos em um modelo BIM completo (LOPEZ et. al., 2018). Outra característica de destaque neste modelo é a sua disponibilidade na internet através do portal da IAU, que dispensa o download do modelo e a instalação de uma plataforma BIM para visualização e exploração (Figura 5),

e permite inclusive a exploração do modelo em primeira pessoa e a tomada de medidas dos elementos no modelo, porém não permite visualização de detalhes presentes na interface do Revit, como o cadastro de materiais. O modelo foi desenvolvido como base para o gerenciamento do patrimônio, agregando informações sobre a edificação, simulações estruturais e patologias levantadas por diversas equipes e agregadas no modelo BIM (CUPERSCHMID et al., 2018).

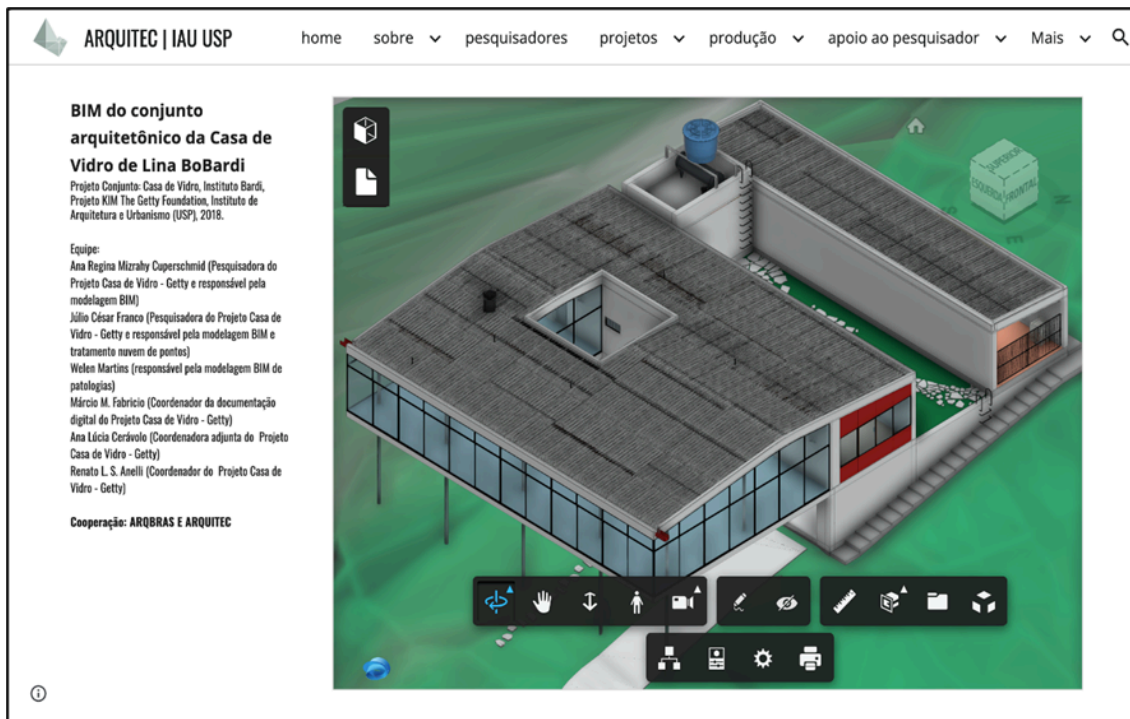


Figura 5. Portal na web da USP com modelo navegável da Casa de Vidro.

Cuperschmid et al. (2018) reportam não ser possível caracterizar o modelo com um nível de desenvolvimento (LOD) específico para o modelo da Casa de Vidro como um todo, mas relatam elementos com LOD 200 e LOD 300 com diferenças perceptíveis. Os autores não trabalharam com a proposta de nível de conhecimento (LOK), entretanto, considerando que a proposta da modelagem era auxiliar a gestão e conservação do conjunto arquitetônico, espera-se que o modelo tenha atingido ao menos LOK 400, o que permitiria o uso do modelo para projetos de intervenção, mas seria necessário analisar o modelo em si para validar isso.

4.3 Intercâmbio de Modelos entre Plataformas

Com a adoção da tecnologia BIM para a criação, armazenamento e gerenciamento de informações de uma edificação ao longo de seu ciclo de vida, surge também o problema de os modelos serem sempre vinculados a um fornecedor de software, geralmente proprietário, tais como Revit e Archicad, cujo formato fechado não permite a extração de informações ou a colaboração com usuários de softwares concorrentes. Este intercâmbio de informações para o HBIM é de suma importância para permitir a tomada de decisões baseadas nos modelos criados e compartilhados usando plataformas BIM (OOSTWEGEL et al., 2022). Em 1994, surgiu o *Industry Foundation Classes* (IFC) como solução para este intercâmbio de informações entre plataformas BIM e pode ser compreendido como um banco de dados dinâmico que permite a inclusão de diferentes informações sobre a semântica das entidades que compõem o modelo, tais como paredes e janelas, incluindo sua localização, geometria e representação. O formato IFC, além de aberto, é padronizado pela International Organization for Standardization (ISO), permitindo a preservação e disseminação do conhecimento sobre as edificações e a inspeção de propriedades e relações entre objetos, tais como a validação do modelo, por outras soluções computacionais sem a necessidade de uso de um software BIM (LOPEZ et al., 2018. SACKS et al., 2021).

Apesar de ser um padrão aberto, o IFC não possui uma extensão para classificação de elementos que seriam relevantes para o HBIM, tais como elementos decorativos, arcos, abóbadas, imperfeições etc. que seriam importantes para permitir a correta caracterização de certas edificações de relevância histórica. Isso se deve pois o formato foi criado para representação do mesmo tipo de edificação contemporânea dos softwares BIM, logo estando restrito às mesmas limitações. Por se tratar de um formato aberto cuja forma de armazenamento computacional é essencialmente um arquivo de texto, Diara e Rinaldo (2020) realizaram um estudo em que, tomando um software BIM de código aberto (softwares que tem o código-fonte usado para sua geração disponível para o público), realizaram alterações para permitir a classificação de elementos do modelo usando uma classificação informal sobre o formato IFC e testar a geração de modelos nesse formato com as alterações que foram incluídas no código-fonte. Oostwegel et al. (2022) sugere que, enquanto o exercício pode ser considerado bem-sucedido, a ideia pode ser considerada inadequada, pois fere o padrão

estabelecido para o formato IFC, levando a uma redução da capacidade de interoperabilidade do modelo, que seria reconhecido somente pela versão modificada do software que o gerou, e fragmentação do formato, pois a solução poderia levar a alternativas diversas de cada fornecedor de software, e sugere que sejam usados os recursos padronizados definidos para o formato, mas reconhece a necessidade de uma classificação semântica padronizada para a representação de tais elementos históricos. Diara e Rinualdo (2020) também reconheceram este problema em seu trabalho original e sugerem formas de classificação alternativas para manter a compatibilidade mesmo com a perda de alguma informação semântica.

Apesar da padronização e normatização do formato, é possível que diferentes softwares produzam e interpretem o modelo em formato IFC de formas bem diferentes, limitados por particularidades específicas de cada software ou das configurações usadas para a geração do modelo, o que pode levar a perda de informações sobre o modelo original. Tais perdas podem ser um impeditivo para o uso eficiente do IFC para o intercâmbio de informações sobre edificações, sendo necessária uma boa compreensão das limitações do formato e das configurações dos softwares utilizados para minimizar tais perdas (LAI; DENG, 2018).

4.4 Estudo de caso: Casa de Vidro, Lina Bo Bardi

Durante o desenvolvimento deste trabalho, tentamos obter uma cópia do arquivo original em Revit do modelo da USP para a tentar analisar objetivamente o nível de desenvolvimento e de conhecimento do modelo, mas não obtivemos resposta às nossas solicitações. Devido a essa indisponibilidade, consideramos ser interessante reforçar a ideia levantada por Pessoa (2023) que uma modelagem em nível de desenvolvimento LOD 200 seria suficiente para a proteção patrimonial, não sendo necessário, desde o início, um modelo com LOD mais alto, e assim optamos por recriar o modelo da Casa de Vidro, usando a plataforma Archicad, extraíndo as informações para modelagem a partir do modelo publicado pela USP. A escolha pelo uso do Archicad para a realização dessa nova modelagem se deu por interesse particular dos autores de explorar a plataforma. O trabalho de modelagem inicial foi realizado ao longo de dois meses, devido não somente à falta de familiarização com a ferramenta, mas também pelo interesse em verificar a capacidade da ferramenta para a produção

de um modelo HBIM com o *template* básico da ferramenta. O modelo resultante deste trabalho pode ser observado na Figura 6.

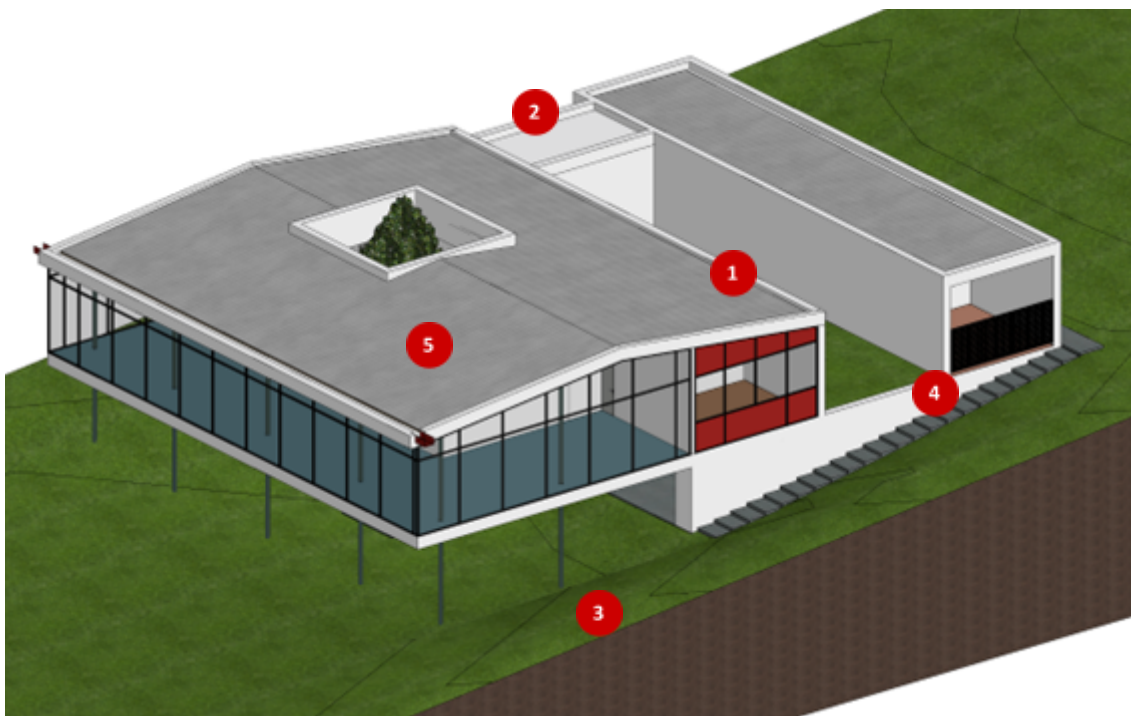


Figura 6. Modelo da Casa de Vidro desenvolvido para estudo.

Em comparação, é possível observar diversas diferenças entre o modelo desenvolvido pela USP e o desenvolvido para este trabalho. Uma das principais questões diz respeito ao domínio da ferramenta; na ausência deste, diversos elementos foram modelados de forma aproximada, de acordo com o que a capacitação permitiu. Por exemplo, a janela da suíte (1) foi modelada usando a ferramenta Parede Cortina, mas não conseguimos efetivamente modelar os painéis centrais como uma janela pela falta de conhecimento sobre a plataforma. Também acabamos optando por não desenvolver a área da caixa d'água (2) pois houve uma alteração para incluir uma caixa d'água na edificação em meados da década de 1950; enquanto o Revit permite modelar tais diferenças através de um recurso chamado "fases", o Archicad só consegue atingir resultado semelhante através de "vegetais", mas estes representam mais camadas de um mesmo momento que a representação de diferentes momentos temporais. O modelo da USP também não nos permitiu extrair a geometria do terreno (3) para reprodução no Archicad, tendo sido necessário recorrer a outro modelo,

desenvolvido com uma escala diferente, para a obtenção das curvas de nível. Ao longo da modelagem, foi necessário realizar diversos ajustes nessa topografia para que a edificação não aparecesse como se estivesse enterrada no terreno. Outro elemento que deixamos de fora da modelagem foram as escadas-marinheiro (4) pois entendemos que sua modelagem seria melhor obtida através do uso da linguagem de script do Archicad, conhecida como GDL, que é a forma como o Archicad permite o desenvolvimento de novos objetos. Também optamos por fazer a modelagem do telhado (5) usando a ferramenta Telhado do Archicad, que conferiu uma representação mais simples do telhado semelhante ao esperado para LOD 100, ao passo que podemos observar a riqueza de detalhes no modelo da USP em aparentemente modelar cada telha da edificação individualmente com sua exata posição e dimensão.

Diante do exposto, entendemos que o modelo desenvolvido neste trabalho para a Casa de Vidro não tem as características necessárias para atingir o LOD 300, somente LOD 200, uma vez que as dimensões dos elementos do modelo foram obtidas indiretamente a partir do modelo disponibilizado pela USP e não validadas in loco, além da modelagem imperfeita de alguns elementos. Da mesma forma que Cuperschmid et al. (2018), verificamos que diversos elementos modelados apresentam níveis diferentes de desenvolvimento, não sendo possível caracterizar o modelo com um único nível. Entretanto, entendemos também que o modelo, mesmo diante dos problemas apresentados, consegue caracterizar a edificação, suficiente para a proteção patrimonial da mesma, equivalente ao nível de conhecimento LOK 200. Reconhecemos não ter sido possível atingir o nível LOK 300 pois uma das premissas deste nível é a caracterização de materiais, o que não foi possível extrair do modelo publicado pela USP, que permitia observar apenas nomes genéricos para os materiais aplicados no model, em oposição à riqueza de parâmetros de materiais ofertado pelo Revit.

É importante também destacar que este trabalho não se preocupou com a criação de parâmetros adicionais para a representação de conhecimento adicional sobre a edificação, tais como estado atual de conservação dos elementos ou registros fotográficos, ou a modelagem de falhas na edificação, tais como trincas e rachaduras que, além de não estarem presentes no modelo da USP, representariam somente o momento de conservação do seu registro.

5 Considerações finais

Diante dos dados obtidos da literatura e da modelagem da Casa de Vidro, pudemos verificar que os conceitos de nível de desenvolvimento e nível de conhecimento podem ser avaliados de forma relativamente objetiva, apesar da necessidade de uma autoavaliação pelos autores, mas entendemos que estas poderiam ser otimizadas com o uso de exemplos e orientações ou check-lists. Pudemos verificar também que, mesmo não sendo possível caracterizar um modelo com um único nível de desenvolvimento, o nível de desenvolvimento LOD 200 e nível de conhecimento LOK 200 são suficientes para caracterizar uma edificação para sua proteção patrimonial inicial, mas entendemos como sendo necessário almejar níveis maiores visando a gestão e elaboração de políticas de preservação e conservação do patrimônio histórico arquitetônico.

O modelo desenvolvido da Casa de Vidro demonstrou também a importância de realização da modelagem por profissional que domine a plataforma BIM em que será feita a modelagem, bem como a necessidade de elaboração de estratégias para a modelagem de elementos únicos de cada edificação, as quais podem ser realizadas de diversas formas dependendo dos recursos disponíveis (por exemplo, através de famílias isoladas no Revit ou vigas e pilares multissegmentados no Archicad). Mas vimos também que estes podem não receber a classificação adequada quando convertidos para intercâmbio com outra plataforma, o que pode levar à perda de informações semânticas, representação incorreta do elemento modelado, ou mesmo a exclusão completa do elemento do modelo recriado. Da mesma forma, entendemos que as plataformas BIM atualmente não permitem representar facilmente falhas de execução ou de marcas da passagem do tempo, mas que estas podem ser irrelevantes por perder seu valor muito rapidamente.

Assim como o desenvolvimento de um modelo BIM para uma nova edificação, entendemos que um modelo HBIM pode ser refinado sucessivamente ao longo do tempo com a realização de novos trabalhos de pesquisa, desde que consolidados sobre o mesmo modelo BIM. Para isto, entendemos que é necessário ampliar o acesso de pesquisadores e instituições aos modelos desenvolvidos, seja através de projetos de pesquisa acadêmicos ou realizados por instituições de gestão do patrimônio, através da

criação de repositórios públicos que permitam não apenas o download desses modelos, mas o registro de diferentes versões do mesmo modelo, diferenciando versões que representam um momento no tempo de refinamentos de um mesmo momento. Tais repositórios, contando com mecanismos de exibição e exploração do modelo de forma online, semelhante ao apresentado para o modelo da Casa de Vidro desenvolvido pela USP, sem a necessidade de instalação de aplicativos específicos, também colaboram com a função de disseminação do conhecimento sobre o bem patrimonial protegido ao público em geral. Observamos, porém, que atualmente apenas as principais desenvolvedoras de plataformas BIM do mercado permitem tal exploração dos modelos desenvolvidos para suas respectivas plataformas, de modo que é necessário também a adoção de um formato que permita o intercâmbio de modelos independentemente da ferramenta BIM adotada, tal como o IFC, para que tal repositório seja ele mesmo independente de qualquer fabricante. Porém, há o entendimento que o formato carece de padronização para representação semântica de certos elementos de edificações históricas, tais como arcos e abóbadas, mas que é uma limitação da capacidade prevista para o formato padronizado, não obrigatoriamente dos softwares BIM.

A criação de um repositório centralizado também ajudaria a reduzir a redundância de esforços sobre a mesma edificação, permitindo assim a criação de modelos cada vez mais ricos e refinados. Devido à natureza aberta do formato IFC, que representa as informações das edificações na forma de um texto estruturado de acordo com regras predefinidas, é possível realizar, de forma automatizada ou semi automatizada, análises dos modelos a qualquer momento e sem a necessidade específica de um software BIM, tais como a extração de informações básicas sobre a edificação, execução de pesquisas por elementos do modelo, bem como a comparação entre diferentes versões do mesmo modelo (inclusive em diferente momentos ao longo do tempo de vida da edificação), permitindo verificar rapidamente as alterações realizadas entre ambas, validando se uma segunda versão é realmente um refinamento da segunda, por exemplo. Ressaltamos aqui, entretanto, que o relato sobre as diferenças na geração de arquivos IFC entre as principais plataformas BIM do mercado, Revit e Archicad, demonstra a necessidade de maiores estudos sobre a adequação do formato para uso no compartilhamento desses modelos, especialmente no que tange à

fidedignidade dos modelos gerados pelas diferentes plataformas e a representação e transferência de propriedades que podem ser criadas pelo usuário nas mesmas para agregar informações intangíveis sobre partes do patrimônio histórico representado. Da mesma forma seria interessante avaliar outros softwares BIM no intuito de avaliar se oferecem mais recursos para a modelagem de edificações históricas e a qualidade da representação das informações dessa edificação em formato IFC.

Acreditamos que os achados relatados neste trabalho podem fomentar discussões e estudos que levem à elaboração de uma política nacional de preservação do patrimônio histórico arquitetônico através do HBIM, de forma análoga à política criada para fomentar o uso do BIM para projetos de obras públicas, ajudando a conscientizar quanto à necessidade de proteção dessas edificações pelos entes públicos e privados, através da disseminação destes modelos.

REFERÊNCIAS

ALESSI, Gil. ROSSI, Marina. O descaso que corrói o patrimônio, de parque arqueológico à casa de Santos Dumont. *El País*. São Paulo/Recife, 2018. Disponível em https://brasil.elpais.com/brasil/2018/09/03/politica/1536002917_439429.html.

Acesso em 25 abr. 2024.

BRASIL. **Decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2020.

BRUMANA, Raffaella. ORENI, Daniela. RAIMONDI, Anna. GEORGOPOULOS, Andreas. BREGIANNI, Angeliki. From survey to HBIM for documentation, dissemination and management of built heritage. The case study of St. Maria in Scaria d'Intelvi. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, [S. l.], v. 2, n. 3, 2013. Disponível em <https://journals.sagepub.com/doi/10.1260/2047-4970.2.3.433>. Acesso em 12 nov. 2024.

CASTRIOTA, Leonardo B. História da arquitetura e preservação do patrimônio: diálogos. In: Colóquio CBHA, 24., 2004, Belo Horizonte. *Anais eletrônicos* [...] Belo Horizonte: CBHA, 2004. Disponível em https://www.cbha.art.br/coloquios/2004/anais/textos/48_leonardo_castriota.pdf.

Acesso em 02 mai. 2024.

CERÁVOLO, Ana Lúcia. CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy. FABRICIO, Márcio Minto. Documentação digital para preservação, conservação e manutenção de edifícios modernos: E1 EESC USP. *Revista Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável*, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/forumpatrimo/article/view/33932>. Acesso em: ago. 2024.

COSTA, Heliara Aparecida. SOUZA, Márcio Presente de. BALDESSIN, Guilherme Quinilato. ALBANO, Gabriela. FABRICIO, Márcio Minto. Modelagem BIM para o registro digital do patrimônio arquitetônico moderno. *Revista Projetar: Projeto e Percepção do Ambiente*, Natal, v. 6, n. 1, 2021. Disponível em <https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/21331/13742>. Acesso em ago. 2024.

CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy. CERÁVOLO, Ana Lúcia. GRACHET, Marina Graf. FRANCO, Júlio. Casa de Vidro: BIM e gestão do patrimônio histórico arquitetônico. *Revista de Arquitetura e Urbanismo do PROARQ*. Rio de Janeiro, n. 30, 2018. Disponível em <https://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/Proarq30%20ART%2009.pdf>. Acesso em ago. 2024.

DIARA, Filippo. RINAUDO, Fulvio. IFC Classification for FOSS HBIM: Open Issues and a Schema Proposal for Cultural Heritage Assets. **Applied Sciences**, Basel, Suíça, v. 10, n. 23, 2020. Disponível em <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/23/8320>. Acesso em 13 set. 2024.

KUHL, Beatriz M. Villet-le-Duc e o Verbete Restauração. In: VIOLLET-LE-DUC, Engène E. **Restauração**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2013. p. 10-23.

LAI, Huahui. DENG, Xueyuan. Interoperability Analysis of IFC-Based Data Exchange Between Heterogenous BIM Software. **Journal of Civil Engineering and Management**. [S. l.], v. 24, n. 7, 2018. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/328958962_Interoperability_analysis_of_ifc-based_data_exchange_between_heterogeneous_BIM_software. Acesso em 06 abr. 2025.

LOPEZ, Facundo José. LERONES, Pedro M. LLAMAS, José. GÓMES-GARCÍA-BERMEJO, Jaime. ZALAMA, Eduardo. A Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). **Multimodal Technologies and Interaction**, Basel, Suíça, v. 2, n. 2, 2018. Disponível em <https://www.mdpi.com/2414-4088/2/2/21>. Acesso em ago. 2024.

MESEGUER, Luis Cortés. VALLDECABRES, Jorge García. Digital Twins. HBIM information repositories to centralize knowledge and interdisciplinary management of architectural heritage. **VITRUVIO – International Journal of Architectural Technology and Sustainability**, [S. l.] v. 8, n. 2, 2023. p. 64-75. Disponível em <https://polipapers.upv.es/index.php/vitruvio/article/view/20534>. Acesso em ago. 2024.

MONTEIRO, Flávia de Azevedo. JOHN RUSKIN: TEORIAS DA PRESERVAÇÃO E SUAS INFLUÊNCIAS NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO BRASILEIRO NO INÍCIO DO SÉCULO XX. **Revista do Colóquio**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 90-101, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/colartes/article/view/7641>. Acesso em: 25 abr. 2024.

OOSTWEGEL, Laurens. JAUD, Štefan. MUHIČ, Sergej. REBEC, Katja. Digitalization of culturally significant buildings: ensuring high-quality data exchanges in the heritage domain using OpenBIM. **Herit Sci**, v. 10, n. 10, 2022. Disponível em <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-021-00640-y>. Acesso em 21 set. 2024.

PESSÔA, Rebeca Hayanny Braz. **A abordagem HBIM para documentação, preservação e gestão do Patrimônio Arquitetônico**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/54215>. Acesso em ago. 2024.

ROMÁN, Manuel Castellano. Generación de un modelo de información del patrimonio inmueble en el momento de su protección jurídica. **EGA Expresión Gráfica**

Arquitectónica, Sevilla, v. 20, n. 26, 2015. p 266-277. Disponível em <https://polipapers.upv.es/index.php/EGA/article/view/4060>. Acesso em set. 2024.

SACKS, Rafael. EASTMAN, Charles. LEE, Ghang. TEICHOLZ, Paul. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SANTANA, Edmara Paiva. GROETELAARS, Natalie Johanna. Normatização aplicada ao HBIM. In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 7., 2022. São Paulo. **Anais eletrônicos [...]**. São Paulo: USP, 2022. v. 4, p. 295-306 Disponível em <https://www.iau.usp.br/enanparq2022/index.php/anais/>. Acesso em ago. 2024.

TOLENTINO, Mônica Martins Andrade. **A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico**. 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018. Disponível em <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/27947>. Acesso em ago. 2024.

VOBI. Programas de arquitetura: quais são os mais utilizados no mercado. **Vobi**, 2024. Disponível em <https://www.vobi.com.br/recursos/programas-de-arquitetura>. Acesso em 19 nov. 2024.