

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



Dissertação de Mestrado

A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica: práticas educativas problematizadas por práticas científicas e profissionais

Cláudia Andriele da Costa Freitas

Pelotas, 2025

Cláudia Andriele da Costa Freitas

A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica: práticas educativas problematizadas por práticas científicas e profissionais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Adriane Borda Almeida da Silva

Pelotas, 2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas Catalogação da
Publicação

F866a Freitas, Cláudia Andriele da Costa

A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica [recurso eletrônico] : práticas educativas problematizadas por práticas científicas e profissionais / Cláudia Andriele da Costa Freitas ; Adriane Borda Almeida da Silva, orientadora. — Pelotas, 2024.
194 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. HBIM. 2. Modelo digital. 3. Fotogrametria digital. 4. Nuvem de pontos. 5. Patrimônio cultural. I. Silva, Adriane Borda Almeida da, orient. II. Título.

CDD 720

Elaborada por Fabiano Domingues Malheiro CRB: 10/1955

Cláudia Andriele da Costa Freitas

A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica: práticas educativas problematizadas por práticas científicas e profissionais.

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 20 de dezembro de 2024.

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Adriane Borda Almeida da Silva (Orientadora)

Doutora em Didáctica de Las Ciéncias Experimentales pela Universidad de Zaragoza, UNIZAR, Espanha, título reconhecido pela UFRGS como Doutora em Educação.

Prof. Dr.^a Janice de Freitas Pires [UFPeI]

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil.

Prof. Dr.^a Luciana Sandrini Rocha [IFSul]

Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS, Brasil.

Prof. Dr.^a Luisa Rodrigues Félix Dalla Vecchia [UFPeI]

Doutora em Environmental Design pela University of Calgary, UCALGARY, Canadá.

**Dedico este trabalho em memória à minha irmã,
Ândrea Cláudia.**

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsa.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Adriane Borda, pela confiança, parceria e contribuições essenciais que foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

Ao Grupo de Estudos de Ensino/Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital (GEGRADE), com um agradecimento especial aos membros — e, sobretudo, amigos — Karine Braga, Fernando Zauk, Edeimar Xavier Junior, Samanta Quevedo, Clara Medina e Murilo Enke que estiveram ao meu lado como principais parceiros nesta trajetória.

Aos professores do PROGRAU, que sempre estiveram dispostos a me auxiliar. Meu especial agradecimento aos professores Janice Pires, Luisa Félix e Luciano Vasconcellos, por suas orientações e suporte durante esta jornada.

Aos colegas do PROGRAU e FAUrb, pelo suporte, pelas vivências compartilhadas e pelas inspirações ao longo do percurso acadêmico.

Aos meus amigos, pela troca de ideias, pelo apoio e pelo companheirismo em momentos de desafios e conquistas. Um agradecimento especial à Fernanda Almeida, pelo suporte constante, pela amizade e pelos conselhos valiosos nos momentos mais intensos do mestrado, e à Natasha Santos, por sempre estar comigo em todos os momentos.

Também ao Vinicius Soares, pela generosidade em dedicar seu tempo e conhecimento para me auxiliar no desenvolvimento da parte prática do trabalho.

Aos meus queridos afilhados — Miguel Leal, Emily Pereira, Joana Braga e Adonis John — por me inspirarem a ser uma pessoa melhor a cada dia e pelo amor que sempre me proporcionaram.

À minha família, o meu alicerce em todos os momentos: ao meu pai, Cláudio Romar; à minha mãe, Santa Conceição; à minha irmã, Ândrea Cláudia (*in memoriam*); e ao meu irmão, Cláudio Anderson. Agradeço profundamente pelo amor incondicional, pelo incentivo constante, pela paciência diante das minhas ausências e pelo apoio irrestrito em todas as etapas da minha formação pessoal e profissional.

Resumo

FREITAS, Cláudia Andriele da Costa. **A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica**: práticas educativas problematizadas por práticas científicas e profissionais. Orientador: Adriane Borda Almeida da Silva. 2024. 1- 194 pp. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

A abordagem *Building Information Modeling* (BIM) tem contribuído para aprimorar os processos de projeto, construção e gestão de edifícios ao vincular dados semânticos a elementos geométricos, resultando em um sistema unificado de um modelo tridimensional acessível e gerenciável. Esta abordagem tem avançado para aplicação em edificações históricas, referindo-se ao HBIM, por adicionar o termo *Heritage* à sigla, enfrentando assim a complexidade de adquirir informação sobre os elementos construtivos, para além de sua geometria, o que exige investigação de dados não visíveis. Frente a isso, para estruturar um modelo HBIM, há que problematizar os procedimentos e ferramentas de trabalho a serem envolvidos. Este estudo partiu da realização de um exercício de representação de um elemento construtivo, sob a abordagem HBIM: uma porta de uma edificação histórica. Esse elemento, ou qualquer outro específico de construções que envolvem técnicas manufaturadas ou de sistemas produtivos não mais vigentes, dificilmente se equivale a um componente parametrizado disponível em uma ferramenta própria para a abordagem BIM. Sendo assim, o processo de trabalho exigiu, inicialmente, a aquisição de informação geométrica, precisa e necessária para configurar um novo componente, adicionando-se ao processo de trabalho o uso da fotogrametria, para obter um modelo digital tridimensional do tipo nuvem de pontos, representativa da superfície visível do elemento. A partir desta geometria da superfície, procedeu-se à execução do modelo. Isso envolveu o lançamento de hipóteses sobre o sistema construtivo empregado e sua consequência formal, representadas por meio digital, através da desconstrução do elemento em suas partes mínimas, utilizando-se de lógicas de parametria para a modelagem, o qual é a base dos princípios do BIM. O processo exigiu ampliar as informações sobre o saber fazer do elemento construtivo abordado, a partir de revisão bibliográfica, em manuais de construtores da época e por meio de análise de esquadrias advindas de processos de demolição de construções da mesma época da edificação que provém o elemento. Esse exercício foi detalhadamente registrado e posteriormente apresentado a um grupo de colaboradores convenientemente convidados, para problematizar o fluxo de trabalho estabelecido. Esse grupo inclui atores de diferentes contextos: formativo de arquitetura, de graduação e pós-graduação, professores, docentes e pesquisadores no campo de BIM; profissional de arquitetura e técnico, associados ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Essa maneira de problematizar o processo de trabalho estabelecido, por meio do diálogo com este grupo, está apoiada na Teoria Antropológica da Didática, a qual considera a importância de compreender como um saber se constitui e se transforma ao transitar entre um contexto educativo, científico e profissional. Nessa trajetória, os resultados do estudo incluem: a compreensão de como foi estabelecido um

processo de trabalho sob a abordagem HBIM de um elemento construtivo que exigiu a geração de um novo componente em uma ferramenta BIM, dirigida à formação de estudantes de arquitetura, cujo currículo não inclui a apropriação de linguagens de programação nos termos informáticos; a disponibilização de um componente específico, uma porta, mas que por ser representativa de um saber fazer próprio de uma temporalidade e local pode ser compartilhada para ser parametrizada e compor a representação de edificações similares; o registro, datado e contextualizado, de percepções sobre a apropriação desse tipo de abordagem, o qual pode ser agregado e reinterpretado por outros pesquisadores que se ocupam ou tangenciam os mesmos propósitos de compreender questões didáticas que envolvem o tema aqui particularizado. Por fim, este estudo qualitativo permite reafirmar a importância da abordagem HBIM para provocar o avanço no processo de conhecimento sobre um patrimônio cultural edificado. O diálogo com atores de diferentes contextos sobre o tipo de aprendizado e esforço necessários para adquirir a representação detalhada de um único elemento construtivo, sob uma abordagem HBIM, evidenciou que se trata de um processo que exige atenção formativa e de organização e compartilhamento da informação: para eleição de saberes necessários a serem tratados junto à grade curricular de arquitetura e para garantir um investimento contínuo de ampliação de um repertório de componentes paramétricos que facilitem o compartilhamento das bibliotecas HBIM.

Palavras-chave: HBIM; Modelo Digital; Fotogrametria Digital, Nuvem de Pontos, Patrimônio Cultural.

Abstract

FREITAS, Cláudia Andriele da Costa. **The BIM Approach for Documenting a Constructive Element of Historical Buildings: Educational Practices Problematicized by Scientific and Professional Practices.** Advisor: Adriane Borda Almeida da Silva. 2024. 1–194 pages. Dissertation (Master's Degree in Architecture and Urbanism) – Graduate Program in Architecture and Urbanism, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2024.

The BIM (Building Information Modeling) The Building Information Modeling (BIM) approach has contributed to improving the processes of designing, constructing, and managing buildings by linking semantic data to geometric elements, resulting in a unified system of an accessible and manageable three-dimensional model. This approach has advanced towards application in historical buildings, referred to as HBIM, by adding the term Heritage to the acronym, thus addressing the complexity of acquiring information about construction elements beyond their geometry, which requires investigating non-visible data. In this context, to structure an HBIM model, it is necessary to problematize the procedures and tools involved. This study was based on an exercise of representing a construction element under the HBIM approach: a door from a historical building. This element, or any other specific to constructions involving manufactured techniques or production systems that are no longer in use, is rarely equivalent to a parameterized component available in a BIM-oriented tool. Thus, the workflow initially required acquiring precise and necessary geometric information to configure a new component. The process also incorporated photogrammetry to obtain a three-dimensional digital model in the form of a point cloud, representing the visible surface of the element. From this surface geometry, the model was executed. This involved hypothesizing the construction system used and its formal consequences, digitally represented through the deconstruction of the element into its minimal parts, using parametric logic for modeling, which is the foundation of BIM principles. This process required expanding knowledge about the craftsmanship of the construction element through a literature review, examining builders' manuals from the period, and analyzing frames from demolition processes of buildings from the same era as the one providing the studied element. This exercise was thoroughly documented and later presented to a group of invited collaborators to problematize the established workflow. This group included actors from different contexts: architecture education, undergraduate and graduate levels, professors, faculty members, and researchers in the BIM field; architecture and technical professionals associated with the National Institute of Historical and Artistic Heritage (IPHAN). This way of problematizing the established workflow through dialogue with this group is supported by the Anthropological Theory of Didactics, which considers the importance of understanding how knowledge is constituted and transformed as it moves between educational, scientific, and professional contexts. Through this trajectory, the study's results include: understanding how a workflow was established under the HBIM approach for a construction element that required generating a new component in a BIM tool, aimed at training architecture students whose curriculum does not include programming languages in computational terms; making available a specific component, a door, which, by

being representative of a craft unique to a particular time and place, can be shared for parametrization and used in representing similar buildings; and recording, in a dated and contextualized manner, perceptions regarding the adoption of this approach, which can be aggregated and reinterpreted by other researchers concerned with or related to similar didactic issues. Finally, this qualitative study reaffirms the importance of the HBIM approach in advancing knowledge about built cultural heritage. The dialogue with actors from different contexts regarding the type of learning and effort required to achieve a detailed representation of a single construction element under the HBIM approach highlighted that this is a process demanding formative attention, as well as organization and information sharing. This applies both to selecting the necessary knowledge to be incorporated into the architectural curriculum and to ensuring continuous investment in expanding a repertoire of parametric components that facilitate the sharing of HBIM libraries.

Keywords: HBIM; Digital Model; Digital Photogrammetry; Point Cloud; Cultural Heritage.

Lista de Figuras

Figura 1 –Exemplos de modelos desenvolvidos durante as atividades do Projeto OFICINAS: da nuvem de pontos à impressão 3D.	30
Figura 2 - Dimensões BIM – 3D ao 10D.....	39
Figura 3 – Algumas organizações que contribuem para o desenvolvimento de padronizações para o BIM	41
Figura 4 - Representação do fluxo de trabalho do formato IFC no BIM.	43
Figura 5 – <i>Softwares</i> BIM, suas funcionalidades e fabricantes.	45
Figura 6 - Representação dos tipos de informações de múltiplas fontes de dados e profissionais integrados a um modelo HBIM.	52
Figura 7 - Parâmetros para definição dos Níveis de detalhamento em modelos HBIM.	57
Figura 8 – (A) Modelagem paramétrica de Unidades Estratigráficas de Parede individuais (B) Coloração das faces conforme as fases identificadas e os gráficos detalhados dos dados arqueológicos.	62
Figura 9 - (A) Programação da parametrização da Cruz da Ordem de Cristo (B) Programação da parametrização da Esfera Armilar.	63
Figura 10 – Modelagem da abóboda de costelas a partir das NURBS.	64
Figura 11 – Imagens do modelo BIM desenvolvido da Igreja de São Francisco de Assis.....	65
Figura 12 – Paredes de espessuras variadas modeladas a partir de perfis.	67
Figura 13 - Modelo de teto arqueado no lugar com geometria de vazio para cortar o teto de forma uniforme com as paredes.....	67
Figura 14 - (A) Perfil da parede gerado a partir da nuvem de pontos; (B) segmento do perfil gerado por modelagem no local (azul) e geometria excedente para corte (amarelo).	68
Figura 15 - (A) Perfil da janela traçado a partir da nuvem de pontos; (B) seções da janela mostrando geometria sólida; (C) cortes de vazio na parede.....	69
Figura 16 - Testes de classificação com o plug-in CANUPO: pontos vermelhos indicam tijolos, e pontos azuis representam outros materiais.	71

Figura 17 – (A) Teste com o plug-in CANUPO a partir da seleção manual de pontos segmentados, (B) objeto sólido da porta de madeira e (C) modelo BIM.	72
Figura 18 – Modelos 3D desenvolvidos da Igreja de San Nicola em Montedor: (A) parte externa da igreja, (B) altar, (C e D) afresco.	73
Figura 19 – Modelo volumétrico do Museu Imperial.	74
Figura 20 – Fotogrametrias e modelagem desenvolvidas no estudo: (A) Quartel-General da Patrulha de Praia em Miami Beach (EUA), (B) escadaria barroca da Igreja de San Domenico em Taranto (Itália), Colunata de Buzias (Romênia) e Catedral de Gurk-Klagenfurt (Áustria).	76
Figura 21 –Esquema que ilustra, a partir da Teoria da Transposição Didática, os quatro elementos fundamentais que sustentam a existência de um saber.	80
Figura 22 –Esquema que mostra a variação de ênfase dos elementos do saber nos contextos científico, profissional e educativo.	81
Figura 23 - Imagens capturadas da nuvem de pontos em perspectiva, planta baixa e fachadas da Casa 8 em Pelotas, RS.	91
Figura 24 – Ilustrações do processo de captura de fotografias para o desenvolvimento da fotogrametria.	92
Figura 25 – Ilustrações do processo de criação da nuvem de pontos por meio de fotogrametria, utilizando os softwares Agisoft e Autodesk Recap.	93
Figura 26 – Análise dos elementos que compõe a porta.	94
Figura 27 – Mapa organizacional das peças que compõem a porta.	95
Figura 28 – Estruturação dos dados dos elementos que compõem a porta. ...	95
Figura 29 – (A e B) Imagens do processo de modelagem, utilizando a nuvem de pontos e a malha triangular como apoio para a modelagem. (C) Imagens da modelagem da folha e do postigo e (D) união dos dois elementos.	97
Figura 30 – Fotografias da porta do Grande Hotel	97
Figura 31 - Hipótese construtiva da porta pertencente ao Casarão 8	98
Figura 32 - Estudo das relações proporcionais entre as partes do elemento... ..	99
Figura 33 – Imagens do Editor de Famílias de uma porta “padrão” no Autodesk Revit 2024, que ilustram o processo de criação e personalização da família.	100
Figura 34 - Janelas de Propriedades de Parâmetros e do Editor de Parâmetros Compartilhados no software Autodesk Revit 2024, destacando a criação de novos parâmetros.	102

Figura 35 – Interface do Editor de Famílias no software Autodesk Revit 2024	103
Figura 36 - Interface do Editor de Famílias no software Autodesk Revit 2024, exibindo todos os parâmetros criados na elevação (A) e na planta (B).	103
Figura 37 – Janela de Tipos de Famílias no software <i>Autodesk Revit</i> 2024, ilustrando a inserção e aplicação de fórmulas para parametrização dos elementos.....	105
Figura 38 - Janela de Parâmetros Compartilhados no software <i>Autodesk Revit</i> 2024, onde foram criados os parâmetros da Ficha do IPHAN M305.	109
Figura 39 - Janela de Propriedades no software <i>Autodesk Revit</i> 2024, destacando os parâmetros compartilhados da Ficha do IPHAN M305 no campo 'Dados de Identidade'	110
Figura 40 - Fluxo de trabalho proposto para HBIM em um processo formativo junto à graduação em arquitetura.....	111
Figura 41 – Imagens capturadas do vídeo desenvolvido para ilustrar o processo de desenvolvimento do fluxo de trabalho.	112
Figura 42 - (A) Gráfico e (B) mapeamento de densidade de pontos; (C) nuvem de pontos analisada; (D) mapeamento e (E e F) distâncias entre os pontos. .	117
Figura 43 - Imagens da problemática de modelagem.	118
Figura 44 - Processo de criação e limpeza da nuvem de pontos.....	142
Figura 45 - Processo de modelagem da porta.	143

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1. Contextualização	20
1.2. Justificativa do Tema	26
1.3. Delimitação do Problema de Pesquisa.....	29
1.4. Objetivo	29
1.5. Motivações para a escolha do tema.....	29
2. REVISÃO DE LITERATURA	33
2.1. Documentação de Patrimônio Cultural como ação de preservação....	33
2.2. Abordagem BIM: Conceitos, Evolução e Aplicações.....	35
2.3. Modelagem Paramétrica no BIM.....	43
2.4. O <i>software</i> Revit como ferramenta para o BIM	46
2.4.1. Parametrização no Revit	47
2.4.2. Famílias no Revit.....	48
2.5. HBIM: Desafios e Potenciais na Documentação do Patrimônio.....	50
2.6. Aplicações do HBIM.....	60
2.6.1. Caso 01	61
2.6.2. Caso 02.....	63
2.6.3. Caso 03.....	64
2.6.4. Caso 04	64
2.6.5. Caso 05.....	65
2.6.6. Caso 06.....	69
2.6.7. Caso 07.....	72
2.6.8. Caso 08.....	73
2.6.9. Caso 09.....	75
2.7. Análise dos casos de estudo apresentados em artigos científicos	76
2.8. Lacunas Formativas em Arquitetura e o Ensino de Modelagem Paramétrica.....	77

2.9. Teoria Antropológica da Didática e Transposição Didática	78
2.10. Reflexões sobre o referencial teórico utilizado	81
3. METODOLOGIA	85
3.1. Abordagem da Pesquisa	85
3.2. Etapas do Estudo	86
3.2.1. Explicitação das teorias:.....	86
3.2.2. Explicitação das tecnologias (discursos sobre HBIM):	86
3.2.3. Explicitação das técnicas:	87
3.2.4. Explicitação da tarefa/problema:	88
3.2.5. Avaliação do fluxo de trabalho:	88
3.3. Escolha do Objeto de Estudo: Elemento Construtivo de um bem Cultural.....	89
3.4. Aquisição de Dados Geométricos	92
3.4.1. Levantamento Cadastral por Medição Direta	92
3.4.2. Levantamento Cadastral por Fotogrametria Digital	92
3.5. Análise Geométrica e Compositiva	93
3.6. Modelagem Geométrica do Objeto de Estudo	96
3.7. Modelagem Paramétrica no HBIM	99
3.8. Análise e Validação do Fluxo de Trabalho	111
3.9. Questões de ética	112
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	114
4.1. Reflexões sobre as limitações Identificadas no Desenvolvimento da Modelagem.....	116
4.2. Reflexões sobre o Nível de Confiabilidade da Modelagem	119
4.3. Reflexões a partir dos diálogos com um grupo de atores no campo da documentação de arquitetura	120
4.3.1. Seleção dos colaboradores	121
4.3.2. Pesquisa quantitativa	122

4.3.3. Pesquisa qualitativa	123
4.4. Reflexões a partir da ampliação do diálogo sobre o fluxo de trabalho junto ao coletivo de uma disciplina de Projeto de Arquitetura.....	139
4.5. Reflexões sobre a aplicação do fluxo de trabalho com estudantes de arquitetura no âmbito da iniciação científica	141
4.6. Outras reflexões advindas do estudo	144
5. CONCLUSÃO	146
5.1. Limitações do estudo	149
5.2. Sugestão para trabalhos futuros	149
REFERÊNCIAS.....	152
APÊNDICE A – PARECER TÉCNICO DO COMITÊ DE ÉTICA	161
APÊNDICE B – PESQUISA DE MESTRADO	168
APÊNDICE C – ENTREVISTA	185

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação de mestrado situa-se na linha de investigação "Arquitetura e Tecnologia", com foco na Representação Gráfica e Digital. A pesquisa é desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU), da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb), na Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

A produção de documentação de edificações arquitetônicas tem sido impactada pelas tecnologias digitais, entre elas o *Building Information Modeling* (BIM). O BIM vincula dados geométricos e semânticos em modelos tridimensionais gerenciáveis, promovendo a integração de processos de projeto, construção e gestão (Eastman *et al.*, 2008). No entanto, a aplicação do BIM em edificações históricas exige ajustes específicos devido às características de tais edificações, o que originou o conceito de *Heritage Building Information Modeling* (HBIM) (Dore e Murphy, 2012).

O HBIM visa representar elementos construtivos com geometrias complexas, técnicas construtivas artesanais e materiais históricos, frequentemente não documentados ou em desuso. Esse processo requer a aquisição de informações geométricas detalhadas, com tecnologias como fotogrametria e escaneamento a laser, e a análise de dados históricos e técnicos para interpretar os sistemas construtivos envolvidos (Facundo-López *et al.*, 2018; Penjor *et al.*, 2024). Ao lidar com a complexidade inerente às edificações históricas, que envolvem sistemas construtivos manufaturados, muitas vezes em desuso e até mesmo desconhecidos, o HBIM exige a criação de novos componentes parametrizados para representar essas especificidades de forma detalhada e precisa.

Esse processo envolve tanto a aquisição de informações geométricas, com tecnologias como fotogrametria e/ou varredura a laser, quanto a interpretação de dados históricos para reconstruir o sistema construtivo. O uso de tecnologias como a fotogrametria, por exemplo, passa a envolver a manipulação de modelos digitais do tipo nuvem de pontos, exigindo a ampliação do repertório técnico que é usualmente abordado na formação acadêmica em arquitetura.

Em geral, essa formação também não contempla o ensino de linguagens de programação, as quais podem estar associadas às habilidades técnicas de geração de novos componentes BIM, relativas à modelagem paramétrica. Assim, a aplicação

do HBIM no contexto formativo de arquitetura deve considerar abordagens acessíveis, sem a necessidade de expertise técnica que demande o uso de programação, nos termos informáticos. Entretanto, a inserção da abordagem HBIM pode ser explorada como uma ferramenta didática para promover a pesquisa sobre técnicas construtivas históricas e, com isso, o desenvolvimento de competências analíticas e críticas.

No ensino de arquitetura, a introdução do HBIM apresenta desafios relacionados à formação técnica necessária para modelagem paramétrica e manipulação de dados digitais. Estudos indicam que a formação acadêmica em arquitetura nem sempre contempla habilidades como a criação de componentes parametrizados ou o uso de modelos de nuvens de pontos (Silva e Cuperschmid, 2022). Isso aponta para a necessidade de estratégias que tornem o HBIM mais acessível, sem a exigência de conhecimentos avançados como, por exemplo, em programação visual, mas que permitam explorar seu potencial didático para análise histórica e representações precisas de elementos construtivos.

A aplicação do HBIM no ensino de arquitetura pode ser um recurso que possibilite investigar técnicas construtivas históricas e desenvolver competências analíticas. Sua integração na formação em Arquitetura e Urbanismo também contribui para suprir lacunas identificadas na relação entre a academia e as demandas do mercado profissional, conforme ressaltado em iniciativas como o programa nacional Células BIM, voltado à inserção do BIM no ensino superior (Pereira, 2021).

Este estudo parte da consideração de que o HBIM é uma abordagem necessária a ser apropriada na formação de Arquitetura. Assim, busca-se reconhecer seu potencial como ferramenta metodológica, atribuindo significado ao processo e propondo um fluxo de trabalho adaptado ao ensino de arquitetura, considerando as demandas técnicas e as limitações dos contextos formativos. A proposta inclui estratégias de aplicação que visam documentar e preservar o patrimônio cultural, bem como expandir as capacidades metodológicas dos futuros profissionais.

Esta dissertação acaba por envolver um processo de compreensão sobre a abordagem HBIM e de problematização de um fluxo de trabalho sob essa abordagem a ser apropriada em contextos de arquitetura. Por fim, explorar o HBIM na formação de arquitetos não apenas contribui para a preservação do patrimônio cultural, mas também amplia o repertório de ferramentas e metodologias disponíveis para os futuros

profissionais. Isso implica tanto no aprendizado de novas formas de representação como na criação e compartilhamento de componentes que documentem, valorizem e mantenham vivos os saberes construtivos de temporalidades e contextos históricos diversos.

1.1. Contextualização

O tema tratado envolve a exploração da abordagem *Building Information Modeling* ou, em português, Modelagem de Informação da Construção, e suas aplicações em edifícios históricos, com o intuito de contribuir para a compreensão das questões que envolvem o processo de apropriação dos conceitos e procedimentos relativos a esse tipo de abordagem no campo formativo de arquitetura, tendo em conta o seu reconhecimento e validação em contextos científicos e profissionais.

O termo BIM é interpretado, por vezes, como um método, um processo, uma tecnologia, ou até mesmo como uma filosofia para abarcar a problemática que envolve toda a história/memória de uma edificação. Por essa razão, parte-se da reunião de interpretações do termo BIM, apresentadas por diferentes autores, com o propósito de explicar a adoção, no âmbito desta dissertação, da expressão “abordagem BIM”.

Eastman *et al.* (2008) descrevem BIM como sendo uma filosofia de trabalho que visa integrar todos os profissionais da construção civil (arquitetos, engenheiros, construtores, etc.) em torno de um único modelo tridimensional (3D) com informações precisas, capaz de servir de subsídio para variadas demandas em todas as fases da construção civil. Os autores também descrevem como sendo “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise de modelos de construção” (Eastman *et al.*, 2008, p. 13). Pode-se entender que, ao tratar o BIM como filosofia, o referido estudo remete ao estabelecimento de um novo modo de produção na construção civil, um novo conceito em que há uma efetiva integração, um sincronismo nos processos decisórios e executivos, por todo o conjunto de profissionais envolvidos. Permite-se interpretar que, ao tratá-lo como tecnologia, os autores se referem ao “estudo das técnicas” de modelagens capazes de viabilizar este modo “preciso” e “integrativo” de produção.

Para Succar (2009), BIM significa um conjunto de interações políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar projetos de construção civil e seus dados ao longo do ciclo de vida das edificações. Entende-se que esse

autor prioriza a negociação entre os profissionais ao dar destaque ao aspecto político, além dos processos e das tecnologias, resultando em um conjunto de interações metodológicas de gerenciamento.

Andrade e Ruschel (2009) definem que o termo BIM envolve tecnologias e processos que devem ser usados na produção, comunicação e análise dos modelos de construção civil, concentrando todas as informações em um único modelo. Nessa compreensão fica clara a proposta da materialidade de um produto, efetivada na obtenção de um modelo único, que integra toda a informação produzida sobre um determinado objeto associado à construção civil.

Canuto e Salgado (2020) afirmam que o BIM se tornou um fator decisivo no desenvolvimento e evolução da construção civil. Referem-se à sistematização dos processos colaborativos em todas as fases de projeto, construção, operação e manutenção, promovidas pelo BIM.

Os autores Eastman *et al.* (2008) observaram que a principal diferença entre o BIM e os modelos de Desenho Assistido por Computador (CAD) é a modelagem paramétrica. Nos modelos BIM, os objetos são representados por parâmetros e regras associados à geometria. Isso significa que é possível criar modelos 3D precisos e detalhados, podendo incorporar informações geométricas e não geométricas, como as propriedades físicas dos elementos, a materialidade, desempenho, custos, entre outros. Além disso, os modelos BIM permitem gerar informações em diferentes formatos, pois todas as informações adicionadas no modelo são armazenadas em um banco de dados. Essas informações podem ser extraídas em formato de relatórios, tabelas e gráficos, facilitando a tomada de decisão e a gestão do projeto (Eastman *et al.*, 2008).

Conforme já destacavam Eastman *et al.* (2008) há mais de dezesseis anos, uma das características fundamentais de um modelo BIM é a interoperabilidade. Essa característica permite que diferentes ferramentas e softwares de modelagem possam compartilhar informações de forma compatível com outros softwares BIM. Os autores afirmam que a interoperabilidade acontece devido aos programas que atuam na metodologia BIM terem um formato padrão de transferência de arquivos, denominado *Industry Foundation Classes* (IFC). Eles também reforçam que a adoção desse padrão

é fundamental para o desenvolvimento de uma prática integrada, onde uma equipe multidisciplinar e colaborativa é essencial para o sucesso do projeto.

O reconhecimento da importância conceitual e procedimental do BIM na construção civil está refletido em diversos contextos profissionais. Trabalhos como o de Pereira (2021), citam a necessidade de avançar no uso dessa tecnologia em universidades, a fim de suprir a escassez de profissionais qualificados quanto ao uso dessa metodologia no mercado de trabalho. Embora o estudo demonstre um recorte da inserção do BIM nos escritórios de arquitetura, especificamente os localizados na cidade de Salvador, é possível perceber uma demanda urgente em todo o país para atualizar e incluir o BIM nos currículos dos cursos de construção civil. Pereira (2021) diz que, para uma adoção mais efetiva dessa tecnologia, é necessário aprimorar os currículos da área, visando capacitar a mão de obra e promover uma mudança de paradigma na forma de projetar.

Atualmente, observa-se uma considerável produção científica que envolve os estudos em BIM e suas aplicações em diversos contextos da construção civil refletida em trabalhos de revisão sistemática como, por exemplo, em Facundo-López *et al.* (2018), Silva; Crippa; Scheer (2019); Silva e Cuperschmid (2022), entre outros. Os reflexos desses avanços são percebidos no contexto profissional e na efetivação de legislações dirigidas tanto no âmbito federal quanto estadual, como foi o caso do Estado de Santa Catarina, pioneiro na elaboração de um caderno de especificações BIM para contratos de obras públicas (Alves, 2022).

Outro exemplo é o Laboratório de Estudos de Tecnologia BIM (LaBIM-RS), vinculado à Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão (SPGG) do Estado do Rio Grande do Sul, inaugurado em 2023. Sua principal finalidade é promover a implementação, pesquisa, desenvolvimento e disseminação da metodologia BIM na administração pública estadual. Para isso, o laboratório atua por meio de processos de capacitação direcionados a servidores públicos, engenheiros e arquitetos, buscando ampliar a adoção do BIM como ferramenta estratégica na gestão e execução de obras públicas (Mendes, Lopes e Bazzan, 2024).

O grau de maturidade até então destacado sobre a aplicação do BIM se refere especialmente aos novos projetos. Esse tipo de sistematização tem a capacidade de possibilitar o acompanhamento da edificação ao longo de seu ciclo de vida, permitindo

a adição e subtração de informações, bem como a atualização contínua dos projetos com as alterações realizadas. Como resultado, há a criação de um banco de dados atualizado, no qual as informações podem ser extraídas a qualquer momento. Ter os dados armazenados em um único modelo, permite um gerenciamento mais eficiente e uma melhor tomada de decisões em relação ao uso e manutenção do edifício (Menezes, 2011).

Entretanto, apesar de haver essa maturidade para aplicar o BIM em projetos novos, as pesquisas sobre sua aplicação em edificações históricas e preexistentes ainda são pouco exploradas (Penjor *et al.*, 2024). A utilização do BIM em edifícios de interesse cultural está sendo adotada como um recurso de apoio para o registro, documentação e gerenciamento da conservação desses patrimônios.

Vários autores (Dore e Murphy, 2012; Groetelaars, 2016; Cuperschmid; Fabricio; Franco-Junior, 2019; Costa *et al.*, 2021, Penjor *et al.*, 2024) têm apontado os principais benefícios da utilização da abordagem BIM em projetos de conservação de patrimônio cultural. Tais benefícios incluem a capacidade de integrar e combinar informações consolidadas e dados geométricos e semânticos em um único modelo tridimensional, criando uma base de conhecimento sobre a edificação, permitindo a extração de dados e documentação.

Apesar dos benefícios, alguns desafios são enfrentados ao realizar a modelagem de uma edificação histórica, dentre eles, destaca-se a necessidade de gerar componentes específicos para corresponder à geometria diferenciada dos elementos da edificação (Penjor *et al.*, 2024). Muitas vezes, esses elementos são exemplares únicos, deformados pelo tempo e/ou derivados de técnicas e materiais do passado, chegando até mesmo a serem incompreensíveis na atualidade. Adicionalmente, enfrentam-se geometrias complexas, informações desconhecidas e lacunas decorrentes da impossibilidade de identificar a materialidade para além da superfície visível.

Esse tipo de edificação frequentemente sofre alterações ao longo do tempo, com a perda de elementos originais e a incorporação de novos elementos (Farias, 2020). A falta de informações precisas sobre os materiais e técnicas construtivas originais também podem representar uma limitação significativa na criação de modelos precisos. Portanto, a criação de um modelo tridimensional de edificações históricas

requer uma abordagem cuidadosa, que envolve pesquisas detalhadas, uso de tecnologias que não são invasivas e profissionais especializados.

Os estudos que se dedicam a essa área do conhecimento são identificados como *Historic Building Information Modelling* e *Heritage Building Information Modelling*, e utilizam como sigla "HBIM" ou "H-BIM". Os autores Dore e Murphy (2012) descrevem HBIM como sendo uma solução de engenharia reversa para mapear digitalmente a superfície visível da edificação, a fim de se obter um modelo de nuvem de pontos, permitindo constituir modelos precisos e paramétricos de toda a arquitetura representada.

Os autores Facundo-López *et al.* (2018), definem uma nuvem de pontos como sendo uma reprodução geométrica precisa de objetos tridimensionais, na forma de milhões de pontos em um mesmo sistema de coordenadas geométricas (X,Y,Z). Além disso, informações de cores podem ser incorporadas ou mapeadas sobre essa nuvem.

O uso da nuvem de pontos como base para a criação de um modelo BIM vem sendo denominada como "*Scan-to-BIM*" (Facundo-López *et al.*, 2018; Rocha *et al.*, 2020; Allegra *et al.*, 2020, Lopes *et al.* 2023). Embora o termo "*Scan*" se refira ao escaneamento a laser, a nuvem de pontos pode ser obtida pelos processos de varredura a laser e/ou fotogrametria digital, ou até mesmo pela integração dessas duas técnicas (Lopes *et al.*, 2023).

Uma nuvem de pontos por si só já é uma documentação. Nelas, os pontos podem ser conectados por linhas, formando figuras planas e transformando a nuvem de pontos em uma superfície poliédrica digital, muito próxima à representação da geometria da superfície do objeto original. Ademais, é possível avançar para a criação de objetos ou elementos paramétricos, permitindo a definição de atributos geométricos, topológicos e semânticos.

As informações obtidas por meio de uma nuvem de pontos possibilitam criar modelos precisos e paramétricos de toda a arquitetura representada, reduzindo o tempo gasto pela equipe de trabalho no levantamento métrico do patrimônio e na construção dos modelos, permitindo que se concentrem na pesquisa de dados sobre a construção para complementar o modelo.

Por não participar do processo de projeto e da construção, diferente do BIM, o HBIM não é capaz de completar todo o ciclo de vida de edificações preexistentes, mas ainda assim é uma técnica que auxilia na preservação da história e permite orientar intervenções futuras, como em projetos de restauro e manutenção (Tolentino, 2018).

Autores como Cogima *et al.* (2020), Costa *et al.* (2021) e Mota e Figueiredo (2021) ressaltam a importância de desenvolver estudos mais avançados sobre HBIM para definir, de forma clara, o fluxo de trabalho em cada uma das etapas do processo. Para isso, é necessário definir o objetivo da modelagem, as informações a serem extraídas e o nível de desenvolvimento (*Level of Development* - LOD) da modelagem. Para Brumana *et al.* (2018) o LOD em um modelo HBIM difere significativamente daquele aplicado em uma construção nova, pois o enriquecimento das informações está diretamente vinculado ao acesso à história da edificação, ao conhecimento sobre as técnicas construtivas e aos materiais utilizados ao longo de sua vida, sobre cada elemento arquitetônico. Deve-se ter em conta que este conhecimento muitas vezes pode estar sendo construído a partir de hipóteses que seguem sendo investigadas para atribuir confiabilidade às informações.

Em estudos específicos em HBIM, como Groetelaars (2016), Tolentino (2018) e Santana e Groetelaars (2022), encontra-se o LoD (*Level of Detail*), com a letra “o” minúscula, referente ao nível de detalhe, diferenciando-se então do LOD. Com a letra “O” maiúscula, a sigla se refere ao nível de desenvolvimento que indica o grau de maturidade e confiabilidade do modelo BIM, enquanto que com a minúscula, LoD, trata de identificar a quantidade de detalhes incluídos na modelagem. Tolentino (2018) justifica a importância de utilizar como referência o nível de detalhe em modelagem HBIM, pois uma única modelagem de um objeto complexo pode gerar várias representações ativadas conforme o nível de informação desejado para cada escala adotada.

Este estudo se propõe em avançar na construção de conhecimento sobre HBIM e nas investigações de como uma nuvem de pontos pode contribuir para o avanço na construção de conhecimento sobre o patrimônio arquitetônico em análise. Por meio desta investigação, realiza-se uma modelagem, com o intuito de compreender um fluxo de trabalho em HBIM utilizando a nuvem de pontos, além de explorar tanto suas

potencialidades quanto suas limitações no avanço do conhecimento sobre os detalhes arquitetônicos.

Além disso, busca-se investigar se esse tipo de modelagem pode contribuir com órgãos públicos com o foco no patrimônio histórico, como o caso do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) para documentar um bem cultural. O IPHAN conta hoje com o Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão (SICG), utilizado para inventariar bens de interesse cultural. O SICG é uma ferramenta que busca facilitar o acesso às informações sobre o patrimônio cultural e dar suporte à gestão da política de preservação, com a pretensão de construir um cadastro unificado (Porta, 2012). Segundo Soster e Pratschke (2020), o IPHAN enfrenta diversas dificuldades para alimentar o sistema. Segundo os autores, esse cenário é reflexo de vários fatores, como a falta de compreensão sobre o uso de tecnologias de geoinformação e/ou a ausência de conhecimento técnico especializado.

1.2. Justificativa do Tema

O levantamento de uma edificação histórica é um processo de engenharia reversa, no qual um patrimônio em estudo é interpretado para a criação de sua representação gráfica, para gerar uma documentação. Essa documentação pode ser elaborada por meio dos métodos tradicionais de medição direta. No entanto, diante da complexidade e particularidades dos edifícios históricos, tal abordagem se mostra ineficaz para registrar os detalhes arquitetônicos (Santos; Freire; Cremonez, 2022).

A utilização da nuvem de pontos na elaboração de um modelo tridimensional está atrelada à maior precisão e rapidez para o desenvolvimento do modelo, apresentando-se como uma alternativa vantajosa, uma vez que é possível gerar componentes HBIM mais próximos da realidade. A combinação da tecnologia BIM com a nuvem de pontos se torna apropriada para o desenvolvimento da documentação, por permitir atribuir diversos conteúdos aos componentes do modelo, viabilizando a criação de projetos de intervenção, manutenção e operação ao longo do ciclo de vida da edificação, que auxilia na preservação do patrimônio (Santos; Freire; Cremonez, 2022).

É possível notar um grande crescimento no uso da tecnologia BIM em todo o Brasil, principalmente em iniciativas como a política nacional de implementação do BIM em Obras Públicas. O Governo Federal busca, por meio de decretos, estabelecer estratégias para promover a adoção do BIM no país. O Decreto n.º 9.377, de 17 de

maio de 2018, instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil, sendo posteriormente reeditado em 22 de agosto de 2019, sob o número 9.983. Mais tarde, foi editado o Decreto n.º 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabelece a utilização de ferramentas BIM na execução, direta ou indireta, de obras e serviços de engenharia realizados por órgãos e entidades da administração pública federal.

O objetivo dessa política é incentivar a adoção do BIM em obras públicas e estabelecer um prazo para a sua implementação progressiva. Segundo o decreto, até 2028 todas as obras públicas financiadas com recursos federais deverão documentar os projetos a partir de modelos que permitam integrar as informações da construção em um formato que ofereça interoperabilidade entre os softwares para que esta informação não se perca ao longo do tempo.

Sobre edificações preexistentes, o Decreto, no Artigo 4, inciso III, estabelece a necessidade de um modelo BIM em projetos de reabilitação, onde será realizado um processo de intervenção em uma construção preexistente, a fim de aumentar a capacidade de suporte de uma estrutura ou adequar suas dimensões para atender a necessidades funcionais atuais ou futuras, visando ao aumento da vida útil do empreendimento após a sua construção.

Entende-se, pelo Decreto, que a adoção do BIM também se estende, em alguns casos, a obras públicas do patrimônio histórico. Porém, é importante considerar que essas edificações apresentam desafios específicos que devem ser levados em consideração na implementação do BIM. Cada edificação histórica possui particularidades únicas e, para assegurar uma representação mais precisa do patrimônio, pode ser necessário desenvolver bibliotecas específicas de elementos singulares presentes no objeto a ser representado.

Ainda sobre os decretos federais, em 22 de janeiro de 2024, foi criado um novo Decreto sob o n.º 11.888/2024. A proposta desse decreto é a de promover a inovação na indústria da construção no Brasil, reforçando as diretrizes iniciais criadas pelo decreto de 2018.

No contexto educativo, há uma iniciativa recente formalizada no Brasil que visa incentivar a difusão da abordagem BIM no território nacional. Trata-se do projeto nomeado como Célula BIM. Esse projeto se articula por grupos criados em instituições

de ensino, compostos por professores e alunos envolvidos na proposição e no desenvolvimento de um Plano de Implementação de BIM Curricular (PIBc). Essa iniciativa foi promovida pela Associação de Tecnologia no Ambiente Construído (ANTAC) para desenvolver uma ação multiplicadora de Células BIM.

No contexto deste estudo há uma disciplina, Projeto de Arquitetura VI, em particular, que se propõe a abarcar a intervenção em patrimônio cultural. Trata-se de um momento formativo propício para a aplicação de HBIM. Entretanto, ainda há um descompasso ou assimetria entre as trajetórias formativas dos estudantes, prévias a essa disciplina, em termos de apropriação das ferramentas específicas para a abordagem BIM.

Durante o primeiro semestre letivo de 2022, realizou-se um estágio docente junto à disciplina de Representação Digital em BIM, possibilitando conhecer a dinâmica proposta para a inserção dessa metodologia em projetos novos. Já no segundo semestre letivo de 2022 (desenvolvido no período de fevereiro a maio de 2023) e no primeiro semestre de 2023 (desenvolvido de junho a setembro de 2023), houve a oportunidade de acompanhar a disciplina de Projeto de Arquitetura VI, como atividade de estágio docente voluntário. Dessa maneira foi possível construir uma percepção sobre como, de maneira formal, os estudantes estão sendo estimulados à apropriação do BIM.

A disciplina de Projeto de Arquitetura VI, até 2022, utilizava-se apenas de métodos tradicionais de levantamento como base para a elaboração de um exercício de documentação do patrimônio. A partir de 2023, foram realizadas ações educativas para a inserção de técnicas de fotogrametria, com a proposta de criar um modelo de nuvem de pontos, com informações que possam servir como base para uma modelagem tridimensional (3D) utilizando a abordagem BIM.

A inserção de BIM na disciplina se configura como um problema no campo da didática, uma vez que o fluxo de trabalho para a criação de um modelo HBIM envolve pré-requisitos formativos que ainda são pouco usuais no contexto de ensino em arquitetura e urbanismo, tais como: o uso de tecnologias que atribuem precisão, como o escaneamento a laser ou a fotogrametria digital (para a aquisição de nuvens de pontos); o emprego da parametria (geração de um modelo associativo entre as partes do objeto e com outros parâmetros, para além da geometria) e, em alguns casos, até

mesmo a utilização de linguagem de programação visual, conforme apontado por Rivera *et al.* (2018).

A partir desse cenário, é necessário pensar em estratégias para reconhecer e implementar o uso de ferramentas que possibilitem a inserção da abordagem HBIM, através de um fluxo de trabalho acessível (sem envolver o uso de linguagem de programação visual), visando a capacitação de profissionais de Arquitetura e Urbanismo para atender às demandas do mercado de trabalho.

1.3. Delimitação do Problema de Pesquisa

A questão provocativa para desencadear esta investigação pode ser traduzida da seguinte maneira: Como pode ser estabelecido um fluxo de trabalho, a partir de uma abordagem HBIM, para o processo formativo em arquitetura, considerando a lacuna na formação relacionada ao uso de modelagem paramétrica, de modo a contribuir para a prática profissional e para o processo de documentação do patrimônio arquitetônico?

1.4. Objetivo

O objetivo geral desta dissertação é compreender como estruturar um fluxo de trabalho, utilizando a abordagem HBIM, para documentar um elemento construtivo, de forma a apoiar disciplinas de projeto que trabalhem com o contexto do patrimônio arquitetônico no curso de Arquitetura, considerando a lacuna na formação relacionada ao emprego da modelagem paramétrica. A fim de alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Reconhecer o processo de criação de um elemento construtivo em HBIM;
2. Estruturar um modelo HBIM de um objeto com geometria complexa de um patrimônio arquitetônico;
3. Avaliar o modelo desenvolvido junto a diferentes usuários;
4. Compreender os limites e as potencialidades do modelo estruturado e do fluxo de trabalho apresentado.

1.5. Motivações para a escolha do tema

Nesta seção, peço licença para transcorrer o texto em primeira pessoa.

O presente estudo é um desdobramento das atividades acadêmicas que realizei durante minha graduação em Arquitetura e Urbanismo, especialmente no período

em que atuei no Grupo de Estudos e Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital (GEGRADE) como bolsista de extensão universitária. Em 2017, participei do Projeto “OFICINAS” de Ensino e Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital, no qual explorei o uso e a manipulação de nuvens de pontos no contexto da representação tridimensional de edificações históricas.

No âmbito do Projeto OFICINAS, minha atuação envolveu a manipulação de uma nuvem de pontos para criar uma malha que possibilitasse a geração de superfícies e a representação de elementos em diferentes níveis de detalhe. Como resultado, produzi modelos táteis utilizando tecnologias de fabricação digital, como corte a laser e impressão 3D, como apresentado na Figura 1. O objeto de estudo foi a Casa 8, sede do Museu do Doce, um bem cultural de Pelotas reconhecido pelo IPHAN. A nuvem de pontos da edificação abrange praticamente toda a sua superfície visível, tanto interna quanto externa, e foi obtida por meio de um processo híbrido que combinou escaneamento a laser 3D e fotogrametria digital.

Figura 1 –Exemplos de modelos desenvolvidos durante as atividades do Projeto OFICINAS: da nuvem de pontos à impressão 3D



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Em 2019, concluí minha graduação em Arquitetura e Urbanismo. Desde então, já tinha o desejo de continuar estudando e, logo após a formatura, ingressei como aluna especial no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU). Em 2020, iniciei minha trajetória profissional como modeladora BIM em um escritório de engenharia na cidade de Pelotas, onde transformava documentação técnica (2D) em modelos tridimensionais (3D) utilizando plataformas BIM. Com a chegada da pandemia e a implementação do ensino remoto, decidi continuar meus estudos de forma remota como aluna especial, enquanto seguia trabalhando na área.

Durante esse período, meu trabalho com modelagem BIM despertou um interesse ainda maior por essa área, e comecei a considerar fazer uma pós-graduação em BIM. Pensando em alinhar essa temática ao meu histórico acadêmico no GEGRADI, procurei minha professora da graduação, hoje minha orientadora, para discutir possíveis linhas de pesquisa. Foi ela quem me sugeriu explorar o tema HBIM.

Desde as primeiras descobertas sobre o tema, através de pesquisas em artigos sobre o assunto, percebi que o HBIM ainda é um tema pouco explorado, apesar de envolver tecnologias inovadoras com as quais eu já tinha experiência, como fotogrametria digital e escaneamento a laser. A escolha desse tema me permitiu abordar não apenas aspectos técnicos, mas também questões didáticas, como a inclusão dessa metodologia em disciplinas de graduação. Durante o mestrado, participei de estágio docente em disciplinas relacionadas à representação em BIM e de reuniões da Célula BIM, um laboratório vinculado ao GEGRADI.

No período de estágio docente, tive a oportunidade de aprender conceitos sobre a metodologia BIM aplicada ao ensino, o que foi extremamente importante, especialmente considerando que, durante minha graduação, não tive acesso a disciplinas voltadas para essas tecnologias e precisei aprender de forma autodidata. Essa experiência me fez perceber uma lacuna na formação em Arquitetura, principalmente no que diz respeito a disciplinas que tratam de projetos de patrimônio histórico.

Com isso, percebi que meu trabalho poderia contribuir para a disseminação da metodologia BIM no ensino de graduação, especialmente no contexto do patrimônio histórico, ajudando a promover a possibilidade de uma formação mais completa e integrada para os futuros profissionais da área.

REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, apresenta-se o referencial teórico utilizado para compreender a abordagem BIM quando aplicada ao Patrimônio Cultural (HBIM) e as políticas de documentação e teorias que fundamentam a preservação de bens culturais. A revisão buscou também incorporar trabalhos referenciais para a compreensão do estado da arte em HBIM.

2.1. Documentação de Patrimônio Cultural como ação de preservação

Preservar um patrimônio cultural é uma maneira de proteger a identidade de diversos grupos humanos. Brandi (2004), define o restauro como um “momento metodológico do reconhecimento da obra de arte, na sua consistência física e na sua dúplice polaridade estética e histórica, com vistas à sua transmissão para o futuro” (Brandi, 2004, p. 30). Portanto, é importante criar as condições ideais para a preservação de um bem cultural, garantindo que ele possa ser transmitido às novas gerações.

O ato de restauro não é apenas intervenção física, mas também um processo que deve ser embasado em estudos e reflexões. Cada decisão tomada durante o restauro deve ser cuidadosamente ponderada, considerando não apenas a condição atual da obra, mas também sua história, contexto cultural e estilístico (Brandi, 2004). É por meio desses estudos que se estabelece o propósito da restauração, buscando além de preservar a integridade física da obra, compreender sua autenticidade e valor cultural. Dessa maneira, o restauro se torna um ato de responsabilidade e respeito pelo patrimônio artístico e histórico, assegurando que ele continue a transmitir sua narrativa para as gerações futuras (Brandi, 2004).

A preocupação com a preservação do patrimônio iniciou-se durante o período do Renascimento na Europa, quando surgiu o interesse em conservar ruínas antigas. Nesse período, os artistas buscavam inspiração no passado clássico da Grécia e de Roma para criar suas obras, estudando os princípios e as lógicas compositivas dessa época (Choay, 2006). Posteriormente, durante o Iluminismo e a Revolução Francesa, muitos monumentos foram destruídos, o que levou às primeiras discussões sobre o restauro. Foi nessa época que surgiram as primeiras teorias do restauro, propostas por Eugène Viollet-le-Duc e John Ruskin (Choay, 2006). Com o tempo, os conhecimentos e as teorias sobre restauro evoluíram, dando origem a outras abordagens,

como as de Camillo Boito, Gustavo Giovannoni, Alois Riegl, Cesare Brandi, Giovanni Carbonara, entre outros.

Destaca-se a teoria brandiana, criada por Cesare Brandi (1906-1988), um crítico de arte e Diretor do Instituto Central de Restauro de Roma a partir de 1939. Ele é conhecido por promover o restauro crítico-criativo. Em 1963, publicou na Itália a obra “Teoria da Restauração”, que influenciou a publicação da Carta de Veneza em 1964. Essa carta enfatiza a importância de conservar ambientes construídos preexistentes, defendendo o conceito de monumento e visando a preservação de edificações isoladas ou conjuntos arquitetônicos com significância cultural (Farah *et al.*, 2020).

O ato histórico-crítico que embasa a teoria brandiana deve ser entendido como a análise da obra, de sua conformação e seus aspectos materiais, bem como de sua transformação ao longo do tempo (Kühl, 2007). Para Brandi, o reconhecimento da obra de arte deve ser fundamentado em análises da obra via instrumentos de reflexão oferecidos pela historiografia da arte, a estética, a filosofia e a fenomenologia, buscando reconhecer sua unidade potencial (Carmo *et al.*, 2016). Com isso, a documentação é fundamental para compreender a totalidade da obra de arte, incluindo sua história, contexto e condição atual. Através da documentação adequada, os restauradores podem obter informações importantes para orientar as decisões sobre a conservação e restauração da edificação.

Brandi enfatiza que a restauração deve ter como objetivo o restabelecimento da unidade potencial da obra de arte, desde que isso seja possível, sem incorrer em falsificações artísticas ou históricas e sem eliminar nenhum vestígio da passagem do tempo (Brandi, 2004). Ele adverte que, mesmo com a disponibilidade de uma documentação abrangente e minuciosa, a reconstrução, a reprimatização e a cópia não devem ser realizadas (Brandi, 2004). Portanto, é essencial preservar a obra tal como ela se encontra atualmente, mantendo a integridade dos edifícios históricos e valorizando a autenticidade, sem substituir ou recriar elementos em desconformidade do projeto original.

Na sua teoria, Brandi enfatiza a necessidade de realizar registros que busquem documentar a própria intervenção, utilizando o princípio da distinguibilidade, evidenciando as ações contemporâneas. Isso é feito para evitar confundir o observador e facilitar eventuais intervenções futuras (Kühl, 2007).

Outro princípio da teoria de Brandi é de que uma obra, de arte ou um monumento, deva ser analisada para determinar se realmente deve ser considerada algo importante e de grande influência. No processo de restauração, deve-se considerar a sua importância, os seus preceitos e estilos, sendo a arte condicionante do restauro (Brandi, 2004).

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), órgão governamental responsável pela preservação e divulgação do patrimônio nacional, disponibilizou um Manual de Elaboração de Projeto de Preservação do Patrimônio Cultural (Gomide *et al.*, 2005), no qual são definidas várias etapas a serem seguidas para a realização de ações de manutenção no patrimônio edificado. Dentre elas, incluem-se a identificação e o conhecimento do bem, o levantamento físico e a análise tipológica. Além disso, o diagnóstico envolve etapas como Mapeamento de Danos, Análises do Estado de Conservação, Estudos Geotécnicos, Ensaaios e Testes. As técnicas utilizadas nos levantamentos físicos consistem em vistorias e na produção de representações gráficas por desenhos técnicos de plantas, cortes, elevações e fotografias (Gomide *et al.*, 2005).

2.2. Abordagem BIM: Conceitos, Evolução e Aplicações

Segundo Jerry Laiserin, o antigo conceito que se conhece como BIM é o protótipo *Building Description System*, publicado no antigo *AIA Journal* em 1975 (Eastman *et al.*, 2008). Essa publicação inclui noções de BIM que são válidas ainda hoje, tais como: usar seções, planos, desenhos isométricos ou perspectivas de elementos anteriormente modelados como base para um novo modelo; evitar o redesenho, uma vez que as alterações são atualizadas automaticamente em todos os desenhos; realizar análises de quantidades durante a modelagem e estimativas de custos; alimentar um banco integrado de dados, entre outros atributos (Eastman *et al.*, 2008). Segundo Menezes (2011), pesquisas semelhantes à de Chuck Eastman também foram realizadas no início da década de 1970 e no início de 1980, na Europa, principalmente no Reino Unido, no mesmo período em que ocorreram os primeiros esforços para comercializar essa tecnologia.

Na década de 1980, a modelagem 3D se tornou mais sofisticada e foi incorporada aos processos de construção. Nos Estados Unidos, esse método ou abordagem era descrito como “*building product models*” (modelos de produto da construção) e,

na Finlândia, como “*product information models*” (modelos de informação de produto). Em ambas as descrições, a palavra “produto” foi usada para diferenciar de outra abordagem, a dos modelos de “processo”. As nomenclaturas “*building product models*” e “*product information*” foram mescladas e deram origem ao *building information model* (Menezes, 2011).

O primeiro documento em inglês que utiliza o termo BIM no sentido que conhecemos atualmente surge no título de um artigo com data de 1986, da autoria de Robert Aish, que posteriormente fez parte da Bentley Systems e hoje compõe a equipe da Autodesk (Eastman *et al.*, 2008; Menezes, 2011). Nesse documento, Aish caracterizou *Building Modeling* com os mesmos conceitos que conhecemos hoje como BIM: tecnologias, modelagem tridimensional, geração automática de desenhos, componentes paramétricos, banco de dados, entre outros (Aish, 1986; Menezes, 2011).

No final da década de 1990 e início dos anos 2000, o conceito de BIM começou a ser desenvolvido e difundido por empresas como a Autodesk. Nesse período, o BIM ainda era visto como uma ferramenta de modelagem 3D e não como uma metodologia integrada de gestão de informações (Menezes, 2011). A partir de meados dos anos 2000, o BIM evoluiu para uma metodologia integrada de gestão de informações, na qual todas as informações de um projeto de construção são reunidas em um modelo virtual. Isso permitiu a colaboração entre as diversas disciplinas envolvidas na construção, bem como a detecção precoce de possíveis problemas e a redução de erros e retrabalhos (Menezes, 2011).

Em 2002, a sigla “BIM” entrou em uso popular quando um *white paper* (documento informativo) da Autodesk intitulou o “*Building Information Modeling*” como BIM. Além disso, foram criadas outras dimensões de modelagem para a metodologia. Segundo Eastman *et al.* (2008), a capacidade do BIM é multidimensional, com possibilidade de possuir um número infinito de dimensões BIM “nD”, já que existem possibilidades ainda não estudadas e aferidas. Segundo o “Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM” do Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT) de 2020, são propostos vários subconjuntos no processo BIM, comumente descritos em termos de dimensões, como: 3D (modelo de objeto), 4D (tempo), 5D (custo), 6D (operação), 7D (sustentabilidade) e até mesmo 8D (segurança) (MPDFT, 2020). Além

disso, conforme Darós (2019), são pontuadas também as dimensões 9D (construção enxuta) e 10D (construção industrializada).

Essas dez dimensões mencionadas permitem compreender e destacar as diferenças entre BIM e HBIM, tendo em conta a intransponibilidade de algumas questões para abordar preexistências, salvo, obviamente, quando estas edificações incluem intervenções. Para isso, cabe trazer para o corpo desta dissertação recortes dos textos explicativos de cada uma dessas dimensões.

a) **BIM 3D** | Modelo Paramétrico

De acordo com o caderno do MPDFT (2020), a modelagem tridimensional (3D) envolve a criação de todos os elementos do projeto em um ambiente virtual unificado, onde informações gráficas e não gráficas são integradas em um sistema de compartilhamento de dados acessíveis, rastreável, transparente e seguro.

Através da parametrização dos elementos, é possível definir dimensões, localização espacial, materiais, gerar relatórios de quantitativos e realizar a compatibilização entre as diferentes disciplinas do projeto (MPDFT, 2020). Entre os principais benefícios do modelo 3D estão: visualização otimizada de todo o projeto, simplificação da comunicação e do compartilhamento das etapas e expectativas, apoio à logística, facilitação da colaboração entre equipes multidisciplinares e redução do retrabalho (MPDFT, 2020).

b) **BIM 4D** | Planejamento

Segundo o caderno do MPDFT (2020), a dimensão 4D é uma evolução da modelagem 3D que integra a variável tempo ao planejamento da obra. Com o uso de softwares de planejamento, é possível estabelecer os prazos para a execução do projeto e prever sua evolução ao longo do tempo, o que facilita o monitoramento e o controle do processo construtivo. Esses programas permitem simular virtualmente a execução da obra e seus processos, possibilitando uma definição precisa antes da construção real.

c) **BIM 5D** | Orçamento

A quinta dimensão está relacionada à estimativa de custos da obra, incorporando a variável custo aos elementos do modelo 3D e considerando o planejamento 4D, ou seja, ela adiciona o aspecto financeiro ao modelo 4D. O aproveitamento dos

componentes do modelo para gerar informações precisas de custo é o núcleo da dimensão 5D. Esses dados permitem que os orçamentistas extraiam as quantidades dos componentes de forma mais eficiente, resultando em uma estimativa mais precisa do custo total para o desenvolvimento do projeto. A extração de quantitativos deve ser realizada de forma automatizada, diretamente do modelo, e integrada a um software BIM de orçamentação ou a tabelas específicas para a geração do orçamento (MPDFT, 2020).

d) **BIM 6D** | Sustentabilidade

A dimensão 6D concentra-se na criação de projetos sustentáveis, destacando a responsabilidade da indústria da construção civil em cumprir os objetivos relacionados a esse tema. Segundo o MPDFT (2020), o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável apresenta princípios básicos para a construção sustentável, como o aproveitamento das condições do ambiente natural do canteiro de obra, a minimização dos impactos no entorno, a promoção de uma gestão sustentável durante a execução da obra e a utilização de matérias-primas que contribuem positivamente para o meio ambiente, entre outros.

A dimensão 6D está diretamente ligada à sustentabilidade e à eficiência energética do projeto. Ela envolve simulações energéticas, térmicas e acústicas baseadas nas propriedades dos materiais e na configuração do empreendimento, identificando alternativas mais eficientes em termos de conforto e custo. O objetivo é aumentar a precisão e consistência das estimativas de uso de energia e melhorar o desempenho real da construção por meio da implementação de tecnologias adequadas relacionadas ao BIM (MPDFT, 2020).

e) **BIM 7D** | Gestão e Manutenção

A dimensão 7D envolve a extração de informações essenciais do modelo, como manuais de manutenção, garantias e especificações técnicas. Esses dados permitem uma gestão mais eficiente da operação e manutenção da edificação, facilitando decisões mais precisas. Manter essas informações atualizadas ao longo da vida útil da edificação é fundamental para garantir sua confiabilidade (MPDFT, 2020).

O caderno do MPDFT (2020) sugere a criação de uma réplica digital básica para o gerenciamento de ativos e manutenção, que possa evoluir gradualmente para um gêmeo digital no futuro. Um Gêmeo Digital (*Digital Twin*) é caracterizado pela

existência de uma réplica física e uma digital conectadas, permitindo sua interação em tempo real. A réplica virtual deve receber dados em tempo real e prever como a réplica física será impactada por esses dados (MPDFT, 2020).

f) **BIM 8D** | Segurança

A oitava dimensão diz respeito ao conceito de “Acidente Zero”, que busca garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores durante o projeto, a execução da obra e a fase de manutenção (MPDFT, 2020).

g) **BIM 9D** | Construção Enxuta (*Lean Construction*)

A nona dimensão do BIM trata da introdução da filosofia de gestão *lean construction* no setor da construção, traduzida literalmente como construção enxuta (MPDFT, 2020).

h) **BIM 10D** | Construção Industrializada

Todas as dimensões compartilham o objetivo de alcançar a dimensão 10D, que visa à industrialização e ao aumento da produtividade no setor da construção civil por meio da digitalização e da integração de novas tecnologias (MPDFT, 2020).

A Figura 2 apresenta um esquema com as dimensões do BIM, ilustrando a evolução das etapas do projeto, conforme citado no texto acima.

Figura 2 - Dimensões BIM – 3D ao 10D



Fonte: Darós, 2019.

Esses conceitos provocam a ampliação das informações associadas a um modelo, não mais para representar elementos, mas sim, em conjunto, que permitem simular o desempenho dos próprios objetos que compõem a obra (Farias, 2020).

Faz-se importante compreender o processo de evolução e regulamentação do BIM no cenário brasileiro e internacional. Chebatt (2021) facilita a compreensão de que o BIM começou a ser discutido no Brasil em meados dos anos 2000. Até então, o

modelo de tecnologia mais utilizado era o CAD, criado para substituir os projetos feitos em papel e transformar em um desenho no computador, gerados em duas dimensões (2D).

Eastman *et al.* (2008), já destacavam que as principais diferenças entre BIM e os sistemas de CAD tradicionais são expressas pela adoção da modelagem paramétrica e pela perspectiva de interoperabilidade. Isso porque o sistema CAD não possui uma base de dados integrada e não permite a gestão unificada das informações ao longo do ciclo de vida de uma edificação.

Ainda de acordo com esses autores, o primeiro exemplo bem-sucedido da implementação do BIM em projeto foi o da construção do Terminal 5 do Aeroporto de Heathrow, em Londres, em 2008. Os autores afirmam que esse projeto foi considerado uma das maiores construções da Europa na época, contando com a implementação BIM desde o início do planejamento.

No contexto da produção científica brasileira, já em 2009, autores como Andrade e Ruschel (2009) investiam no reconhecimento, apropriação e difusão do BIM no Brasil. Atualmente, o BIM é amplamente utilizado na indústria da construção e sua importância é reconhecida por governos e instituições.

Para regulamentar e criar um padrão de qualidade relacionado a modelagens em BIM, diversas organizações foram estabelecidas ao longo dos anos, demonstrando um grau de maturidade no estabelecimento de um campo de conhecimento validado em diferentes âmbitos, tanto científico quanto profissional, em níveis nacional e internacional. Como, por exemplo:

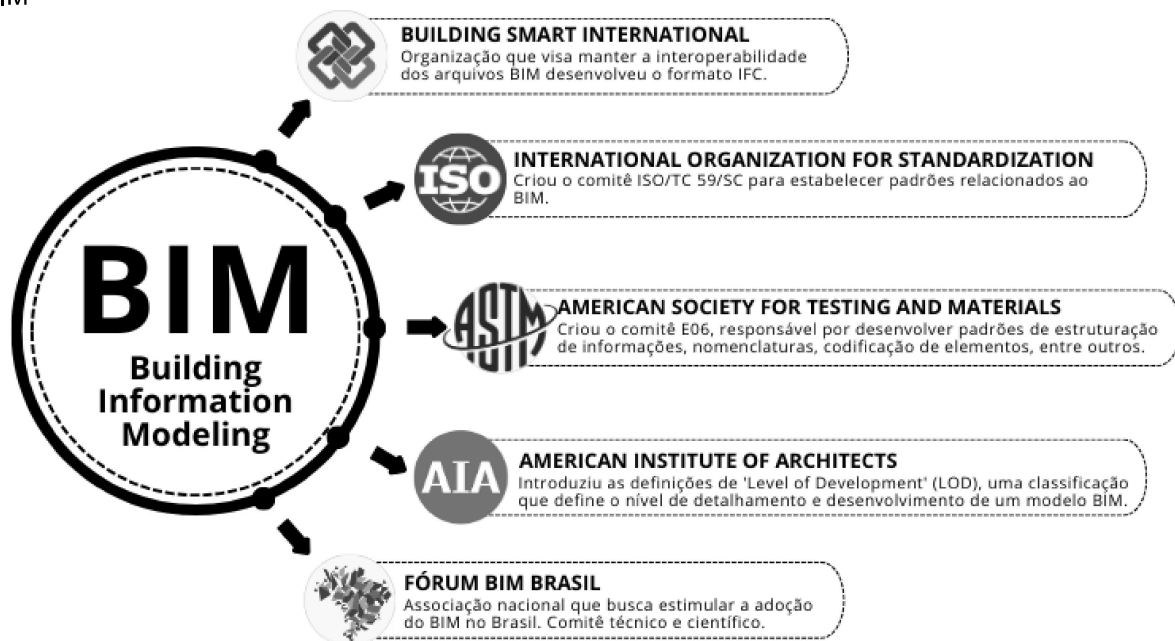
- a) *BuildingSMART International*, organização global que desenvolve e cria padrões internacionais abertos para o BIM, como o formato de arquivo IFC (ISO 16739:2013), o padrão mais importante na área de interoperabilidade no setor da AEC (BFB, 2024a).
- b) ISO (*International Organization for Standardization*), organização internacional que desenvolve e publica padrões técnicos em diversos setores. A ISO tem um comitê específico, o ISO/TC 59/SC 13, que se dedica aos padrões relacionados ao BIM, como a ISO 19650. (ISO, 2024).
- c) AIA (American Institute of Architects) é uma organização que busca promover o crescimento científico e prático, que busca desde 2007 a

introdução do BIM no setor da construção civil. O AIA introduziu as definições de LOD, que é uma classificação que define o nível de detalhamento e desenvolvimento de um modelo BIM em diferentes estágios do projeto (AIA, 2024).

- d) O Fórum BIM Brasil (BFB) é uma associação nacional que visa estimular a adoção do BIM no setor público e privado. O fórum possui grupos de trabalho e através de um comitê científico e técnico desenvolveu diferentes projetos e iniciativas voltadas para a prática e a disseminação do uso do BIM (BFB, 2024b).

Essas organizações estão resumidas na Figura 3:

Figura 3 – Algumas organizações que contribuem para o desenvolvimento de padronizações para o BIM



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Cada uma dessas organizações desempenha um papel fundamental na criação de padrões e diretrizes que visam promover a interoperabilidade, a padronização e a adoção do BIM na indústria da construção.

Nessa direção, segundo o guia produzido pelo Laboratório de Informática Aplicada à Construção Civil, LABIM (2013), um dos fatores que contribuiu significativamente para avançar na disseminação do BIM no mundo foi justamente a questão da interoperabilidade, atribuída à criação de um formato de arquivo específico: o IFC. Nesse formato, a estrutura de dados, por parâmetros, pode ser lida e interpretada de

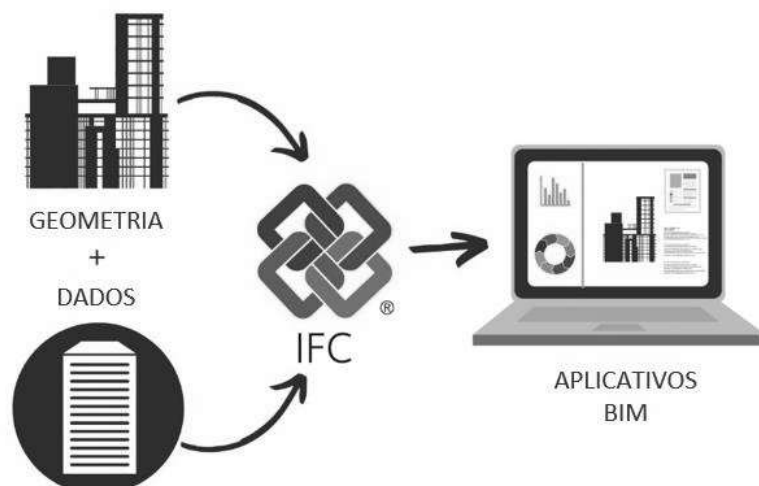
forma similar por todos os programas BIM. O formato IFC se tornou o padrão para transferência de modelos BIM, tornando-se o padrão para transferência de modelos que adotam essa metodologia. Isso abriu caminhos para o desenvolvimento do “Open BIM”, uma plataforma de código aberto para desenvolvedores e programadores criarem mais ferramentas de tecnologia BIM, a fim de desenvolver a indústria e incentivar novas ideias (BFB, 2024a).

Conforme o guia do LABIM (2013), esse padrão foi estabelecido pela *buildingSMART1*, uma organização sem fins lucrativos com o objetivo de integrar e padronizar os processos BIM. A partir deste guia entende-se que desde sua criação em 1994, o formato IFC tem passado por constantes atualizações para se adaptar às mudanças e evoluções no setor da construção civil. Entende-se também que um *software*, para ser considerado BIM, precisa operar em compatibilidade com o formato IFC, estar apto a armazenar uma ampla variedade de informações, incluindo dados de autoria do projeto, informações sobre os proprietários, datas das etapas, bem como informações sobre as etapas do projeto, processos legais, construção e uso das instalações.

Para Beraldi (2022), as principais versões do IFC incluem IFC2x, IFC2x2, IFC2x3, IFC4 e IFC4.1. Em 2024, foi lançada a versão IFC4X3, que trouxe aprimoramentos significativos em relação às versões anteriores, incluindo novos recursos e funcionalidades para atender às demandas atuais do setor. O autor faz saber que cada versão do IFC mantém compatibilidade retroativa, permitindo que modelos BIM criados em versões anteriores sejam atualizados e utilizados nas versões mais recentes. Por fim, entende-se que essa compatibilidade garante a colaboração entre diferentes plataformas e *softwares*, preservando a integridade e a qualidade dos dados, reforçando a importância da abordagem.

A Figura 4 ilustra como funciona o fluxo de informações de um arquivo IFC, onde os dados da construção e informações geométricas são codificados neste formato para garantir a interoperabilidade com outros aplicativos BIM.

Figura 4 - Representação do fluxo de trabalho do formato IFC no BIM



Fonte: Rocha (2023) tradução nossa.

2.3. Modelagem Paramétrica no BIM

Eastman *et al.* (2008), no livro *BIM Handbook*, descrevem o conceito de parametrização em um projeto. Estes autores explicam que em um projeto parametrizado, em vez de projetar uma instância de um elemento de construção, como uma parede ou uma porta, o projetista define uma família de modelos ou classe de elemento, que consiste em um conjunto de relações e regras para controlar os parâmetros pelos quais as instâncias do elemento podem ser geradas, variando de acordo com seu contexto.

Nesta perspectiva, os objetos e suas faces podem ser definidos por meio de relações que envolvem distâncias, ângulos e regras de comportamento, tais como: “anexado a”, “paralelo a”, “deslocado de” e “proporcional a”. Essas relações permitem que cada instância de uma classe de elemento varie conforme suas próprias configurações de parâmetros e relações contextuais. Além disso, as regras podem ser definidas como requisitos que o design deve cumprir, permitindo que ele faça alterações enquanto as regras verificam e atualizam os detalhes para manter a conformidade do elemento de design, avisando o usuário caso essas definições não sejam cumpridas (Eastman *et al.*, 2008).

Essa abordagem é particularmente relevante no contexto deste estudo. As práticas arquitetônicas ao longo da história mostram a lógica do estabelecimento de relações entre elementos construtivos, evidenciando a postura paramétrica como parte intrínseca da ação projetual neste campo. Ao analisar alguns edifícios históricos, é possível identificar uma erudição organizacional e construtiva fundamentada em

proporções clássicas. Dessa forma, a criação de um modelo HBIM não é apenas uma aplicação contemporânea de tecnologia, mas também uma expressão de fidelidade à história de sua produção arquitetônica.

Existem variadas bibliotecas de objetos paramétricos que facilitam a representação dos elementos da construção civil, inclusive com acesso a modelos produzidos pelas próprias fabricantes de elementos construtivos. Muitas empresas conhecidas no mercado da construção civil já disponibilizam bibliotecas BIM em seus sites. Por exemplo, a Tigre®, uma empresa especializada em tubos e conexões hidráulicas, oferece um *plugin* que auxilia os profissionais no desenvolvimento de projetos de instalações hidrossanitárias. A Amanco® também disponibiliza uma biblioteca em seu site para *download* de tubos e conexões hidrossanitárias. A Deca® é outra empresa que possui uma ampla biblioteca contendo louças e metais em formato BIM. Além dessas, empresas como Pauluzzi®, especializada em blocos cerâmicos, e Pormade®, que produz esquadrias de portas, também disponibilizam suas próprias bibliotecas.

Essas bibliotecas possuem especificações técnicas detalhadas, permitindo variar parâmetros como densidade, cor, dimensões e composição, considerando o desempenho térmico e outras características dos elementos. Essa diversidade de bibliotecas disponíveis facilita a escolha e a integração de elementos construtivos específicos nos projetos, proporcionando maior precisão e detalhamento na representação dos elementos da construção civil.

Para o desenvolvimento de projetos, existem diversos softwares que utilizam a metodologia BIM, específicos para diferentes disciplinas da construção civil, arquitetura, engenharia e gerenciamento de projetos. No livro *BIM Handbook* (Eastman *et al.*, 2011), pode-se observar que já em 2011 havia uma lista de produtos comerciais que implementavam essa abordagem, conforme apresentado na Figura 5, como *AllPlan*, *Graphisoft ArchiCAD*, *Autodesk Revit*, *Bentley Building*, *DigitalProject*, *VectorWorks*, *Visio Space Planner*, *Vectorworks Space Planning Tool* e *Trelligence*.

Figura 5 – Softwares BIM, suas funcionalidades e fabricantes

SOFTWARE BIM	COMPATIBILIDADE DO SISTEMA DE CONSTRUÇÃO	FUNCIONALIDADE	FONTE DE INFORMAÇÃO
Tekla Structures	Aço estrutural, concreto pré-moldado, concreto reforçado por CIP, mecânica, elétrica, encanamento, paredes de cortina	Modelagem, análise pré-processamento, fabricação detalhamento, coordenação	www.tekla.com
SDS/2 Design Data	Aço estrutural	Detalhamento de fabricação	www.dsndata.com
StruCAD	Aço estrutural	Detalhamento de fabricação	www.acecad.co.uk
Revit Structures	Aço estrutural, concreto reforçado com CIP	Modelagem, análise pré-processamento	www.autodesk.com/revit
Revit Systems	Mecânica, Elétrica, encanamento e tubulação	Modelagem	www.autodesk.com/revit
3d+	Aço estrutural		www.3dplus.cscworld.com
Structureworks	Concreto pré-moldado	Modelagem, detalhamento de fabricação	www.structureworks.org
Revit Building	Paredes de cortina	Modelagem	www.autodesk.com/revit
aSa Rebar Software	Concreto reforçado CIP	Estimativa, detalhamento, produção, rastreamento de materiais, contabilidade	www.asarebar.com
Allplan Engineering	Aço estrutural, concreto reforçado com CIP, concreto pré-moldado	Modelagem, detalhamento de vergalhões	www.nemetschek.com
Allplan Building Services	Aquecimento, ventilação, ar-condicionado (AVAC), mecânica, elétrica, encanamento (MEP)	Modelagem	www.nemetschek.com
Catia (Digital Project)	Paredes de cortina	Modelagem, análise FEM, análise de dados de produção para CNC	www.3ds.com
Graphisoft ArchiGlazing	Paredes de cortina	Modelagem	www.graphisoft.com
SoftTech V6 Manufacturer	Paredes de cortina	Modelagem e fabricação detalhamento	www.softtechnz.com
CADPIPE Commercial Pipe	Tubulações e encanamentos	Modelagem e detalhamento de fabricação	www.cadpipe.com
CADPIPE HVAC and Hanger	Dutos AVAC	Modelagem e fabricação detalhamento	www.cadpipe.com
CADPIPE Electrical and Hanger	Conduítes elétricos, bandejas de cabos	Modelagem, detalhamento	www.cadpipe.com
Quickpen PipeDesigner	Tubulações e encanamentos	Modelagem e detalhamento de fabricação	www.quickpen.com
Quickpen DuctDedesigner	AVAC	Modelagem e detalhamento de fabricação	www.quickpen.com
Bentley Building Mechanical Systems	Dutos e tubulações AVAC	Modelagem	www.bentley.com
Graphisoft Ductwork	Dutos AVAC		www.graphisoft.com
CAD-Duct	Dutos AVAC, Tubulações, Contenção Elétrica	Modelagem e fabricação detalhamento	www.cadduct.com
SprinkCAD	Sistemas de extinção de incêndios	Modelagem e detalhamento	www.sprinkcad.com

Fonte: Eastman *et al.* (2008) tradução nossa.

A escolha de *software* BIM depende das necessidades específicas do projeto, da disciplina envolvida e do nível de integração desejado com outras ferramentas. Segundo Santos (2017), pode-se perceber que até 2017, os *softwares* BIM mais populares eram o *Autodesk Revit*, o *ArchiCAD* (*Graphisoft*), *BentleyArchitecture* (*Bentley*), o *Ebericke* e o *Autodesk Naviswork*. O autor também cita que para a modelagem geométrica de arquitetura o *Revit* (*Autodesk*) e o *ArchiCAD* (*Graphisoft*) são muito utilizados para a documentação, integração com outras disciplinas e colaboração em projetos.

Há outros *softwares* de modelagem popularmente conhecidos, identificados a partir de buscas pela Internet, no âmbito desta revisão, como, por exemplo, o *Allplan Architecture* (*Nemetschek*), *AECOSim Building Designer* (*Bentley*), *Edificius* (*ACCA Software*), *Vectorworks* (*Nemetschek*). Além disso, alguns *softwares* já reconhecidos no mercado, como os de modelagem geométrica, estão se adaptando ao BIM através de *plugins*, como o caso dos *softwares* *Rhinoceros 3D* (*Robert McNeel & Associates*) e o *SketchUP* (*Trimble*).

Para este estudo, considerando o contexto acadêmico em que se insere, o *software* *Revit* foi escolhido, por ser uma das ferramentas utilizadas nas disciplinas de Representação em BIM (conforme comentado no item 1.2).

2.4. O *software* Revit como ferramenta para o BIM

O *Revit*, construído com base nos princípios do BIM, visa integrar todo o ciclo de vida de uma edificação, desde as etapas iniciais do anteprojeto até a manutenção do edifício. Este *software* é projetado principalmente para o desenvolvimento de novos projetos, o que pode dificultar a modelagem de edificações históricas (HBIM), pois, em grande parte dos casos, a edificação a ser representada apresenta algumas variações que são complexas de se representar no programa, tais como, paredes fora do prumo, adornos de fachada, entre outros. Apesar dessas dificuldades, o *Revit* foi adotado neste trabalho por ser uma ferramenta eficaz que adota a metodologia BIM e reconhece o formato de nuvem de pontos, possibilitando o trabalho com modelagem através da engenharia reversa. O *Revit* também é amplamente reconhecido, trabalha com parametrização e possui licença educacional.

A seguir, serão apresentados alguns termos e conceitos utilizados no *software*.

2.4.1. Parametrização no Revit

Segundo Netto (2015), a parametria no *Revit* é feita através da definição de parâmetros que descrevem as características dos elementos de projeto, como dimensões, materiais e posição. Esses parâmetros podem ser pré-definidos pelo software ou criados pelos próprios usuários para atender necessidades específicas de cada projeto.

As relações entre os parâmetros são estabelecidas através de fórmulas e regras, permitindo que os elementos se adaptem automaticamente às mudanças feitas no modelo. Por exemplo, ao alterar a largura de uma parede, todas as aberturas de portas e janelas se ajustarão automaticamente nas demais vistas para manter a integridade do modelo.

Essa capacidade de criar elementos paramétricos é especialmente útil na criação de famílias personalizadas no *Revit*, tais como mobiliário, equipamentos e componentes construtivos. No editor de famílias, os usuários podem definir parâmetros específicos e aplicar restrições geométricas para controlar o comportamento de cada família, permitindo que elas se adaptem às diferentes condições de projeto.

Portanto, a parametria é um conceito central no *Revit* que possibilita a criação de modelos BIM inteligentes e adaptáveis, simplificando o fluxo de trabalho e melhorando a precisão dos projetos. No *Revit*, existem três tipos principais de parâmetros: parâmetros de tipo, parâmetros de instância e parâmetros compartilhados. Entender a diferença entre eles é fundamental para a criação de elementos paramétricos eficientes.

a) Parâmetros de Tipo

São propriedades que definem características comuns a todos os elementos de uma família. Por exemplo, em uma família de porta, a largura e altura são parâmetros de tipo, pois todos os elementos daquele tipo de porta terão as mesmas dimensões. Alterações em parâmetros de tipo afetam todos os elementos do mesmo tipo dentro da família.

b) Parâmetros de Instância

São propriedades que definem características únicas de um elemento específico em uma família. Eles permitem que cada elemento da família tenha valores

diferentes para aquele parâmetro. Por exemplo, em uma família de mobiliário, a cor ou acabamento podem ser parâmetros de instância, pois cada elemento pode ter uma cor diferente. Alterações em parâmetros de instância afetam apenas o elemento específico, não os demais elementos da família.

Entender essa diferença é importante para criar famílias paramétricas eficientes no *Revit*. Parâmetros de tipo permitem controlar características comuns a todos os elementos, enquanto parâmetros de instância permitem personalizar elementos individuais.

c) Parâmetros Compartilhados

São propriedades que podem ser adicionadas a elementos de projeto, como portas, janelas, mobiliário, etc. Esses parâmetros são definidos em um arquivo externo (.txt) e podem ser compartilhados entre diferentes famílias e projetos. Permitem que informações específicas sejam adicionadas aos elementos, como código, fabricante, número de série, etc.

Benefícios dos Parâmetros Compartilhados: facilitam a consistência e padronização de informações em projetos complexos, permitem a extração de quantitativos e informações adicionais para orçamentos e especificações, possibilitam a criação de tabelas de planejamento e agrupamento de elementos com base nos parâmetros compartilhados, melhoram a colaboração entre equipes e disciplinas, pois as informações ficam centralizadas e acessíveis a todos. Para modelos HBIM, um exemplo de parâmetros compartilhados que podem ser inseridos nas famílias são as tabelas do IPHAN.

2.4.2. Famílias no Revit

De acordo com Netto (2015), todos os objetos do *Revit* pertencem a uma família, e essas famílias se enquadram em categorias ou classes. As categorias (ou classes) incluem elementos construtivos, como paredes, vigas e pilares, além de objetos de anotação de desenho, como texto, cotas e símbolos. Assim, todos os elementos têm uma classificação que permite controlar seu comportamento. Por exemplo, elementos construtivos em 3D, como paredes, telhados e escadas, aparecem em todas as vistas do projeto. Dessa forma, uma parede desenhada em planta é exibida em todas as vistas, elevações, cortes e vistas 3D, pois é um elemento construtivo de um único modelo 3D. Já os elementos 2D de anotação, como cotas, símbolos e textos,

se comportam de maneira diferente, aparecendo apenas na vista em que foram criados.

O termo "famílias" é específico do *Revit*, referindo-se às bibliotecas de elementos construtivos, onde todos os elementos do *Revit* são alocados em famílias. As famílias agrupam objetos do mesmo tipo, com parâmetros e comportamentos semelhantes, facilitando a organização do projeto e a criação do modelo (Netto, 2015). Essas famílias incluem atributos relacionados e não relacionados à forma e relações. O autor apresenta, didaticamente, o discurso para a compreensão da lógica de um modelo paramétrico, sob a explicação da possibilidade de adquirir diferentes instâncias para que um mesmo tipo gere uma grande variedade de objetos, com parâmetros diferentes. Enfatiza as vantagens da parametria para possibilitar a criação de modelos que permitem a variação de seus parâmetros sem a necessidade de criar novos modelos do zero, possibilitando a realização de estudos de alternativas de forma rápida e eficiente. Explica que essas famílias paramétricas podem ser compartilhadas e editadas para atender os mais diversos contextos de projeto, criando, assim, uma biblioteca com os mais diversos objetos.

Conforme Netto (2015), as famílias podem ser criadas e modificadas sem a necessidade de programação adicional, bastando ter conhecimento de modelagem e parametria. Assim, é possível definir todos os elementos construtivos com seus parâmetros geométricos básicos, que podem ser alterados a qualquer momento, mesmo após a sua inserção. O próprio programa oferece várias famílias de objetos que podem ser modificadas ou utilizadas como base para a criação de novos elementos.

Segundo Netto (2015), existem três tipos principais de famílias no *Revit*:

- a) **Famílias de Sistema:** São pré-definidas pelo *software Revit* e contêm tipos básicos de elementos de construção, como paredes, pisos, tetos e escadas. Podem ser elementos Modelo ou de Anotação. Não é possível apagar, porém, é possível criar novos tipos que não estão na lista.
- b) **Famílias RFA (Carregáveis):** Também conhecidas como famílias de componentes, são criadas externamente em arquivos *.RFA** com um *template*/modelo específico para cada elemento ou com um *template* de modelo genérico e podem ser carregadas nos projetos.

- c) **Famílias modeladas no Local:** São elementos únicos, criados diretamente no arquivo do projeto, para situações específicas em um projeto.

Segundo Neiva-Neto e Ruschel (2015), todas as famílias do *Revit* são organizadas em uma estrutura hierárquica que inicia com a Categoria da Família, seguida pelo Tipo de Família e, por fim, a Instância da Família. A Categoria da Família representa uma classificação geral para cada parte do modelo, incluindo categorias como parede, porta, janela, mobiliário, pilares estruturais, fundações, conduítes elétricos, tubos, conexões hidráulicas e vegetação, entre outras.

De acordo com os autores, o conjunto de elementos de uma família que possui diferentes valores de parâmetros, mas mantêm o mesmo nome e significado, é denominado Tipo de Família. As Instâncias da Família são as diversas variações do Tipo de Família que podem ser criadas em um projeto. Essas Instâncias podem ser inseridas várias vezes no projeto, formando os objetos que compõem o modelo (Neiva-Neto e Ruschel, 2015).

Ainda conforme Neiva-Neto e Ruschel (2015), nas famílias RFA (carregáveis), é possível criar uma família com outros tipos de famílias, conhecidas como famílias aninhadas ou *nested families*. As famílias aninhadas são um subtipo das famílias carregáveis, criadas ao combinar várias famílias carregáveis em uma única família. Elas permitem a criação de elementos compostos ou agrupados que podem ser manipulados como uma unidade única, mantendo a flexibilidade de cada componente individual.

2.5. HBIM: Desafios e Potenciais na Documentação do Patrimônio

O termo HBIM surge como uma extensão do BIM para atender às aplicações relacionadas a edifícios de valor histórico. Foi introduzido pelos autores Murphy, McGovern e Pavia (2007) e aprimorado ao longo do tempo com o surgimento de novos recursos e tecnologias. Inicialmente, propuseram a criação de um processo de projeto que utilizasse a engenharia reversa e a varredura a laser para obter um modelo virtual completo da edificação. O processo envolveu a criação de uma biblioteca de objetos 3D paramétricos baseados em detalhes históricos, a busca de teorias e regras de elementos históricos clássicos, o uso de linguagem de *script Geometrical Description Language* (GDL) e operações *booleanas* em *software* de modelagem BIM. Em seguida, houve o mapeamento e a correlação dos elementos da biblioteca com uma

nuvem de pontos do edifício em estudo, permitindo ajustes desses elementos diretamente no modelo e gerando um sistema completo do patrimônio no *software* (Murphy; McGovern; Pavia, 2007).

Em 2009, os estudos na área avançaram em relação aos processos de captura de imagens e fotogrametria, o que permitiu melhorar a determinação da geometria, das cores e das texturas, criando uma estrutura para a modelagem 3D (Murphy; McGovern; Pavia, 2009). Nessa etapa, o HBIM era descrito como uma metodologia com o objetivo de criar uma biblioteca interativa de objetos paramétricos baseada em dados históricos, na qual os elementos eram codificados em uma linguagem descritiva GDL. Para os autores, a melhor maneira de fazer a modelagem era identificar as seções segmentadas da nuvem e da ortofoto e utilizá-las como estrutura para a modelagem paramétrica.

Os autores Murphy, McGovern e Pavia (2013) definem o HBIM como uma solução inovadora que utiliza objetos paramétricos interativos para representar elementos arquitetônicos a partir de dados históricos, mapeando com precisão em uma nuvem de pontos ou em um levantamento baseado em imagem, incluindo detalhes por trás da superfície de digitalização. Em seu trabalho, os autores buscaram automatizar o processo de utilizar a nuvem de pontos para o registro, com o objetivo de produzir uma documentação de conservação, diferenciando dos modelos 3D de visualização sofisticados apenas para visualização.

Em artigos, teses e dissertações sobre o tema é possível identificar diferentes formas de escrita do termo HBIM, que passou por alterações. Segundo Costa *et al.* (2021), inicialmente o termo foi definido como *Historic Building Information Modelling* como, por exemplo, nos trabalhos de Murphy; McGovern; Pavia (2007, 2009, 2013), Brumana *et al.* (2018). Em estudos mais recentes, o termo está sendo designado também como *Heritage Building Information Modelling* (Palomar *et al.*, 2018; 2020; Facundo-López *et al.*, 2018).

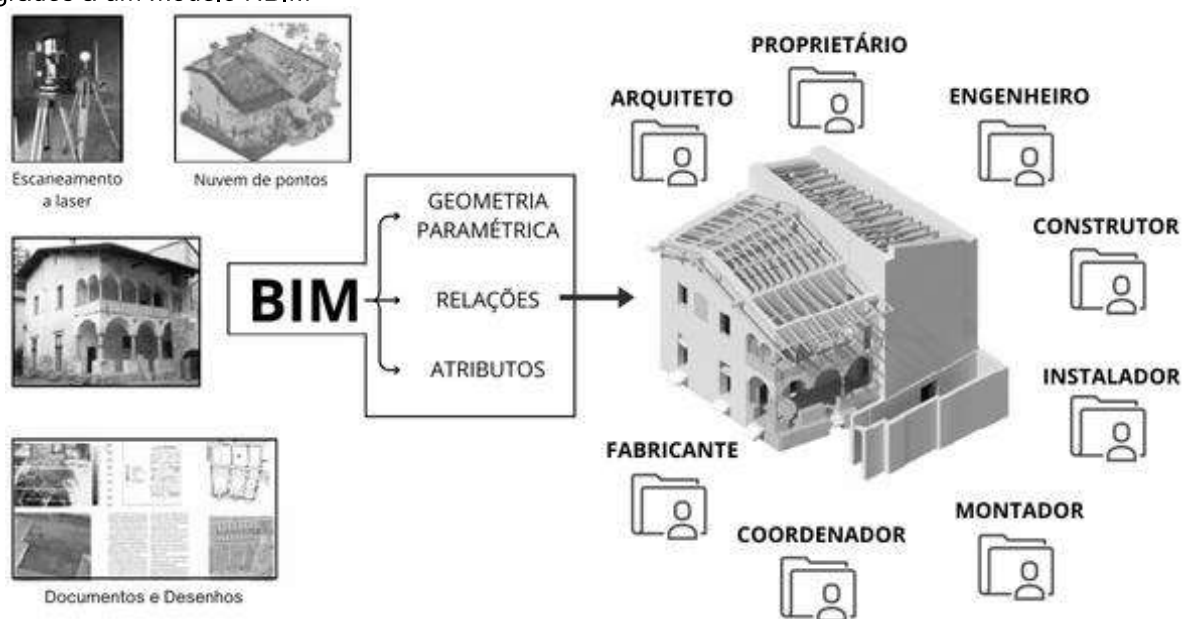
O termo "*Heritage*" (Patrimônio) tem um significado mais amplo do que "*Historic*" (Histórico). Além disso, o campo de estudo do patrimônio se dedica à preservação de bens materiais e imateriais, inclui políticas de conservação e valorização de edifícios protegidos, demandando intervenções mais extensas e uma gestão mais minuciosa ao longo do ciclo de vida do bem cultural (Palomar *et al.*, 2018; Costa *et al.*, 2021).

A atual mudança na escrita do termo ocorre devido à necessidade de complementar a abordagem de modelagem com a gestão de dados de informação (Bruno; De Fino; Fatiguso, 2018; Costa *et al.*, 2021).

Desde então, diversos autores têm explorado novos métodos e tecnologias para aplicar o HBIM no processo de engenharia reversa de edifícios, com o intuito de utilizá-lo como instrumento de documentação, gerenciamento e conservação.

A Figura 6 ilustra a compreensão da proposta da abordagem HBIM, estacando a integração de informações provenientes de múltiplas fontes de dados em um único modelo. Esse modelo possibilita que diferentes operadores e profissionais envolvidos no projeto atuem, dialoguem e tomem decisões de forma consensuada.

Figura 6 - Representação dos tipos de informações de múltiplas fontes de dados e profissionais integrados a um modelo HBIM



Fonte: Barazzetti e Banfi (2017) tradução nossa.

O uso de tecnologias digitais é fundamental para alcançar maior precisão e agilidade nos processos de modelagem HBIM. Os levantamentos do patrimônio ocorrem em um processo de engenharia reversa, no qual os dados arquitetônicos são obtidos por meio de diferentes ferramentas e métodos, visando como produto um modelo geométrico 3D completo (Pocobelli *et al.*, 2018).

O termo "*Scan-to-BIM*" refere-se ao uso de tecnologias avançadas de levantamento, como escaneamento a laser e fotogrametria digital. A partir desse levantamento digital, os dados são processados para gerar uma nuvem de pontos. O

processo *Scan-to-BIM* ocorre em três etapas: a primeira envolve o levantamento de dados do edifício; a segunda consiste no processamento e tratamento dos dados; e a última etapa compreende a modelagem (Cogima *et al.*, 2020).

Segundo a *American Society of Photogrammetry and Remote Sensing* (ASPRS, 2009), a fotogrametria é uma arte, ciência e tecnologia que se baseia em processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante e outras fontes. Ela possibilita a obtenção de informações confiáveis sobre objetos físicos e o meio ambiente.

Segundo Groetelaars e Amorim (2011), o escaneamento a laser 3D é uma tecnologia que utiliza feixes de raios laser para a varredura da superfície dos objetos, possibilitando a obtenção automática de uma abundante quantidade de dados em um curto espaço de tempo.

Ambas as técnicas são indicadas para serem utilizadas em edificações de alta complexidade ou com grande escala. No entanto, cada técnica possui suas próprias vantagens e desvantagens. É possível complementar uma técnica com a outra, através da fusão das nuvens de pontos obtidas. A eficácia do processo híbrido foi comprovada em estudos, como o dos autores Dezen-Kempter *et al.* (2015), que demonstrou ser possível eliminar lacunas e ruídos, obtendo-se um modelo geométrico 3D mais fiel e detalhado dos elementos.

O uso desses levantamentos reduz etapas repetitivas dos processos tradicionais de pesquisa, possibilitando dispor mais tempo em outras etapas essenciais do processo, como a modelagem e/ou a análise da construção (Mateus *et al.*, 2012; Rocha *et al.*, 2020).

Um dos trabalhos pioneiros sobre HBIM no Brasil, advinda do campo da arquitetura, foi a tese de doutorado da Natalie Johanna Groetelaars, defendida em 2016. Nesse estudo, a autora (Groetelaars, 2016) desenvolve um modelo BIM a partir de uma base de nuvem de pontos, utilizando como objeto de estudo a Capela de Nossa Senhora da Escada, onde a autora mescla uma base teórica e experimentação prática. Groetelaars (2016) sistematiza um fluxo de trabalho que envolve os processos de transformar uma nuvem de pontos em um modelo BIM/HBIM, e ressalta a necessidade de estudar sobre a tecnologia BIM, os aspectos teóricos e a metodologia para aplicação, visando a documentação arquitetônica.

Um modelo de uma edificação histórica apresenta peculiaridades distintas em relação a um modelo desenvolvido para edificações novas. Por isso, é necessário adotar estratégias que permitam desenvolver a modelagem com o rigor necessário, levando em conta sua complexidade arquitetônica (Brumana *et al.*, 2018).

Na metodologia BIM, o Instituto Americano de Arquitetura (AIA) criou uma classificação para organizar as etapas do desenvolvimento de um modelo, chamada LOD. Em um documento que estabelece as especificações de cada LOD (Bedrick; Ikerd; Reinhardt, 2021), é apresentada uma subdivisão em seis partes para cada nível (100, 200, 300, 350, 400 e 500), em que cada parte representa um aumento do nível de detalhe e precisão.

Em Bedrick, Ikerd e Reinhardt (2021), os LODs são apresentados da seguinte forma: O LOD 100 representa um modelo de informações genéricas e não é caracterizado por um modelo geométrico com detalhes específicos. Geralmente, é utilizado nas etapas iniciais de um projeto. No nível LOD 200, o modelo apresenta dimensões gerais, formas e volumes sem muitas informações detalhadas, sendo utilizado na fase de estudos preliminares. Já no LOD 300, o modelo deve incluir detalhes mais específicos, como tamanhos, formas, localizações e orientações, normalmente utilizado para a etapa de orçamentos.

O LOD 350 inclui informações mais detalhadas do que o LOD 300, sendo bastante utilizado para análises mais técnicas. No nível 400, o modelo inclui informações de fabricação e montagem, como especificações de materiais, sendo um projeto utilizado para a montagem e fabricação. Por sua vez, o LOD 500 inclui informações precisas de instalação e manutenção, como detalhes de acabamento e acessórios. Esse LOD é utilizado para modelo de *as-built*, gerenciamento e facilidades e a manutenção pós-construção.

O LOD de um modelo HBIM ocorre sob uma lógica diferente de uma construção nova, tendo em vista que o processo de enriquecimento das informações é sempre dependente do acesso a toda a biografia da edificação (Brumana *et al.* 2018). Dessa maneira, em um mesmo modelo, poderá haver elementos modelados com níveis mais elevados que outros. Com isso, surge a necessidade de estudar qual a aplicação de LOD mais adequada para cada modelo e elemento, baseada nos levantamentos 3D precisos para alimentar o modelo HBIM (Brumana *et al.*, 2018). O nível de geometria

(LOG) e o nível de informação (LOI), associados ao conceito de LOD, precisam ser definidos para corresponder aos objetivos do desenvolvimento para cada modelo HBIM.

Alguns autores particularizam o LoD. Na sua tese de doutorado, Tolentino (2018) justifica a importância de utilizar como referência o nível de detalhe na modelagem HBIM. Segundo a autora, essa abordagem facilita a modelagem de objetos complexos, pois uma única modelagem pode gerar várias representações de um mesmo objeto, que podem ser ativadas conforme o nível de informação desejado para cada escala adotada.

Por sua vez, Groetelaars (2016) sistematizou um quadro que pode ser utilizado como referência para a modelagem, no qual foram definidos cinco níveis de detalhamento (do Nível 1 ao Nível 5). Esses níveis associam as características específicas dos elementos construtivos à escala da representação gráfica (Figura 7).

As cinco escalas definidas são: 1/500 (Nível 1), 1/200 (Nível 2), 1/100 (Nível 3), 1/50 (Nível 4) e 1/20 (Nível 5). Cada uma dessas escalas está associada a três parâmetros, expressos em milímetros:

- a) Afastamento máximo entre os pontos da nuvem utilizados para descrever a superfície do elemento: 75, 30, 15, 5 e 3, respectivamente.
- b) Desvio máximo permitido nas dimensões dos elementos principais: 200, 100, 50, 25 e 10, respectivamente.
- c) Desvio máximo permitido nas dimensões dos detalhes: -, -, 20, 10 e 4, respectivamente.

Além disso, Groetelaars (2016) descreve os tipos de elementos a serem modelados e as finalidades de cada nível de detalhamento:

Nível 1: representação da volumetria externa (paredes e coberturas) para o planejamento inicial do projeto de documentação, identificação de áreas prioritárias, visualização no contexto urbano e utilização em sistemas de informações geográficas.

Nível 2: modelagem simplificada dos principais elementos construtivos internos e externos (paredes, pisos, escadas, pilares, forros, portas e janelas), incluindo

modelagem do terreno e identificação de paredes. Útil para estimativas de áreas e volumes, manutenção e estudos de viabilidade.

Nível 3: inclusão de detalhes básicos usando famílias existentes, podendo criar famílias de baixo nível de detalhe quando necessário. Pode ser exportado para programas de gerenciamento de *facilities*, usado no planejamento funcional e como base para pequenas intervenções.

Nível 4: inclusão de elementos detalhados e mobiliário, com criação de famílias de médio nível de detalhe. Descrição de materiais de acabamento dos principais elementos construtivos. Modelo utilizado para documentação arquitetônica de edificações histórico-culturais e projetos de intervenção.

Nível 5: criação de famílias em alto nível de detalhe, inserção de informações semânticas, associação de arquivos de imagens e aplicação de texturas foto realísticas em trechos relevantes. Modelo usado para documentação arquitetônica, monitoramento estrutural e projetos de intervenção complexos em edificações histórico-culturais.

A Figura 7 apresenta um esquema desenvolvido por Groetelaars (2016), onde são definidos os parâmetros de escala, afastamento máximo de pontos da nuvem de pontos (mm), desvio máximo para modelagem dos elementos principais (mm), desvio máximo para modelagem de detalhes (mm), elementos modelados e a finalidade do modelo para cada um dos níveis de detalhamento.

Figura 7 - Parâmetros para definição dos Níveis de detalhamento em modelos HBIM

	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	NÍVEL 4	NÍVEL 5
Escala	1/500	1/200	1/100	1/50	1/20
Afastamento máximo de pontos na "nuvem de pontos" (mm)	75	30	15	5	3
Desvio máximo para modelagem dos elementos principais (mm)	200	100	50	25	10
Desvio máximo para modelagem de detalhes (mm)	-	-	20	10	4
Elementos modelados	Volumetria externa, contemplando paredes e coberturas.	Modelagem simplificada dos principais elementos construtivos do exterior e interior: paredes, pisos, escadas, pilares, forros, e aberturas de portas e janelas. Modelagem do terreno. Identificação das paredes: interior e exterior. Inclusão dos parâmetros sobre desvios de modelagem.	Inclusão de detalhes de elementos básicos. Uso preferencial de famílias existentes. Criação de famílias em baixo nível de detalhe, quando necessário.	Inclusão de elementos detalhados e mobiliário. Criação de famílias em médio nível de detalhe. Descrição de materiais de acabamento dos principais elementos construtivos. Nova modelagem dos elementos com desvios superiores aos máximos.	Criação de famílias em alto nível de detalhe. Inserção de informações semânticas associadas aos elementos construtivos. Associação de arquivos de imagens. Aplicação de texturas fotorrealísticas em trechos relevantes.
Finalidade do modelo	Planejamento inicial do projeto de documentação. Identificação de áreas prioritárias. Visualização da edificação no contexto urbano. Utilização em sistemas de informações geográficas.	Estimativa de áreas e volumes para diversas finalidades, como manutenção e estudo de viabilidade.	Modelo base para ser exportado para programas de gerenciamento de <i>facilities</i> . Planejamento funcional. Base para pequenas intervenções na edificação.	Documentação arquitetônica de edificações de interesse histórico-cultural. Base para projetos de intervenção.	Documentação arquitetônica de edificações de interesse histórico-cultural. Monitoramento estrutural. Base para projetos de intervenção mais complexos.

Fonte: Groetelaars (2016).

Em um estudo realizado por Santana e Groetelaars (2022), foi feita uma revisão das propostas normativas para a modelagem HBIM. Destaca-se o termo "LOQH" (*Level of History*) para estabelecer uma relação com as informações históricas dos

elementos arquitetônicos, possibilitando também a construção de uma biografia para esses elementos. A inclusão desse conceito, juntamente aos conceitos de Nível de Detalhe (LoD), Nível de Informação (LOI) e Nível de Geometria (LOG), amplifica as possibilidades de criar um processo completo de HBIM.

Maiezza e Tata (2021) apresentam uma reflexão sobre a necessidade de adicionar um novo conceito para os processos de instrumentalização de HBIM. Eles destacam que o estudo e a representação de um edifício histórico envolvem uma série de informações que não são abordadas nos processos BIM convencionais, pois não consideram as peculiaridades e necessidades do patrimônio arquitetônico. Nesse sentido, os níveis tradicionais utilizados para descrever o conteúdo informacional do modelo, seja ele geométrico ou não, não são suficientes. Ambos os níveis (LOI e LOG) se referem a aspectos relacionados à fisicalidade do elemento arquitetônico, como dimensões e materiais, ou seja, informações que podem ser quantificadas e computadas.

Portanto, as atuais bases de dados do BIM devem receber informações não programáveis (Maiezza; Tata, 2021). Com isso, os autores propõem a definição de um "Nível de História" (LoH), que se refere a toda a informação de caráter histórico relacionada ao processo de modificação e estratificação que conduziu o edifício até os dias atuais, incluindo datas, autor, fases históricas, entre outros. Dado que a informação relativa ao conhecimento histórico de um elemento arquitetônico pode variar em complexidade, existem três níveis de história diferentes: alto, médio ou baixo. Portanto, Maiezza e Tata (2021) afirmam que a riqueza de informação de cada elemento arquitetônico de um modelo HBIM é descrita por três níveis: o Nível de Geometria; o Nível de Informação; e o Nível de História, o último, em específico, para o patrimônio arquitetônico.

Além desses conceitos, é possível identificar outros aspectos que especificam ainda mais os tipos de informações que podem contribuir para atribuir credibilidade a um modelo HBIM. O conceito de Confiabilidade Informativa (LoQI) está relacionado aos conteúdos não geométricos do modelo, enquanto a Confiabilidade Histórica (LoQH) se refere ao conteúdo informativo específico do patrimônio arquitetônico, ou seja, todas as informações históricas relativas ao processo de formação e modificação do edifício. Considerando a informação não computável do modelo HBIM, relacionada

ao conhecimento histórico do patrimônio construído expresso pelo Nível de História (LoH), foi introduzido um novo nível de confiabilidade (LoQH). Para garantir a transparência do modelo, são veiculados informações e documentos a cada objeto digital, juntamente com a declaração do nível de confiabilidade relativa aos aspectos geométricos (LoA), informativos (LoQI) e históricos (LoQH). Além disso, ao inserir o nível de confiabilidade no ambiente BIM como um atributo dos componentes arquitetônicos individuais, promove-se a transparência e a interoperabilidade entre as diversas partes interessadas (Maiezza; Tata, 2021).

2.6. Aplicações do HBIM

Diversos estudos de caso destacam a relevância do HBIM e propõem avançar no uso da nuvem de pontos para a modelagem. Nesta seção foram reunidos alguns estudos, antigos e atuais para verificar o estado da arte em HBIM, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos revisados no estudo

	TÍTULO	AUTORES	ANO
Caso 01	HBIM for the Archaeology of Standing Buildings: Case Study of the Church of San Cipriano in Castelvechio Calvisio (L'Aquila, Italy)	CONTINENZA, Romolo; REDI, Fabio; SAVINI, Francesca; TATA, Alessandra; TRIZIO, Ilaria	2018
Link: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-63946-8_49			
Caso 02	Creación de bibliotecas de objetos paramétricos para su integración en modelos HBIM	RIVERA, Belén; MERCHÁN, Pilar; SALAMANCA, Santiago; PÉREZ, Emiliano; MORENO, M ^a Dolores; MERCHÁN, María José	2018
Link: https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/24905			
Caso 03	From reality to parametric models of cultural heritage assets for HBIM	DIARA, Filippo; RINAUDO, Fulvio	2019
Link: https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLII-2-W15/413/2019/			
Caso 04	Scan-to-HBIM aplicado à igreja da Pampulha de Oscar Niemeyer	COGIMA, Camila Kimi; NASCIMENTO, Rodrigo Vinicius de Carvalho; DE PAIVA, Pedro Victor Vieira; CARVALHO, Marco Antonio Garcia de; DEZEN-KEMPTER, Eloisa.	2019
Link: https://revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/152828			
Caso 05	Adapting the Tool: A Historic Building Information Model (HBIM) of Senhora da Piedade da Caparica	RAFEIRO, Jesse; TOMÉ, Ana	2020
Link: https://books.fe.up.pt/index.php/feup/catalog/book/978-972-752-272-9/chapter/94			
Caso 06	Semantic interpretation of architectural and archaeological geometries: Point cloud segmentation for HBIM parameterisation	MOYANO, Juan; LEÓN, Javier; NIETO-JULIÁN, Juan E.; BRUNO, Silvana	2021
Link: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580521003071			
Caso 07	Scan-to-HBIM for conservation and preservation of Cultural Heritage building: the case study of San Nicola in Montedoro church (Italy)	COSTANTINO, Domenica; PEPE, Massimiliano; RESTUCCIA, A. G.	2021
Link: https://link.springer.com/article/10.1007/s12518-021-00359-2			
Caso 08	HBIM: Documentação do património arquitetónico através de nuvem de pontos	SANTOS, Franciny; FREIRE, Fábio; CREMONEZ, Victor	2022
Link: https://ptbim.org/outras-edicoes/			
Caso 09	From Point Cloud to BIM: A New Method Based on Efficient Point Cloud Simplification by Geometric Feature Analysis and Building Parametric Objects in Rhinoceros/ Grasshopper Software	PEPE, Massimiliano; GAROFALO, Alfredo Restuccia; COSTANTINO, Domenica; TANA, Federica Francesca; PALUMBO, Donato; ALFIO, Vincenzo Saverio; SPACONE, Enrico	2024
Link: https://www.mdpi.com/2072-4292/16/9/1630			

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A seleção dos artigos foi baseada na apresentação de estudos de caso alinhados à proposta de transformar informações provenientes da nuvem de pontos em modelos HBIM.

2.6.1. Caso 01

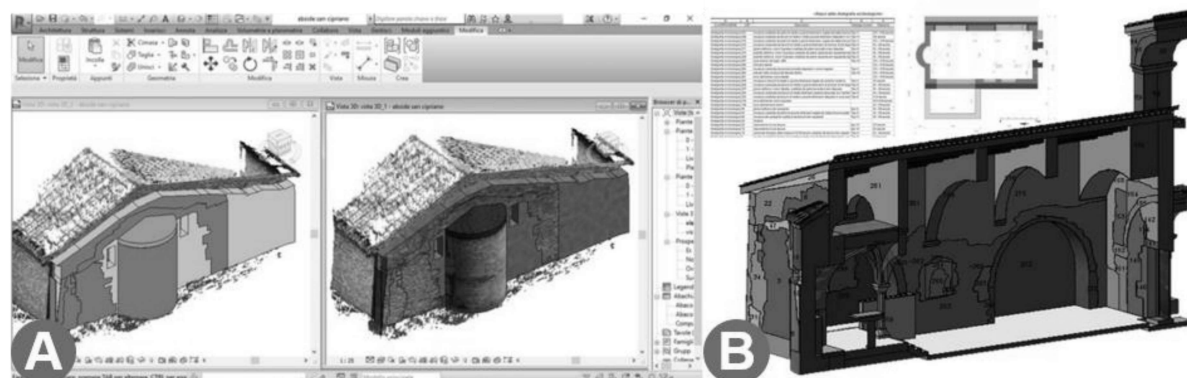
Os autores Continenza *et al.* (2018) apresentam um estudo sobre a integração de ferramentas digitais com dados arqueológicos e históricos, utilizando o processo BIM para análise estratigráfica de edifícios históricos. A pesquisa destaca a crescente aplicação de metodologias BIM na documentação de edifícios históricos, em paralelo com aplicações em um sistema de informação geográfica tridimensional (3D GIS) para realizar análises estratigráficas e propor hipóteses de evolução diacrônica para os sítios.

O estudo explora a complexidade histórica e arquitetônica da Igreja de San Cipriano, localizada em Castelvecchio Calvisio, L'Aquila, Itália. A edificação, que passou por diversas fases construtivas ao longo de séculos, oferece um cenário ideal para experimentação com o *Autodesk Revit* (versão 2016) no mapeamento e análise de Unidades Estratigráficas¹ de Parede em um ambiente BIM.

A aquisição de dados envolveu escaneamento direto combinado com fotogrametria digital, gerando um modelo tridimensional georreferenciado. Duas abordagens principais de modelagem paramétrica foram empregadas: (1) modelagem volumétrica de cada Unidade Estratigráfica, permitindo detalhamento com texturas fotográficas e atribuição de parâmetros específicos, como tipo de alvenaria e fase construtiva, e (2) modelagem de superfícies finas sobrepostas, representando as unidades analisadas. Ambas possibilitaram a atribuição de informações detalhadas como datação, técnicas construtivas e condições de conservação. A Figura 8 apresenta o processo de modelagem da Igreja de San Cipriano, sendo separada em faces de Unidades Estratigráficas, utilizando como base a nuvem de pontos.

¹ Unidade Estratigráfica (UE) refere-se a uma porção de estrutura ou material identificável que pertence a uma fase específica do processo construtivo de um edifício.

Figura 8 – (A) Modelagem paramétrica de Unidades Estratigráficas de Parede individuais (B) Coloração das faces conforme as fases identificadas e os gráficos detalhados dos dados arqueológicos



Fonte: Continenza *et al.* (2018).

A conexão entre as relações estratigráficas das unidades e a matriz de Harris² foi abordada através da inclusão de parâmetros específicos nas tabelas detalhadas e da criação de vistas temáticas no *software*. No entanto, a pesquisa identificou desafios significativos na adaptação do *software* a contextos históricos. Por ser projetado para a arquitetura contemporânea, que apresenta maior regularidade geométrica, o *software* frequentemente requer ajustes manuais, como a criação de famílias paramétricas “*ad hoc*” (para essa finalidade) para atender às irregularidades das estruturas históricas, o que pode prolongar o processo de modelagem.

O estudo também destaca a importância do uso de plataformas digitais para a difusão dos modelos, como o *Autodesk A360*, que facilita a visualização e a colaboração em projetos de preservação do patrimônio. Apesar das limitações, os autores ressaltam o potencial do BIM na interpretação, gestão e comunicação do patrimônio cultural, ampliando as possibilidades de reconstruções históricas e de planejamento de conservação.

Esse estudo faz um recorte relevante por demonstrar a aplicação do BIM no campo da arqueologia, enfrentando o desafio de representar irregularidades das estruturas preexistentes e camadas estratigráficas. Nesse caso, os autores optaram por

² Matriz de Harris é um sistema de estudo arqueológico criado pelo Dr. Edward Harris em 1973. É um padrão de referência em muitos países e é utilizada para articular sequências e construir unidades de eventos estratigráficos relacionados. A Matriz de Harris baseia-se na decomposição de estruturas estratificadas em Unidades Estratigráficas.

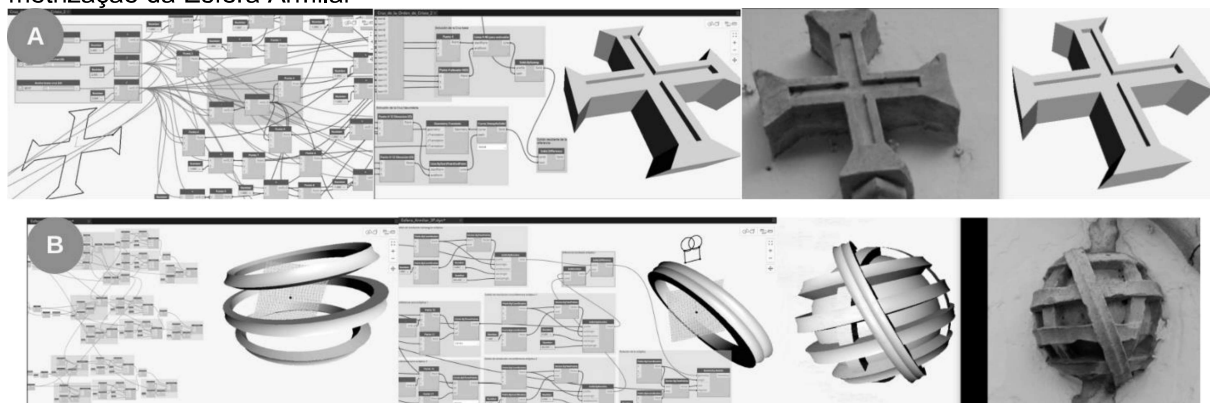
uma abordagem prática, realizando representações *in loco* para capturar as características irregulares da edificação, utilizando como base a nuvem de pontos.

2.6.2. Caso 02

Em Rivera *et al.* (2018), observa-se a falta de ferramentas adequadas para a modelagem de HBIM, embora as ferramentas comerciais estejam sendo adaptadas para facilitar o trabalho nesse campo. No referido trabalho, descreve-se a criação de elementos paramétricos no estilo Manuelino a partir de nuvens de pontos, utilizando exclusivamente o *software Autodesk Revit*. O autor destaca a ausência de bibliotecas de objetos paramétricos que facilitem a construção do modelo HBIM. O foco do trabalho está nos elementos decorativos, como a Cruz da Ordem de Cristo e a Esfera Armilar, ressaltando sua importância na arquitetura Manuelina.

Os objetos foram escaneados a laser, e a modelagem paramétrica foi realizada utilizando o *software Revit* e contando com o suporte do *Dynamo*, uma ferramenta de programação gráfica e de código aberto que facilita a programação e gestão de parâmetros nas famílias. Os objetos paramétricos foram gerados por meio do processo de programação visual, conforme apresenta a Figura 9, resultando em sólidos dentro do *Revit* que se caracterizam como famílias, prontos para serem utilizados no ambiente BIM, com parâmetros abertos para modificação. Na Figura 9-A, é apresentada a Cruz da Ordem de Cristo, e na Figura 9-B, a Esfera Armilar.

Figura 9 - (A) Programação da parametrização da Cruz da Ordem de Cristo (B) Programação da parametrização da Esfera Armilar



Fonte: Rivera *et al.* (2018).

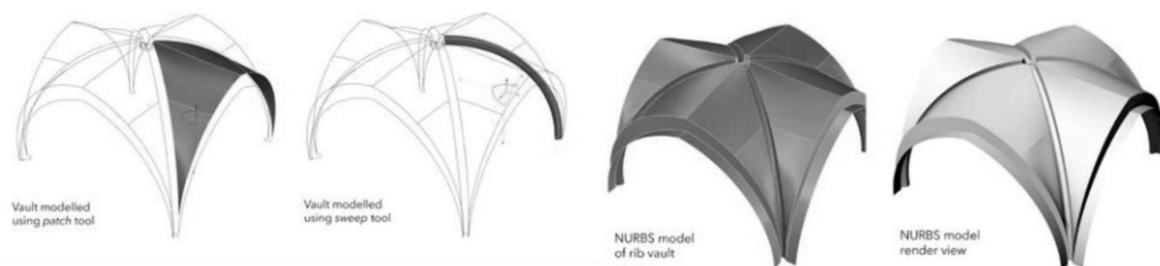
Esse trabalho evidencia a complexidade envolvida na modelagem de elementos decorativos históricos, muitas vezes demandando o uso de programação visual. O estudo também destaca as limitações dos softwares convencionais de arquitetura para lidar com a modelagem de elementos complexos. Além disso, o uso de softwares

que utilizam linguagem de programação visual requer um estudo técnico, que pode demandar tempo significativo para ser adquirido, elevando, assim, o nível de complexidade do estudo geométrico necessário para a realização da modelagem.

2.6.3. Caso 03

Este caso envolve uma nuvem de pontos obtida por escaneamento a laser (LiDAR). Primeiramente, o artigo (Diara; Rinaudo, 2019) descreve os processos de captura da nuvem de pontos para representar uma abóbada de aresta. As nuvens de pontos foram limpas e seccionadas em cortes planos para permitir a extração de perfis geométricos. Posteriormente, foi realizada a modelagem das superfícies NURBS no *software Rhinoceros* (Figura 10). Em seguida, os modelos foram exportados para o *FreeCAD*, onde foram parametrizados e conectados a um banco de dados semânticos, permitindo a integração de informações históricas e materiais. O *FreeCAD* é uma plataforma de CAD/BIM de código aberto.

Figura 10 – Modelagem da abóboda de costelas a partir das NURBS



Fonte: Diara e Rinaudo (2019).

2.6.4. Caso 04

O artigo de Cogima *et al.* (2020) apresenta um estudo de caso sobre a aplicação de tecnologias digitais e BIM para a documentação e preservação do patrimônio arquitetônico moderno brasileiro. O estudo detalha o processo aplicado à Igreja de São Francisco de Assis, parte do conjunto arquitetônico da Pampulha, em Belo Horizonte, projetado por Oscar Niemeyer. A pesquisa adota a abordagem *Scan-to-HBIM*, que combina técnicas de escaneamento digital e modelagem paramétrica.

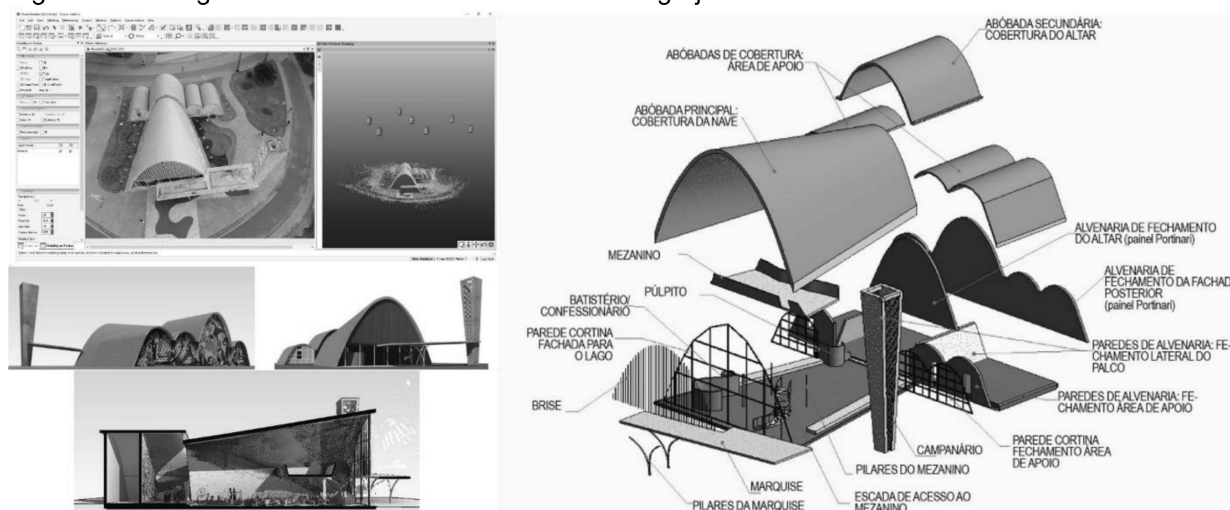
O trabalho utiliza um processo híbrido que combina escaneamento a laser terrestre (TLS) e fotogrametria aérea realizada com um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). A combinação desses métodos permitiu criar um modelo digital inteligente, capaz de documentar com precisão as formas geométricas complexas e os detalhes

arquitetônicos da edificação, contribuindo para a redução de lacunas tecnológicas na aplicação do HBIM em patrimônios históricos.

O artigo detalha as etapas do processo, desde a coleta de dados até o processamento da nuvem de pontos. Os dados espaciais capturados pelos dois sensores foram integrados para formar uma nuvem de pontos híbrida, usando *softwares* como *CloudCompare*, que viabilizaram o alinhamento das informações. Para a modelagem, foi utilizado o *software Autodesk Revit*, com a nuvem de pontos híbrida como referência. Além disso, ferramentas como *AutoCAD* e *Recap Pro* foram empregadas para manipular e importar os dados processados.

Essa metodologia demonstra a eficácia do uso combinado de TLS e VANT para a documentação de edificações complexas, permitindo criar modelos HBIM detalhados e precisos, essenciais para a valorização e preservação do patrimônio construído. A Figura 11 ilustra o processo de modelagem utilizando como base as duas nuvens de pontos adquiridas.

Figura 11 – Imagens do modelo BIM desenvolvido da Igreja de São Francisco de Assis



Fonte: Cogima *et al.* (2020).

Esse trabalho traz contribuições importantes para o campo de estudos em HBIM, demonstrando a complementaridade no uso de duas técnicas para a obtenção de uma nuvem de pontos híbrida. Essa abordagem integra informações coletadas por diferentes sensores, permitindo preencher as áreas de oclusão de cada sistema.

2.6.5. Caso 05

Rafeiro e Tomé (2020) desenvolveram um modelo HBIM para o Convento de Nossa Senhora da Piedade da Caparica, em Almada, Portugal. Construído em 1558,

o convento passou por grandes reformas na década de 1950, que alteraram significativamente sua configuração original. O desenvolvimento do modelo HBIM visa integrar todos os materiais relevantes à história do edifício em um arquivo digital. Utilizando uma abordagem interdisciplinar e métodos mistos, o projeto visa validar cientificamente a reconstrução virtual do convento em duas fases: 1558 e 1630.

Os conjuntos de dados utilizados, que incluem textos históricos, fotografias antigas, modelos fotogramétricos, dados de nuvem de pontos e desenhos, são todos integrados no HBIM. Foram modelados no *software Autodesk Revit*, na versão 2020, elementos como tetos e perfis de parede como componentes “no local”, em vez de usar ferramentas padrão (criação de famílias). Os autores afirmam que isto permitiu o uso de opções de modelagem avançadas aplicáveis a edifícios históricos. A exportação de geometria gerada por componente no *Revit* para um arquivo de família também se revelou uma alternativa viável, dada a impossibilidade de importar dados de nuvem de pontos diretamente em famílias *Revit*.

A fase de modelagem se concentra exclusivamente na condição presente do edifício, utilizando dados de nuvem de pontos para a fachada principal e fotogrametria para os espaços interiores. O artigo ilustra a modelagem dos seguintes elementos: desvios de parede, tetos arqueados, perfis de parede e janelas irregulares.

Desvio da parede: a seção aborda desvios de parede ao modelar edificações históricas usando a nuvem de pontos no *Revit* (Figura 12). Devido aos efeitos climáticos e temporais, as paredes frequentemente apresentam irregularidades e distorções. Ao trabalhar com a nuvem de pontos, as paredes não seguem o padrão ortogonal otimizado para novas construções no *Revit*. A ferramenta automaticamente une paredes quando estão próximas, resultando em geometrias indesejadas. Para lidar com uniões não ortogonais, a ferramenta “desvincular” é utilizada, desabilitando a conexão automática e permitindo uniões manuais. A modelagem de paredes não perfeitamente retas é abordada usando a ferramenta de modelagem “no local”, capturando a irregularidade com uma parede por face. Embora isso possa aumentar o tempo de modelagem e dificultar ajustes futuros, a decisão foi de alinhar as paredes o mais próximo possível à nuvem de pontos, destacando qualquer discrepância nas notas do objeto modelado.

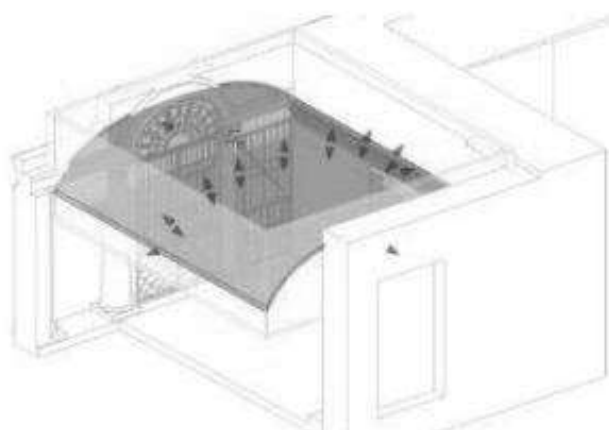
Figura 12 – Paredes de espessuras variadas modeladas a partir de perfis



Fonte: Rafeiro e Tomé (2020).

Modelagem de tetos abobadados: a modelagem de tetos abobadados no *Revit* destaca a limitação padrão de modelar tetos como planos inclinados (Figura 13). Em edificações históricas e religiosas, é comum encontrar tetos curvos ou em arco. Para superar essa limitação, foi explorada uma abordagem alternativa usando a ferramenta de modelagem “no local”, que oferece diversas opções, como extrusões, mesclar, revoluções e varreduras. Ao escolher um teto como categoria para o elemento em questão, foi possível modelar um teto abobadado no espaço de entrada usando a ferramenta mesclar com perfis traçados a partir da nuvem de pontos. Um vazio periférico com a forma das paredes do ambiente foi adicionado para garantir que o teto permanecesse alinhado com as paredes, abordando a falta de ortogonalidade entre as paredes e o teto.

Figura 13 - Modelo de teto arqueado no lugar com geometria de vazio para cortar o teto de forma uniforme com as paredes

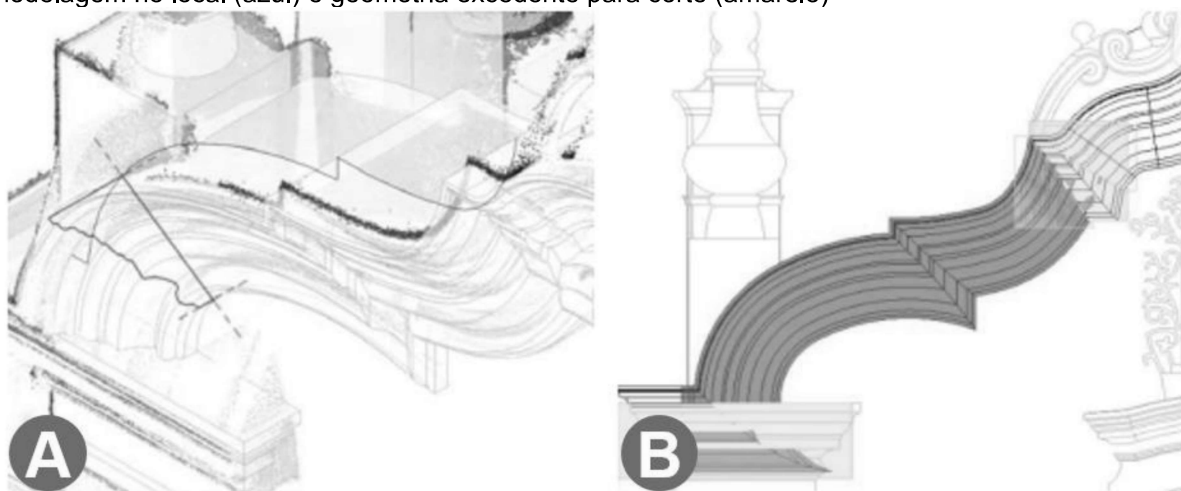


Fonte: Rafeiro e Tomé (2020).

Perfis de parede irregulares: essa seção aborda a limitação da ferramenta padrão do *Revit* para adicionar cornijas e perfis às paredes, que se restringem a planos ortogonais verticais e horizontais na superfície da parede (Figura 14). Assim como

nos tetos abobadados, a modelagem de perfis de parede irregulares exigiu o uso da variedade de técnicas disponíveis na função de modelagem “no local”. Dada a extensão do perfil ao longo do topo da fachada, as tentativas de modelar o perfil como um único elemento de varredura resultaram em erros. Os autores detectaram que o *Revit* não conseguiu processar corretamente a geometria devido à sua complexidade e irregularidade, constatando que a parede precisava ser dividida em uma série de fragmentos com vazios individuais, cortando o excesso de geometria de cada segmento separadamente.

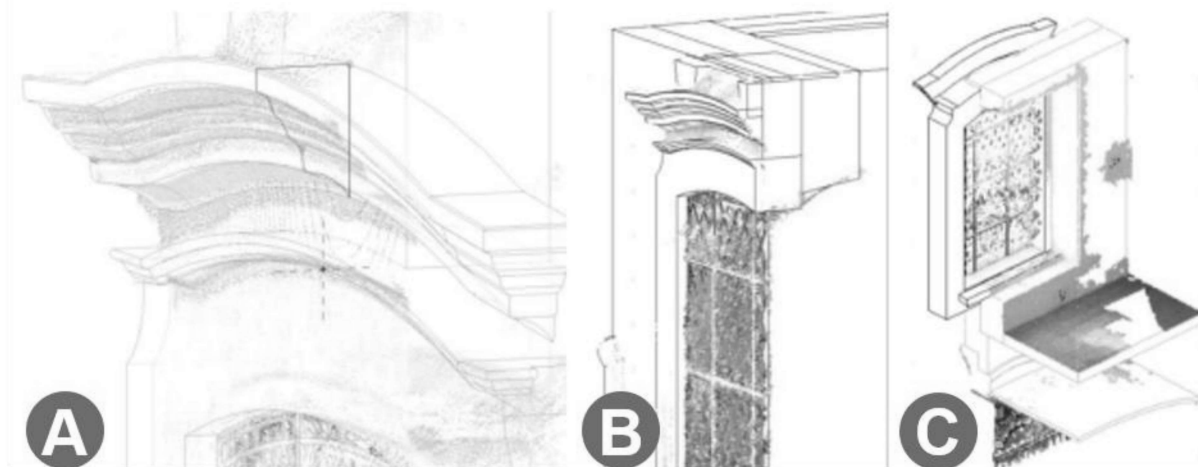
Figura 14 - (A) Perfil da parede gerado a partir da nuvem de pontos; (B) segmento do perfil gerado por modelagem no local (azul) e geometria excedente para corte (amarelo)



Fonte: Rafeiro e Tomé (2020).

Modelagem de Janelas: ao modelar as janelas que não se repetem em vários locais de um edifício, os autores contaram que modelar um componente de janela “no local”, de forma não paramétrica e diretamente nos dados da nuvem de pontos, é uma abordagem eficaz (Figura 15). Embora exista uma abordagem paramétrica para modelar muitas janelas do mesmo tipo no *Revit*, a escolha para Caparica envolve cortar uma série de vazios na parede e os preencher com uma série de elementos sólidos e perfis para criar a geometria desejada. Após a modelagem “no local”, é possível exportar a geometria como uma família do *Revit* para importação de volta ao projeto do *Revit*, agrupando os elementos no editor de modelo “no local” e salvando todos os objetos selecionados como um grupo de biblioteca no comando “salvar como”. Os autores destacaram que algumas edições adicionais na família do *Revit* foram necessárias, como estabelecer e travar a geometria aos planos.

Figura 15 - (A) Perfil da janela traçado a partir da nuvem de pontos; (B) seções da janela mostrando geometria sólida; (C) cortes de vazio na parede



Fonte: Rafeiro e Tomé (2020).

Este trabalho demonstra uma aplicação focada na modelagem de detalhes arquitetônicos, utilizando *softwares* BIM sem a necessidade de recorrer à linguagem de programação visual. A modelagem é baseada na utilização da própria nuvem de pontos, diretamente no *software Autodesk Revit*. Para isso, é utilizado o recurso de “modelagem no local” para trabalhar com os perfis extraídos da nuvem de pontos.

2.6.6. Caso 06

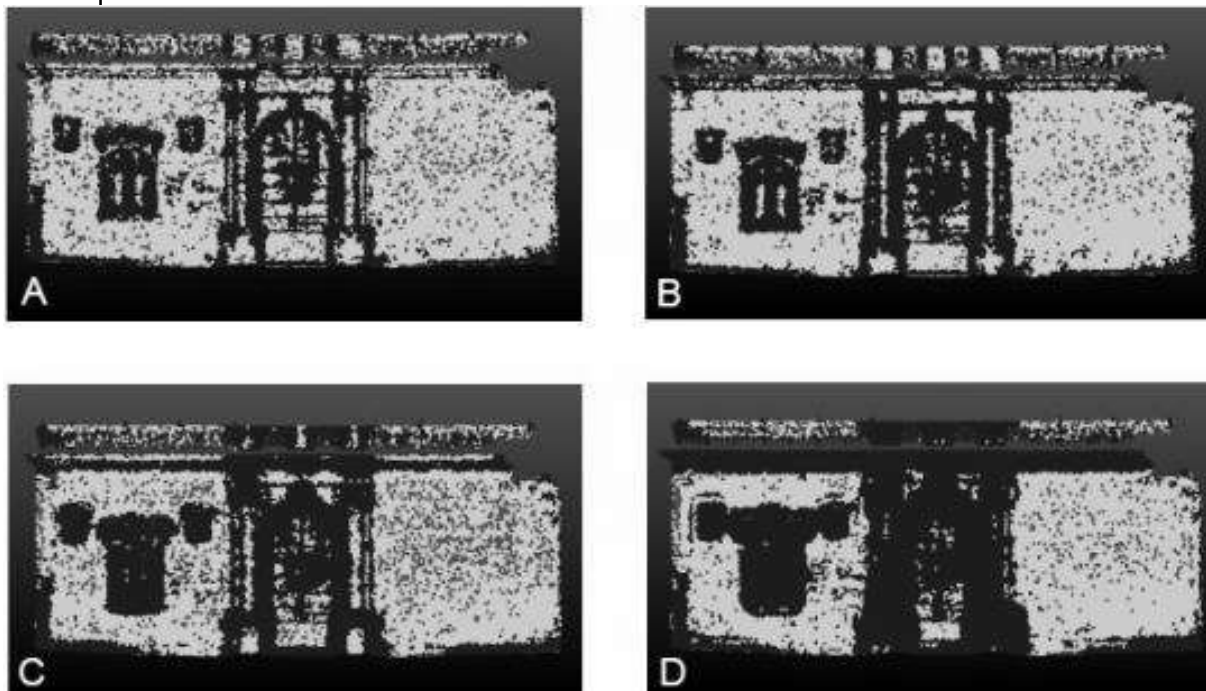
Em Moyano *et al.* (2021), é conduzido um estudo que explora o uso de técnicas de aquisição de dados, como Estrutura-de-Movimento/Multi-Visão-Estéreo (SfM/MVS) e Varredura a Laser Terrestre (TLS), em processos de modelagem BIM. O desafio surge na segmentação automática de elementos complexos, como as fachadas de edifícios históricos, que frequentemente contêm milhões de pontos em nuvens de pontos SfM ou TLS. A dificuldade está na segmentação automática desses elementos para modelagem subsequente, especialmente para recursos arquitetônicos intrincados. Métodos tradicionais envolviam a segmentação manual com base na hierarquia de unidades composicionais em edifícios históricos.

Os autores apresentam um processo experimental usando o algoritmo de Brodu e Lague para classificação tridimensional em várias escalas, aplicado a uma nuvem de pontos TLS de uma fachada do século XVI em Sevilha, Espanha. O algoritmo, disponível como um *plug-in* chamado CANUPO no *software CloudCompare*, tem seus resultados comparados com a segmentação manual para avaliar a seleção do conjunto de pontos para posterior criação de um modelo BIM.

Na revisão, mostra-se que alguns pesquisadores utilizaram fluxos de trabalho baseados em algoritmos matemáticos, interagindo com programas como *Graphisoft ArchiCAD* ou *Autodesk Revit*, para gerar automaticamente modelos 3D de formas arquitetônicas complexas. A pesquisa destaca a importância da segmentação semântica, que utiliza técnicas de Aprendizado de Máquina (*Machine Learning — ML*) ou Aprendizagem Aprofundada (*Deep Learning — DL*) para identificar objetos em nuvens de pontos. A combinação dessas técnicas para trabalhar com nuvens de pontos oferece benefícios significativos na detecção de formas para modelagem posterior em ambientes patrimoniais.

O estudo de caso aborda a fachada da Casa de Pilatos, um palácio do século XVI localizado no centro de Sevilha, Espanha. Os dados foram obtidos por Varredura a Laser Terrestre (TLS), com pós-processamento realizado usando o *software Leica Cyclone* para remover os ruídos da nuvem de pontos. Posteriormente, os dados foram transferidos para o *software CloudCompare*, e o *plug-in CANUPO* foi utilizado para a classificação de superfícies naturais, analisando as mudanças locais nas propriedades geométricas da nuvem de pontos (Figura 16). Três testes foram realizados na fachada completa, na entrada principal e em um pequeno retábulo à esquerda da fachada. A precisão foi medida com base em valores experimentais, e os resultados indicam uma classificação eficaz dos pontos na nuvem de pontos da fachada. O algoritmo *CANUPO* permitiu ao operador obter um classificador probabilístico, facilitando a visualização do processo de classificação. Os resultados indicam que o algoritmo é mais eficaz em fachadas complexas do que em detalhes menores, como o retábulo de mármore.

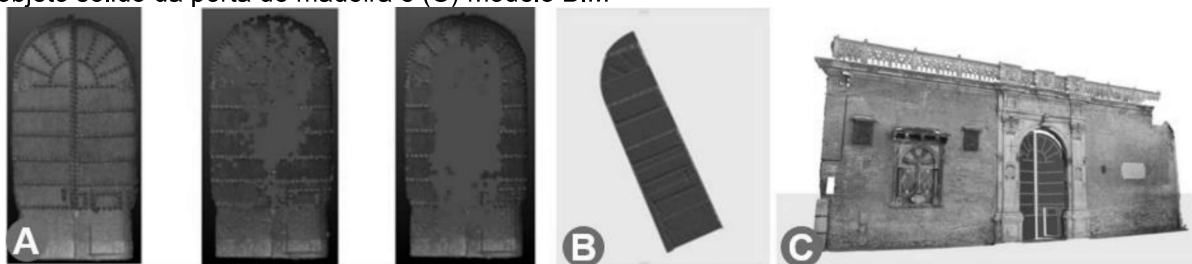
Figura 16 - Testes de classificação com o plug-in CANUPO: pontos vermelhos indicam tijolos, e pontos azuis representam outros materiais



Fonte: Moyano *et al.* (2021).

A transferência direta de arquivos de Sistemas de Captura Massiva de Dados (MDCS — *Massive Data Capture Systems*) para ferramentas BIM pode ser propensa a erros. Pesquisas anteriores abordaram a geração semiautomática de objetos paramétricos a partir de nuvens de pontos TLS ou SfM. Nesse estudo, são explorados procedimentos eficazes para construir objetos paramétricos automaticamente, preenchendo uma lacuna de conhecimento. Nele, todo o processo foi realizado usando *Rhinoceros* e *ArchiCAD*. A modelagem paramétrica revelou heterogeneidade na morfologia dos pontos em comparação com os dados TLS e o modelo de segmentação semântica. A validação da decimação da nuvem de pontos para o processo de criação de malhas para BIM teve como objetivo otimizar o fluxo de trabalho (Figura 17).

Figura 17 – (A) Teste com o plug-in CANUPO a partir da seleção manual de pontos segmentados, (B) objeto sólido da porta de madeira e (C) modelo BIM



Fonte: Moyano *et al.* (2021).

Esse estudo traz uma contribuição importante no campo do HBIM, mostrando os avanços da tecnologia que buscam facilitar o processo de transformar a nuvem de pontos em um modelo BIM. A utilização de algoritmos avançados, como o aplicativo CANUPO, para a segmentação automática de elementos complexos, como fachadas históricas, representa um passo significativo em direção à automação da modelagem de edificações patrimoniais.

2.6.7. Caso 07

Em Costantino, Pepe e Restuccia (2021) é demonstrado o uso de tecnologias digitais em um processo de modelagem *Scan-to-HBIM* aplicado ao estudo de caso da Igreja de San Nicola em Montedoro, na Itália. Foi criado um modelo digital utilizando os softwares *Rhinoceros*, *Grasshopper* e *Revit*.

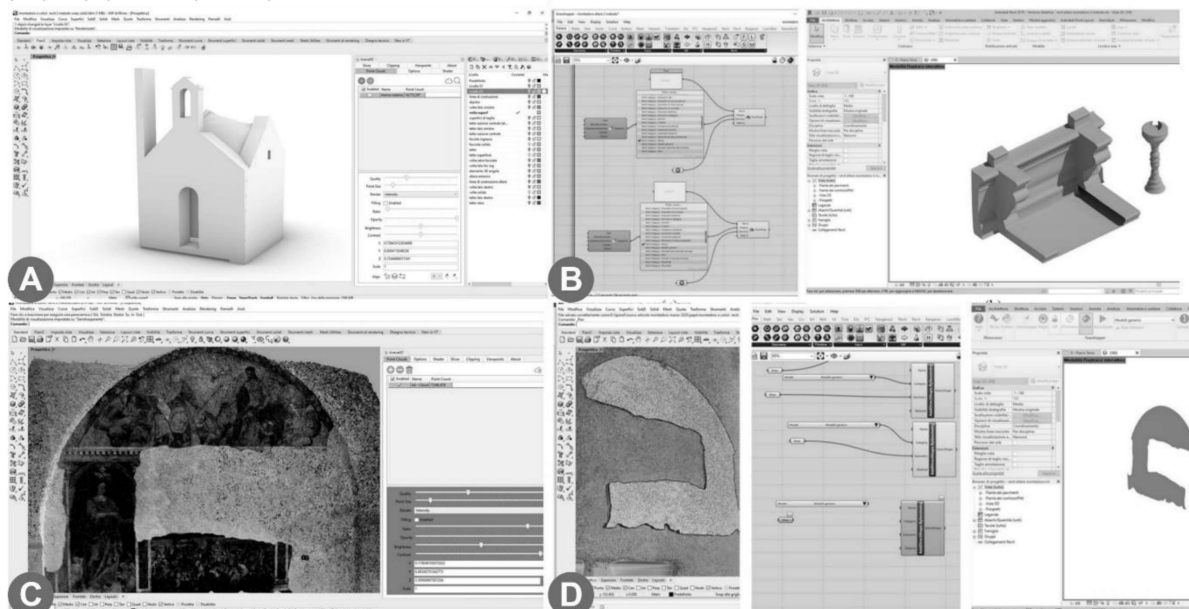
A modelagem foi dividida em duas partes: estrutura (paredes, arcos, portas e janelas) e elementos internos de valor histórico (altares e afrescos). A nuvem de pontos, obtida por levantamento geométrico, foi processada no *software Rhinoceros* utilizando o *plugin Arena4D* para manipulação e seccionamento em perfis. Esses perfis foram interpolados em superfícies NURBS para criar modelos paramétricos.

As superfícies geradas foram integradas ao *Grasshopper* e *Revit*, permitindo a parametrização simultânea nos três softwares. Elementos internos, como altares e afrescos, também foram modelados em 3D no *Rhinoceros* e transferidos ao *Revit*, com informações geométricas e materiais associadas.

No *Revit*, as informações dos objetos podem ser vinculadas a bases de dados externas, como o SIGECweb, centralizando informações históricas e arquitetônicas. O processo garante o armazenamento e compartilhamento eficiente de dados geométricos e semânticos para gestão do patrimônio cultural.

A Figura 18 ilustra o processo de modelagem da estrutura da parte externa e dos elementos internos, utilizando o *plugin Grasshopper* (que emprega linguagem de programação visual) integrado ao software Revit.

Figura 18 – Modelos 3D desenvolvidos da Igreja de San Nicola em Montedor: (A) parte externa da igreja, (B) altar, (C e D) afresco



Fonte: Costantino, Pepe e Restuccia (2021).

Esse trabalho apresenta outra modelagem que utiliza *plugins* baseados em linguagem de programação, por meio de perfis interpolados de superfícies NURBS para criar o modelo. O uso dessa ferramenta se mostra bastante eficiente para solucionar a complexidade das superfícies arquitetônicas intrincadas. No entanto, a aplicabilidade dessa abordagem em uma disciplina de patrimônio histórico pode ser bastante complexa. Além disso, a exigência de estudos adicionais para desenvolver esse tipo de modelagem entra em conflito com a necessidade de abordar outras questões fundamentais do patrimônio histórico, dada a extensão e a profundidade da ementa curricular, que envolve outras particularidades e complexidades do patrimônio histórico.

2.6.8. Caso 08

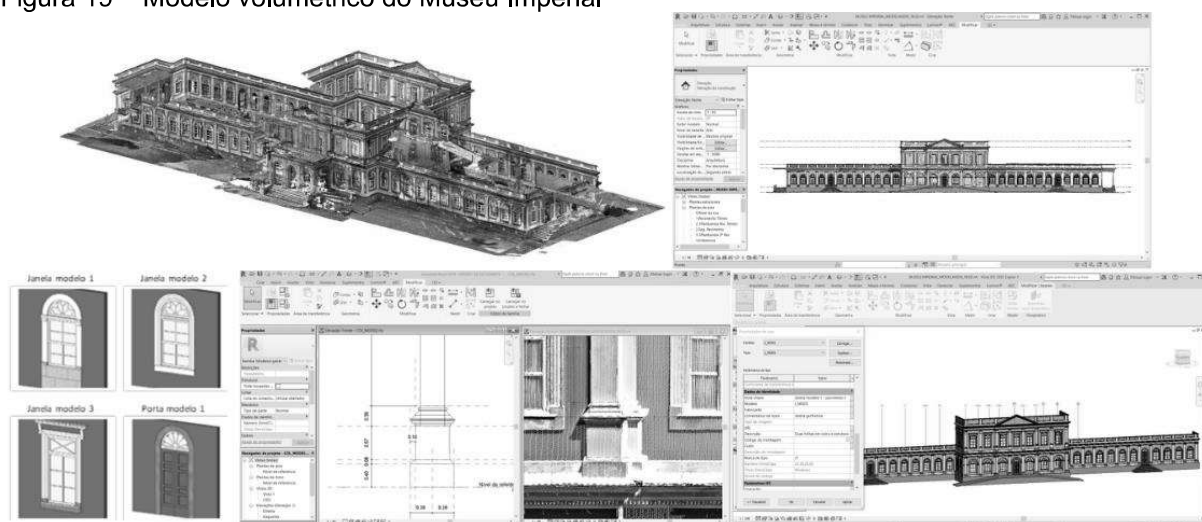
O estudo de Santos, Freire e Cremonez (2022), o estudo analisou o Museu Imperial, localizado em Petrópolis, Rio de Janeiro, construído entre 1845 e 1862. O levantamento das características geométricas do museu foi realizado por varredura a laser. Esse processo incluiu o mapa de pontos de captura, varredura laser 3D, tomada fotográfica por aeronave remotamente pilotada e o uso do *software Cyclone FIELD 360* da *Leica Geosystems*. Os procedimentos adotados abrangeram a captura de

dados brutos, incluindo a modelagem BIM para a documentação completa do Museu Imperial.

Para a modelagem foi selecionada a porção posterior da edificação, que é referente a área de estacionamento. Os dados da nuvem de pontos foram fornecidos pela empresa *Leica Geosystems* no formato *.e57, transferidos para o *software Autodesk ReCap Pro* e posteriormente importados para o *Autodesk Revit* na versão 2018. Essa nuvem serviu como base métrica para criar elementos construtivos, níveis e eixos. O modelo foi desenvolvido a partir da nuvem de pontos, onde foram criadas famílias paramétricas, incluindo modelos de janelas, portas, colunas, cornijas e rodapés. Embora tenham surgido desafios na execução detalhada de elementos neoclássicos, como frisos e estuques, a modelagem resultou em alta similaridade entre a edificação e o modelo final.

As paredes foram criadas seguindo os alinhamentos definidos pela nuvem de pontos, dividindo a fachada posterior em diferentes níveis. O posicionamento da inserção das famílias criadas foi definido pela localização da nuvem de pontos. Isso permitiu a agregação de informações aos elementos da edificação, facilitando a conservação e o restauro do Museu Imperial. A Figura 19 reúne algumas imagens apresentadas junto ao relato do estudo.

Figura 19 – Modelo volumétrico do Museu Imperial



Fonte: Santos, Freire e Cremones (2022).

Esse estudo demonstra um processo de modelagem sem o uso de ferramentas que automatizem o processo, utilizando a nuvem de pontos como base da modelagem no *software Autodesk Revit*. Os autores identificam que o trabalho com a nuvem de

pontos foi muito mais ágil e possibilitou a modelagem de detalhes que seriam inviáveis de se obter informações pelos processos tradicionais de levantamento, devido às limitações físicas de levantamento. Contudo, os autores também destacam a necessidade de maior automação no processo, sugerindo o uso de *plugins* para reduzir o tempo de execução e aumentar a precisão da modelagem.

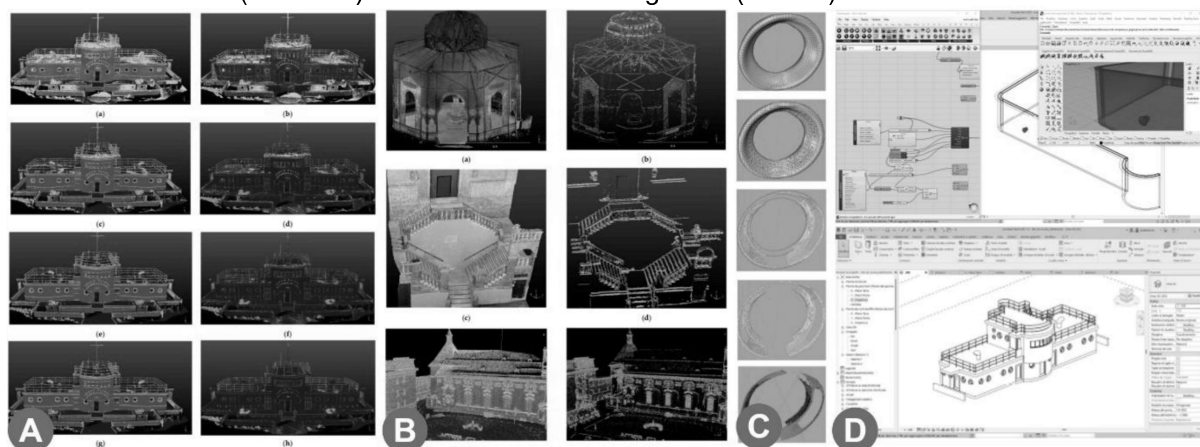
2.6.9. Caso 09

Em Pepe *et al.* (2024) os autores apresentam uma proposta para realizar um processo *Scan-to-BIM* utilizando simplificação e reconstrução geométrica. A metodologia é aplicada por meio de técnicas de fotogrametria e escaneamento a laser, voltadas para estruturas complexas. Foram realizadas quatro aplicações: no Quartel-General da Patrulha de Praia em Miami Beach (EUA), na escadaria barroca da Igreja de San Domenico em Taranto (Itália), na Colunata de Buzias (Romênia) e na Catedral de Gurk-Klagenfurt (Áustria).

Inicialmente, é adquirida uma nuvem de pontos densa, classificada com base em características geométricas, como verticalidade e variação da superfície, utilizando o *software CloudCompare*. Após a classificação, as nuvens de pontos são reduzidas significativamente sem perda de informações essenciais. Com a simplificação, são criadas malhas 3D utilizando a ferramenta *ShrinkWrap* no *software Rhinoceros/Grasshopper*, que transforma as nuvens em superfícies NURBS e *quad-meshes*, posteriormente convertidas em objetos paramétricos compatíveis com ambientes BIM, como o *Autodesk Revit*.

Os resultados mostram que o método reduz consideravelmente o número de pontos (em até 20 vezes), mantendo a fidelidade geométrica e topológica das estruturas. O processo é integrado ao *Revit* por meio do *plugin Rhino.Inside.Revit* (Figura 20). Quando comparado a métodos tradicionais de modelagem, o processo descrito é mais rápido, automatizado e adequado para geometrias complexas e estruturas grandes. O método proposto elimina a necessidade de modelagem manual extensiva, o que torna o processo mais eficiente e menos demorado.

Figura 20 – Fotogrametrias e modelagem desenvolvidas no estudo: (A) Quartel-General da Patrulha de Praia em Miami Beach (EUA), (B) escadaria barroca da Igreja de San Domenico em Taranto (Itália), Colunata de Buzias (Romênia) e Catedral de Gurk-Klagenfurt (Áustria)



Fonte: Pepe *et al.* (2024).

Esse artigo demonstra um processo de redução da nuvem de pontos sem perder as características geométricas fundamentais para o desenvolvimento da modelagem. Assim como outros artigos apresentados neste capítulo, utiliza a linguagem de programação visual para o desenvolvimento da modelagem.

2.7. Análise dos casos de estudo apresentados em artigos científicos

Nesta seção, reuniram-se alguns artigos que apresentam diferentes soluções para transformar a informação contida na nuvem de pontos em um modelo geométrico com informação. Observa-se que no Artigo 01 (Continenza *et al.*, 2018) foram realizadas duas modelagens, evidenciando a complexidade da utilização da nuvem de pontos. No entanto, a preocupação não está tanto nos detalhes da edificação, mas sim em adicionar informações semânticas ao modelo.

No Artigo 02 (Rivera *et al.*, 2018), no Artigo 03 (Diara; Rinaudo, 2019), no Artigo 07 (Constantino; Pepe; Restuccia, 2021) e no Artigo 09 (Pepe *et al.*, 2024), as modelagens foram desenvolvidas no nível de elemento, com atenção aos detalhes e às complexidades dos elementos históricos. O ponto em comum entre esses artigos foi a adoção da programação visual como ferramenta de modelagem, o que acrescentou maior complexidade ao desenvolvimento dos estudos.

O Artigo 04 (Cogima *et al.*, 2020) demonstra um estudo que utiliza uma nuvem de pontos híbrida, evidenciando como a complementação de duas técnicas de levantamento cadastral pode ser eficaz para reduzir lacunas e obter informações mais completas sobre o patrimônio em estudo. Já o Artigo 06 (Moyano *et al.*, 2021) destaca os

avanços na segmentação automatizada dos elementos da nuvem de pontos, processo que agiliza a modelagem, mas avança pouco no processo de modelagem dos elementos.

O Artigo 08 (Santos; Freire; Cremonese, 2022) apresenta um estudo que utiliza a nuvem de pontos como base para a modelagem. No entanto, o estudo emprega a nuvem de pontos apenas como fonte de informação métrica, demonstrando o desenvolvimento da modelagem de forma tradicional, utilizando a base da nuvem para mediar a distância entre os pontos e posicionar os elementos.

Destaca-se o Artigo 05 (Rafeiro; Tomé, 2020), que apresenta um fluxo de trabalho utilizando a nuvem de pontos sem envolver o uso de linguagem de programação. O fluxo desenvolvido no *software Autodesk Revit* inclui a criação de componente por modelagem no local e posteriormente a transformação do componente em famílias nativas do *software*, para adicionar as informações semânticas.

2.8. Lacunas Formativas em Arquitetura e o Ensino de Modelagem Paramétrica

Conforme já comentado junto à justificativa da adoção do tema de estudo desta pesquisa, há o reconhecimento das lacunas formativas nos currículos de Arquitetura quanto ao ensino de modelagem paramétrica, associada diretamente aos requisitos necessários para a inserção da abordagem BIM, e consequentemente HBIM. Esse reconhecimento se materializa a partir de um esforço que hoje está institucionalizado.

De acordo com Ruschel e Ferreira (2022), esse esforço dirigido ao contexto formativo de Arquitetura, segue as diretrizes do Projeto Construa Brasil e se propõe a coordenar uma rede de células BIM para abarcar as instituições educativas, a fim de contemplar esse campo de conhecimento. As ações das Células BIM ANTAC iniciaram em janeiro de 2022, contando com uma rede de 19 instituições de ensino (Ruschel; Ferreira, 2022), incluindo a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (Corrêa *et al.*, 2023).

De acordo com Ruschel e Ferreira (2022), as instituições de ensino que fazem parte da Rede Célula BIM seguem um protocolo padronizado para a implementação Curricular do BIM, proposto pelo Projeto Construa Brasil. Esse protocolo considera as práticas da indústria, os aspectos de processo BIM, as tecnologias, as políticas na academia, as instituições de ensino e as competências profissionais conforme a

legislação. Ele é composto por cinco etapas: (1) revisão detalhada e análise da prática atual; (2) identificação dos ganhos para o processo de transformação curricular; (3) desenho de novos processos de ensino e caminho de adoção de tecnologia; (4) implantação e lançamento do PIB; e (5) revisão, disseminação e integração do projeto no plano estratégico (Ruschel; Ferreira, 2022).

Nos contextos educativos, o ensino de BIM já está em processo de implantação, sendo desenvolvido por meio de células que atuam como núcleos organizados para promover a capacitação e a integração dessa abordagem nos currículos acadêmicos. Contudo, no caso do ensino de HBIM, observa-se um processo mais complexo e ainda em desenvolvimento. Devido às especificidades do HBIM no contexto de edificações históricas, sua incorporação avança gradualmente, respeitando as especificidades e os desafios descritos nos tópicos anteriores deste trabalho.

Nesse sentido, Ribeiro e Souza (2019), relatam um experimento didático realizado no curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Rio Grande do Norte, onde foi proposta a integração entre as disciplinas de História da Arquitetura e Urbanismo e Expressão Gráfica: BIM. O estudo evidenciou que o HBIM não apenas amplia a compreensão sobre os artefatos históricos, mas também contribui para a integração interdisciplinar e para o desenvolvimento de competências individuais associadas ao uso de ferramentas digitais (Ribeiro; Souza, 2019).

Assim, enquanto o ensino de BIM já está em curso, o HBIM requer maior reflexão e adaptação para atender às exigências das práticas patrimoniais e aos desafios do processo formativo em arquitetura.

2.9. Teoria Antropológica da Didática e Transposição Didática

A Teoria Antropológica da Didática (TAD), desenvolvida a partir de pesquisas francesas, tem sua origem no campo da didática da matemática e foi sistematizada por Yves Chevallard (1991; 1999). O termo “antropológica” nessa teoria se refere à concepção do conhecimento como um organismo vivo. Essa abordagem propõe analisar um determinado saber considerando sua origem, desenvolvimento (físico, social, cultural), modos de operação (ação) e características adquiridas conforme o ambiente, entre outros aspectos. O conhecimento, nesse sentido, é percebido como algo em constante transformação ao transitar por diferentes ambientes.

Nesse contexto, Chevallard (1999) particularizou a Teoria da Transposição Didática para investigar como um saber é estruturado para ser utilizado em instituições educacionais. A teoria parte do pressuposto de que um determinado saber, quando aplicado em situações de produção de conhecimento, como em pesquisas, manifesta características distintas daquelas observadas em contextos profissionais ou educativos. Sob essa perspectiva, Chevallard (1999) concebe o conhecimento como dinâmico, com uma dimensão genética que evolui ao longo do tempo e incorpora especificidades do ambiente em que está inserido.

A teoria enfatiza a importância de compreender a estrutura de um saber para facilitar sua apropriação, destacando a necessidade de entender a gênese do conhecimento e de explicitar as razões que justificam sua existência.

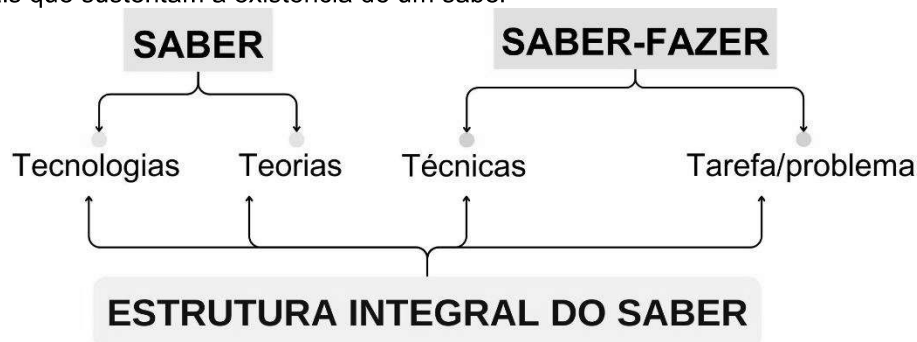
A visão estruturada do saber, proposta por Chevallard (1999), identifica quatro elementos fundamentais que sustentam a existência de um saber: as tarefas ou problemas a serem resolvidos; as técnicas ou maneiras de resolvê-los; as tecnologias, que consistem nos discursos que justificam, explicam e produzem as técnicas; e as teorias, que servem para justificar, explicar e produzir as tecnologias. A caracterização desses elementos é circunstancial e dinâmica, dependendo do contexto em que estão inseridos.

Os dois primeiros elementos, problemas e técnicas, formam o que Chevallard (1999) denomina bloco do saber-fazer, predominante em contextos profissionais. Nesse âmbito, a teoria introduz o conceito de "momento da técnica", descrito como um estágio necessário de treinamento para a apropriação da técnica, até que sua associação a um tipo de problema se torne intuitiva. Esse domínio da técnica é característico do saber aplicado em um contexto profissional. Contudo, o momento da técnica deve derivar de uma relação dialética com o outro bloco do saber, composto pelas tecnologias e teorias.

Dessa forma, a visão estruturada do saber distingue o bloco do saber-fazer do bloco do saber propriamente dito. Esse último, predominante em contextos de pesquisa, é orientado para a produção de novas técnicas que possibilitem a identificação e a resolução de novos problemas. As tecnologias justificam as técnicas, enquanto as teorias fundamentam os discursos tecnológicos. A dinâmica entre esses dois blocos—do saber-fazer e do saber—pode resultar em uma interpretação difusa dos elementos,

evidenciando a complexidade e fluidez dessa estrutura. A Figura 21 ilustra um esquema apresentando os blocos que compõem o saber.

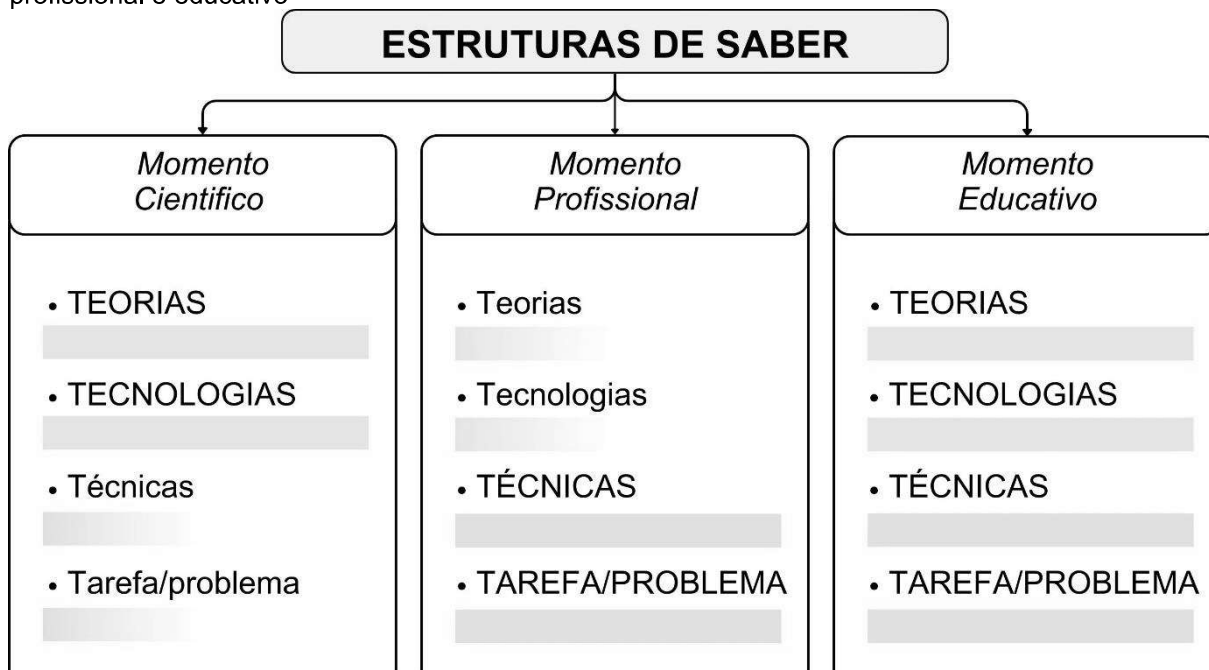
Figura 21 –Esquema que ilustra, a partir da Teoria da Transposição Didática, os quatro elementos fundamentais que sustentam a existência de um saber



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Em síntese, a Teoria da Transposição Didática, ao adotar essa visão estruturada do saber, destaca a importância de compreender o conhecimento como algo dinâmico, cuja estruturação e transposição são influenciadas pelos contextos em que é utilizado. Acima de tudo, a teoria enfatiza a interação entre os elementos—teorias, tecnologias, técnicas e problemas—que compõem um saber, reconhecendo a necessidade de integrar prática e teoria. Assim, no contexto educativo, a teoria propõe que um saber seja utilizado em sua estrutura integral, com todos os seus elementos devidamente evidenciados. A Figura 22 apresenta um esquema que ilustra como, em cada momento (científico ou profissional), alguns elementos ganham mais ênfase que outros. No momento educativo, os quatro elementos que compõem um saber têm a mesma importância para sua construção.

Figura 22 –Esquema que mostra a variação de ênfase dos elementos do saber nos contextos científico, profissional e educativo



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Deve-se destacar que esta teoria tem subsidiado a investigação na área de representação gráfica digital para arquitetura, no âmbito de processos de ensino e temáticas relacionadas às interfaces entre a gráfica digital e arquitetura (Borda, 2002; Pires; Pereira; Gonçalves, 2017; Pires, 2018; Conceição, 2020; Xavier-Junior, 2022; Zauk, 2023). Essas publicações advêm do mesmo contexto científico e educativo em que foi desenvolvida esta pesquisa, o que facilitou a construção de uma postura didática para abordar o problema estudado.

2.10. Reflexões sobre o referencial teórico utilizado

Neste capítulo, foram reunidos os subsídios teóricos utilizados. Faz-se importante destacar a relevância de cada um dos tópicos aqui particularizados para um estudo que se propõe a compreender como avançar no nível de detalhamento de elementos construtivos de edificações preexistentes e de interesse cultural, utilizando a abordagem HBIM em um contexto educativo de arquitetura, capaz de viabilizar uma documentação precisa e consistente.

Sob a adoção da visão estruturada do saber, advinda da Teoria Antropológica da Didática e particularizada na Teoria da Transposição Didática, referidas no item 2.9, pode-se entender que a sequência dos tópicos deste capítulo registra o processo de instrumentalização, no âmbito desta pesquisa, para o reconhecimento da gênese do

saber abordado. Foram apresentados os conceitos e, com isso, foram reunidos os discursos (tecnologias) que justificam e explicam o saber-fazer em HBIM que está sendo constituído e utilizado.

O item 2.1, intitulado “Documentação de Patrimônio Cultural como ação de preservação”, a partir da visão estruturada de um saber, é aqui associado à caracterização do elemento Teoria, no sentido de justificar e explicar a motivação para a constituição do elemento Tecnologia (discursos que explicam a abordagem HBIM).

Na seção 2.2, sob o título “Abordagem BIM: Conceitos, Evolução e Aplicações”, compreende-se a gênese, a história da constituição de uma estrutura que sustenta a abordagem HBIM. Esse item inclui dados de aplicação dessa estrutura, seja em contextos científicos, profissionais ou educativos, que contribuem na explicitação dos discursos que justificam as técnicas envolvidas. Em suma, permitem caracterizar o elemento tecnologia, em termos didáticos para a leitura da estrutura de saber.

Considerando a inovação representada pela abordagem HBIM no campo formativo da arquitetura, este estudo particulariza o bloco do saber-fazer associado a essa abordagem. A visão estruturada do saber é adotada como base para destacar e problematizar o momento da técnica.

O item 2.3 buscou reunir discursos que explicam como foram estruturadas as técnicas associadas ao BIM, intitulado “Modelagem Paramétrica no BIM”, portanto, trata do elemento tecnologia. Apresenta os discursos que especificam o formato de arquivo para atribuir interoperabilidade e de certa maneira, os discursos se aproximam da caracterização de elementos do bloco do saber-fazer, trazendo exemplos da técnica de uso de elementos construtivos já caracterizados e disponibilizados por empresas específicas para serem empregados sob esse tipo de abordagem. Essa aproximação também se expressa pelo reconhecimento de uma lista de *software* dirigidos para a abordagem BIM.

A seção 2.4 especifica o *software* utilizado no âmbito desta pesquisa para explorar o tipo de saber-fazer. Reúne o discurso que explica uma técnica específica, a partir do *software Autodesk Revit*.

O item 2.5, intitulado “HBIM: Desafios e Potenciais na Documentação do Patrimônio”, instrumentaliza para a compreensão de uma estrutura integral do saber, tendo em conta que dá continuidade à compreensão da genética desse tipo de abordagem,

tratando o HBIM como um avanço ou ampliação da aplicação do BIM. Dessa maneira, amplia o bloco do saber propriamente dito, com teorias e tecnologias que incluem os discursos que explicam e justificam as técnicas para a constituição de um modelo HBIM.

Já o item 2.6, “Aplicações em HBIM”, faz referência ao bloco do saber-fazer, apresentando artigos que elucidam as aplicações do HBIM relatadas em fóruns científicos, publicações em periódicos ou congressos próprios da área de documentação e patrimônio cultural edificado. Nesses trabalhos, há a explicitação de técnicas e problemas específicos, a partir de casos de estudo.

Por fim, o item 2.7 reuniu informações para contextualizar o estudo, revisando as ações em curso para sanar as “Lacunas Formativas em Arquitetura e o Ensino de Modelagem Paramétrica”, para logo contribuir com a discussão dos resultados deste estudo.

METODOLOGIA

3. METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem qualitativa, predominantemente descritiva. Neste capítulo serão apresentados a classificação da pesquisa, os procedimentos metodológicos e os cuidados com as questões éticas envolvidas.

3.1. Abordagem da Pesquisa

Esta pesquisa se classifica como aplicada, conforme a definição de Gerhardt e Silveira (2009), pois visa responder a um problema específico, conforme mencionado no item 1.3, de compreensão das estruturas de saber necessárias para adequar um fluxo de trabalho em HBIM para um contexto formativo em arquitetura, considerando a lacuna na formação para o uso de linguagens de programação e buscando contribuir na prática profissional e na documentação de um bem cultural. Essa questão é abordada e discutida ao longo deste trabalho.

A abordagem adotada é qualitativa, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009). A pesquisa almeja compreender os saberes implícitos na construção de um saber específico. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), em pesquisas qualitativas, o pesquisador é simultaneamente sujeito e objeto do estudo. Assim, a pesquisadora busca entender os fenômenos subjacentes ao conhecimento em questão e gerar novas informações de caráter predominantemente qualitativo. No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa é exploratória. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), uma pesquisa exploratória é realizada identificando e esclarecendo fenômenos ou fatos, além de propor hipóteses.

A pesquisa adota a estratégia do método monográfico ou estudo de caso. Segundo a definição de Gerhardt e Silveira (2009), esse método envolve um estudo minucioso e contextualizado de indivíduos ou condições para alcançar generalizações. Neste trabalho, foi selecionado um único elemento arquitetônico para investigar a criação de um fluxo de trabalho em HBIM. Esse exercício possibilita a compreensão das etapas envolvidas no desenvolvimento da modelagem, além de viabilizar análises e uma investigação que buscam avançar no nível de detalhamento na modelagem de um determinado patrimônio. Para isso, o estudo utiliza como exemplo um elemento construtivo da edificação que abriga o Museu do Doce, situado em Pelotas, Rio Grande do Sul.

3.2. Etapas do Estudo

Por conta do viés didático desta investigação, utiliza-se a Teoria da Transposição Didática, apresentada por Chevallard (1999), como mencionada na seção 2.8.

Na Teoria da Transposição Didática, o bloco do “saber” está associado aos textos científicos, enquanto o “saber-fazer” está vinculado ao contexto profissional. No âmbito educativo, deve ser estabelecida uma estrutura integral, a partir de uma relação dialética entre esses dois blocos. Sob esse olhar didático, este estudo busca explicitar a estrutura de saber envolvida na representação de um elemento arquitetônico utilizando a abordagem HBIM, e logo discutir sobre a pertinência de um fluxo de trabalho dirigido à documentação arquitetônica desse elemento com diferentes atores advindos de contextos de investigação, profissional e educativo.

Para explicitar a aplicação da teoria nesta pesquisa, busca-se fazer um exercício para integrar as abordagens teóricas, tecnológicas e didáticas. Esses procedimentos foram pensados em etapas, não necessariamente sequenciais, mas que traduzem a estratégia de compreensão da estrutura de saber necessária e que nos ajudam a responder o problema de pesquisa (item 1.3), conforme detalhado a seguir:

3.2.1. Explicitação das teorias:

Para a explicitação das teorias foram observados os discursos associados ao HBIM e às teorias de restauro (capítulo 2), contribuindo para a construção de um repertório científico que subsidia a construção de uma representação interpretativa de um bem cultural.

3.2.2. Explicitação das tecnologias (discursos sobre HBIM):

Nesta etapa, buscou-se identificar os discursos arquitetônicos que fundamentam a seleção do repertório, as práticas culturais e as tecnologias envolvidas. Também foi explorada a aplicação de ferramentas empregadas nos processos de HBIM, como o uso da fotogrametria digital integrada à parametrização da informação.

A autora Groetelaars (2016) sistematiza um fluxo de trabalho que envolve os processos de transformar uma nuvem de pontos em um modelo BIM/HBIM. São eles: pesquisar sobre documentação arquitetônica, conceituação, nível de detalhe; contextualização do estado da arte em técnicas digitais de levantamentos cadastrais, como os sistemas de varredura (Fotogrametria Digital e Escaneamento a Laser). A autora

ressalta a necessidade de estudar sobre a tecnologia BIM, os aspectos teóricos e a metodologia para aplicação, visando a documentação arquitetônica.

No âmbito da formação, foi realizada uma capacitação para compreender os discursos das ferramentas que permitem o uso da abordagem HBIM, por meio do processo formativo dirigido na disciplina Simulação Ambiental para Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, realizada no programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo na Universidade Federal de Santa Maria, na modalidade remota no ano de 2021. Essa formação acelerou o reconhecimento de tipos de ferramentas empregadas para o uso da fotogrametria digital associada à parametria. O estudo também se beneficiou dos materiais sistematizados por Xavier-Junior (2022) no que se refere aos processos de aquisição da nuvem de pontos por meio da fotogrametria digital, e quanto ao processamento, pós-processamento e manipulação da nuvem de pontos.

Foram realizados diversos treinamentos quanto ao uso das tecnologias digitais, incluindo:

- a) Oficina de obtenção e tratamento de nuvem de pontos para impressão 3D, com duração de 20 horas, promovida pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb), em 2017;
- b) Oficina de fotogrametria digital para impressão 3D, com duração de 8 horas, promovido pela FAUrb em 2018;
- c) Treinamento em *Revit* (programa baseado no paradigma BIM), com duração de 20 horas, realizado em junho de 2018, na cidade de Pelotas;
- d) Curso de criação de famílias em *Revit*, com duração de 24 horas, realizado remotamente, em 2021;
- e) Curso de fotografia para fotogrametria, com duração de 12 horas, promovido pela FAUrb, em 2023.

3.2.3. Explicitação das técnicas:

Para explicitar as técnicas, foi conduzido um exercício de modelagem paramétrica de um elemento arquitetônico sob a abordagem HBIM, com a finalidade de sistematizar um fluxo de trabalho e compreender as etapas que envolvem a construção de uma modelagem a partir de uma nuvem de pontos (Item 1.4 - Objetivo 1).

Como objeto de estudo foi selecionada uma edificação reconhecida pelo IPHAN na cidade de Pelotas, conhecida como Casa 8. Para a representação, foi escolhida uma porta característica da edificação utilizada no desenvolvimento da pesquisa exploratória (Item 1.4 – Objetivo 2). O fluxo de trabalho incluiu a aplicação da técnica de fotogrametria para gerar uma nuvem de pontos. No modelo tridimensional gerado, foram aplicados procedimentos de pós-processamento e a modelagem foi realizada em uma plataforma que utiliza a tecnologia BIM.

3.2.4. Explicitação da tarefa/problema:

O problema foi previamente explicitado, constituindo-se como o reconhecimento de fluxos de trabalho para compor, nos termos da TAD, o bloco do saber-fazer. Optou-se por desenvolver um fluxo de trabalho sem envolver linguagem de programação, buscando facilitar a inserção da abordagem HBIM no contexto formativo em arquitetura e urbanismo. Para isso, utilizou-se como referência para a modelagem a reaplicação do método aplicado em Rafeiro e Tomé (2020), abordado com mais detalhes no item 2.6.5. Esse método não utiliza linguagem de programação para a modelagem paramétrica.

3.2.5. Avaliação do fluxo de trabalho:

Para ilustrar o fluxo de trabalho desenvolvido, foi criado um vídeo que apresenta de forma resumida o trabalho realizado durante esta pesquisa. O intuito do vídeo é apresentar todo o processo, de modo que, através da aplicação de questionários, seja possível dialogar com pesquisadores, profissionais especializados em patrimônio histórico, estudantes de arquitetura e técnicos do IPHAN.

As entrevistas foram conduzidas de forma *online*, com a possibilidade de respostas via formulários ou conversas virtuais, e analisadas utilizando técnicas de análise de conteúdo. Ao todo, foram entrevistadas 12 pessoas com perfis diversos: pesquisadores científicos, profissionais especializados em patrimônio histórico, estudantes de arquitetura e técnicos do IPHAN (Item 1.4 – Objetivo 3).

Para os pesquisadores acadêmicos em BIM ou HBIM, a entrevista teve como finalidade avaliar se o nível de detalhamento apresentado no fluxo de trabalho poderia ser implementado de forma prática e se o processo descrito seria adequado para ser estabelecido futuramente como um objeto de aprendizagem. Para os profissionais

atuantes no patrimônio histórico, as entrevistas buscaram compreender se o nível de detalhamento do processo desenvolvido é aplicável na prática dos escritórios.

No caso dos técnicos do IPHAN, o questionário procurou verificar se o Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão da instituição está preparado para receber e registrar documentações em formatos como nuvens de pontos, modelos paramétricos e arquivos BIM. Por fim, para os estudantes de arquitetura, as perguntas visaram identificar se o fluxo de trabalho apresentado pode contribuir para o avanço do conhecimento sobre o elemento estudado ou para o desenvolvimento de projetos de restauro. Também foi solicitado que avaliassem como desenvolveriam essa modelagem e apresentassem sugestões para aprimorá-la.

Posteriormente, foi realizada uma análise qualitativa das respostas obtidas nas entrevistas, identificando padrões e sugestões para aprimorar o fluxo de trabalho desenvolvido. Além disso, o diálogo sobre o fluxo de trabalho foi ampliado por meio de reflexões em conjunto com um coletivo de uma disciplina de Projeto de Arquitetura (Item 1.4 – Objetivo 4).

3.3. Escolha do Objeto de Estudo: Elemento Construtivo de um bem Cultural

O elemento construtivo utilizado neste trabalho como objeto para ser documentado, sob a abordagem HBIM, é representativo, em termos quantitativos e qualitativos, de um amplo repertório associado ao momento histórico que produziu um conjunto de edificações atualmente reconhecidas como um bem cultural de interesse nacional. Trata-se da Casa de número 8, situada no entorno da praça Coronel Pedro Osório, a edificação que abriga o Museu do Doce. Essa edificação é também nomeada como Casarão 8 e mais recentemente, em decorrência do estudo de Leal (2019), como Casa do Conselheiro, fazendo alusão ao primeiro proprietário e ao seu papel junto ao desenvolvimento da cidade de Pelotas.

O Museu do Doce, além de ser um espaço cultural dedicado a valorizar e divulgar as tradições doceiras da cidade, assume a responsabilidade de salvaguardar e difundir os valores intrínsecos à própria edificação, tendo assim o Casarão como seu principal acervo expositivo. De propriedade da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e, portanto, de caráter universitário tem como princípio exercer em sua plenitude a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Também atua como um museu universitário, promovendo a conexão entre a UFPEL e a comunidade externa.

Em meados dos anos 2000, a família Antunes Maciel moveu um processo para a desocupação do imóvel, alegando a falta de segurança e manutenção. Durante esse período, a edificação ficou desocupada e sem suporte. Em 2005, por meio de uma ação do Ministério Público, a Prefeitura de Pelotas executou uma obra para manutenção com recursos do IPHAN (Gonçalves *et al.* 2015). Em 2006, o prédio foi comprado pela UFPel e, em 2009, iniciou-se um processo de restauro emergencial do Casarão, na intenção de conter o processo de degradação que o prédio sofreu em função da ação do tempo e pela falta de manutenção e de cuidados adequados. O processo de restauro foi conduzido por uma equipe técnica multidisciplinar, composta por arquitetos, engenheiros civis, eletricitas, artesãos, estagiários e auxiliares de restauro, além de uma equipe de segurança do trabalho.

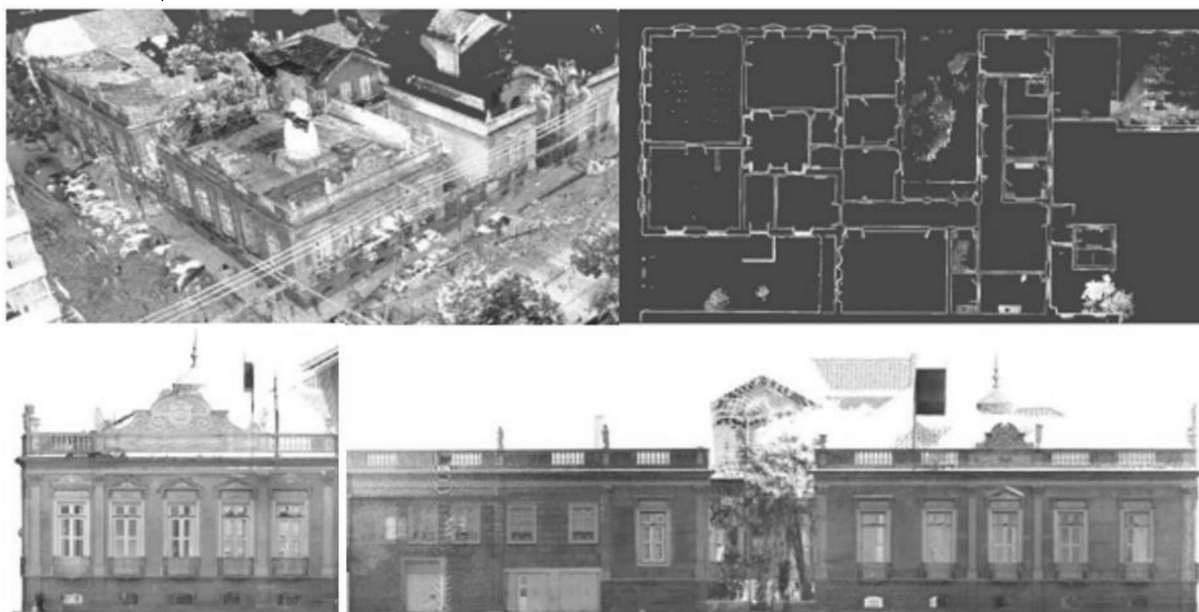
O Casarão em questão, de número 8, destaca-se por sua complexidade de características arquitetônicas, com elementos ecléticos tanto em sua fachada como também em seu interior. A edificação possui uma área construída de 807,72 m², distribuída em 24 peças no pavimento térreo e 5 peças no pavimento superior, totalizando 29 ambientes ao total. A construção é composta por paredes de alvenaria de tijolo maciço de barro cozido na parte externa e estuque na parte interna. Possui forros trabalhados de estuque com relevos em gesso, e pinturas em escaiolas que imitam mármore. A cozinha é revestida em azulejos hidráulicos azuis franceses, enquanto os pisos e esquadrias são predominantemente em madeira, exceto os localizados no hall de entrada e na cozinha.

Por meio de intervenção do IPHAN, foi determinado que esse local abrigaria o Museu do Doce, com o intuito de responder ao anseio da comunidade doceira da cidade. O edifício faz parte de um conjunto arquitetônico tombado em 1977 pelo IPHAN, juntamente aos casarões de número 2 e 6. Como museu, seu acesso foi aberto ao público no ano de 2013. Por se tratar de um museu universitário, os resultados deste estudo poderão contribuir também para a salvaguarda e produção de conhecimento sobre este bem cultural.

A escolha dessa edificação ocorreu devido à grandeza do edifício e à existência de estudos iniciais com experimentos relacionados à análise de nuvens de pontos. Conforme relatado em Borda *et al.* (2016), durante o mês de março de 2016, foi desenvolvida uma parceria entre a empresa Triangular Engenharia e o Grupo de Estudos

para o Ensino/Aprendizagem de Gráfica Digital (GEGRADI). Nesse período foi realizado o processo de escaneamento a laser 3D e foi obtida, com isso, uma nuvem de pontos do edifício. Também em Borda *et al.*, (2016), identificam-se algumas iniciativas do uso da aplicação de nuvens de pontos, conforme demonstrado na Figura 23, para a representação do patrimônio arquitetônico de Pelotas, no âmbito específico de ensino, pesquisa e extensão.

Figura 23 - Imagens capturadas da nuvem de pontos em perspectiva, planta baixa e fachadas da Casa 8 em Pelotas, RS



Fontes: Acervo GEGRADI, 2024.

O fato de essa edificação abrigar hoje um museu universitário, oportuniza estabelecer um diálogo com a comunidade e potencializar os saberes ali tratados. O elemento arquitetônico selecionado para o estudo é uma porta interna do Casarão. Ela se constitui como um tipo que se repete 13 vezes, descrita como porta de madeira e vidro, com bandeira, com duas folhas de abrir e com postigo.

O processo de modelagem envolveu o lançamento de hipóteses sobre as partes constitutivas do elemento, o que incluiu o reconhecimento da nomenclatura, o dimensionamento, a descrição dos materiais, e a reunião de todas as informações complementares para a compreensão do modo construtivo. Isso ocorreu devido à impossibilidade de preencher todas as lacunas de informação e constituir um modelo abrangente do elemento abordado que conte toda a sua biografia.

3.4. Aquisição de Dados Geométricos

Esta seção apresenta como foi realizado os processos de levantamento dos dados geométricos do elemento analisado, de maneira a contribuir para a construção da modelagem em uma plataforma BIM. Foi realizado um levantamento cadastral por medição direta e um levantamento cadastral por fotogrametria digital.

3.4.1. Levantamento Cadastral por Medição Direta

Foi realizado um processo de levantamento por medição direta, utilizando trena manual e a laser e, também, um levantamento fotográfico. Nesse levantamento, obteve-se as medidas que serviram para auxiliar o processo de modelagem HBIM, permitindo uma compreensão mais detalhada de aspectos que não puderam ser claramente definidos apenas com a nuvem de pontos e a malha triangular texturizada como referência.

3.4.2. Levantamento Cadastral por Fotogrametria Digital

No dia 16 de fevereiro de 2023, foi realizado um levantamento fotogramétrico da porta utilizando uma câmera fotográfica modelo *Canon EOS REBEL T5* (Figura 24). Os parâmetros de configuração da câmera foram os seguintes: ISO-100, na face da porta, com boas condições de luz, e ISO 3200, na face oposta, com baixa luminosidade. Foi necessário o uso de lentes de 10 mm, 14 mm e 24 mm para obter melhor resolução. As fotografias foram capturadas com o auxílio de um tripé em quatro alturas diferentes e temporizador com 10 segundos, totalizando 115 imagens em aproximadamente 2 horas de trabalho de campo.

Figura 24 – Ilustrações do processo de captura de fotografias para o desenvolvimento da fotogrametria



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Após a captura, as fotografias foram processadas e utilizadas para gerar uma nuvem de pontos, assim como um modelo de malha triangular irregular texturizado por meio do *software Agisoft Metashape Professional* (Figura 25).

Figura 25 – Ilustrações do processo de criação da nuvem de pontos por meio de fotogrametria, utilizando os *softwares Agisoft e Autodesk Recap*



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A nuvem de pontos foi posteriormente manipulada no *software CloudCompare*, onde foram removidos pontos indesejados que geravam ruído, permitindo uma representação mais precisa da superfície do objeto. Além disso, foi gerada a malha triangular irregular texturizada e alinhada a nuvem de pontos com os eixos x, y e z das coordenadas do objeto. Após essa manipulação, a nuvem de pontos foi salva no formato *.E57 e o modelo texturizado no formato *.obj. Por fim, um projeto no formato *.rcp foi criado no *software Autodesk ReCap Photo*, garantindo compatibilidade com o *software* de modelagem *Autodesk Revit*.

3.5. Análise Geométrica e Compositiva

Previamente à modelagem, foi realizado um processo de análise dos elementos que compõem a porta, com base na ortofoto criada por meio do processo de fotogrametria. Essa análise buscou compreender os diferentes elementos construtivos, a configuração da porta e organizar a nomenclatura dos elementos a serem modelados, conforme mostra a Figura 26:

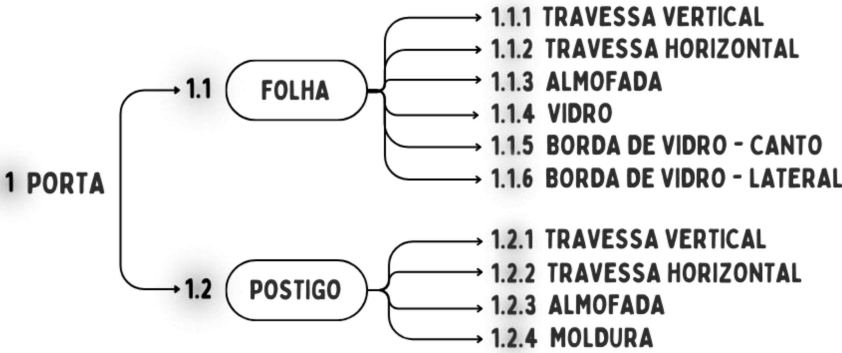
Figura 26 – Análise dos elementos que compõe a porta



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

A partir da análise, foi elaborado um mapa organizacional, considerando apenas um lado da porta, com o objetivo de estruturar as informações e compreender a composição das peças e os agrupamentos, conforme apresentado na Figura 27. Percebe-se, pela análise, que algumas peças se repetem tanto na construção da folha quanto no postigo, como é o caso das travessas verticais, horizontais e das almofadas. Por outro lado, outras peças são únicas e específicas de cada elemento, como, por exemplo, a folha que possui vidro e as bordas de vidro, enquanto o postigo possui uma moldura própria.

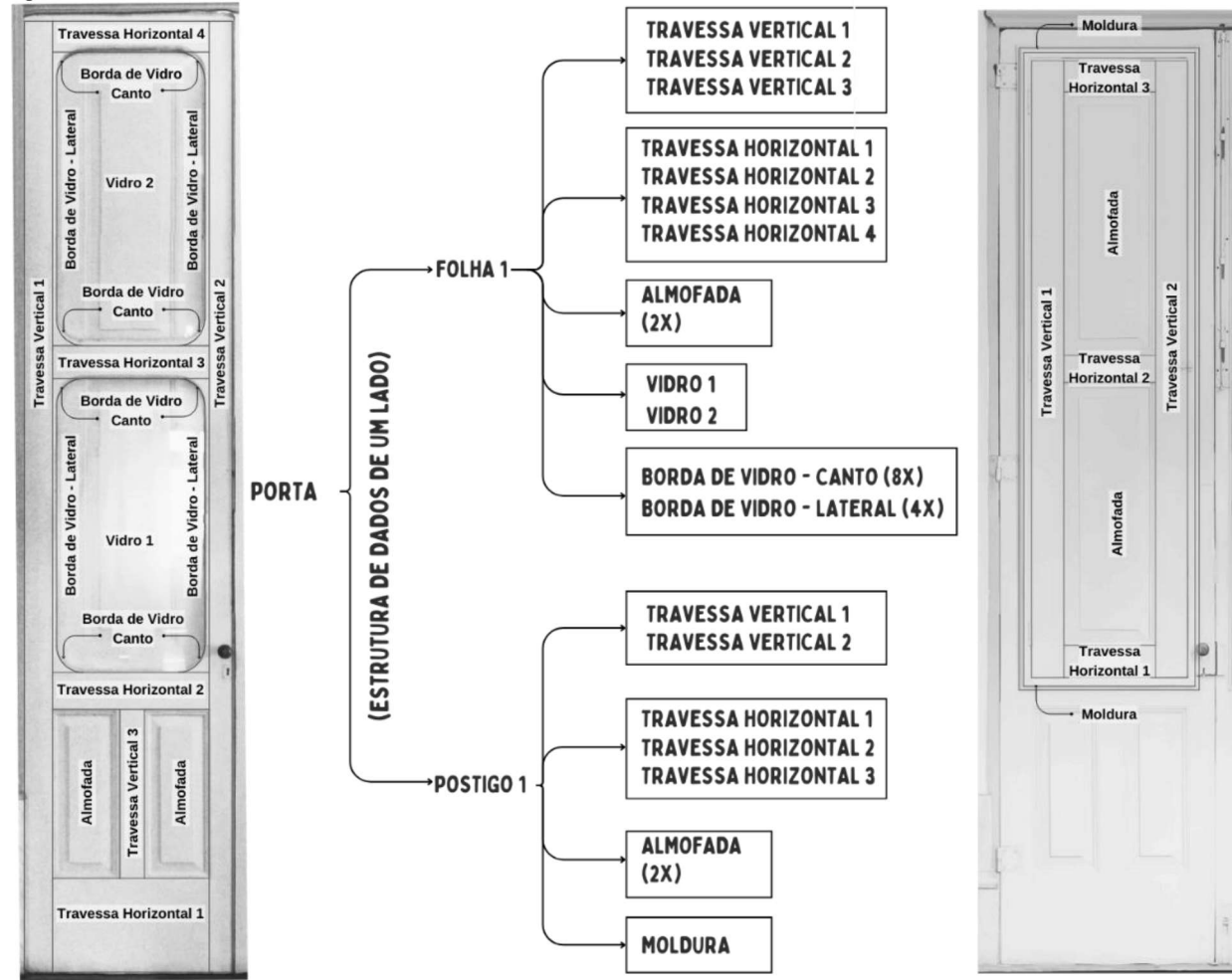
Figura 27 – Mapa organizacional das peças que compõem a porta



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Com base na análise realizada, foi criada uma estruturação dos dados, demonstrada na Figura 28, considerando apenas um lado da folha e a simetria da porta, para verificar quantas repetições de um mesmo elemento ocorrem.

Figura 28 – Estruturação dos dados dos elementos que compõem a porta



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Essa abordagem ajudou a construir uma biblioteca de subelementos que foram utilizados na construção virtual da porta por meio da modelagem paramétrica.

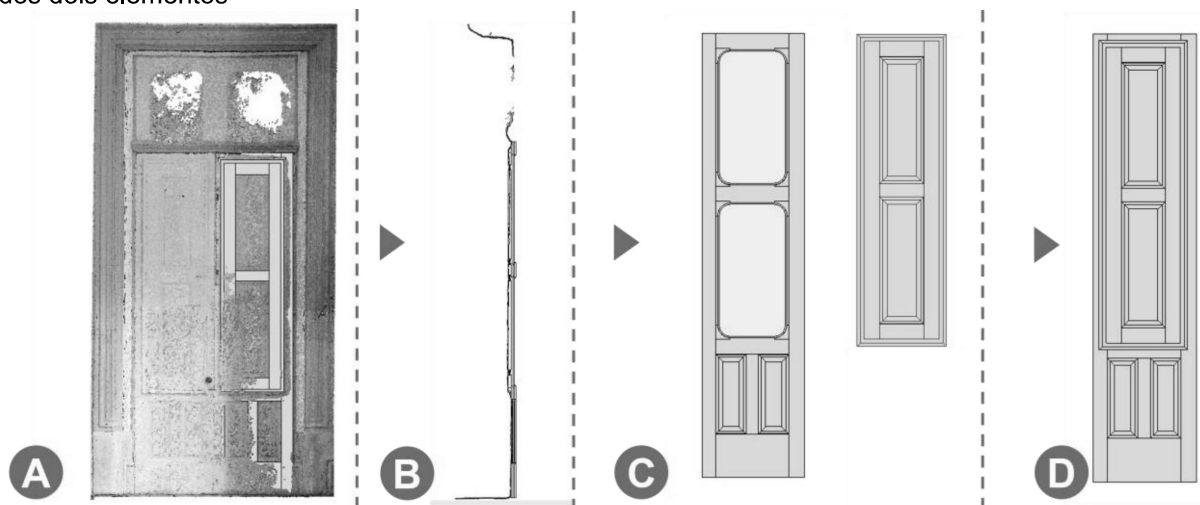
3.6. Modelagem Geométrica do Objeto de Estudo

A representação tridimensional de estudo foi elaborada utilizando o *software Autodesk Revit*, versão 2024. Esta versão, assim como a de 2023, permite a importação de arquivos no formato *.obj. Para a construção da modelagem, foram sobrepostas quatro fontes de informação: levantamento métrico, nuvem de pontos, malha triangular irregular texturizada e fotografias auxiliares, proporcionando redundância suficiente para garantir a precisão da representação da superfície do elemento.

Optou-se por utilizar a criação de componentes por meio da "modelagem no local", em vez de desenvolver uma nova "família", como seria feito em um método tradicional para configurar um elemento porta no *software Autodesk Revit*. Essa estratégia foi adotada pelas limitações das versões, até 2024, do Editor de Famílias, que não permite a inserção direta de nuvens de pontos. Assim, a modelagem no local possibilitou contornar essa restrição e avançar na representação tridimensional da porta utilizando a nuvem de pontos como uma importante fonte de informação.

Para o desenvolvimento da "modelagem de estudo", na área de desenho, foram inseridas a nuvem de pontos e a malha triangular, que foram sobrepostas. A partir dessa sobreposição, foram criadas vistas (Figura 29 – A) e seções (Figura 29 – B) com a finalidade de analisar o contorno do perfil e as espessuras do elemento. Além disso, as fotografias e os dados métricos foram utilizados para verificar as informações da nuvem de pontos. Cada parte do objeto foi modelada utilizando operações de varredura por extrusão e varredura ao longo de um caminho. Inicialmente, foi modelada a folha da porta e, posteriormente, o postigo (Figura 29 – C), que foi ajustado e justaposto à folha, formando a totalidade do objeto (Figura 29 – D).

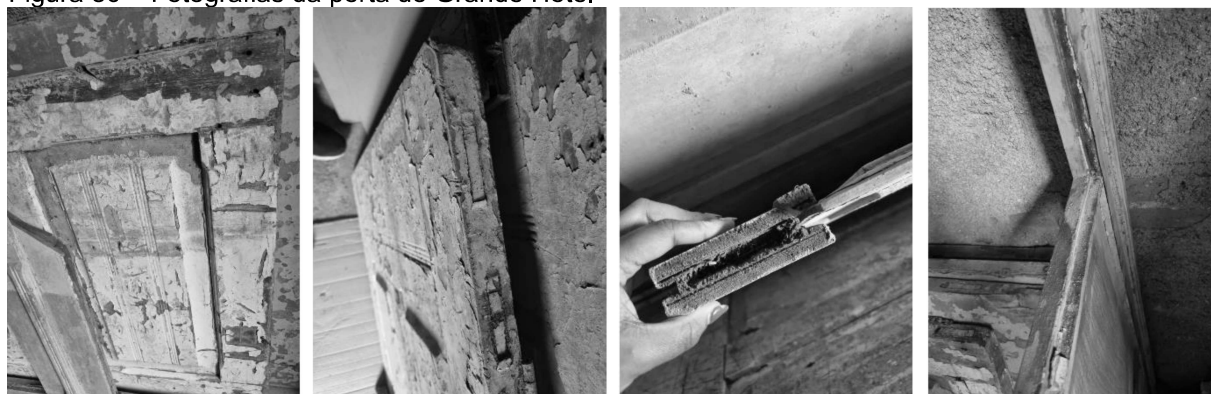
Figura 29 – (A e B) Imagens do processo de modelagem, utilizando a nuvem de pontos e a malha triangular como apoio para a modelagem. (C) Imagens da modelagem da folha e do postigo e (D) união dos dois elementos



Fontes: Elaborada pela autora, 2024.

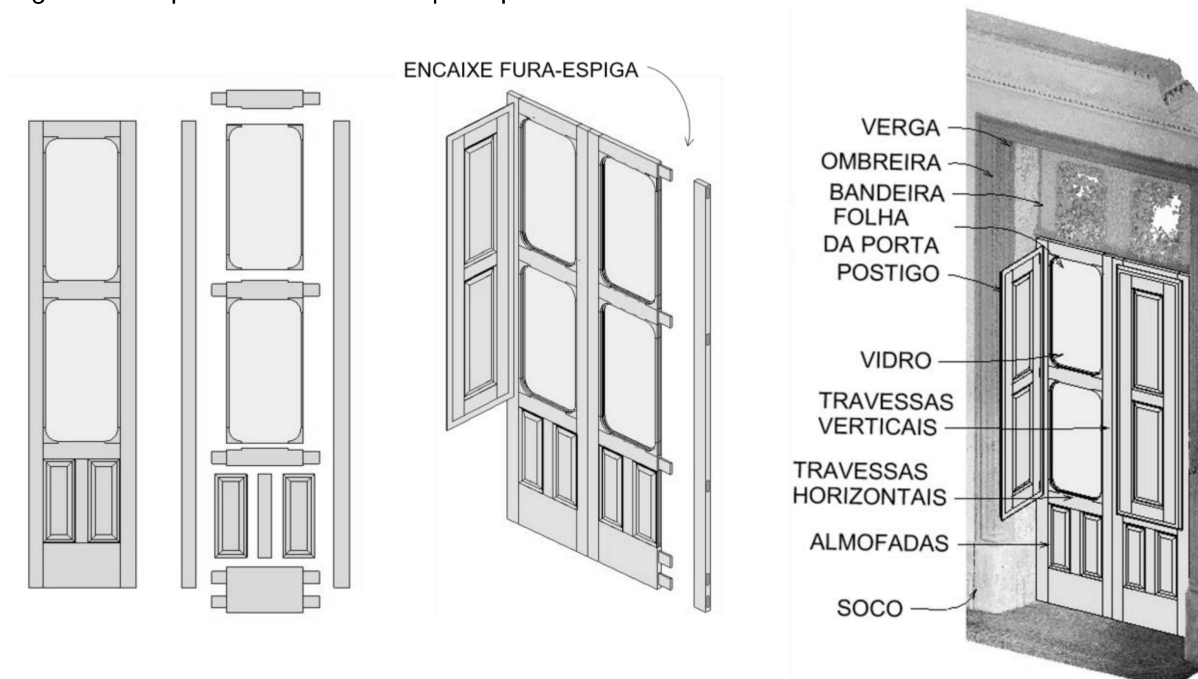
Para avançar no nível de detalhe, foi desenvolvida uma hipótese construtiva da porta, fundamentada em Costa (1955) e na análise de uma porta semelhante que atualmente está em processo de restauração, a qual foi retirada de uma edificação de estilo arquitetônico similar, na cidade de Pelotas. A porta em restauração pertence ao Grande Hotel (Figura 30), construído em 1928. Essa análise permitiu desmembrar a estrutura para compreender o sistema de encaixe e os tipos de peças que constituem a porta (Figura 31).

Figura 30 – Fotografias da porta do Grande Hotel



Fontes: Acervo da autora, 2024.

Figura 31 - Hipótese construtiva da porta pertencente ao Casarão 8

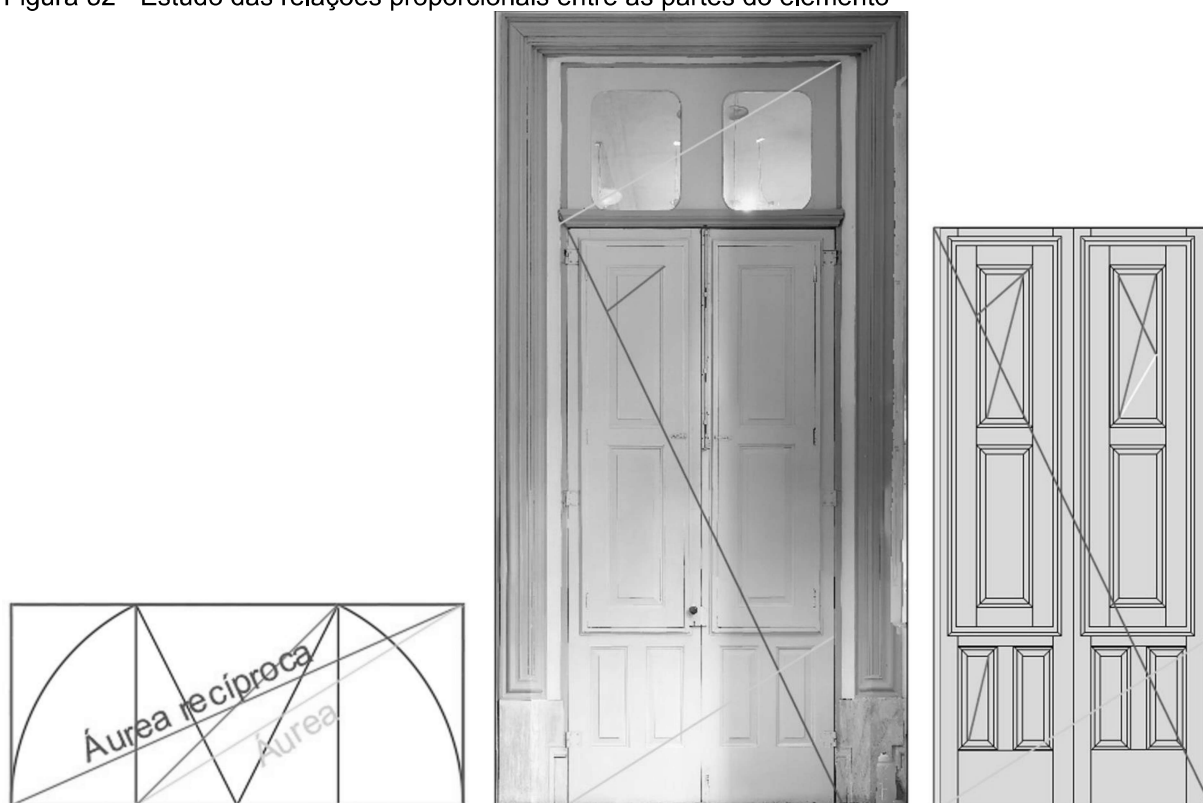


Fontes: Elaborada pela autora, 2024.

Os critérios de distinguibilidade e reversibilidade, conforme a teoria brandiana apresentadas no Referencial Teórico (seção 2.1), são interpretados da seguinte forma: são registradas as diferentes camadas da história do elemento, incluindo intervenções nas ferragens, na cor da madeira, e nos reparos ou substituições de peças. A reversibilidade está associada à possibilidade de revisar a informação, levando em consideração que as hipóteses em uma investigação histórica não se esgotam, o que é fundamental para preencher lacunas e garantir uma representação/documentação precisa.

Além disso, foram realizadas análises sobre a relação entre as partes, com o objetivo de gerar informações sobre questões estéticas e a organização formal do elemento. A Figura 32 exemplifica a identificação de regras compositivas fundamentadas em proporções clássicas.

Figura 32 - Estudo das relações proporcionais entre as partes do elemento



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Observa-se a lógica do uso da proporção áurea e da sua recíproca (correspondente à lógica da raiz de 5). Existe um jogo recursivo entre a delimitação das almofadas do corpo da porta e as da base, de modo a manter a mesma proporção. Também se nota a definição de lugares geométricos específicos para conectar cada uma das partes à diagonal do retângulo que enquadra todo o elemento, garantindo que pelo menos um vértice de cada parte pertença a essa diagonal. A precisão do modelo de nuvem de pontos possibilita a realização desse tipo de estudo.

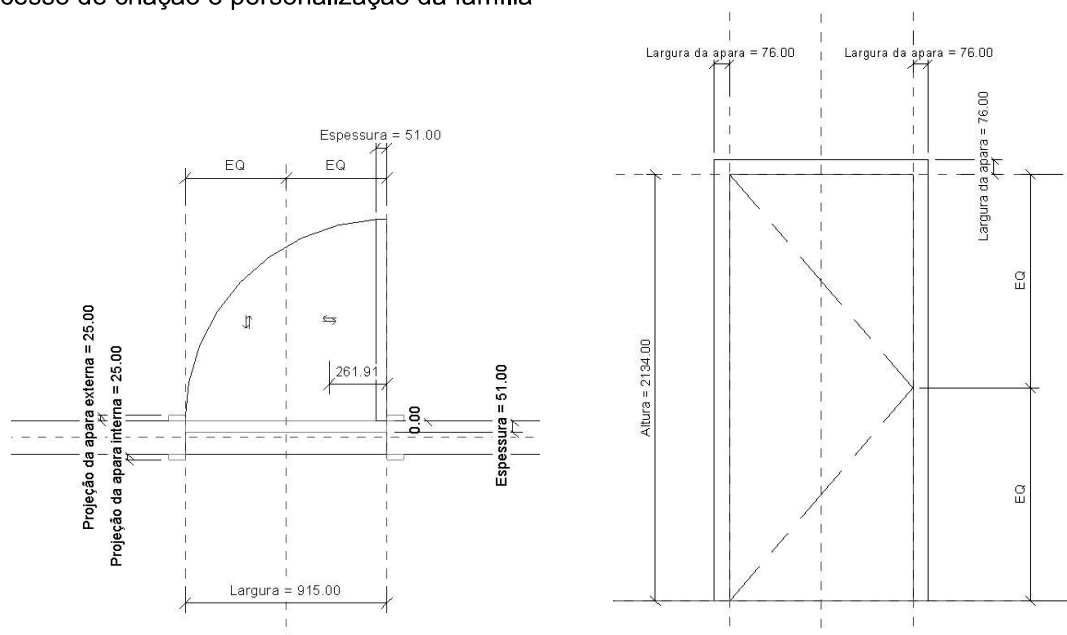
3.7. Modelagem Paramétrica no HBIM

O desenvolvimento da família de uma porta convencional no *software Autodesk Revit* é um processo relativamente simples. Ao iniciar uma nova modelagem, o *software* disponibiliza *templates* que podem ser utilizados pelo usuário, facilitando a extração de dados do componente e garantindo a compatibilidade com outros *softwares* que utilizam a metodologia BIM, como a extração de dados no formato IFC (*Industry Foundation Classes*).

A complexidade da criação de uma família está relacionada à quantidade de elementos que precisam ser parametrizados e inter-relacionados. Por exemplo,

conforme mostra a Figura 33, em uma porta de padrão simples, que possui uma folha lisa, os parâmetros a serem ajustados incluem altura e largura, além das espessuras dos marcos e guarnições. Essa parametrização permite uma maior flexibilidade e precisão na modelagem do componente, assegurando que ele atenda às especificações do projeto.

Figura 33 – Imagens do Editor de Famílias de uma porta “padrão” no Autodesk Revit 2024, que ilustram o processo de criação e personalização da família



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

No entanto, ao modelar uma porta histórica, que apresenta uma geometria com uma variedade maior de elementos interdependentes, é necessário adotar uma lógica de modelagem que assegure o funcionamento adequado da parametrização da família. Para desenvolver essa modelagem, é fundamental compreender as lógicas compositivas, as relações entre alturas e larguras, as proporções que influenciaram sua criação, bem como as lógicas matemáticas que regem essas proporções.

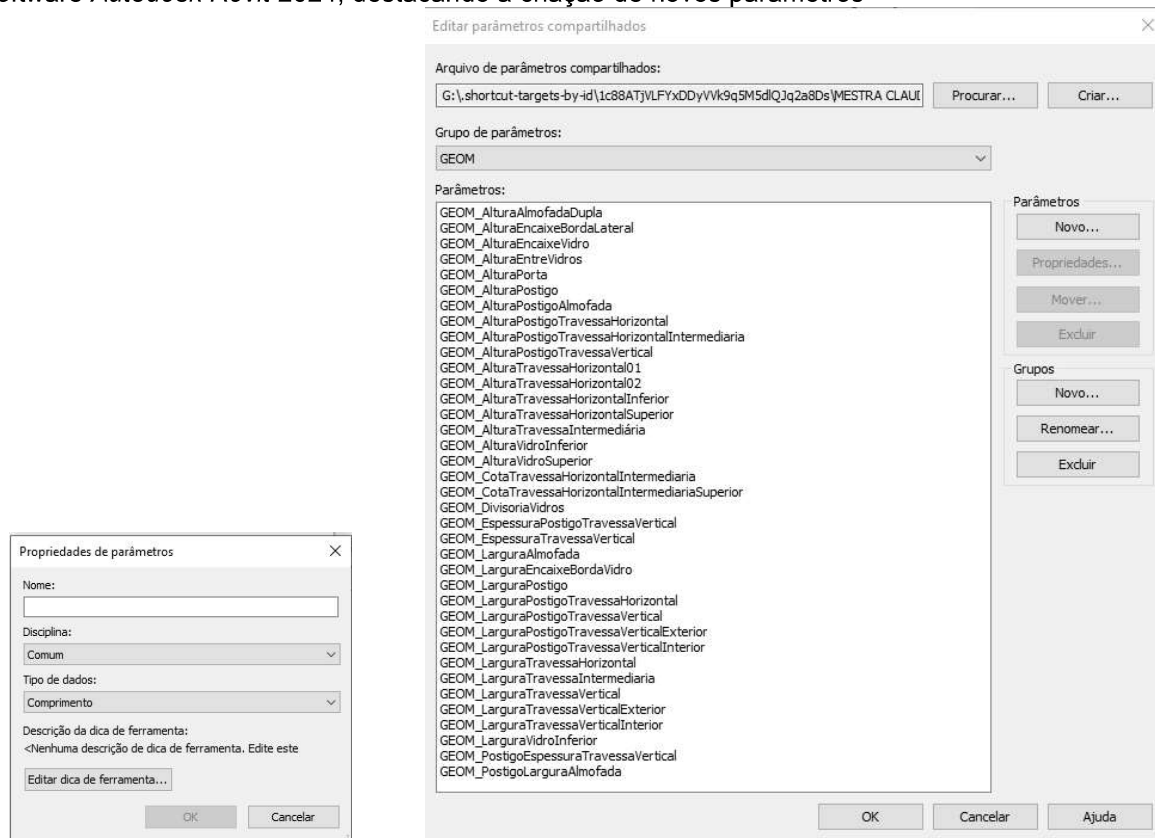
Existem diversas abordagens para desenvolver o pensamento paramétrico no *Revit*. Inicialmente, foi tentada a criação de uma modelagem baseada em tipologias (parâmetros de tipo). Ao analisar a porta a ser modelada, observou-se que muitos elementos são semelhantes, apresentando apenas variações em altura e largura. Essa situação inviabiliza a reutilização dos mesmos parâmetros para diferentes elementos, resultando em um número excessivo de parâmetros, o que pode comprometer a usabilidade para o usuário.

Diante desse desafio, buscou-se estabelecer uma estrutura de tipologia dos elementos e uma hierarquia de dados da família. O objetivo era proporcionar ao usuário acesso a uma biblioteca de subelementos, permitindo a edição e a criação de novos tipos. Essa abordagem facilitaria a geração de novas famílias conforme as necessidades identificadas em projetos que envolvem portas ecléticas.

No entanto, durante o desenvolvimento da modelagem, surgiram dificuldades na alteração dos tipos de famílias, de modo que todos os parâmetros fossem ajustados de forma inter-relacionada. Para superar esse desafio, optou-se por desenvolver a família utilizando parâmetros de instância, resultando em uma quantidade significativa de parâmetros a serem ajustados. Essa abordagem, embora tenha gerado um grande número de parâmetros, proporciona maior flexibilidade e personalização na criação de portas históricas, atendendo de maneira mais eficaz às demandas específicas de cada projeto.

Inicialmente, foram criados parâmetros compartilhados (Figura 34), agrupando-os na categoria de geometria com o prefixo "GEOM" para facilitar a identificação. Esses parâmetros foram definidos na disciplina "Comum", permitindo sua utilização em qualquer disciplina, com o tipo de dado configurado como comprimento. A partir disso, os parâmetros compartilhados foram, então, inseridos em todos os arquivos criados nas famílias.

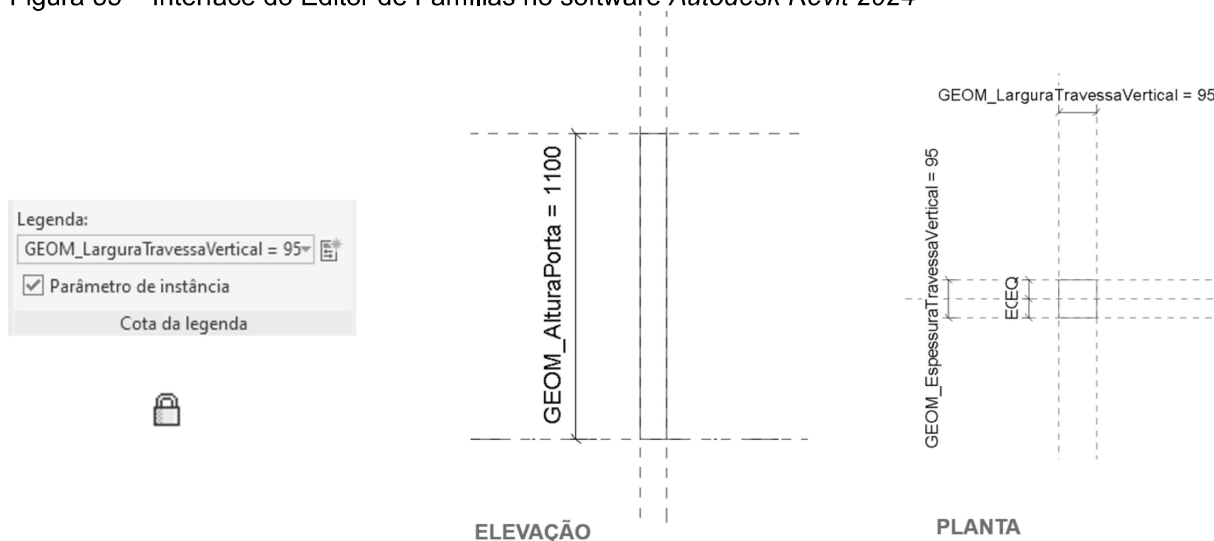
Figura 34 - Janelas de Propriedades de Parâmetros e do Editor de Parâmetros Compartilhados no software Autodesk Revit 2024, destacando a criação de novos parâmetros



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Em seguida, os componentes que inicialmente foram criados por “modelagem no local” foram editados e transformados em famílias (formato *.RFA). Foram realizados ajustes em cada uma das famílias de subelementos, onde foram traçados "Planos de Referência (*Reference Planes, RP*)" e as linhas do modelo foram alinhadas e travadas nesses planos. Foram adicionadas cotas nos planos de referência, bem como legendas contendo os parâmetros compartilhados, conforme mostra a Figura 35.

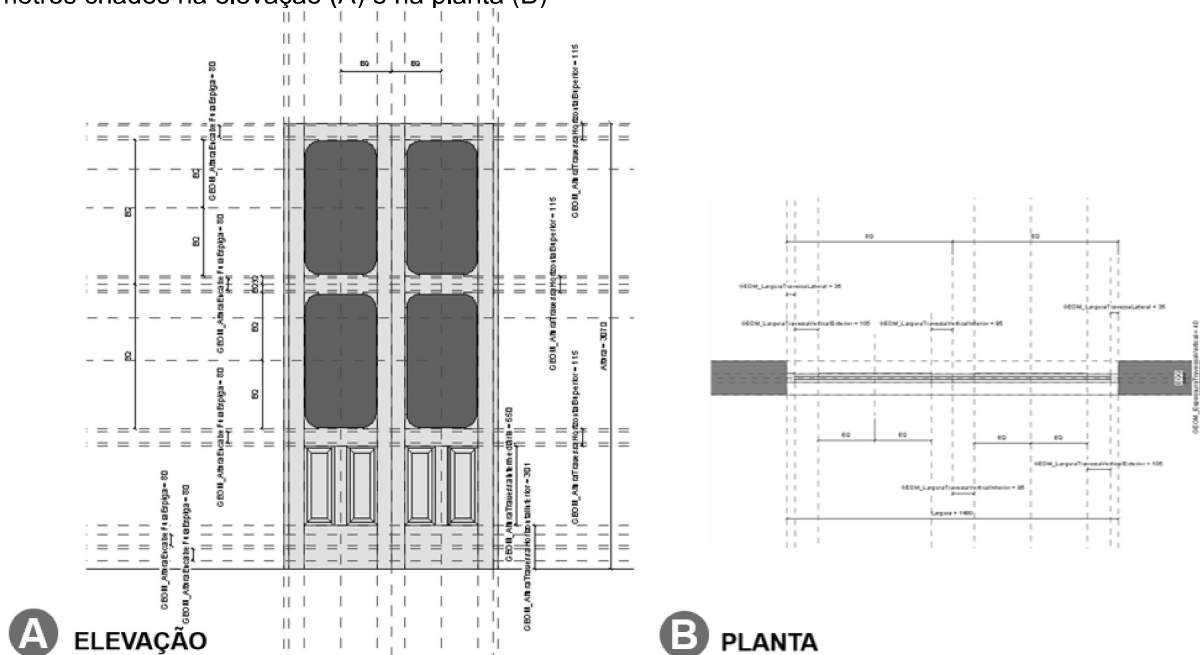
Figura 35 – Interface do Editor de Famílias no software *Autodesk Revit 2024*



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Esse processo foi repetido para todos os elementos que compõem a esquadria e, posteriormente, eles foram adicionados em uma única família, na categoria "Porta", criando uma composição de família aninhada. Ao adicionar as famílias genéricas, elas também foram alinhadas e travadas nos planos de referência, com a adição das cotas e legendas dos parâmetros compartilhados, conforme demonstrado na Figura 36.

Figura 36 - Interface do Editor de Famílias no software *Autodesk Revit 2024*, exibindo todos os parâmetros criados na elevação (A) e na planta (B)



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Como alguns elementos estão inter-relacionados, foram necessárias fórmulas para os parâmetros, a fim de que a família funcionasse de maneira paramétrica quando fossem ajustados os valores nas propriedades.

Para definir a largura das travessas horizontais foi necessário fazer um cálculo, a metade da largura das duas folhas, reduzindo a largura da travessa vertical externa e a largura da travessa vertical interna. Então foi inserida a seguinte fórmula:

$$= \left(\frac{Largura}{2} \right) - GEOM_{LarguraTravessaVerticalExterior} - GEOM_{LarguraTravessaVerticalInterior} - GEOM_{LarguraTravessaLateral}$$

No caso da largura do vidro (na tabela $GEOM_LarguraVidroInferior$), que precisava ser igual à largura da travessa horizontal, foi utilizada a fórmula:

$$= GEOM_{LarguraTravessaHorizontal}$$

Outro exemplo foi a definição da largura das almofadas, que corresponde à redução das larguras da travessa horizontal e intermediária dividido por 2 (largura de cada almofada). Criou-se a seguinte fórmula:

$$= \frac{GEOM_{LarguraTravessaHorizontal} - GEOM_{LarguraTravessaIntermediaria}}{2}$$

A Figura 37 apresenta alguns exemplos e fórmulas utilizadas na execução deste trabalho.

Figura 37 – Janela de Tipos de Famílias no software Autodesk Revit 2024, ilustrando a inserção e aplicação de fórmulas para parametrização dos elementos

Tipos de famílias

Digite o nome:

Parâmetros de pesquisa

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Construção			
Função	Interior	=	
Fechamento da parede	Por hospedeiro	=	
Tipo de construção		=	
Cotas			
GEOM_AltaEncaixeBordaLateral (padrão)	737.0	= GEOM_AltaVidroInferior - GEOM_LarguraEncaixeBordaVidro - GEOM_LarguraEnc	☒
GEOM_AltaEncaixeFuraEspiga (padrão)	80.0	=	☐
GEOM_AltaEncaixeVidro (padrão)	10.0	=	☐
GEOM_AltaEntreVidros (padrão)	0.0	=	☐
GEOM_AltaTravessaHorizontalInferior (padrão)	301.0	=	☒
GEOM_AltaTravessaHorizontalSuperior (padrão)	115.0	=	☒
GEOM_AltaTravessaIntermediária (padrão)	549.9	= GEOM_LarguraTravessaHorizontal * 1.089	☒
GEOM_AltaVidroInferior (padrão)	937.0	= (Altura - GEOM_AltaTravessaHorizontalInferior - GEOM_AltaTravessaIntermedi	☒
GEOM_DivisorVidros (padrão)	994.5	=	☒
GEOM_EspessuraTravessaVertical (padrão)	40.0	=	☐
GEOM_LarguraAlmofada (padrão)	210.0	= (GEOM_LarguraTravessaHorizontal - GEOM_LarguraTravessaIntermediaria) / 2	☒
GEOM_LarguraEncaixeBordaVidro (padrão)	100.0	=	☒
GEOM_LarguraTravessaHorizontal (padrão)	505.0	= Largura / 2 - GEOM_LarguraTravessaVerticalExterior - GEOM_LarguraTravessaVertic	☒
GEOM_LarguraTravessaIntermediaria (padrão)	85.0	=	☒
GEOM_LarguraTravessaLateral (padrão)	35.0	=	☐
GEOM_LarguraTravessaVertical (padrão)	340.0	=	☐
GEOM_LarguraTravessaVerticalExterior (padrão)	105.0	=	☒
GEOM_LarguraTravessaVerticalInterior (padrão)	95.0	=	☒
GEOM_LarguraVidroInferior (padrão)	505.0	= GEOM_LarguraTravessaHorizontal	☒
Altura	3070.0	=	☒
Largura	1480.0	= Altura / 2.074324	☒
Largura bruta		=	☒
Altura bruta		=	☒
Espessura		=	☒
Propriedades analíticas			
Construção analítica		=	
Definir propriedades térmicas por	Tipo esquemático	=	
Transmissão de luz visual		=	
Coefficiente de ganho de calor solar		=	
Resistência térmica (R)		=	
Coefficiente de transferência de calor (U)		=	
Parâmetros IFC			
Exportar tipo para IFC como		=	
Operação		=	

Como posso gerenciar meus tipos de família?

Gerenciar tabelas de pesquisa...

OK Cancelar Aplicar

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

As fórmulas também foram empregadas para compreender o cálculo das proporções. No processo de análise anterior, foram identificadas as proporções que compõem a porta. Durante a adição de fórmulas à parametrização, as proporções foram analisadas e os cálculos correspondentes foram inseridos nos parâmetros.

Foi realizado o seguinte cálculo:

$$= \frac{\text{Altura da Folha}}{\text{Largura das duas Folhas}} = \frac{3070}{1410} = 2,177304964539007$$

Então, no parâmetro da largura, foi inserida a seguinte fórmula:

$$= \frac{\text{Altura}}{2.177}$$

A mesma lógica foi utilizada para determinar a altura das almofadas e da travessa vertical intermediária:

$$= \frac{\text{Altura da travessa intermediária}}{\text{Largura das travessas horizontal}} = \frac{550}{505} = 1,089108910891089$$

No parâmetro da largura da travessa intermediária, foi inserida a seguinte fórmula:

$$= \text{GEOM}_{\text{LarguraTravessaHorizontal}} \times 1,089$$

Nos vidros, também foi inserido um cálculo para que se ajustassem de maneira proporcional ao crescimento ou à diminuição da porta. O cálculo foi o seguinte:

$$= \frac{\text{Altura do vidro}}{\text{Largura da travessa horizontal}} = \frac{937}{505} = 1,855445544554455$$

No parâmetro da Altura do vidro, foi inserida a fórmula:

$$= \text{GEOM}_{\text{LarguraTravessaHorizontal}} \times 1,855446$$

A modelagem paramétrica de uma porta histórica no *Autodesk Revit*, conforme descrito, vai além da simples criação de componentes individuais, sendo uma abordagem que visa estabelecer uma relação entre os diversos elementos que compõem a porta. Esse processo de associação entre as partes é essencial para avançar na parametrização efetiva. Esse exercício quer enfatizar a diferença de criar uma representação em que cada componente seja tratado separadamente, sem a definição de seus parâmetros e de suas propriedades. Em uma abordagem BIM, é a partir da interdependência desses componentes que se pode estabelecer a instância de uma

porta específica que, por sua vez, pode ser replicada ou adaptada para geração de portas diferentes, desde que siga os parâmetros definidos pela família.

A adaptabilidade e poder da modelagem paramétrica, neste caso, se manifestam na capacidade de gerar diferentes tipos de portas dentro do modelo, com base em modificações nas dimensões e relações entre os elementos. Isso ocorre pela criação de uma rede de parâmetros interligados, onde ajustes em um componente, como a largura ou altura de uma folha, afetam diretamente outras partes, como as travessas, almofadas ou vidros. Essa interrelação permite não apenas a criação de portas específicas, mas também a possibilidade de variar suas dimensões e características sem perder a coerência do modelo.

A flexibilidade está na definição das proporções e na utilização de fórmulas matemáticas que assegurem que a porta, como um objeto paramétrico, mantenha suas características de design, mantendo-se fiel à estética e proporções históricas do casarão. O grande desafio aqui é, de fato, a amarração das proporções, o que exige uma compreensão das relações geométricas e das regras compositivas que estruturam a porta. Essas proporções não são apenas uma questão estética, mas técnicas que garantem que, mesmo com ajustes nos parâmetros, o resultado seja uma instância precisa e realista daquela porta histórica, mas que, ao mesmo tempo, possa ser gerada em outros tipos de porta dentro do mesmo modelo paramétrico.

A tecnologia utilizada aqui não se limita ao uso de ferramentas, mas quer representar um saber-fazer, onde é necessário entender como aplicar as regras de proporção e como elas se traduzem em um modelo digital, criando a instância dessa porta específica, mas capaz de se adaptar e gerar outras portas com a mesma lógica.

Esse processo de “apropriação” técnica é, de fato, exaustivo, e muitas vezes se assemelha a um ciclo de repetição onde o arquiteto vai se apropriando da técnica aos poucos. Essa exaustão, que vem da necessidade de entender as relações entre as partes de um modelo, é uma fase fundamental na aprendizagem da parametrização.

Um dos maiores desafios nessa prática é a lacuna significativa presente na formação acadêmica dos arquitetos, especialmente no que tange ao entendimento das questões algébricas e das equações de proporção que sustentam a modelagem paramétrica. Sem um entendimento dessas regras matemáticas, é impossível

estabelecer relações precisas entre os elementos, o que compromete a efetividade da parametrização. A dificuldade em compreender como as partes de um modelo se interconectam de acordo com uma lógica algébrica impede a criação de componentes paramétricos consistentes e reutilizáveis. Sem essa compreensão, a modelagem paramétrica perde sua precisão e, por consequência, sua aplicabilidade.

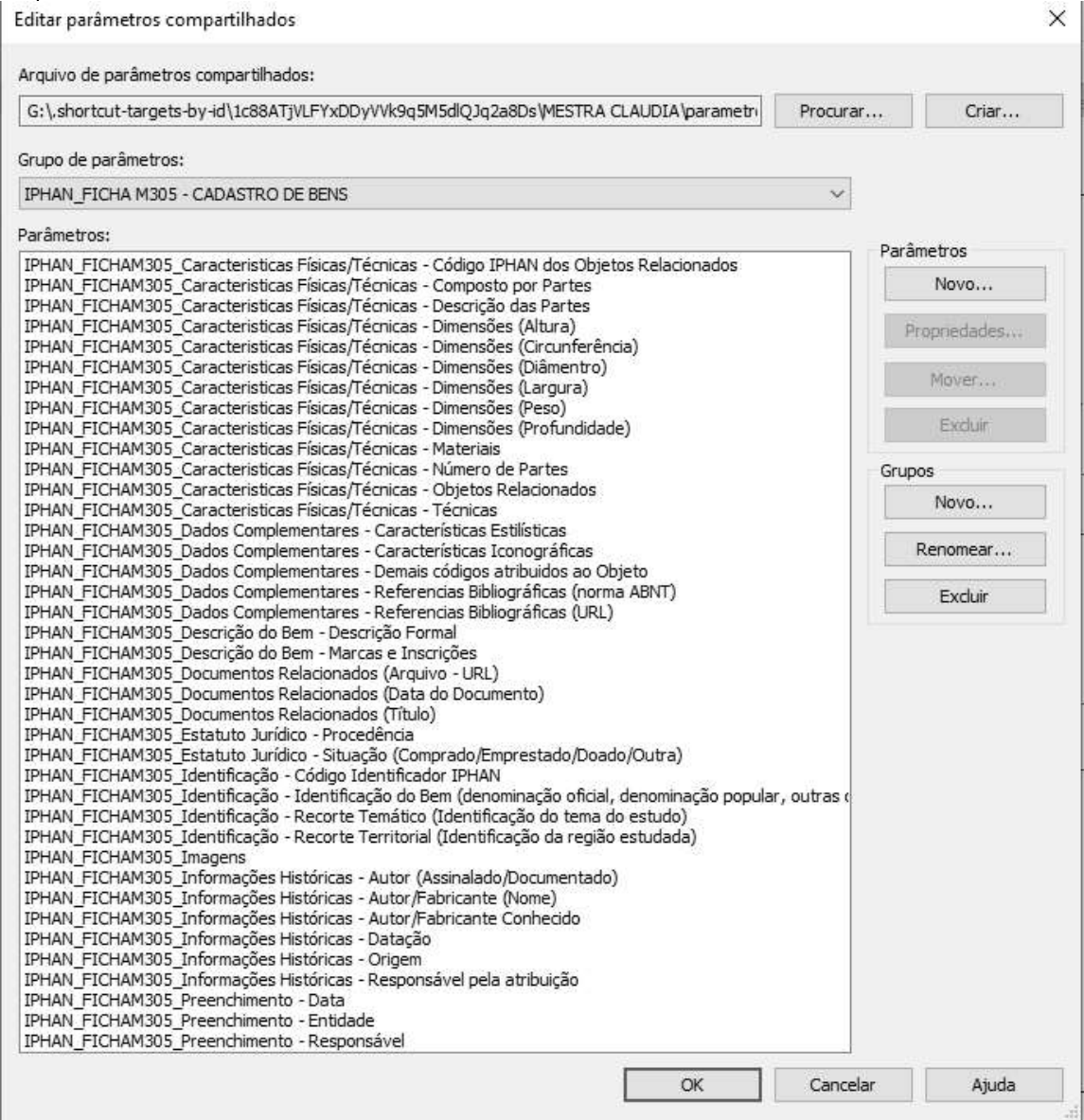
Portanto, é necessário um investimento maior na formação de arquitetos, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento lógico e algébrico, para que possam ter a autonomia de criar seus próprios componentes paramétricos. A falta de foco nessas habilidades matemáticas acaba limitando a capacidade de inovação e o uso de ferramentas paramétricas dentro da arquitetura. A parametria não é apenas uma técnica de modelagem, mas um exercício lógico, um raciocínio baseado em regras que precisam ser compreendidas para que o processo seja eficaz. Sem essa base, o avanço na representação paramétrica da arquitetura se torna um desafio.

Para adicionar informações ao modelo, foi realizado um trabalho de investigação sobre o material e as técnicas construtivas da porta, com o objetivo de desenvolver um processo de modelagem para cada peça. Como resultado, constatou-se que o material utilizado nas esquadrias da edificação é a madeira *Cedrela fissilis*, conforme a pesquisa de Gonçalves *et al.* (2015). Também foi conduzido um processo de investigação para identificar os nomes das partes que compõem a porta, utilizando como referência a revista Arte no Brasil e os anexos do “Dicionário Arquitetônico” (Civita, 1979) para nomear cada uma das partes.

Este trabalho buscou a compreensão de como incorporar informações relacionadas ao Nível de História (LoH) (seção 2.5) e como essas informações podem contribuir para avançar no processo de documentação, alinhando-se à infraestrutura tecnológica do IPHAN (SICG).

A proposta é tentar entender se é possível estabelecer uma comunicação entre o modelo HBIM e a plataforma do SICG. Para realizar essa integração, foram criados parâmetros compartilhados contendo todas as informações necessárias para o preenchimento de uma ficha do IPHAN (Figura 38).

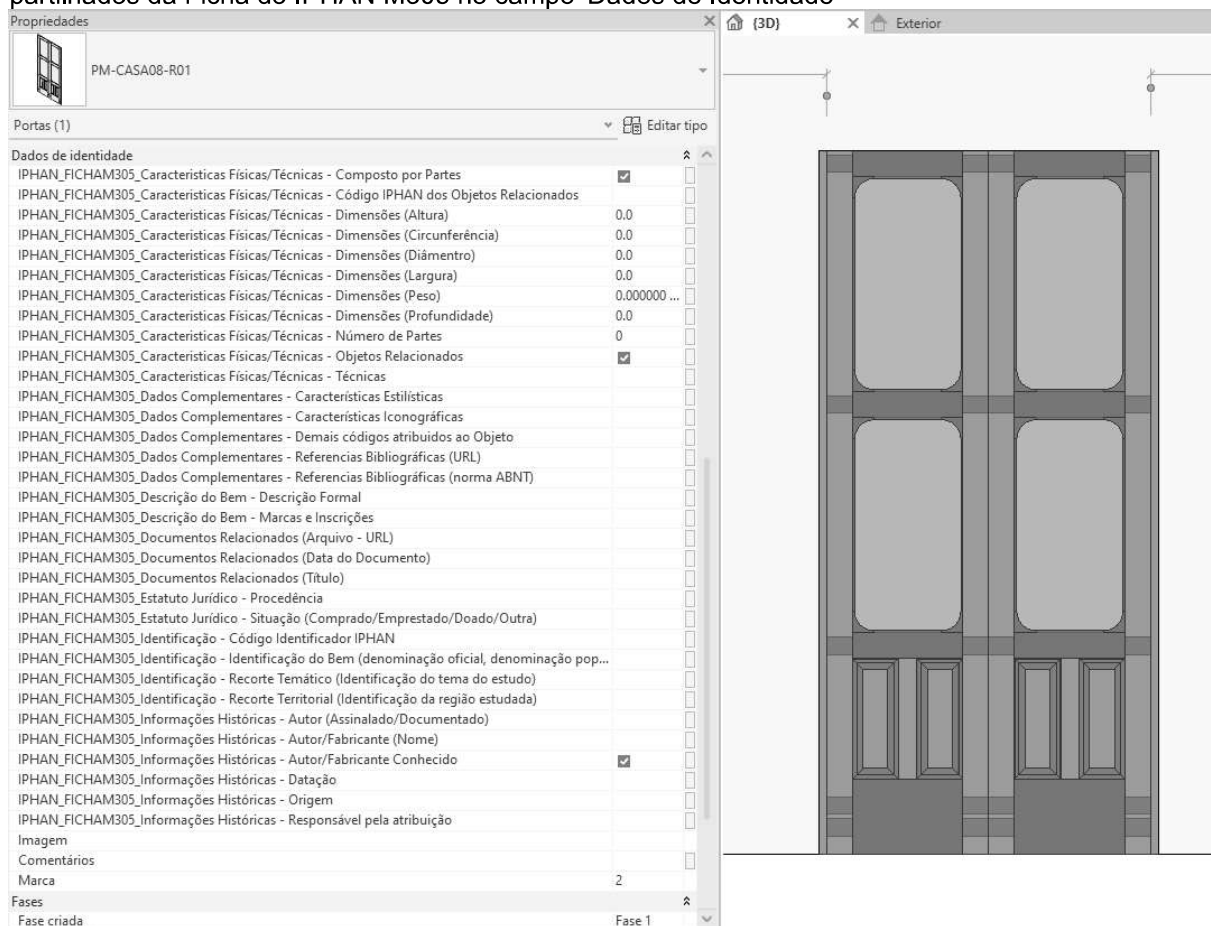
Figura 38 - Janela de Parâmetros Compartilhados no software Autodesk Revit 2024, onde foram criados os parâmetros da Ficha do IPHAN M305



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Para exemplificar, foram inseridas como parâmetros compartilhados todas as informações exigidas na Ficha M305, que foram incluídas na família desenvolvida, conforme demonstrado na Figura 39.

Figura 39 - Janela de Propriedades no software *Autodesk Revit 2024*, destacando os parâmetros compartilhados da Ficha do IPHAN M305 no campo 'Dados de Identidade'



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

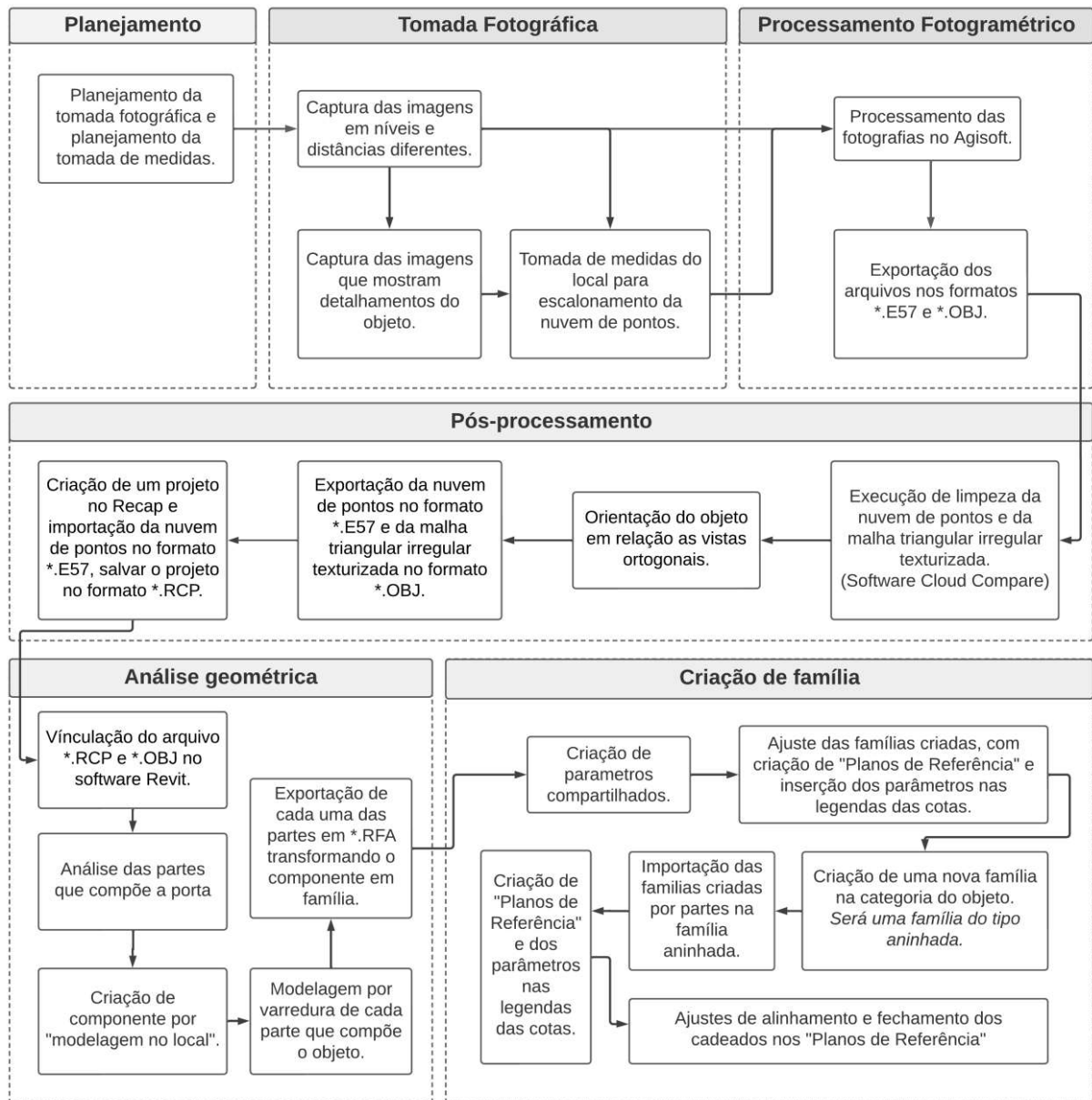
O arquivo gerado encontra-se disponível no repositório *online Figshare*³. O material pode ser baixado para consulta, manipulação e reutilização para fins acadêmicos, especialmente em estudos relacionados a portas de estilo eclético.

³ <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.28377182>.

3.8. Análise e Validação do Fluxo de Trabalho

O estudo resultou na sistematização de um fluxo de trabalho, explicitado pela Figura 40, constituído por seis etapas: planeamento, tomada fotográfica, processamento fotogramétrico, pós-processamento, análise geométrica e criação de família.

Figura 40 - Fluxo de trabalho proposto para HBIM em um processo formativo junto à graduação em arquitetura



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Todo o processo foi apresentado em um vídeo estruturado para ilustrar o fluxo de trabalho. Nele, contextualiza-se brevemente o patrimônio em estudo (seção 3.3) e foram descritas as etapas seguidas para a criação do modelo HBIM (seções 3.4, 3.5,

3.6, 3.7), culminando na sistematização do fluxo com base nessas etapas. O vídeo⁴, com duração de 22 minutos e 53 segundos, é narrado pela própria autora da dissertação. A Figura 41 mostra fragmentos do vídeo desenvolvido para ilustrar o desenvolvimento do fluxo de trabalho.

Figura 41 – Imagens capturadas do vídeo desenvolvido para ilustrar o processo de desenvolvimento do fluxo de trabalho



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A criação desse vídeo buscou contextualizar o processo de modelagem HBIM, apresentando o trabalho desenvolvido ao longo deste estudo. O intuito foi o de facilitar o diálogo com diferentes atores considerados, no âmbito deste estudo, capazes de problematizar a sua pertinência de uso em um contexto formativo e profissional, a fim de validar os processos apresentados e procurar formas de aperfeiçoar o estudo. Esse diálogo ocorreu por meio de entrevistas, realizadas de duas formas: respostas a um questionário via *Google Forms* ou conversas online gravadas.

3.9. Questões de ética

As atividades realizadas nesta pesquisa estão integradas ao projeto “A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica: práticas educativas problematizadas por práticas científicas e profissionais”, registrado no Comitê de Ética da UFPEL, sob o n.º CAAE: 78473924.8.0000.5317 (Apêndice A – Parecer Técnico). Assim, as ações que envolveram instrumentos de pesquisa com seres humanos foram realizadas somente após a devida aprovação do Comitê de Ética da Universidade.

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=HtLmGXWJaaQ>

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para exemplificar o processo de adoção da abordagem BIM, foi realizada a modelagem de um elemento arquitetônico específico: uma porta interna que se repete 13 vezes no edifício. A modelagem desse elemento foi realizada buscando obter hipóteses sobre suas partes constitutivas, incluindo nomenclatura, dimensionamento e materiais. Para adquirir dados geométricos, foram realizados dois tipos de levantamento: medição direta e fotogrametria.

Foi realizada uma análise dos elementos que compõem a porta por meio do auxílio de ortofotos geradas por fotogrametria. A partir dessa análise, foi criado um mapa organizacional e uma estruturação dos dados, destacando as peças que se repetem, como travessas e almofadas, e as peças únicas, como o vidro e a moldura do postigo.

A modelagem geométrica foi realizada no *Autodesk Revit*, utilizando quatro fontes de informação: levantamento métrico, nuvem de pontos, malha triangular texturizada e fotografias auxiliares. Optou-se pela modelagem no local, superando limitações do software que não permite a inserção direta de nuvens de pontos no editor de famílias. As vistas e seções geradas ajudaram a definir o perfil e as espessuras da porta. A modelagem incluiu a folha e o postigo, ajustados para formar o objeto completo.

Para maior precisão, foi criada uma hipótese construtiva, baseada na análise de uma porta similar do Grande Hotel, em Pelotas, que possibilitou a compreensão do sistema de encaixe e das peças constituintes da porta. Além disso, foram aplicados os critérios de distinguibilidade e reversibilidade, conforme a teoria brandiana, registrando as diferentes camadas históricas do elemento. A análise estética e compositiva também foi realizada, incluindo o estudo de proporções clássicas, para entender as relações geométricas entre as partes da porta, garantindo a precisão do modelo.

O processo de modelagem paramétrica da porta no *Autodesk Revit* envolveu a criação de uma família de porta com parâmetros flexíveis e inter-relacionados, permitindo a personalização e a adaptação para diferentes tipos de portas dentro do modelo. Inicialmente, a criação da família de porta seguiu uma abordagem tradicional, mas foi necessário incorporar uma lógica de modelagem mais complexa devido à geometria e interdependência dos elementos.

Foi desenvolvida uma estrutura hierárquica de dados para os parâmetros, com a criação de parâmetros compartilhados, agrupados na categoria "GEOM", e a inclusão de fórmulas matemáticas utilizadas para garantir a proporção e a interdependência entre os componentes, como travessas, almofadas, vidros e larguras. A parametrização envolveu a definição de variáveis relacionadas à altura, largura e proporções, usando fórmulas específicas. Além da modelagem geométrica, o trabalho também envolveu a adaptação de componentes inicialmente criados pela modelagem no local para famílias, com a aplicação de planos de referência e cotas para garantir a precisão da modelagem.

O estudo resultou na criação de um fluxo de trabalho sistematizado, composto por seis etapas: planejamento, tomada fotográfica, processamento fotogramétrico, pós-processamento, análise geométrica e criação de família. Essas etapas foram ilustradas em um vídeo, para contextualizar o patrimônio em estudo e mostrar o processo de modelagem HBIM, culminando na definição do fluxo de trabalho, além de buscar estabelecer um diálogo com atores no contexto formativo e profissional.

Os resultados deste estudo incluem o registro das reflexões teóricas que envolveram a estruturação de um fluxo de trabalho em HBIM que utiliza nuvens de pontos como fonte de informações para o desenvolvimento da modelagem paramétrica de elementos construtivos históricos. Além dos dados geométricos, o fluxo de trabalho incorpora também informações semânticas, incluindo aquelas exigidas pelo IPHAN para o preenchimento das fichas utilizadas no processo de protocolo de inventário do patrimônio cultural brasileiro.

4.1. Reflexões sobre as limitações Identificadas no Desenvolvimento da Modelagem

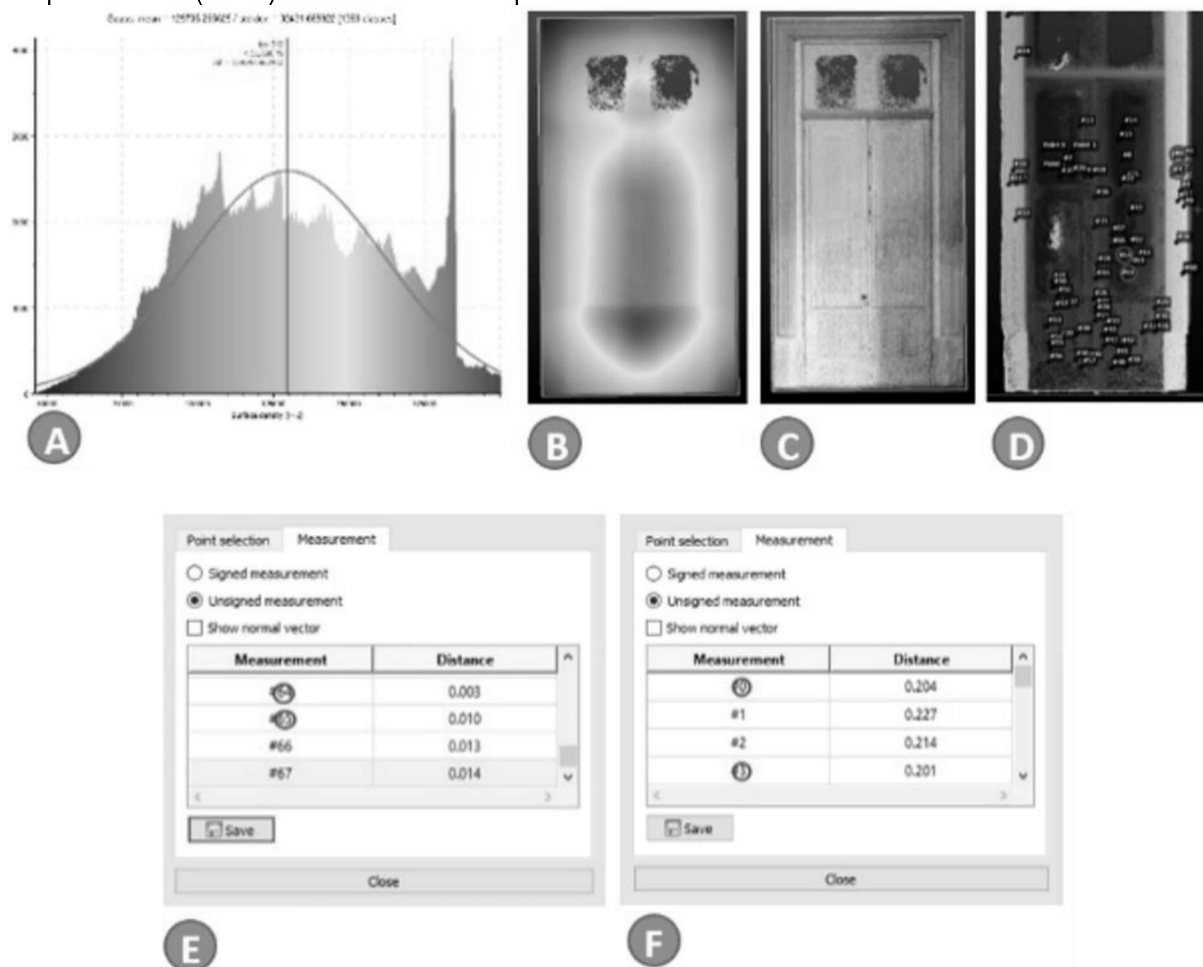
Durante o desenvolvimento da modelagem, foram encontrados alguns desafios para o desenvolvimento da modelagem de detalhes como, por exemplo, o contorno das almofadas. Isso acabou gerando uma discussão no que se refere à qualidade da nuvem de pontos obtida neste exercício, mesmo com uma suposta densidade. Enfrentou-se a problemática da homogeneidade da textura da superfície da porta, o que gerou problemas na precisão dos detalhes.

Superfícies homogêneas, ou seja, com a mesma cor e textura, dificultam a identificação de características únicas dos pontos homólogos, de interesse nas imagens para alinhar e sobrepor as fotos. Esse tipo de problema resulta em uma nuvem de pontos esparsa, devido à dificuldade do software em distinguir entre os pontos e à sobreposição de informações em um mesmo ponto, desconsiderando outros. Isso ocorreu, em particular, com a representação das almofadas, cujos detalhes curvos e minuciosos foram parcialmente perdidos.

De acordo com Groetelaars (2016), para um tipo de representação que busca atingir o mais alto nível de detalhe (LoD - 5), relativo a representações na escala 1/20, a distância entre os pontos da nuvem deve ter afastamento máximo de 3 mm. Estas distâncias foram verificadas para diversas regiões da nuvem, além de observar a sua densidade, a qual considera um raio ao redor dos pontos.

A Figura 39 ilustra os procedimentos empregados para a análise: (Figura 42 - A) gráfico de densidade (número de pontos por m²), com representação da curva de Gauss para evidenciar a média e o desvio padrão; (Figura 42 - B) distribuição da densidade, sobre a superfície da porta, a qual decresce nas bordas; (Figura 39 - C) vista ortogonal da nuvem; (Figura 42 - D) mapeamento das distâncias entre os pontos; (Figura 42 - E e F) medição para cada ponto, o que permite observar que esta distância varia significativamente, nesta nuvem, da zona azul para a vermelha, sendo que quase a totalidade tem distância menor que 3 mm.

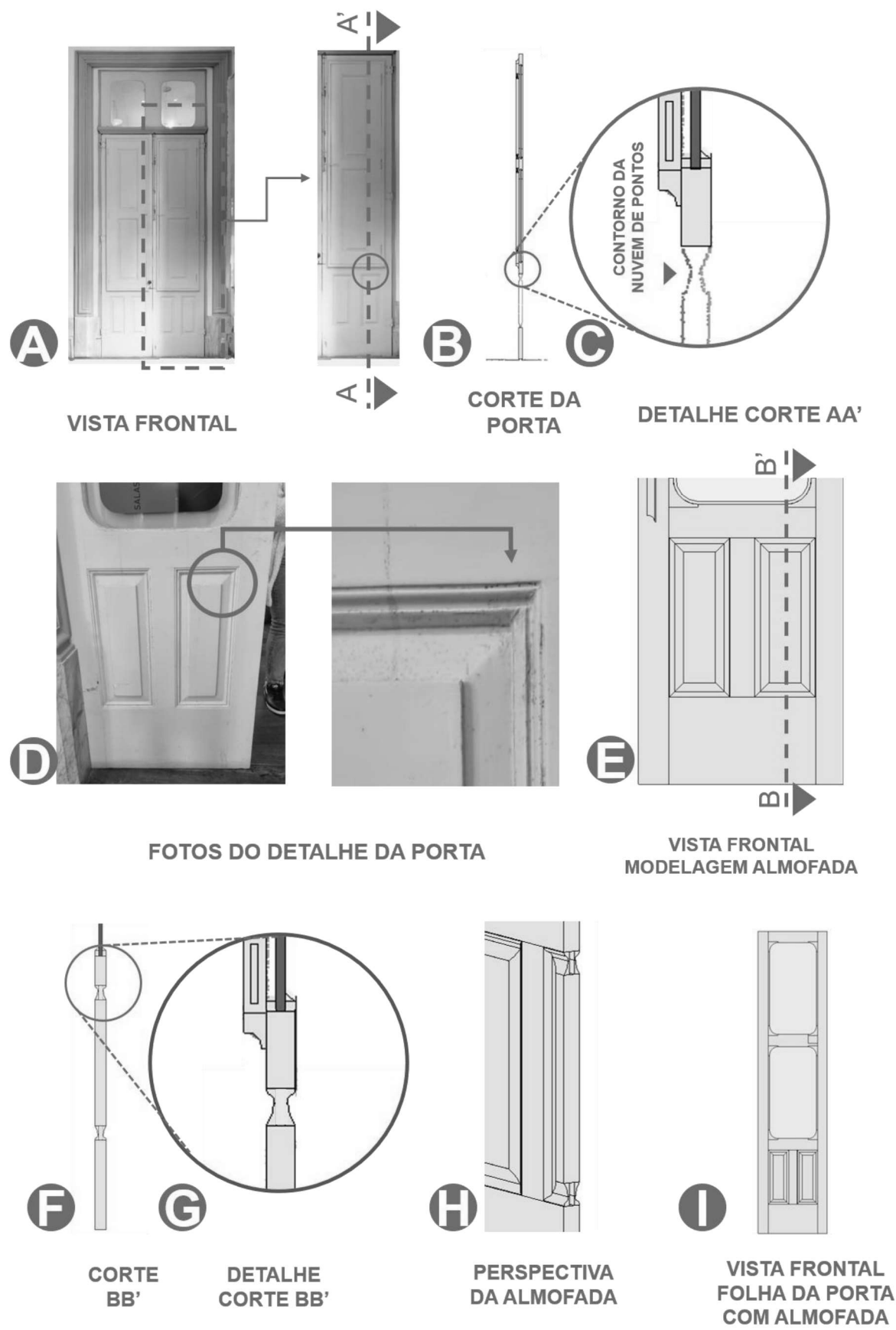
Figura 42 - (A) Gráfico e (B) mapeamento de densidade de pontos; (C) nuvem de pontos analisada; (D) mapeamento e (E e F) distâncias entre os pontos



Fontes: Elaborada pela autora, 2024.

Para superar essas limitações, foram utilizadas fotografias adicionais em conjunto com o levantamento métrico. A sequência de imagens da Figura 43 ilustra a questão: (Figura 43 -A) vista frontal do modelo da porta em malha triangular gerada a partir da nuvem de pontos; (Figura 43 -B) perfil da porta; (Figura 43 -C) ampliação do perfil na parte curvilínea da almofada, com pouca definição; (Figura 43 -D) fotos de apoio para a modelagem; (Figura 43 -E, F, G e H) o modelo.

Figura 43 - Imagens da problemática de modelagem



Fontes: Elaborada pela autora, 2024.

4.2. Reflexões sobre o Nível de Confiabilidade da Modelagem

A discussão sobre o nível de confiabilidade em modelos HBIM está intrinsecamente ligada à compreensão e explicitação das relações entre os diferentes elementos que compõem o edifício histórico. A confiabilidade, nesse contexto, não se resume apenas à precisão geométrica ou à representação exata dos materiais, mas também à maneira como os elementos arquitetônicos são interconectados, considerando a intencionalidade e o sistema construtivo original.

No momento em que se estabelece uma relação clara entre as partes, que envolve o entendimento profundo do sistema construtivo histórico, a confiabilidade do modelo ganha uma dimensão adicional. Por exemplo, quando se reconhece que a organização formal do edifício segue uma lógica de proporções clássicas, que reflete não apenas um critério estético, mas também funcional e simbólico, o modelo paramétrico passa a representar não apenas a forma, mas também a intencionalidade por trás dessa forma. A intencionalidade de organizar de maneira proporcional cada elemento em um sistema construtivo específico – que pode envolver a repetição de unidades, a relação entre alturas, larguras e outros parâmetros de design – torna-se essencial para a atribuição de confiabilidade.

Essa explicitação de relações proporcionais e sistemáticas no modelo paramétrico é o que justifica a confiança nos dados representados. O modelo deixa de ser uma mera cópia do edifício, tornando-se uma representação informada do processo construtivo que o originou. A relação entre os componentes do edifício – como, por exemplo, a maneira como as colunas, arcos e paredes se alinham de forma proporcional para sustentar o sistema – não pode ser deixada de lado, pois reflete a compreensão do modo como o edifício foi concebido e construído ao longo do tempo. Quando essas relações são explicitadas no modelo paramétrico, isso contribui para a confiança na exatidão do modelo, tanto do ponto de vista geométrico quanto informativo.

Além disso, quando se trata de um edifício histórico, a confiabilidade deve ser ampliada para além da geometria. Como mencionado anteriormente, por Maiezza e Tata (2021) a confiabilidade histórica, ou o LoQH (Nível de Confiabilidade Histórica), entra em cena, pois a confiança no modelo também depende da precisão e da riqueza das informações históricas que ele contém. Ao inserir as informações relativas à construção original, modificações ao longo do tempo, e outros elementos históricos, o

modelo não apenas passa a ser confiável na sua forma física, mas também na maneira como reflete o contexto histórico, as mudanças no tempo e a prática arquitetônica envolvida.

Portanto, a relação entre os elementos arquitetônicos e a intencionalidade do projeto original formam uma base sólida para justificar a confiabilidade do modelo. Ao considerar essas interações dentro do modelo paramétrico, as questões de confiabilidade se potencializam, pois o modelo passa a ser uma representação não apenas dos componentes, mas do pensamento arquitetônico e histórico por trás deles. Isso é o que confere profundidade ao HBIM, transformando-o em uma ferramenta poderosa e confiável para a preservação e gestão do patrimônio histórico.

A confiabilidade de um modelo HBIM não pode ser vista apenas como uma questão técnica, mas também como uma questão interpretativa. A construção de um modelo confiável envolve entender a história do edifício, o sistema construtivo por trás dele, e as relações formais e funcionais que estruturam sua composição. Quando essas dimensões são integradas no modelo paramétrico, ele se torna mais do que um simples registro geométrico, mas uma representação fiel e confiável do patrimônio histórico, sua história, e sua arquitetura.

4.3. Reflexões a partir dos diálogos com um grupo de atores no campo da documentação de arquitetura

Nesta seção realiza-se um relato de como foram estabelecidos os diálogos com um grupo de colaboradores, todos do campo da arquitetura e envolvidos com o tema de documentação de edificações históricas e de interesse cultural, sejam advindos de contextos científico, profissional e/ou educativo.

Os diálogos foram provocados a partir de questionários, por meio de formulários enviados pela internet, porém previamente acordados com os colaboradores. Neste mesmo formulário havia a opção de responder ao questionamento proposto em uma conversa por videoconferência, de maneira síncrona, oportunizando um diálogo mais ampliado. Conforme já explicitado, o projeto foi aprovado pela plataforma Brasil, (Apêndice - A). Desta maneira, registram-se recortes destas conversas, fundamentais para problematizar o processo de aplicação de HBIM referido no âmbito desta dissertação.

O grupo de colaboradores foi caracterizado por quatro perfis diferentes: pesquisadores/docentes, profissionais, considerando-se os atuantes no mercado de trabalho (arquitetos) em um perfil diferente dos atuantes no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (técnicos do IPHAN) e estudantes.

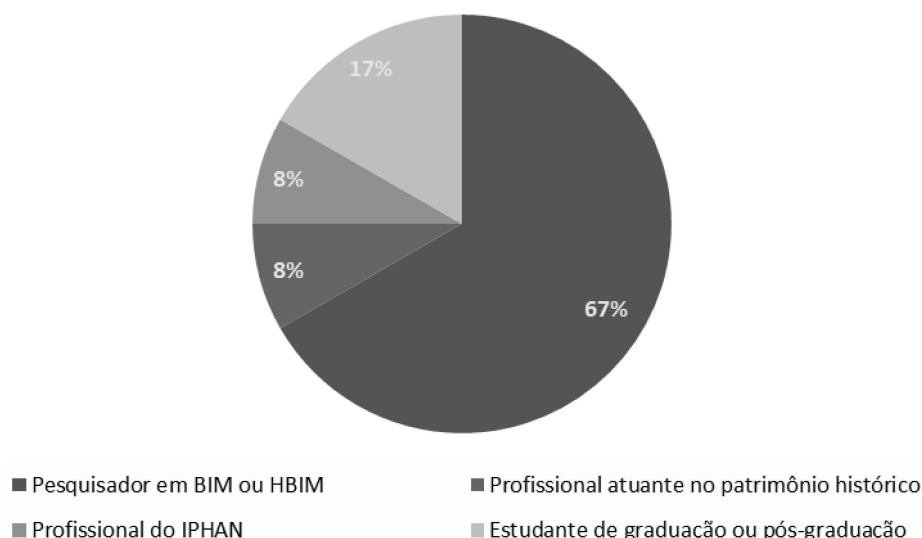
4.3.1. Seleção dos colaboradores

Os perfis dos colaboradores foram definidos para abarcar os três tipos de ambientes referidos pela Teoria da Transposição Didática: científico, profissional e educativo. Tendo em conta o caráter qualitativo da pesquisa, os colaboradores foram convidados sob os seguintes critérios: professores e pesquisadores que investigam BIM ou HBIM, profissionais atuantes no mercado de trabalho com o patrimônio histórico edificado, profissionais do IPHAN e estudantes de graduação e pós-graduação com conhecimento em BIM e na ferramenta utilizada (*Autodesk Revit*).

Foram enviados 12 convites por e-mail e 1 convite via *WhatsApp*. Dentre os convites enviados, foram obtidas 11 respostas, além de 1 resposta recebida por meio do compartilhamento de um dos participantes com uma pessoa interessada, totalizando 12 respostas. Para participar da pesquisa, era obrigatório assistir ao vídeo enviado e responder a um questionário via *Google Forms*. No questionário, o participante confirmava/assinava o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e declarava que assistiu ao vídeo.

O participante deveria escolher o perfil ao qual se identificava para seguir com as perguntas da pesquisa. Conforme apresentado no Gráfico 1, dentre os participantes, oito pessoas (67%) se identificaram como “Sou pesquisador em BIM ou HBIM”, uma pessoa (8%) se identificou como “Sou profissional atuante no patrimônio histórico”, uma pessoa (8%) se identificou como “Sou profissional do IPHAN” e duas pessoas (17%) como “Sou estudante de graduação ou pós-graduação”.

Gráfico 1 – Perfil dos participantes da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

4.3.2. Pesquisa quantitativa

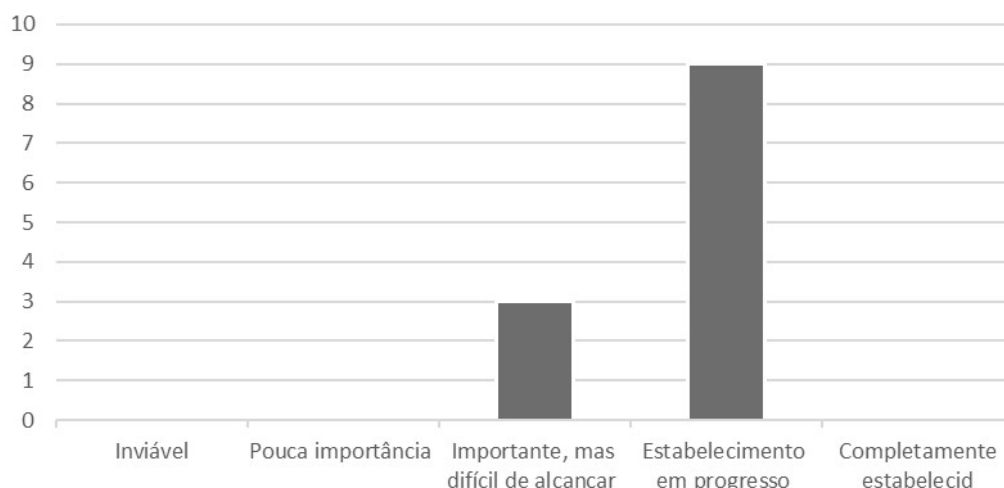
Foi realizada uma pergunta de caráter quantitativo, comum a todos os participantes, para avaliar a percepção sobre o nível de detalhamento atingido na modelagem paramétrica do elemento construtivo particularizado neste estudo. A pergunta foi: "Como você percebe o desenvolvimento de uma modelagem paramétrica de um elemento construtivo com esse nível de detalhamento? Considerando as opções abaixo, como você classificaria essa questão?" As opções de resposta foram:

- Inviável - Considero que essa abordagem é inviável.
- Pouca importância - Não considero isso importante e acredito que não terá impacto significativo.
- Importante, mas difícil de alcançar - Considero que é importante, mas acredito que será difícil atingir esse nível de detalhamento.
- Estabelecimento em progresso - Considero que é uma inovação importante e que está em processo de estabelecimento.
- Completamente estabelecido - Considero que isso já está completamente estabelecido e não representa uma inovação.

Entre os entrevistados (Gráfico 2), 75% (nove pessoas) consideraram que o processo está em fase de estabelecimento, enquanto 25% (três pessoas) o classificaram como importante, mas de difícil execução. As três pessoas que consideraram

importante, mas difícil de executar, foram identificadas nos perfis de pesquisador em BIM ou HBIM, profissional atuante no patrimônio histórico e profissional do IPHAN.

Gráfico 2 – Percepção dos entrevistados sobre o nível de detalhamento atingido na modelagem paramétrica do elemento construtivo particularizado neste estudo



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

4.3.3. Pesquisa qualitativa

A análise qualitativa foi realizada com base em perguntas que foram direcionadas para cada um dos perfis, buscando provocar reflexões que pudessem contribuir com os encaminhamentos deste trabalho. O entrevistado poderia optar por seguir respondendo às perguntas através do formulário eletrônico ou marcar a opção que gostaria de fazer uma entrevista online que teria duração de aproximadamente 45 minutos. Dois entrevistados escolheram esta opção, um deles também respondeu ao questionário via *Google Forms*.

Na sequência, serão apresentadas as perguntas e as respostas obtidas. A identificação dos participantes ocorre da seguinte maneira: **P-BIM** (para pesquisador em BIM ou HBIM), numerados de 1 a 8 conforme o número do entrevistado; **P-PH-1** (para profissional atuante no patrimônio histórico); **P-IPHAN-1** (para profissional do IPHAN); **EGP** (para estudante de graduação ou pós-graduação), numerados de 1 a 2 e **OR-1** (para a participação da orientadora durante uma das entrevistas).

4.3.3.1. Perguntas para o perfil de pesquisadores em BIM ou HBIM:

Foram analisadas as respostas da seguinte questão: “O vídeo apresentado anteriormente trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar no nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificação preexistente e de interesse cultural, sob a abordagem HBIM, para a sua documentação. Após

assistir à apresentação, você gostaria de problematizar o processo apresentado? Se sim, em quais aspectos?”

Foram apontadas questões relacionadas ao tempo investido para realizar as análises e criar uma família paramétrica no nível de detalhamento sugerido e à necessidade de contar com modeladores experientes. Conforme questionado pelo P-BIM-2:

P-BIM-2: Podemos perceber que existe uma preocupação atual no estágio de HBIM que é a questão do nível de informação necessária (LOIN), o detalhamento apresentado é exaustivo, e conecta o detalhamento geométrico com as informações materiais e institucionais (do tombamento) dos elementos modelados. Criar uma família paramétrica neste nível de detalhamento é trabalhoso e envolve muito tempo e modeladores experientes. Não fica claro se essa porta existe em outras dimensões no casarão, então qual seria a finalidade de ser paramétrica.

Foi questionado o impacto de uma modelagem paramétrica ao longo do ciclo de vida de uma construção histórica, conforme apresentado a seguir pelo P-BIM-3:

P-BIM-3: Qual o impacto dessa modelagem no processo de automação da modelagem da informação da construção em seu ciclo de vida, no caso, restauro e conservação ou reciclagem.

O entrevistado P-BIM-4, fez a seguinte problematização:

P-BIM-4: Utilização do processo descrito em outro software BIM.

Também foram feitas sugestões para sintetizar os comandos para deixar mais facilitado o uso dos parâmetros:

P-BIM-5: A meu ver os processos apresentados foram bem pertinentes, o fluxo de trabalho apresentado também. Acredito que uma possibilidade seria sintetizar um pouco dos comandos, deixando mais facilitado o uso dos parâmetros.

Foi questionado sobre os custos dos equipamentos e do tempo para implementação do fluxo de trabalho:

P-BIM-3: Não tenho experiência com a representação de edificações históricas, mas gostaria de saber se vocês chegaram a fazer um levantamento dos custos (em

termos de equipamentos) e do tempo que imaginam ser necessário para a implementação deste fluxo de trabalho.

Um dos entrevistados considera que o processo apresentado, com o uso das tecnologias, pode ser muito útil e mais rápido de implementar. Considera a importância da hipótese construtiva e da nomenclatura das peças para a catalogação em um ambiente BIM, para preservar a integridade da documentação.

P-BIM-3: Bom, imaginar outro caminho eu até imagino. Seria mais fácil? Acho que não. Entende, você poderia ir lá medir, fazer um levantamento manual detalhado e representar em BIM da mesma forma, sem a nuvem de pontos, por exemplo. Mas eu acho que talvez seja mais ágil usar todas essas tecnologias para agilizar o processo, talvez até obter mais precisão e acessar essas medidas com mais facilidade, sem precisar voltar ao local durante a modelagem. Então, acho que isso é muito útil. Eu não sou da área de patrimônio, então meu retorno é limitado. Mas, se eu fosse alguém que lida com documentação de patrimônio, gostaria de ter essa informação. Acho importante, sim, saber como era o nome que está sendo abordado e a história por trás daquilo. A hipótese construtiva, por exemplo, me parece super importante. Acho relevante também no contexto do BIM, onde tu colocas os nomes dos elementos na própria família com esses nomes históricos. Isso é importante, pois muitas vezes se faz a coisa de forma aleatória e depois é necessário um documento em papel que descreva tudo. Esse tipo de detalhamento já relacionado diretamente no BIM facilita bastante. Pelo que vejo, boa parte disso tu já implementaste. Acho que é importante para uma catalogação digital que não dependa de documentos externos. Ter tudo diretamente no BIM, nos termos corretos, é fundamental para preservar a integridade da documentação.

O próximo questionamento: “Considera importante chegar a este nível de detalhamento em um processo de documentação de patrimônio cultural? Justifique sua resposta.”

Todos os entrevistados do perfil de pesquisadores em BIM ou HBIM consideraram este estudo importante e fizeram alguns apontamentos. O entrevistado P-BIM-1, fez apontamentos de que esse tipo de documentação criada pode auxiliar na preservação da integridade do bem e também tem valor histórico e cultural, pensando principalmente na transmissão desse bem para as futuras gerações:

P-BIM-1: Essa documentação permite preservar a integridade dos bens, facilitar o planejamento de intervenções de conservação e garantir que as futuras gerações possam compreender e apreciar o valor histórico e cultural dos artefatos e estruturas documentados.

O entrevistado P-BIM-2, considera que esse tipo de detalhamento alcançado pode auxiliar na reconstrução ou no reparo do elemento:

P-BIM 2: Acredito que sim, caso haja a necessidade de reconstrução ou mesmo reparo deste elemento, o ideal é que chegue o mais próximo do elemento original. Portanto, um detalhamento, desse nível seria importante para a manutenção e mesmo reposição deste elemento se necessário.

Também foi considerado esse tipo de detalhamento importante para a gestão da edificação, considerando principalmente a necessidade de intervenções durante o ciclo de vida da edificação:

P-BIM-5: Sim. Permitirá levantar dados importantes para a gestão de edificações com relevância arquitetônica manutenção/conversação do patrimônio identificado.

Dois entrevistados consideram que esse tipo de detalhamento é importante para compreensão e o registro das técnicas construtivas que muitas vezes acabam se perdendo ao longo do tempo:

P-BIM-6: Sim, porque muitos dos detalhes entregam nuances importantes sobre aspectos técnicos construtivos que se perderam ao longo do tempo, os detalhes contam narrativas de composição e técnicas. Um objeto bem detalhado é uma documentação dos bens materiais que por si só contam narrativas.

PBIM-8: Sim, pois para além da representação gráfica, o detalhamento permite a compreensão e o registro da técnica construtiva empregada na referida edificação.

Um dos entrevistados considera que esse tipo de detalhamento não é necessário, pois a nuvem de pontos é capaz de detalhar o estado atual da edificação e sempre pode ser consultada:

P-BIM-7: O detalhamento é importante, mas não considero a modelagem neste nível necessária, uma vez que a nuvem de pontos sempre poderá ser consultada.

Durante a entrevista online, também foi realizada esta pergunta que gerou uma discussão importante sobre a catalogação dos elementos em BIM e também sobre o contexto acadêmico:

P-BIM-3: Eu não sou da área de patrimônio, então meu retorno é limitado. Mas, se eu fosse alguém que lida com documentação de patrimônio, gostaria de ter essa informação. Acho importante, sim, saber como era o nome que está sendo abordado e a história por trás daquilo. A hipótese construtiva, por exemplo, me parece super importante. Acho relevante também no contexto do BIM, onde tu colocas os nomes dos elementos na própria família com esses nomes históricos. Isso é importante, pois muitas vezes se faz a coisa de forma aleatória e depois é necessário um documento em papel que descreva tudo. Esse tipo de detalhamento já relacionado diretamente no BIM facilita bastante. Pelo que vejo, boa parte disso tu já implementaste. Acho que é importante para uma catalogação digital que não dependa de documentos externos. Ter tudo diretamente no BIM, nos termos corretos, é fundamental para preservar a integridade da documentação.

OR-1: A gente utiliza elementos já parametrizados, que podem não ser exatamente aquilo, mas que, com outro nome, podem contribuir para o HBIM ou o BIM. No fim, tudo é BIM, para ter esse repertório de nomenclatura. Para quem for procurar, mesmo que seja outro elemento igual, pode não o encontrar se não tiver a taxonomia associada. Então, essas taxonomias permitem que se constituam bibliotecas ou modelos que enriquecem todo o processo. Claro, o que a Cláudia está fazendo é com um objeto, mas é mais um fluxo de trabalho para tentar chegar a um nível de profundidade, digamos assim, que talvez possa ter desdobramentos. (...) Esse fluxo é algo que os estudantes prestam atenção? Porque, muitas vezes, o objeto já vem pronto, e fazer um elemento novo e até desconhecido provoca uma postura mais proativa na aquisição de conhecimento. No BIM, a maioria dos elementos é pronta: pega-se uma janela pronta, um bloco pronto, e aquilo se torna algo fechado, sem pensar na janela como um projeto também. Eu acho que essa é a potência do que estamos fazendo. Não é porque a Cláudia está dedicada ao HBIM que ela não está contribuindo para um tipo novo de representação, mais conectado com a materialidade e a ação projetual.

P-BIM-3: Sim, e acho que esse é um elemento próprio do que se imagina ter. Na faculdade, estou no Projeto Três, e sempre tem alunos que querem fazer as coisas em BIM, mas não passaram pela disciplina do “P-BIM-4” ainda, por exemplo. Eles ficam muito limitados por pegar elementos prontos. Quantas vezes vejo alunos com ideias, mas que não sabem como fazer no BIM, pois o formato é diferente, e acabam escolhendo algo pronto. Mesmo depois, em outros projetos, percebo que há uma certa limitação. Eles até sabem que é possível fazer diferente, mas não sabem como. No caso de brises, por exemplo, querem fazer um brise, mas o formato pronto não é exatamente o que desejam. Então, acabam usando algo que já está pronto. Isso é algo que percebo. Claro, no caso de projetos projetuais, não há nuvem de pontos, mas, ao saberem como fazer exatamente os elementos desejados, criam suas próprias famílias e avançam. Acho que é interessante para diminuir essa limitação, especialmente nos alunos que estão começando a usar essa tecnologia. A minha experiência com BIM não exige muito além do que já está pronto, então eu nunca me aprofundi mais do que nesses momentos de orientação com alunos, mas entendo que, quando é necessário algo que não está pronto, eles precisam aprender a criar do zero.

P-BIM-4: Acho que é um ponto fundamental, e isso não se refere apenas à ferramenta BIM. Por estar dentro dessa área há muito tempo, entrei no ensino através do CAD. E essa situação de o aluno usar algo pronto por desconhecimento é comum desde os anos 1990, quando comecei na universidade. (...) A pessoa que conhece apenas alguns elementos de uma ferramenta acaba aplicando-os universalmente. Os estudos da Cláudia são academicamente importantes, como bem disse a “OR-1”, pois aprofundam o entendimento da taxonomia, de como os elementos funcionam, de como se compõem em famílias e de como se opera uma família para construir os elementos. Esse estudo é muito pertinente, pois aprofunda um campo onde os alunos chegam a projetos mais avançados apenas usando componentes prontos, a partir de uma lógica de automatização. Quando encontram o campo da arquitetura que lida com levantamentos e com a compreensão de elementos já fabricados, encontram no estudo da Cláudia um exemplo.

A próxima pergunta: “Acredita que este nível de detalhamento sob a abordagem HBIM possa ser efetivamente implementado? Justifique sua resposta.”

Um dos entrevistados observou que, para a efetiva implementação desse tipo de detalhamento, é necessário investir em recursos financeiros, ferramentas e profissionais especializados:

P-BIM-1: A implementação de um nível elevado de detalhamento na abordagem HBIM é possível, mas enfrenta desafios relacionados à complexidade do patrimônio, limitações tecnológicas, disponibilidade de recursos e expertise. A criação de modelos precisos exige ferramentas avançadas, profissionais especializados e recursos financeiros adequados. Além disso, a manutenção e atualização contínua dos modelos são essenciais para garantir sua eficácia ao longo do tempo. O sucesso dessa implementação depende de um planejamento cuidadoso e da alocação apropriada de recursos.

Em relação à aplicabilidade do investimento, um entrevistado destacou a importância de avaliar a validade desse esforço no contexto do elemento investigado. Essa visão converge com a opinião de outro participante, que sugere restringir esse nível de detalhamento a edificações de elevado valor histórico, devido à complexidade do processo:

P-BIM-4: Tenho dúvidas, pois acredito que os elementos arquitetônicos como portas e janelas de prédios históricos não tenham variações de tipos a partir de um padrão de elemento. Mas é uma dúvida por não ser exatamente um pesquisador do campo de patrimônio histórico.

P-BIM-8: Por se tratar de um processo complexo, imagino que possa ser implementado em edificações com elevado valor histórico.

Outros entrevistados destacaram a importância de que o processo seja acessível e de fácil aprendizado. Além disso, consideraram a possibilidade de reaplicação do estudo em outros contextos, com adaptação de objetos paramétricos:

P-BIM-5: Sim. Processo deve ser acessível e de fácil aprendizado.

P-BIM-6: Sim, pois permite replicarem de forma manipulável, mas controlada, sem distorções dos aspectos que se tornam padronizados.

Quanto ao tempo investido no desenvolvimento da modelagem, alguns apontaram que a abordagem exige muito esforço e profissionais qualificados, o que pode

limitar sua aplicação no contexto profissional, especialmente em contextos com poucos recursos dedicados à preservação do patrimônio:

P-BIM-2: Esse é um processo que exige muito tempo e modeladores habilitados. Em uma situação ideal seria excelente, mas acredito que do ponto de vista mercadológico se torna muito caro para ser implementado em grande escala. Principalmente em um país como o nosso que pouco valoriza o patrimônio e que as ações de preservação, conservação e restauro são muito limitadas ainda.

P-BIM-7: Acredito que o tempo demandado neste processo pode ser utilizado para levantar mais objetos com menos nível de detalhe.

Considerando o tipo de detalhamento implementado neste estudo, um dos entrevistados sugere que essa abordagem pode ser aplicada para a realização de estudos e levantamentos no contexto de uma investigação sobre portas de valor histórico:

P-BIM-4: Em que contexto? Por exemplo, em levantamentos do IPHAN, onde há interesse em detalhar cada elemento do patrimônio, acho que há potencial para implementação. Isso agiliza processos, como discutimos. Se formos fazer o levantamento de 20 casarões em Pelotas, os elementos que já modelaste e aninhaste agilizam os próximos levantamentos. A pessoa pode focar no perfil da almofada específica e substituí-la sem refazer toda a modelagem. Na faculdade, também vejo potencial em que, no Projeto 6, por exemplo, cada aluno possa fazer um processo similar ao teu, desde a nuvem de pontos até a análise, como trabalho de disciplina. Isso serve tanto para o conhecimento de patrimônio quanto para aprender a construção de uma porta, os elementos ou outro objeto usando esse método. Além disso, ajuda no entendimento do próprio BIM e da geração de famílias, algo que mencionamos antes. Vejo, então, essas duas áreas — o acadêmico e a prática de patrimônio — como campos de aplicação.

Por fim, foi perguntado aos entrevistados: “Você considera que o processo exemplificado de representação em HBIM de um elemento construtivo deve se estabelecer como um objeto de aprendizagem? Justifique sua resposta.”

Os entrevistados demonstraram um consenso sobre a importância de transformar o processo de representação em HBIM em um objeto de aprendizagem, destacando seu valor tanto para a formação acadêmica quanto para a prática profissional.

P-BIM-1: Sim, considero que o processo de representação em HBIM de um elemento construtivo deve se estabelecer como um objeto de aprendizagem. Isso se deve ao fato de que o HBIM envolve uma combinação de habilidades técnicas e conceituais, incluindo a compreensão da construção histórica, o uso de tecnologias de modelagem avançadas e a aplicação de métodos precisos de documentação. Transformar esse processo em um objeto de aprendizagem permite que estudantes e profissionais adquiram uma compreensão prática e teórica aprofundada, facilitando a aplicação das técnicas HBIM em projetos reais de preservação e restauração de patrimônio. Além disso, ao abordar desafios específicos, como a precisão na modelagem e a integração de dados, o aprendizado se torna mais eficaz, preparando os indivíduos para enfrentar situações complexas, na prática profissional.

P-BIM-2: Sim. Esse processo precisa ser difundido nos cursos de graduação, e para profissionais que trabalham com patrimônio. Quanto mais se conhecer do processo e formar profissionais que sejam aptos a trabalhar assim, maiores serão as chances de implementação.

P-BIM-3: Como forma didática para a compreensão de como foram construídos os elementos, sim.

P-BIM-5: Sim. Para estudo das edificações em seus diferentes aspectos e/ou disciplinas da área da arquitetura.

P-BIM-6: Sim, é fundamental termos conhecimento sobre a produção dos elementos diversos em BIM, criando uma maior autonomia nos processos de criação bem como a diversidade projetual dentro das plataformas de BIM

P-BIM-8: Sim. Seria uma forma de disseminar o fluxo de trabalho proposto.

Durante a entrevista online, foram feitos alguns apontamentos sobre o vídeo apresentado:

P-BIM-4: O processo pode ser um objeto de aprendizagem, mas talvez ele precise ser mais sucinto, focando no processo em si. No início, apresentaria um fluxograma com início, meio e fim, e depois destrincharia cada etapa. No vídeo, vi que mencionas o casarão em si, mas, para um objeto de aprendizagem voltado a outras aplicações, o foco deveria ser mais no processo do que no caso específico do casarão.

P-BIM-3: Concordo. Como objeto de aprendizagem, ele é útil para ensinar a modelagem de elementos e entender o levantamento histórico, bem como o processo de montagem de famílias aninhadas. A dica é fazer vídeos compactos, com 15 a 20 minutos no máximo, que expliquem o processo de forma direta, sem repetir passos.

É importante destacar que o vídeo apresentado não foi criado com a intenção de ser um objeto de aprendizagem, mas sim para demonstrar o processo desenvolvido e fomentar a discussão sobre o fluxo de trabalho proposto. Deve-se considerar que, para a criação de um objeto de aprendizagem, seria necessário investir tempo e aplicar recursos didáticos específicos, o que não é o objetivo deste estudo.

4.3.3.2. Perguntas para o perfil de profissionais que atuam no Patrimônio Histórico:

Foram analisadas as respostas da seguinte questão: “O vídeo apresentado anteriormente trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar no nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificação preexistente e de interesse cultural, sob a abordagem HBIM, para a sua documentação. Após assistir à apresentação, você gostaria de problematizar o processo apresentado? Se sim, em que aspectos?”

P-PH-1: Ótima pesquisa, considero de grande valor e um importante avanço no processo de registro e salvaguarda dos patrimônios materiais. Entretanto, penso que, na prática, quando se trata de projetos elaborados em escritório de arquitetura que precisa responder a prazos de editais que quase nunca estão alinhados com a realidade da demanda, o tempo de elaboração de um levantamento tão detalhado seja um importante limitador.

Próxima pergunta: “Considera importante chegar a este nível de detalhamento em um processo de documentação de patrimônio cultural? Justifique sua resposta.”

P-PH-1: Entendo que este nível de detalhamento possibilita a reconstituição de elementos de grande valor histórico para a edificação e se torna um aliado para redescobrir e entender fazeres por vezes perdidos com a falta de mão de obra qualificada e por serem processos até mesmo obsoletos no mercado da construção civil. Outro ponto importante, quanto mais detalhada a representação, maior o nível de confiabilidade do orçamento da obra, pois torna possível a precisão de valores de mão de obra e material, já que a tecnologia BIM permite extrair quantitativos muito confiáveis.

Outro ponto é um melhor entendimento por parte dos colaboradores que irão fazer as adequações necessárias no bem, pois como já dito anteriormente, às vezes é um saber fazer que não existe mais.

Outra pergunta: “Você considera que essa abordagem promove um avanço no conhecimento sobre o elemento construtivo? Além disso, no processo de documentação do escritório, é pertinente gerar e registrar esse nível de detalhamento? Justifique sua resposta.”

P-PH-1: Certamente é um avanço, com este método é possível chegar muito próximo de técnicas que já estão obsoletas, entendo também que o método exige um conhecimento ou um estudo um pouco mais aprofundado dessas técnicas. Entretanto, no dia a dia do escritório, o tempo conta muito e a etapa de levantamento é pouco valorizada pelos clientes e entes públicos. Acredito que quanto mais se percorre este caminho mais se encontrará maneiras de viabilizar técnicas semelhantes de levantamento e registro na prática de projeto. Para isso também é importante considerar o nível de conhecimento em BIM por parte dos escritórios, que julgo um potencial pouco explorado. Sendo assim, seria necessário que os escritórios conseguissem alinhar com o cliente final a quantidade de demanda (entendo o levantamento como uma das principais demandas no projeto de restauração) com o tempo necessário para um registro satisfatório do bem.

Por fim, foi questionado: “Nos processos de documentação do escritório, há tempo dedicado para sistematizar informações a esse nível de detalhamento?”

P-PH-1: Não há, é sempre tudo muito corrido, principalmente quando se trata de projetos que venham de licitação. Quase nunca, no edital, é considerado um tempo realmente alinhado com a necessidade. Há projetos em que a parte de levantamento e diagnóstico precisa ser entregue em menos de 1 mês, e fazer neste nível de detalhamento, catalogar cada elemento, elaborar mapa de danos, fichamentos, memoriais, pranchas, pode ser inviável considerando que geralmente um escritório de arquitetura atende a mais de um cliente por vez.

Durante o período de entrevistas, foi possível obter a resposta de apenas uma profissional que atua na área de Patrimônio Histórico.

4.3.3.3. Perguntas para o perfil de profissionais do IPHAN:

Para o profissional do IPHAN foi feita a seguinte pergunta: “O Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão do IPHAN está preparado para receber e registrar documentações em formatos de uma nuvem de pontos, modelos paramétricos e arquivos BIM? Em quais desses aspectos o sistema ainda não está preparado?”

P-IPHAN-1: Até onde tenho conhecimento o sistema não está preparado para receber e registrar esse tipo de documentação. Destaco que minha atuação junto ao SICG consiste unicamente no cadastro preliminar de algum bem ainda não inserido no sistema quando realizada fiscalização do imóvel, por exemplo, cadastro de um imóvel que compõe conjunto tombado, indicando sua localização, endereço e outros dados básicos pertinentes, para posteriormente realizar o cadastro de vistoria de fiscalização em sistema específico.

“Caso a resposta anterior seja negativa, há planos para atualizar o sistema para receber esses formatos de arquivos para que o IPHAN possa salvaguardar essas informações? Descreva o que sabe a esse respeito.”

P-IPHAN-1: Não tenho conhecimento.

Foi possível obter a resposta de apenas uma profissional que atua no IPHAN.

4.3.3.4. Perguntas para estudantes de graduação ou pós-graduação:

“O vídeo apresentado anteriormente trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar no nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificação preexistente e de interesse cultural, sob a abordagem HBIM, para a sua documentação. Após assistir à apresentação, você gostaria de problematizar o processo apresentado? Se sim, em quais aspectos?”

EGP-1: Houve uma boa exposição do fluxo de trabalho completo. Gostei bastante. Um ponto que me chamou atenção foi a utilização de fórmula para restringir a largura em função da altura, em torno de uma proporção. Seria interessante investigar se ocorrem outras instâncias de portas exclusivamente nesta proporção ou se deixar esta restrição livre, seria mais útil, para a reutilização do modelo. Entretanto, serve como exemplo das possibilidades de parametrização.

“Você considera esse processo útil? Acredita que esse fluxo de trabalho pode contribuir para avançar no seu conhecimento sobre o elemento estudado ou até

mesmo ajudar no processo de desenvolvimento do projeto de restauro? Justifique sua resposta.”

EGP-1: Acredito que o uso de nuvem de pontos é bastante útil, mas trabalhoso da forma como foi apresentado, e não dispensa o levantamento métrico. Talvez haja outros sistemas (laser, talvez?) que sejam mais precisos. Acredito que a modelagem atingiu um grau elevado de detalhamento e de informação, que pode contribuir significativamente para os projetos de restauro.

EGP-2: Sim. É importante que as informações estejam sistematizadas para facilitar o uso dos softwares.

Com a sua experiência, você desenvolveria essa modelagem de maneira diferente? Tem alguma sugestão? Justifique sua resposta.

EGP-2: Tenho utilizado o aplicativo de levantamento 3dscanner, que utiliza o sensor lidar presente no iPhone, que gera nuvem de pontos de maneira mais rápida que o levantamento por fotogrametria. Entretanto, sofre dos mesmos problemas de falta de "resolução" para detalhes menores, conforme explicitado no detalhe da almofada. Sobre o processo de modelagem, eu começaria pela modelagem de famílias 'genéricas', talvez com a utilização de fotografias ou ortofotos do modelo real inseridas no ambiente de edição de famílias, em vez de utilizar a nuvem de pontos e modelagem no local. Posteriormente, utilizaria os parâmetros da família para ajustar o modelo, aproximando-o da realidade.

EGP-2: Não tenho experiência em *Revit*.

4.3.3.5. Reflexões advindas dos diálogos com o grupo de colaboradores:

As entrevistas realizadas contribuíram significativamente para este estudo, ampliando a compreensão sobre os potenciais e desafios da aplicação da abordagem HBIM no contexto de arquitetura. As respostas apontaram lacunas como a escassez de profissionais capacitados no uso de tecnologias BIM e os prazos reduzidos impostos por editais, que frequentemente inviabilizam investigações e estudos mais detalhados sobre o patrimônio.

Concluiu-se que o grupo de colaboradores reconhece a relevância da abordagem HBIM para a formação em arquitetura. De acordo com os registros anteriores, foi destacado por P-BIM-1, por exemplo, a importância de uma documentação detalhada

de patrimônio cultural para a preservação dos bens e para a transmissão de informações às gerações futuras. Há a compreensão geral de que o HBIM é apropriado para auxiliar na gestão de edificações históricas, incluindo processos de manutenção e conservação, além de viabilizar a catalogação de elementos construtivos.

Dentre os principais desafios identificados estão o tempo e os recursos, para viabilizar a inserção do HBIM junto aos contextos profissionais. P-PH-1 mencionou que prazos curtos, comuns em projetos de licitação, dificultam o investimento na pesquisa e na documentação de elementos construtivos de maneira detalhada. P-BIM-2 apontou que a aplicação do HBIM pode ser economicamente inviável para o contexto cotidiano de um escritório de arquitetura.

Demandas de formação técnica foram destacadas. O desenvolvimento de modelagem paramétrica com alto nível de detalhamento foi considerado tecnicamente complexo, exigindo profissionais capacitados e experiência prática com ferramentas específicas.

Quanto às recomendações para melhorias, contou-se com a sugestão de simplificação, por P-BIM-5, entendida como redução de uso de comandos, para facilitar a aplicação de parâmetros e aumentar a acessibilidade do processo. Entendeu-se esta acessibilidade como diminuição do grau de apropriação de técnicas específicas de parametria para associar a totalidade de partes do elemento construtivo. Deve-se considerar a possibilidade de constituir componentes com diversos elementos agrupados, sem a possibilidade de variar as proporções entre eles. Por exemplo, no caso da porta, representá-la com menos partes, talvez sem desmembrar uma almofada em suas partes. Isto efetivamente acarreta menor flexibilidade de o componente gerado abarcar a representação de portas similares, mas não idênticas.

Também houve a sugestão de exploração de outros *softwares* e ferramentas para diversificar as possibilidades de aplicação do HBIM. EGP-2 sugeriu o uso de sensores LiDAR como alternativa para obtenção de nuvens de pontos. Destaca-se que esta possibilidade não foi incluída pela indisponibilidade de dispositivo móvel com tal tecnologia disponível para a experimentação junto a este estudo. Certamente a rapidez do avanço tecnológico tornará mais acessível este tipo de recurso, automatizando outros procedimentos envolvidos no processo. Qualquer estudo associado ao desenvolvimento tecnológico deve ser relativizado e constantemente atualizado.

Foi destacada a potência da criação de componentes parametrizados genéricos para reduzir o esforço de modelagem individualizada, aumentando a aplicabilidade em diferentes contextos. Esta questão direciona a discussão para entender como os novos componentes podem ser amplamente compartilhados de maneira aberta e acessível para serem reutilizados na representação de outros elementos construtivos constituídos por partes que estabelecem relações similares.

A partir da colaboração de profissional associado ao IPHAN compreendem-se as limitações para o uso de sistemas de informação capazes de facilitar tal compartilhamento de componentes parametrizados relativos ao conjunto de documentação digital associadas ao patrimônio cultural, seja local, regional, nacional ou mesmo internacional. O colaborador afirmou que sistemas como o SICG não estão preparados para registrar informações em formatos compatíveis com o BIM, o que dificulta a adoção institucional do HBIM.

Outras dificuldades práticas de aplicação do HBIM foram consideradas desafiadoras como a falta de recursos dedicados à preservação do patrimônio e ao pouco tempo disponível para etapas detalhadas de levantamento.

Como questões positivas, foram apontados os potenciais da explicitação de todo o processo de aplicação da abordagem HBIM, mesmo que em um único componente, para o contexto educativo. Os entrevistados consideraram que o processo de modelagem pode ser transformado em um objeto de aprendizagem, com utilidade tanto para a formação acadêmica quanto para a prática profissional. Foi mencionada a compreensão de que este tipo de abordagem oportuniza aos estudantes aprenderem a criar componentes próprios, indo além do uso de bibliotecas de elementos prontos. Isto estimula à compreensão de técnicas construtivas que justificam o investimento em modelagens que acabam por registrar modos diferenciados de um saber-fazer.

Os diálogos registram reflexões sobre a necessária indissociabilidade entre o contexto acadêmico e profissional. Ao destacarem a importância do sistema de catalogação e do propósito de reconhecer uma taxonomia própria de cada elemento construtivo abordado, evidenciam a contribuição da abordagem HBIM, a qual pode facilitar e provocar a inclusão de nomenclaturas apropriadas diretamente em cada uma das partes dos componentes parametrizados. Desta maneira, a informação gerada é

relevante para a integridade da documentação e reutilização futura. P-BIM-3 destacou que associar nomes históricos aos elementos BIM facilita a preservação de dados e simplifica a consulta posterior.

Conforme consta nos diálogos, foi indicada a disseminação e a replicação do fluxo de trabalho para projetos de maior escala ou outros contextos, promovendo sua aplicabilidade prática e acadêmica.

Entretanto, deve-se atentar para as percepções de haver restrições e limitações, no que se refere ao excesso de detalhamento, pois foi questionada a necessidade de um nível tão elevado de detalhamento, especialmente considerando que a nuvem de pontos já fornece informações suficientes sobre o estado atual das edificações. Sob esta questão é certo que o modelo de nuvem de pontos é um modelo datado e que registra, por este motivo, o estado da superfície visível do elemento em questão, sendo assim uma documentação precisa para inclusive poder comparar com outras nuvens obtidas em outras temporalidades. Entretanto, ela sempre será única, não paramétrica e por isto, não se propõe, em princípio, ser reutilizada e explorada para otimizar a representação de outros elementos.

Sugestões foram feitas para priorizar a explicação mais genérica do fluxo de trabalho, em vez de detalhes específicos do caso de estudo, para facilitar o entendimento e a aplicação em outros contextos. Esta questão pretende ser contemplada na continuidade deste estudo, tendo em vista a formação, a partir deste estudo, para contribuir com estudos no âmbito das células BIM, considerando-se a conexão desta pesquisa com este programa de interesse formativo no campo da arquitetura.

Por fim, os diálogos reforçaram a relevância do HBIM para documentar elementos construtivos históricos e destacam desafios como custo, tempo e expertise técnica. No contexto educacional, o HBIM foi reconhecido como um recurso pedagógico, capaz de promover a compreensão de técnicas construtivas e a autonomia no uso de ferramentas tecnológicas. Para o avanço da prática, a adoção de fluxos de trabalho mais simplificados, o desenvolvimento de sistemas compatíveis e a formação de profissionais capacitados foram apontados como estratégias prioritárias.

Outro ponto destacado foi o potencial do estudo para ser transformado em um objeto de aprendizagem, o que poderia contribuir para a formação de profissionais mais qualificados e preparados para a complexidade do patrimônio histórico e também

para o uso do BIM neste contexto. Além de preparar para o mercado de trabalho, esse estudo incentiva uma postura crítica e criativa entre os estudantes, que podem aplicar esses conceitos tanto na preservação do patrimônio histórico quanto em outros projetos arquitetônicos. As entrevistas ressaltaram, portanto, a importância de continuar investindo no aprimoramento e disseminação dessa metodologia.

4.4. Reflexões a partir da ampliação do diálogo sobre o fluxo de trabalho junto ao coletivo de uma disciplina de Projeto de Arquitetura

No decorrer desta pesquisa surgiu a oportunidade de realizar um estágio docente junto à disciplina de Projeto de Arquitetura 6, oferecida pelo Departamento de Arquitetura da FAURB/UFPel. O coletivo da disciplina envolveu os estudantes, professores, um pesquisador colaborador, especialista em fotogrametria e manipulação de nuvem de pontos e outro estagiário docente com perfil de uso avançado no *software Revit*. Este contexto permitiu incrementar o diálogo e a problematização de inserção de um fluxo de trabalho dirigido à abordagem HBIM no contexto da disciplina em questão. Esta disciplina, junto ao currículo da FAURB, é o momento de aplicação, tendo em conta os objetivos de abarcar preexistências para realizar projetos de intervenção. As diretrizes da disciplina se apoiam nos preceitos da teoria brandiana, sob a formação de critérios de mínima intervenção e máxima qualificação do bem em termos de estratégias de consolidação e conservação de tal preexistência, a partir de decisões projetuais integrativas para um uso contemporâneo. Tem como etapa fundamental a produção de documentação e o estágio docente fez parte das primeiras ações junto à disciplina para a inserção de técnicas digitais como fotogrametria e parametria. Este processo foi relatado em Freitas *et al.* (2024).

O fluxo de trabalho foi aplicado em sua totalidade em outro elemento construtivo: as abobadilhas. Estes elementos estão destacados como técnicas construtivas inovadoras para o contexto e momento em que a edificação foi erguida. Trata-se da Villa Augusta, construída como residência de Carlos Ritter, onde atualmente encontra-se a sede da Faculdade de Medicina, Psicologia e Terapia ocupacional da UFPel. Esta edificação foi adotada como objeto de estudo da disciplina em questão durante três semestres letivos (2022/02, 2023/01 e 02).

A aplicação foi realizada em uma dinâmica de exercício docente, incluindo assim o compartilhamento dos aprendizados desta pesquisa, para orientar a apropriação

da estrutura de saber utilizada. Buscou-se apresentar a estrutura integral do saber, atenta aos dois blocos: do saber propriamente dito (conceituação e justificativa da abordagem HBIM) e do saber-fazer (caracterização do problema e reconhecimento das técnicas para sua resolução). O momento da técnica foi enfatizado, tendo em conta a novidade no uso de determinados softwares ou de técnicas específicas ainda não exploradas mesmo em software já utilizado anteriormente pelos estudantes.

Sempre que possível, o momento da técnica foi acompanhado dos discursos explicativos de adoção de cada procedimento (tecnologias) e, por vezes, ampliados para justificar com as teorias. Desta maneira, teve-se a preocupação de evidenciar que cada um dos passos do fluxo de trabalho pode estar disponibilizando um tipo de documentação diferente. Por exemplo, junto ao passo inicial para o emprego da fotogrametria, tem-se a geração de um acervo fotográfico do objeto a ser documentado. As etapas de processamento deste acervo geram modelos digitais tridimensionais com especificidades próprias, desde o modelo de nuvem de pontos, os modelos de superfície (triangularização entre os pontos) ao modelo texturizado, fotorrealístico, pois se utiliza justamente da fotografia como textura/cor de cada ponto da superfície representada. O mesmo ocorre nos passos dirigidos à geração de um componente, modelo paramétrico, pois conforme a complexidade do elemento pode ser desmembrado em diversas partes e flexibilizar a geração de famílias de componentes.

Neste momento da técnica, teve-se espaço para ampliar o discurso e apontar para a problemática de organização e compartilhamento de toda a informação produzida. Esta diversidade de modelos pode fazer parte da documentação do próprio elemento construtivo em uma abordagem HBIM. Nesta perspectiva, a produção da informação faz parte da história da construção de conhecimento sobre o elemento. Conforme já enfatizado nos diálogos anteriores, com pesquisadores em HBIM, o modelo de nuvem de pontos, por ser associado ao estado do bem em uma data determinada, é uma informação muito relevante a ser documentada e preservada. Este tipo de documentação permite gerenciamento e fiscalização do estado de conservação do bem, subsidiando com elementos objetivos para avaliação.

Outro discurso que foi sendo reforçado e incrementado com a interação dialógica anterior e desdobrado com as reflexões advindas da prática de aplicação da abordagem HBIM foi o de justificar o esforço da geração de novos componentes. Este

esforço envolve não somente a extração de informações métricas dos modelos de nuvem de pontos, mas a compreensão das relações estabelecidas entre as partes de um elemento construtivo. A materialidade, por si, já estabelece limites dimensionais para validação de um modelo. A compreensão de espessuras mínimas, máximas, associadas a cada material e/ou tipo formal, funcional e estético, em termos posicionais e proporcionais entre as partes e, principalmente, o entendimento da técnica construtiva que determina estas relações, instrumentaliza a construção de critérios para compreender quais parâmetros estarão associados à constituição do componente a ser gerado como modelo representativo de um elemento construtivo.

Entendeu-se que o discurso que justifica este esforço para adotar a abordagem HBIM deve ser sustentado neste contexto de investigação e formação, para haver o tempo de interpretação (construção de conhecimento) do bem cultural abordado e de compreensão dos parâmetros que vão configurar o tipo de elemento (componente associado ou não a uma família de componentes).

4.5. Reflexões sobre a aplicação do fluxo de trabalho com estudantes de arquitetura no âmbito da iniciação científica

No decorrer desta pesquisa também foi oportunizado contar com a colaboração de estudantes de arquitetura interessados no estudo da abordagem BIM, os quais aceitaram o desafio de replicar o fluxo de trabalho em HBIM aqui estruturado e problematizado, para a documentação de outra porta, igualmente relativa a uma edificação de interesse cultural da cidade de Pelotas.

A aplicação do fluxo de trabalho foi realizada para a produção da documentação da porta de acesso principal da *Villa Augusta*, sendo assim a mesma edificação abordada pela disciplina, oportunizando o tratamento de um dos elementos representados pelos estudantes no âmbito da disciplina, que no contexto das atividades foi produzido sem a aplicação de todos os passos do fluxo de trabalho proposto.

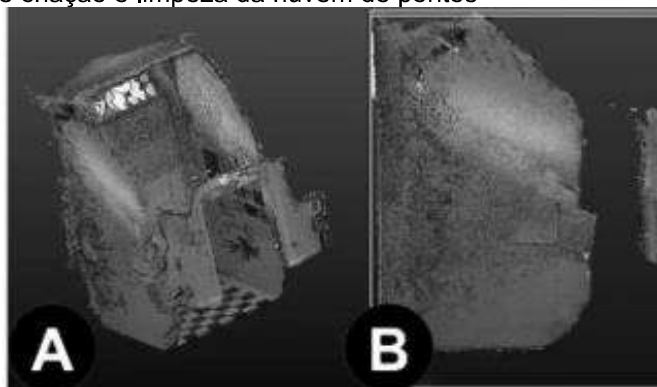
Focada no momento da técnica, esta produção, no âmbito da iniciação científica, igualmente envolveu o emprego da fotogrametria e o desenvolvimento do modelo paramétrico com o uso do *software Revit*. Seguindo o fluxo de trabalho proposto, a aplicação partiu do levantamento fotográfico de toda a superfície visível do objeto de estudo, documentando assim o estado de conservação atual da porta de acesso principal da Faculdade de Medicina, Psicologia e Terapia Ocupacional (FAMED).

O levantamento foi realizado através de uma câmera *Nikon D5100* e resultou em um total de 224 imagens com resolução de 300 *dpi* e dimensões de 4928X 3264 *pixels*. A lente utilizada foi de 18 mm com profundidade de campo f.11 e ISO 100.

As imagens obtidas foram inseridas no *software Agisoft photscan*, onde foram aplicados os 5 (cinco) primeiros passos do *Workflow* do programa. As imagens foram inseridas em duas etapas, primeiro foram selecionadas as tomadas de fotos da face interna e posteriormente a face externa. Nas duas etapas foram realizados os mesmos processos: (1) alinhamento das imagens, para ordenar e gerar uma nuvem de pontos mais esparsa (*Align Photos*), apenas para alinhar as fotos; (2) processamento das imagens alinhadas (*Build Dense Cloud*), (3) processamento da nuvem de pontos densa, com toda a informação espacial adquirida das fotografias, resultando em um modelo final de 22.870 pontos; (4) construção do modelo de superfície da malha triangular irregular (*Build Mesh*); (5) construção do modelo texturizado (*Build Texture*). Esta criação da textura serve para gerar um aspecto foto realístico para o modelo. O discurso salienta que os processos devem ser seguidos nesta sequência.

A nuvem de pontos e o modelo de superfície triangular texturizada foram escalonados com as medidas reais que foram adquiridas no mesmo momento da realização do levantamento fotográfico. Logo após o processamento e escalonamento, os modelos foram exportados os arquivos *.e57 e *.obj texturizado. A nuvem de pontos densa e a malha triangular foram carregadas no *software CloudCompare* onde passam por um processo de limpeza e alinhamento do objeto para corresponder as vistas ortográficas. Conforme pode ser observado na Figura 44 (A) e (B). Esta produção foi difundida por Medina *et al.*, 2023.

Figura 44 - Processo de criação e limpeza da nuvem de pontos



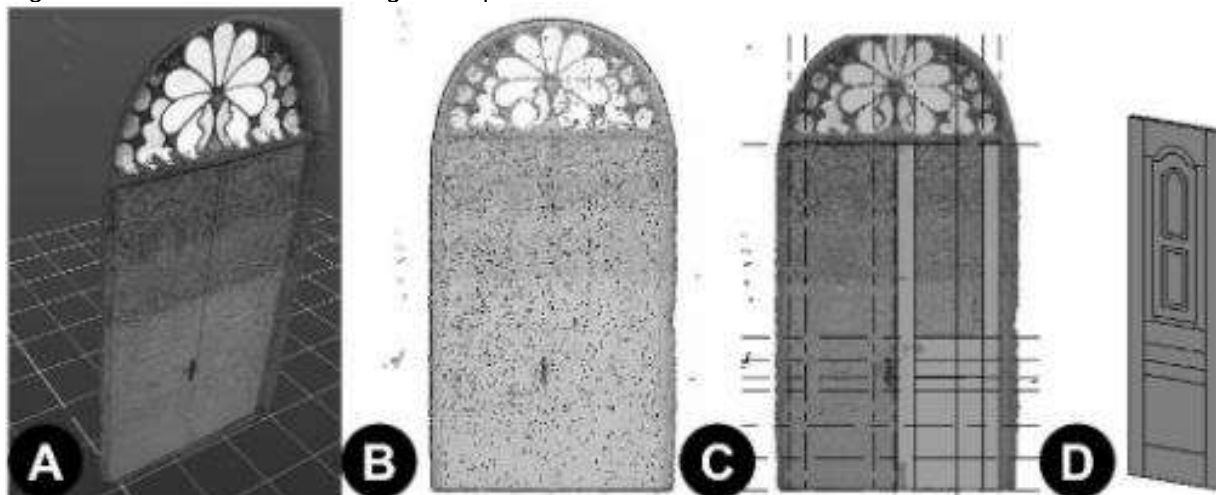
Fonte: Medina *et al.*, 2023.

Após o processo de limpeza, foi necessário converter a nuvem de pontos em um formato reconhecido pelo *software Revit*. No *software Recap*, a nuvem foi convertida para a extensão *.rcp, assim como ilustra a Figura 45A.

Com o carregamento das informações na nuvem no software, surge um desafio quando realizado o controle de zoom, pois apesar da nuvem ser composta por milhares de pontos, ao aproximá-la, os pontos ficam mais espaçados entre si, o que dificulta o processo de modelagem e a compreensão do objeto. No entanto, essa dificuldade é superada ao carregar a malha triangular texturizada no formato *.obj, pois serve como um balizador que auxilia a compreensão da peça modelada, conforme ilustrado na Figura 45B.

Além disso, os próximos passos partem para criação dos eixos e níveis, Figura 45C, estabelecendo os valores de verdadeira grandeza e permitindo dar início à parametrização e à criação da família do objeto, como mostra a Figura 45D.

Figura 45 - Processo de modelagem da porta



Fonte: Medina *et al.*, 2023.

A fotogrametria e o uso da nuvem de pontos, em conjunto com o modelo de superfície texturizado, atribuíram agilidades ao levantamento métrico e precisão ao processo de modelagem no *software*. Isto permitiu que os estudantes compreendessem e realizassem conexões com os referenciais estudados sobre HBIM.

Este processo facilitou ao grupo envolvido compreender os arranjos de procedimentos e de ferramentas necessários para a construção de conhecimento sobre o objeto, em seus aspectos formais. Embora a aplicação tenha envolvido o momento da técnica, de geração de uma família que permitisse caracterizar o elemento em

questão, o processo foi acompanhado de um discurso mais amplo. Foi destacado que a inclusão de informações sobre um elemento de uma edificação histórica exige uma busca contínua de conhecimento e uma abordagem HBIM permite esta continuidade e integração em um único modelo.

O principal resultado foi a compreensão da necessidade de estabelecer relações semânticas entre cada parte do elemento para gerar um tipo construtivo, traduzido como família em uma abordagem BIM.

Logicamente, o desenvolvimento realizado nesta aplicação do fluxo de trabalho permite considerar uma contribuição prática de disponibilizar um novo componente representativo do elemento abordado: a porta de acesso da *Villa Augusta*. Isto pode oportunizar o uso em casos similares.

4.6. Outras reflexões advindas do estudo

O fluxo de trabalho proposto neste estudo teve a expectativa de incrementar os esforços das células BIM, tendo em conta que todo o processo formativo dirigido ao BIM é uma etapa prévia para avançar na abordagem HBIM.

A aplicação do fluxo de trabalho, mesmo que em elementos construtivos específicos, acabou gerando produtos que adquirem relevância para o contexto em que foram gerados. No caso da porta do Casarão 8, a necessidade de lançar hipóteses sobre a técnica construtiva exigiu narrativas estruturadas, discursos associados às representações digitais, que podem ser utilizados para acompanhar as expografias sobre o principal acervo do Museu do Doce: a própria edificação.

A aplicação do fluxo em dois elementos da *Villa Augusta*, a porta principal e as abobadilhas, bens integrados a uma edificação inventariada em âmbito municipal da cidade de Pelotas, igualmente derivou na produção de discursos que valorizam esta edificação em seu saber-fazer construtivo. Esta produção pode contribuir para atender a uma demanda já explicitada pela direção da FAMED em constituir um espaço cultural sobre a história da FAMED e, assim como ocorre com o Museu do Doce, o espaço contará como seu principal acervo a própria edificação.

Estas produções materializam expectativas institucionais de efetivar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

CONCLUSÃO

5. CONCLUSÃO

Essa abordagem integrativa compreende tanto um discurso tecnológico, sob a perspectiva do BIM, quanto um discurso fundamentado nas teorias do restauro, constituindo assim o bloco essencial do saber. Além disso, o estudo relata os procedimentos práticos envolvidos na produção da documentação de um elemento construtivo, detalhando o bloco do saber-fazer. A combinação destes elementos compõe uma estrutura integral de conhecimento a ser sistematizada e transmitida em formato de objeto de aprendizagem.

Este resultado aspira ser compartilhado em contextos formativos de arquitetura, visando atingir níveis elevados de detalhamento da informação, sempre dependendo do avanço na compreensão da biografia do elemento arquitetônico em questão. As dificuldades enfrentadas para estruturar novos componentes são entendidas como um esforço necessário neste momento, representando uma construção coletiva de informações que se perderam ao longo do tempo.

A investigação detalhada de cada parte constitutiva de um elemento potencializa a lógica de associação e categorização de tipos de técnicas construtivas e materialidades, proporcionando uma compreensão mais profunda do contexto cultural de cada camada da biografia do referido elemento arquitetônico. Isso, por sua vez, instrumentaliza a emissão de juízo de valor sobre o objeto como patrimônio cultural, contribuindo para a preservação e apreciação da herança arquitetônica.

Ao longo da investigação foi possível compreender as estruturas de saber necessárias para aplicar a abordagem HBIM. As teorias que impulsionam a particularização do BIM para constituir o HBIM encontram-se sistematizadas em diretrizes do IPHAN que justificam o esforço de constituir documentações precisas e necessárias para a construção de conhecimento sobre os bens de interesse cultural. Isto inclui, como evidenciado, a importância de documentar a materialidade do bem em sua geometria e aparência, e em sua imaterialidade, como os saberes das técnicas construtivas que permitem também avançar na representação das partes constituintes de cada um dos elementos construtivos. Compreendeu-se que as tecnologias envolvidas para a apropriação do HBIM, agregam discursos que explicam as técnicas de fotogrametria, de aquisição de modelos de nuvem de pontos e parametria. As técnicas envolvidas acabam por exigir a apropriação de novas ferramentas digitais, no caso do

reconhecimento de procedimentos para a tomada de fotografias, processamento, manipulação de nuvem de pontos para a extração de informação. Mais do que isto, o estudo deixa explícito que para a geração de novos componentes, a abordagem HBIM exige uma apropriação de técnicas mais específicas. A Teoria da Transposição didática auxilia entender a necessidade de investir no que denomina “momento da técnica”, o que envolve tempo para o reconhecimento e treinamento, tendo em vista que várias das técnicas são inovadoras para o contexto das práticas de arquitetura.

Os registros das percepções dos diferentes perfis dos colaboradores, quando provocados a observar o processo de aplicação de HBIM estruturado no âmbito desta pesquisa, auxiliaram na compreensão das contribuições efetivas deste estudo. Embora todos tenham destacado a relevância de investir em altos níveis de detalhamento de um elemento construtivo, boa parte entendeu a inviabilidade de estabelecer processos similares em contextos profissionais. Como já problematizado anteriormente, tem-se a perspectiva de que o avanço tecnológico contribua com uma maior automação junto ao processo. Entretanto, as edificações históricas provavelmente sempre apresentarão elementos construtivos únicos, que exigirão a geração de novos componentes.

A inviabilidade de documentar em detalhes uma preexistência, está justificado pela própria teoria, mas que a partir de uma abordagem HBIM, como ficou evidenciado, abre uma perspectiva de compartilhamento das informações possíveis de serem adquiridas a partir da investigação de casos específicos e da associação com casos similares, de mesmas temporalidades, lugares, culturas construtivas, saber-fazer próprios da preexistência.

Conclui-se listando as contribuições deste estudo, até então identificadas:

- 1) Disponibilização de um modelo parametrizado (um componente nos termos da abordagem BIM) de um tipo de porta, de uma edificação específica, mas que poderá ser utilizado em caso similares, bastante recorrentes no contexto imediato desta pesquisa, tendo em vista o patrimônio cultural pelotense, com muitos exemplares ainda preservados da arquitetura eclética. Sendo que a exploração e aperfeiçoamento deste componente dependerá de um conjunto de ações de compartilhamento e difusão no âmbito de diferentes contextos científicos, profissionais,

formativos e junto ao próprio IPHAN e aos demais órgãos atentos à valorização de patrimônios culturais em esferas internacionais. Nesta direção, cabe destacar que este estudo não abarcou a problemática de constituição de repositórios abertos para acessar este tipo de produção. Entretanto, para que este e outros estudos que se ocupam em gerar novos componentes parametrizados para dar conta de qualificar a documentação de edificações preexistentes e de interesse cultural tenha impactos efetivos, o cuidado em construir um repositório institucional é urgente. Trata-se da preservação de um conhecimento público, em particular o aqui produzido no âmbito de uma instituição pública. Entende-se que será de maneira coletiva que se poderá avançar na aquisição de documentações que apoiem um gerenciamento de bens culturais em consonância com os recursos atuais e recomendados pelo IPHAN.

- 2) Compreensão de que este tipo de produção deve estar situado principalmente em contextos científicos e educativos, onde o tempo e o custo de investimento são relativizados e justificados, diferentemente de um contexto profissional. O desenvolvimento de novos componentes BIM no âmbito acadêmico e da investigação permite ampliar o repertório de modelos parametrizados de tipos de elementos construtivos capazes de facilitar o uso junto à prática profissional.

Frente a isto, entende-se a necessidade de seguir investindo em estudos deste tipo, na perspectiva de ampliar o repertório de elementos construtivos sob a abordagem HBIM.

Tendo em vista que os resultados deste trabalho buscaram contribuir para o conjunto de ações desenvolvidas junto à Célula BIM da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, entende-se a oportunidade de que este estudo seja ampliado e discutido em contextos mais amplos.

5.1. Limitações do estudo

Este estudo trouxe importantes avanços na aplicação da abordagem HBIM para a documentação de elementos construtivos no patrimônio arquitetônico. No entanto, alguns desafios e limitações foram identificados ao longo da pesquisa.

Uma das principais limitações é a falta de integração dos sistemas do IPHAN com o BIM. O SICG não está preparado para registrar modelos paramétricos, nuvens de pontos ou arquivos BIM, o que dificulta a adoção institucional do HBIM como ferramenta de documentação e gestão do patrimônio.

Outro fator relevante é o tempo e os recursos limitados para estudos detalhados. Prazos curtos impostos por editais de projetos restringem a possibilidade de investigações mais aprofundadas sobre os elementos construtivos. Além disso, a modelagem detalhada exige um investimento considerável em softwares e mão de obra especializada.

Há uma carência de capacitação técnica em HBIM, pois ainda são poucos os profissionais treinados para a modelagem paramétrica e o uso avançado das ferramentas BIM, especialmente na criação de componentes específicos para o contexto do patrimônio arquitetônico.

Em relação à modelagem desenvolvida, sugeriu-se a criação de um objeto de aprendizagem em que os processos de modelagem possam ser simplificados, reduzindo a quantidade de comandos e criando componentes menos fragmentados, facilitando sua aplicação prática.

Outra limitação apontada foi a falta de plataformas institucionais capazes de receber e armazenar esses arquivos, permitindo que os componentes parametrizados sejam compartilhados de forma aberta e acessível, possibilitando sua reutilização em diferentes contextos.

5.2. Sugestão para trabalhos futuros

Com base nos resultados obtidos, esta pesquisa aponta algumas direções para o avanço das investigações no contexto do HBIM. A seguir, são apresentadas sugestões para trabalhos futuros:

- 1) Realizar uma análise das portas da arquitetura eclética da cidade de Pelotas/RS, explorando as diferentes tipologias e identificando quais tipos de portas podem ser representados.
- 2) Expandir a aplicação da pesquisa para outros softwares, como o ArchiCAD, a fim de comparar e verificar a aplicabilidade do modelo paramétrico em diferentes plataformas de modelagem.
- 3) Desenvolver um objeto de aprendizagem baseado no fluxo de trabalho do HBIM, visando capacitar profissionais e estudantes a utilizarem as técnicas de modelagem paramétrica de maneira mais eficaz e intuitiva considerando todas as contribuições dos entrevistados da pesquisa, quanto as adequações necessárias ao objeto.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AIA (American Institute of Architects). **AIA**. Online, 2024c. Disponível em: <https://www.aia.org/>. Acesso em: 16 dez. 2023.

AISH, Robert. Three-dimensional input and visualization. In: PIPES, Allan. Computer-Aided Architectural Design Futures. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 1986. p. 68-84. E-book. Disponível em: <https://papers.cumincad.org/data/works/att/678e.content.pdf>. Acesso em: 14 de nov. 2023.

ALLEGRA, Valeria *et al.* Scan-to-BIM for the management of heritage buildings: the case study of the castle of Maredolce (Palermo, Italy). The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. 43, p. 1355-1362, 2020.

ALVES, Roberto Cavalleiro de Macedo. **O modelo de colaboração BIM3C e a gamificação do processo de ensino-aprendizagem de projeto colaborativo em BIM**. Orientadora: Alice Theresinha Cybis Pereira. 2022. 243 p. Tese (Doutorado) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

ANDRADE, Max Lira Vera X. de.; RUSCHEL, Regina Coeli. BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: **ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 1. 2009, São Carlos. Anais [...]. São Carlos, SP: RiMa, 2009. p. 602-613.

ASPRS. Guidelines for procurement of professional aerial imagery, photogrammetry, lidar and related remote sensor-based geospatial mapping services. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, p. 1286-1295, 2008.

AUTODESK INC. Autodesk 2024: software de design e engenharia. Versão 2024. San Rafael: Autodesk Inc., 2024. Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/autodesk-2024/overview>.

BANDEIRA, Ana da Rosa; POLIDORI, Estela Delanoy. **Casarão nº 08: catálogo da restauração do Museu do Doce-UFPel**. Pelotas: Ed. da UFPel, 2020. Ebook. Disponível em: <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/6838>. Acesso em: 13 dez. 2023.

BEDRICK, J.; IKERD, W.; REINHARDT, J. Level of development (LOD) specification. For building information models. In: **BIM FORUM**. 2021.

BERALDI, Mateus. O potencial do IFC 4 na construção. **EstudioBIM**, 30 de junho 2022. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://estudiobim.com.br/o-potencial-do-ifc-4-a-construcao/>. Acesso em: 14 fev. 2024

BFB (BIM FORUM BRASIL). BuildingSMART Brasil. In: BFB (BIM FORUM BRASIL). **Bim Forum Brasil**. Online, 2024. Disponível em: <https://bimforum.org.br/a-buildingsmart/>. Acesso em: 04 set. 2023a.

BFB (BIM FORUM BRASIL). **Bim Forum Brasil**. Online, 2024. Disponível em: <https://bimforum.org.br>. Acesso em: 04 set. 2023b.

BORDA, Adriane Almeida da Silva *et al.* Pontos (de vista) sobre o patrimônio: entre o escaneamento e a fotogrametria. 2016.

BORDA, Adriane Almeida da Silva. Los saberes constitutivos del Modelado Geométrico y Visual, desde las instituciones científicas y profesionales a las Escuelas de Arquitectura: Un Análisis de Transposición Didáctica. Orientador: Tese (Doutorado) - Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2002.

BRANDI, Cesare. **Teoria da restauração**. Tradução de Beatriz Mugayar Kühl. Revisão técnica de Renata Maria Pereira Cordeira. 1. ed. [S. l.]. Ateliê editorial, 2004.

BRUMANA, R. *et al.* Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): Surveying, preservation, site intervention—The Basilica di Collemaggio (L'Aquila). *Applied geomatics*, v. 10, p. 545-567, 2018.

BRUNO, Silvana; DE FINO, Mariella; FATIGUSO, Fabio. Historic Building Information Modelling: performance assessment for diagnosis-aided information modelling and management. **Automation in Construction**, v. 86, p. 256-276, 2018.

CANUTO, Cristiane Lopes; SALGADO, Mônica Santos. Modelo BIM do Palácio Gustavo Capanema 1937-1945: pela preservação digital do patrimônio moderno. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 15, n. 1, p. 101-116, 2020.

CARMO, Fernanda Heloísa do *et al.* Cesare Brandi: uma releitura da teoria do restauro crítico sob a ótica da fenomenologia. **Arquitextos**, v. 16, p. 2016.

CHEBATT, Thais Fernandes. Building Information Modeling - BIM: evolução em projetos de construção e infraestrutura no Brasil. In: MIGALHAS. Building Information Modeling - BIM: evolução em projetos de construção e infraestrutura no Brasil. [S. l.], 2021.: <https://www.migalhas.com.br/depeso/345600/building-information-modeling--bim>.

CHEVALLARD, Yves. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221-266, 1999.

CHEVALLARD, Yves. La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado, v. 3, 1991.

CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio**. 4. ed. São Paulo: Editora da UNESP, 2006.

CIVITA, Victor. Dicionário Arquitetônico. In: Arte no Brasil. São Paulo: Abril Cultural, 1979.

COGIMA, Camila Kimi *et al.* Scan-to-HBIM aplicado à igreja da Pampulha de Oscar Niemeyer. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 15, n. 1, p. 117-134, 2020.

CONCEIÇÃO, Sandro Martinez. A investigação em arquitetura a partir da geometria gráfica: um estudo de revisão sistemática e de abordagem didática. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

CONTINENZA, Romolo *et al.* HBIM for the archaeology of standing buildings: Case study of the Church of San Cipriano in Castelvechio Calvisio (L'Aquila, Italy). In: Proceedings of Workshops and Posters at the 13th International Conference on Spatial Information Theory (COSIT 2017) 13. Springer International Publishing, 2017.

CORRÊA, Luciano de Vasconcellos *et al.* Construção de um plano de implementação BIM curricular em curso de arquitetura e urbanismo. ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, v. 5, p. 1-1, 2023.

COSTA, Francisco Pereira da. Enciclopédia prática da construção civil: Obras de alvenaria. Lisboa: Edição do Autor, Portugália Editora, 1955.

COSTA, Heliara Aparecida *et al.* Modelagem BIM para registro digital do patrimônio arquitetônico moderno. Revista Projetar-Projeto e Percepção do Ambiente, v. 6, n. 1, p. 49-68, 2021.

COSTANTINO, Domenica; PEPE, Massimiliano; RESTUCCIA, A. G. Scan-to-HBIM for conservation and preservation of Cultural Heritage building: The case study of San Nicola in Montedoro church (Italy). **Applied Geomatics**, v. 15, n. 3, p. 607-621, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12518-021-00359-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12518-021-00359-2>. Acesso: 10 de out. 2023.

CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy; FABRICIO, Márcio Minto; FRANCO-JUNIOR, Júlio César. HBIM development of a Brazilian modern architecture icon: Glass House by Lina Bo Bardi. Heritage, v. 2, n. 3, p. 1927-1940, 2019.

DARÓS, José. Guia completo: BIM 10D construção industrializada. In: UTILIZANDO BIM, **Utilizando BIM**. Online, 2019. Disponível em: <https://utilizando-bim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/>. Acesso em: 05 out. 2023.

DEZEN-KEMPTER, Eloisa *et al.* Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 10, n. 2, p. 113-124, 2015.

DIARA, Filippo; RINAUDO, Fulvio. From reality to parametric models of cultural heritage assets for HBIM. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 42, p. 413-419, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-413-2019>. Disponível em: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLII-2-W15/413/2019/isprs-archives-XLII-2-W15-413-2019.html> Acesso: 12 de nov. 2023.

DORE, Conor; MURPHY, Maurice. Current state of the art historic building information modelling. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. 42, p. 185-192, 2017.

DORE, Conor; MURPHY, Maurice. Integration of Historic Building Information Modeling (HBIM) and 3D GIS for recording and managing cultural heritage sites. In: 2012 18th International conference on virtual systems and multimedia. IEEE, 2012. p. 369-376.

EASTMAN, Charles M. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

FARAH, Ana Paula; MERLIN, José Roberto. As Cartas Patrimoniais e suas Aplicabilidades no Patrimônio Urbano. Revista FÓRUM PATRIMÔNIO: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, v. 11, n. 2, 2020.

FARIAS, Victor *et al.* Analysis of urban legislation of engineering projects using building information modeling (BIM) with the aid of graphic programming. In: Proceedings of the 18th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering: ICCCBE 2020. Springer International Publishing, 2021. p. 788-800.

FREITAS, Claudia Andriele da Costa *et al.* A door to access HBIM: didactic aspects to advance in the level of detail (LoD), geometry (LOG) and information (LOI). p. 206-217. In: . São Paulo: Blucher, 2024. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/sigradi2023-358

GASTAUD, Carla Rodrigues *et al.* Do sal ao açúcar: as ações educativas do Museu do Doce da UFPel (Universidade Federal de Pelotas). Expressa Extensão, v. 19, n. 2, p. 91-105, 2014.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de pesquisa. Plageder, 2009.

GOMES, Eduardo José Romeiro; RODRIGUES, Renata Aparecida Vaz. Autodesk Revit: desenvolvimento de um curso básico para a plataforma de EAD do UNIPAM. Perquirere, v. 3, n. 16, p. 105-115, 2019.

GOMIDE, José Hailon; SILVA, Patrícia Reis da; BRAGA, Sylvia Maria Nelo. *Manual de Elaboração de Projetos*. [S. l.]: Brasília: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005.

GONÇALVES, Margarete RF *et al.* Caracterización de la madera existente en un predio histórico de Pelotas-RS. Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science), v. 6, n. 1, p. 10.12953/2177-6830/rcm.v6n1p63-70, 2015.

GOVERNO FEDERAL. (2020, April 2). Decreto10306. Diário Oficial. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm

GROETELAARS, Natalie Johanna. Criação de modelos BIM a partir de "nuvens de pontos": estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. 2016.

GROETELAARS, Natalie Johanna; AMORIM, Arivaldo Leão de. Tecnologia 3D Laser Scanning: características, processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos. In: XV Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital-SIGRADI. Santa Fé: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo da Universidad Nacional del Litoral. 2011. p. 1-5.

HISTORIC ENGLAND. 3D Laser Scanning for Heritage: Advice and Guidance on the Use of Laser Scanning in Archaeology and Architecture. 2018.

IPHAN. (2007). PATRIMÔNIO vivo - Pelotas - RS. Serie preservação e desenvolvimento Monumenta, (7), 1-119. http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Pratrimonio_Vivo_Pelotas.pdf

ISO (defina iso). ISO/TC 59/SC 13. In: ISO (defina iso). **ISO**. Online, 2024c. Disponível em: <https://www.iso.org/committee/49180.html>. Acesso em: 04 set. 2023.

KÜHL, Beatriz Mugayar. Cesare Brandi e a teoria da restauração. PosFAUUSP, n. 21, p. 197-211, 2007.

LABIM - Laboratório de Informática Aplicada à Construção Civil. Guia básico de IFC. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. <https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/sie/doc-tecnicos/la-bim/Guia%20B%C3%A1sico%20de%20IFC.pdf>

LEAL, Noris Mara Pacheco Martins. A trajetória de uma construção patrimonial: a tradição doceira de Pelotas e antiga Pelotas na constituição do Museu do Doce da Universidade Federal de Pelotas. 2019.

LOPES, Igor Tiago *et al.* Automação da modelagem BIM a partir de nuvens de pontos: uma revisão sobre métodos e técnicas. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 14, p. e023010-e023010, 2023.

FACUNDO- LÓPEZ, José *et al.* A review of heritage building information modeling (HBIM). Multimodal Technologies and Interaction, v. 2, n. 2, p. 21, 2018.

MAIEZZA, Pamela; TATA, Alessandra. Standard for geometric and informative reliabilities in HBIM models. DISEGNARECON, v. 14, n. 26, p. 15-1-15.10, 2021.

MATEUS, L. *et al.* Terrestrial Laser Scanning and Digital Photogrammetry as Tools for the Archaeological Recording—The Case of Convento de Cristo. In: Arqueología: Actas del Primer Congreso Internacional de Buenas Prácticas en Patrimonio Mundial. JAS Arqueología, 2012. p. 400-412.

MEDINA, Clara Francisca *et al.* Fotografia, fotogrametria digital e HBIM: entre processos e produtos de documentação de patrimônio cultural. VII CIT - Congresso de Inovação Tecnológica – UFPel. 2023.

MENDES, Mirelly Dantas; LOPES, Julia Menegon; BAZZAN, Jordana. Formação de servidores públicos: uma experiência do LaBIM-RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–12. DOI: 10.46421/entac.v20i1.6072. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/6072>.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 18, n. 22, p. 152-152, 2011.

MOTA, Bianca Barbosa; FIGUEIREDO, Karoline Vieira. H-BIM no controle e avaliação do Patrimônio Histórico. Boletim do Gerenciamento, v. 25, n. 25, p. 13-24, 2021.

MOYANO, Juan *et al.* Semantic interpretation of architectural and archaeological geometries: Point cloud segmentation for HBIM parameterisation. *Automation in Construction*, v. 130, p. 103856, 2021.

MPDFT. Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM. Brasília – 2020. Disponível em: <https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/servicos/Caderno_BIM_MPDFT_Edicao_1_2020.pdf>.

MURPHY, M.; MCGOVERN, E.; PAVIA, S. Parametric vector modelling of laser and image surveys of 17th century classical architecture in Dublin. In: VAST. 2007.

MURPHY, Maurice; MCGOVERN, Eugene; PAVIA, Sara. Historic building information modelling (HBIM). *Structural Survey*, v. 27, n. 4, p. 311-327, 2009.

MURPHY, Maurice; MCGOVERN, Eugene; PAVIA, Sara. Historic Building Information Modelling—Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, v. 76, p. 89-102, 2013.

NEIVA-NETO, Romeu da Silva; RUSCHEL, Regina Coeli. BIM aplicado ao projeto de formas de madeira em estrutura de concreto armado. *Ambiente Construído*, v. 15, p. 183-201, 2015.

NETTO, Claudia C. Autodesk Revit Architecture 2015, conceito e aplicações. 1ª edição. São Paulo: Érica, 2015.

NOBLE, André Winter; VALENTIM, Jailson dos Santos; SANTOS, Carlos Alberto Ávila. Elementos funcionais e ornamentais das fachadas ecléticas pelotenses: 1870-1931. *Estuques. Um olhar sobre o banco nacional do comércio. Seminário de História da Arte-UFPel*, n. 1, 2011.

PALOMAR, Isabel Jordán *et al.* An online platform to unify and synchronise heritage architecture information. *Automation in Construction*, v. 110, p. 103008, 2020.

PALOMAR, Isabel Jordan *et al.* Protocol to manage heritage-building interventions using heritage building information modelling (HBIM). *Sustainability*, v. 10, n. 4, p. 908, 2018.

PENJOR, Tshering *et al.* Heritage building information modeling (HBIM) for heritage conservation: Framework of challenges, gaps, and existing limitations of HBIM. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, v. 35, p. e00366, 2024.

PEPE, Massimiliano *et al.* From Point Cloud to BIM: A New Method Based on Efficient Point Cloud Simplification by Geometric Feature Analysis and Building Parametric Objects in Rhinoceros/Grasshopper Software. **Remote Sensing**, v. 16, n. 9, p. 1630, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs16091630>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/16/9/1630>. Acesso em: 3 nov. 2024.

PEREIRA, Ana Paula Carvalho. A adoção do paradigma BIM em escritórios de arquitetura em Salvador-BA. 2021.

PIRES, Janice de Freitas. A constituição de uma rede de conceitos da geometria complexa da arquitetura contemporânea: das teorias a modelagem paramétrica das superfícies. 2018.

PIRES, Janice de Freitas; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis; GONÇALVES, Alexandre. Taxonomias de geometria da arquitetura contemporânea: uma abordagem didática ao ensino da modelagem paramétrica na arquitetura. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 12, n. 3, p. 27-46, 2017.

POCOBELLI, Danae Phaedra *et al.* BIM for heritage science: a review. *Heritage Science*, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2018.

PORTA, Paula. Política de preservação do patrimônio cultural no Brasil: diretrizes, linhas de ação e resultados: 2000-2010. Iphan, Ministério da Cultura, 2012.

RAFEIRO, Jesse; TOMÉ, Ana. Adapting the tool: a historic building information model (hbim) of senhora da piedade da caparica. 2020.

RAFERO, Jesse; TOMÉ, Ana. Adapting the Tool: A Historic Building Information Model (HBIM) of Senhora da Piedade da Caparica. *In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING*, 3., 2020, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. **Proceedings of the 3º Congresso Português de Building Information Modelling**. [s.l.]: MARTINS, João Poças; COSTA, Antónia Aguiar; SANHUDO, Luís (Ed.), 2020. p. 26-27.

RIBEIRO, Sandra Albino; SOUZA, Yuri Simonini. O HBIM como caminho para o ensino-aprendizagem na Arquitetura. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 2., 2019, Fortaleza. **Anais do II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1–1. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/223>. Acesso em: 11 de dez. 2023.

RIVERA, Belén *et al.* Creación de bibliotecas de objetos paramétricos para su integración en modelos HBIM. *In: ACTAS DE LAS XXXIX JORNADAS DE AUTOMÁTICA*. 2018, Badajoz. Actas [...]. Espanha: Universidad de Extremadura, 2009, p. 1069-1076.

RIVEIRA, Belén *et al.* Creación de bibliotecas de objetos paramétricos para su integración en modelos HBIM. *In: JORNADAS DE AUTOMÁTICA*. 39., 2018, Badajoz. **Actas de las XXXIX Jornadas de Automática**. Espanha: Universidad de Extremadura, 2018, p. 1069-1076. Disponível: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/24905>. Acesso em: 15 de nov. 2023.

ROCHA, Gustavo *et al.* A scan-to-BIM methodology applied to heritage buildings. *Heritage*, v. 3, n. 1, p. 47-67, 2020.

ROCHA, Pedro. Revit: O que é o formato-IFC?. *In: ENG DTP & MULTIMÍDIA. Blog Tecnológico*. São Paulo, 27 out. 2023. Disponível em: <https://www.eng.com.br/>.

RUSCHEL, Regina Coeli; FERREIRA, Sergio Leal. Rede de Células BIM ANTAC. *ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, v. 4, p. 1-1, 2022.

SANTANA, Edmara Paiva; GROETELAARS, Natalie Johanna. Normatização aplicada ao HBIM.2022. <https://www.iau.usp.br/enanparq2022/index.php/anais/>

SANTOS, Franciny; FREIRE, Fábio; CREMONEZ, Victor. HBIM: Documentação do patrimônio arquitetônico através de nuvem de pontos. *In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING*, 4., 2022, Braga - Universidade do Minho. **Proceedings of the 4º Congresso Português de Building Information Modelling**. [s.l.]: AZENHA, Miguel *et al.* (Ed.), 2022. p. 473-482. Disponível em: <https://ptbim.org/outras-edicoes/>. Acesso: 8 de nov.

SANTOS, L. A. Building information modeling no ensino de arquitetura e urbanismo: Percepção e disseminação do BIM nas Instituições de Ensino Superior do Estado de São Paulo. 2017. 138 f. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2017.

SILVA, Felipe Bruno Lima; CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy. HBIM e mapa de danos: uma revisão sistemática da literatura. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, v. 13, p. e022003-e022003, 2022.

SILVA, Paula Heloisa; CRIPPA, Julianna; SCHEER, Sergio. BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, v. 10, p. e019010-e019010, 2019.

SOSTER, Sandra Schmitt; PRATSCHKE, Anja. iPatrimônio: Georreferenciamento do Patrimônio Cultural Brasileiro. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 15, n. 1, p. 54-66, 2020.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in construction*, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

TOLENTINO, Mônica Martins Andrade. A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico. 2018.

UFPEL (Pelotas). Coordenadoria de Comunicação Social. Casarão 8. In: A História. [S. l.], 2011. Disponível em: <https://casaraooito.wordpress.com/>.

XAVIER-JUNIOR, Edemar Dias. Manipulação e visualização de produtos gerados por fotogrametria digital para a explicitação e o compartilhamento de saberes geométricos sobre os anamorfismos de dois elementos da arquitetura eclética pelotense. 2022.

ZAUK, Fernando Franz. Malhas em projetos paramétricos com superfícies complexas: Um repertório formativo para arquitetura. 2023.

APÊNDICE

APÊNDICE A – PARECER TÉCNICO DO COMITÊ DE ÉTICA

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PELOTAS - UFPEL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica: práticas educativas problematizadas por práticas científicas e profissionais.

Pesquisador: Cláudia Andriele da Costa Freitas

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 78473924.8.0000.5317

Instituição Proponente: Prograu - Programa de pós graduação em arquitetura e urbanismo da

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.827.152

Apresentação do Projeto:

Resumo:

Pesquisa vinculada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (PROGRAU/ FAURB/UFPEL). Esta pesquisa de mestrado busca demonstrar como o avanço das tecnologias digitais tem possibilitado a representação realista do patrimônio arquitetônico histórico, impulsionando a reconstrução virtual de edificações antigas, inclusive através da metodologia BIM (Modelagem de Informações de Construção). A aplicação do BIM tem otimizado processos relacionados a novos projetos, construção e gestão de edifícios, associando dados digitais a elementos geométricos em um modelo tridimensional unificado. No contexto do patrimônio cultural, surge o conceito de Historic Building Information Modelling (HBIM), integrando dados de levantamentos por escaneamento a laser ou fotogrametria digital à abordagem BIM. O estudo destaca a necessidade de aprofundamento e sistematização dos fluxos de trabalho em HBIM, considerando a complexidade do patrimônio. A adaptação do Nível de Desenvolvimento (LOD) de um modelo digital para edificações históricas requer uma abordagem diferente daquela aplicada a construções novas, demandando uma definição precisa do Nível de Geometria (LOG) e Nível de Informação (LOI) agregada ao modelo, que deve ser diferente para cada modelo

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3310-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

Continuação do Parecer: 6.827.152

HBIM. A pesquisa propõe um enfoque no Nível de Detalhe (LoD), destacando a importância de desenvolver modelos coerentes com a complexidade do patrimônio. O estudo visa relatar o processo de construção do conhecimento ao aplicar tecnologias, como a fotogrametria, na representação de elementos arquitetônicos patrimoniais. A abordagem estruturada do saber, baseada na Teoria Antropológica da Didática (TAD), é utilizada para identificar os elementos necessários para a execução da tarefa, integrando saberes profissionais, técnicas, tecnologias e teorias. Os resultados incluem a descrição do processo de uso da fotogrametria, o desenho detalhado de elementos arquitetônicos e a reflexão sobre a conexão entre a nuvem de pontos e o modelo HBIM. Este estudo contribui para a compreensão das relações entre o referencial didático e a metodologia HBIM.

Metodologia Proposta:

- 1) Revisão bibliográfica sobre o estado da arte na modelagem HBIM, com enfoque em autores que empregam a nuvem de pontos nas etapas de desenvolvimento da modelagem, a implementação dos conceitos de LOD/LoD/LOG e LOI na documentação do patrimônio e demais assuntos correlatos;
- 2) Revisão documental sobre produções específicas acerca da história da edificação, relativa ao elemento selecionado, advindas do campo da museologia, das artes, da documentação de um processo de restauro da edificação, e de dos processos de documentação por tecnologias digitais da edificação.
- 3) Seleção de um elemento a ser utilizado como estudo de caso/ pesquisa exploratória;
- 4) Aplicação de entrevistas online através de encontro virtual via plataforma de videochamada;
- 5) Com base na revisão bibliográfica e na contribuição dos demais pesquisadores, colaboradores e entrevistados para a pesquisa, sistematizar os fluxos de trabalhos aplicados na modelagem do patrimônio histórico com o uso de ferramentas BIM.
- 6) Leitura, discussão e organização do material produzido pela pesquisa a fim de divulgação de resultados.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo geral desta pesquisa é de qualificar o processo de documentação de edificações históricas junto às práticas formativas de graduação em arquitetura, haja visto arquitetura explorar um modelo de nuvem de pontos para o uso da abordagem HBIM e compreender como

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala o3

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3310-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

Continuação do Parecer: 6.827.152

utilizá-lo em um contexto de ensino de projeto de arquitetura.

Objetivos Secundários:

- Colaborar com o Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (PROGRAU/UFPEL) e/ou de centros de pesquisas nacionais na formulação, ampliação e consolidação de estudos e programas referentes ao uso da abordagem HBIM;
- Discutir a importância de uma nuvem de pontos na construção da documentação de um patrimônio arquitetônico; compreender os limites e as potencialidades da adoção de um modelo de nuvem de pontos como instrumento para a construção de um modelo HBIM;
- Construir um fluxo de trabalho que permita a construção de um modelo HBIM, com um nível de detalhe (LoD) adequado para elementos construtivos; definir quais informações devem ser incorporadas a um modelo HBIM de detalhes construtivos, para ele possa ser útil durante o ciclo de vida da edificação;
- Contribuir para a criação de uma biblioteca parametrizada que documente o patrimônio estudado;
- Compreender como inserir as informações produzidas em um modelo HBIM no repositório do SICG;
- Colaborar para a inserção de tecnologias em BIM em disciplinas que trabalham com o patrimônio;
- Contribuir com o reconhecimento do sistema SIGC

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Conforme pesquisador responsável:

Riscos:

A pesquisa não envolve riscos de qualquer natureza ao grupo estudado ou aos pesquisadores envolvidos.

Benefícios:

Arquitetos, designers, professores e estudantes de cursos de Arquitetura e Urbanismo e áreas correlatas, bem como usuários, clientes e demais participantes envolvidos em todas as fases de processo de projeto devem se beneficiar da ampliação do repertório sobre desenvolvimento de projetos de arquitetura e urbanismo a partir de uma abordagem que explora o processo de maneira multicêntrica e não-hierárquica, incorporando múltiplos atores (humanos e não-humanos).

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3310-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PELOTAS - UFPEL



Continuação do Parecer: 6.827.152

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de dissertação do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo/UFPEL

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

TCLE - O texto do TCLE deve ser escrito em forma de convite ao participante de pesquisa. No site do CEP FAMED há um manual de pendências mais frequentes que poderá auxiliar na confecção do TCLE (<https://wp.ufpel.edu.br/famed/comite-de-etica-em-pesquisa-da-famed-ufpel/>).

Toda pesquisa envolve risco, no TCLE o risco está descrito, mas não no projeto e na Plataforma Brasil. O mesmo acontece com os benefícios, estão descritos no TCLE, mas informação no projeto e na Plataforma Brasil são diferentes.

Trocar no TCLE os dados do CEP para CEP FAMED (Av Duque de Caxias, 250- 96030-000 - Fragata - Pelotas/RS Telefone: (53) 3310-1800 E-mail: cep.famed@gmail.com)

Sobre a pesquisa em si, favor informar como será feita a entrevista, O que será perguntado? Qual a estrutura da entrevista a ser realizada?

A entrevista será feita por videochamadas, será gravado? Como este dado será protegido? Quanto tempo será armazenado e como será apagado?

Como os participantes serão escolhidos (arquitetos e colaboradores)? Quem serão os colaboradores?

Resposta:

PROCEDIMENTOS:

O objetivo da pesquisa será obter relatos de experiências pessoais de profissionais que atuam na produção; compartilhamento e/ou gerenciamento de documentação de patrimônio cultural edificado. Através de entrevistas abertas online com o auxílio de plataformas digitais como WebConf (plataforma própria da UFPEL) e WhatsApp e, a partir dos resultados e descobertas, produzir reflexões sobre estas experiências. Isto incluirá profissionais com experiência junto ao processo de documentação do patrimônio cultural relativo ao contexto imediato a cidade de Pelotas. Observar-se-ão os tipos de tecnologias empregadas neste processo, cujos resultados serão mantidos em sigilo e somente serão usadas para fins de pesquisa. A entrevista terá duração de aproximadamente 45 minutos gravadas no WebConf, em um link

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3310-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PELOTAS - UFPEL



Continuação do Parecer: 6.827.152

que será divulgado apenas para a pesquisadora, orientadora e pessoa entrevistada, onde serão feitas perguntas de forma oral. As perguntas serão abertas e poderão ser alteradas de acordo com a entrevista, porém serão semiestruturadas em 15 perguntas para os profissionais atuantes na cidade de Pelotas, 8 perguntas para os entrevistados atuantes junto ao IPHAN e 6 perguntas para os especialistas/pesquisadores em HBIM. O dia e o horário serão escolhidos pelo entrevistado, conforme a disponibilidade e conveniência.

Os resultados serão divulgados em forma de texto dentro do trabalho de mestrado da pesquisadora e serão apresentados de maneira codificada para proteger a identidade dos participantes e manter a confidencialidade. Após a conclusão do estudo, dentro do prazo de dois anos, todo o material coletado será deletado.

Os entrevistados escolhidos são pessoas com produção/atuação reconhecida no tema de documentação de patrimônio cultural edificado. Estes perfis já foram mapeados e contatados para compreender o interesse e disponibilidade da contribuição a esta pesquisa, vislumbrando-se um grupo de: dois arquitetos e um engenheiro civil atuante na cidade de Pelotas, três pesquisadoras acadêmicas na área de HBIM e também arquitetas que trabalha com o patrimônio histórico no Brasil, e um técnico envolvido com o sistema SICG.

Ao iniciar a entrevista, serão apresentados os objetivos, será lido o TCLE para o entrevistado e será ressaltado que o participante tem a possibilidade de interromper a sua participação na pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

PERGUNTAS

Perguntas para atuantes de Pelotas

1. Formação/ especialização:
2. Cargo:
3. Tempo de experiência na área:
4. Principais projetos realizados na área:
5. Como ocorre o processo de protocolar/documentar uma intervenção em um bem cultural?
6. Conhece o SICG? Já utilizou? Como está ocorrendo a transferência de informações para o sistema SICG?
7. Como a capacitação ou falta de capacitação impactou na criação de projetos e documentação do patrimônio arquitetônico?
8. Houve alguma experiência com a implementação do BIM em projetos ligados ao patrimônio histórico?
9. Já utilizou ou está familiarizado com softwares relativos à abordagem BIM?

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3310-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PELOTAS - UFPEL



Continuação do Parecer: 6.827.152

10. Foi necessário investir em treinamento específico para a equipe sobre o uso do BIM?
11. Quais foram os benefícios percebidos com a utilização de plataformas BIM?
12. Quais foram os desafios enfrentados com a utilização de plataformas BIM?
13. Na plataforma SICG, identifica alguma conexão que facilite ou promova a adoção da abordagem BIM?
14. Caso já tenha experiências com projetos de patrimônio histórico, realizados em uma plataforma BIM, tem alguma experiência com extração de dados do modelo BIM? Foi possível exportar para a plataforma do SICG?
15. Conhece o decreto nº 10.306 de 2020? Como o entrevistado está se adequando ao decreto que estabelece a obrigatoriedade do sistema BIM em obras públicas?

Perguntas para atuantes do IPHAN

1. Formação/ especialização:
2. Cargo:
3. Tempo de experiência na área:
4. Conhece o decreto nº 10.306 de 2020? Existe uma preocupação do IPHAN em atender o decreto? Existe algum esforço para que o SICG consiga receber estes arquivos?
5. Atualmente, ocorre alguma conexão da plataforma SICG com plataformas que atuam com a abordagem BIM?
6. Existe alguma proposta futura da Plataforma SICG abranger também dados 3D BIM?
7. Teria a possibilidade da plataforma SICG ou algum repositório institucional armazenar/ registrar uma documentação em formato BIM, como IFC por exemplo?
8. Existe alguma proposta de avançar na extração de dados da plataforma SICG de maneira que consiga extrair de forma automatizada as informações de uma documentação em formato BIM?

Perguntas para pesquisadores de HBIM

1. Formação/ especialização:
2. Cargo:
3. Tempo de experiência na área:
4. Quais são os avanços para empregar HBIM, seus estudos em suma são práticos/aplicados ou na maioria são teóricos?
5. Nas pesquisas em andamento, existe alguns avanços na conexão entre as plataformas que trabalham em BIM e o sistema SICG?
6. Conhece o SICG? Já utilizou? Como percebe o desempenho do sistema para receber

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3310-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PELOTAS - UFPEL



Continuação do Parecer: 6.827.152

informações advindas da abordagem HBIM? Quais as expectativas?

Resposta do CEP: Pendências atendidas

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2294531.pdf	02/05/2024 17:22:55		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.pdf	02/05/2024 17:21:23	Cláudia Andriele da Costa Freitas	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO.pdf	02/05/2024 17:20:31	Cláudia Andriele da Costa Freitas	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/05/2024 17:17:26	Cláudia Andriele da Costa Freitas	Aceito
Folha de Rosto	PLATAFORMA_BRASIL.pdf	15/03/2024 11:08:20	Cláudia Andriele da Costa Freitas	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PELOTAS, 15 de Maio de 2024

Assinado por:
Patricia Abrantes Duval
(Coordenador(a))

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3310-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

APÊNDICE B – PESQUISA DE MESTRADO

Pesquisa de mestrado - "A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica."

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisador responsável: Cláudia Andriele da Costa Freitas | Instituição: Universidade Federal de Pelotas | Endereço: Rua Gonçalves Ledo, 772 | Telefone: (53)991182504.

Concordo em participar do estudo “A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica: práticas educativas problematizadas por práticas científicas e profissionais”. Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

PROCEDIMENTOS: Fui informado de que o objetivo geral será avaliar um fluxo de trabalho desenvolvido durante um processo de pesquisa de mestrado. Essa avaliação será realizada por meio de respostas em formulários ou entrevistas abertas *on-line*, utilizando plataformas digitais como WebConf e WhatsApp. A partir dos resultados e descobertas, será produzida uma reflexão sobre a validação do processo desenvolvido. Os resultados serão mantidos em sigilo e utilizados exclusivamente para fins de pesquisa. Estou ciente de que minha participação consistirá em responder ao formulário e, se tiver disponibilidade e interesse em colaborar um pouco mais com a pesquisa, participar de uma entrevista, com duração aproximada de 45 minutos.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: Indicação de possíveis riscos. De acordo com a RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012, toda pesquisa com seres humanos envolve risco em tipos e gradações variados. Fui informado que a minha formação acadêmica e meu cargo ficarão registrados no documento de dissertação da pesquisadora, mas a minha identidade será preservada e trocada de forma que a pessoa não possa ser identificada. Além disso, por conta do tempo, envolve o risco de cansaço durante o decorrer da participação da entrevista, porém, o entrevistado poderá pedir para interromper a entrevista a qualquer momento.

BENEFÍCIOS: Não há benefício direto ao participante, embora seja esperado que, com os resultados da pesquisa, arquitetos, designers, professores e estudantes de cursos de Arquitetura e Urbanismo e áreas correlatas, bem como usuários, clientes e demais participantes envolvidos em todas as fases de processo de projeto devam se beneficiar da ampliação do repertório sobre desenvolvimento de projetos de arquitetura e urbanismo a partir de uma abordagem que explora o

processo de maneira multicêntrica e não-hierárquica, incorporando múltiplos atores (humanos e não-humanos).

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

DESPESAS: Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

CONFIDENCIALIDADE: Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

CONSENTIMENTO:

Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da FAMED/UFPeI – Av Duque de Caxias, 250 – CEP: 96030-000 – Fragata - Pelotas/RS Telefone: (53) 3310-1800 E-mail: cep.famed@gmail.com)

O e-mail do participante () foi registrado durante o envio deste formulário.

Nome completo: *

CPF: *

Aceito e estou de acordo com as condições do termo de consentimento livre e esclarecido: *

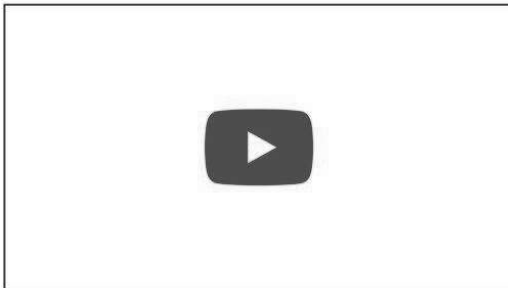
☒ Sim

☐ Não

Apresentação de um fluxo de trabalho em HBIM

O vídeo apresenta um fluxo de trabalho em HBIM, desenvolvido para utilizar a nuvem de pontos como uma fonte de informação para o desenvolvimento da modelagem paramétrica de um elemento construtivo. O trabalho apresentado faz parte de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU) pela Universidade Federal de Pelotas.

A abordagem BIM para documentar um elemento construtivo de edificação histórica.



Para prosseguir respondendo a pesquisa é necessário que você tenha assistido o vídeo.

[Link do vídeo](#)

Você assistiu ao vídeo sobre a pesquisa? *

- ☒ Sim
- ☐ Não

Como você percebe o desenvolvimento de uma modelagem paramétrica de um elemento construtivo a esse nível de detalhamento? Considerando as opções abaixo, em qual nível você classificaria essa questão? *

- ☐ Inviável - Considero que essa abordagem é inviável.
- ☐ Pouca importância - Não considero isso importante, e acredito que não terá impacto significativo.
- ☐ Importante, mas difícil de alcançar - Considero que é importante, mas acredito que será difícil atingir esse nível de detalhamento.
- ☐ Estabelecimento em progresso - Considero que é uma inovação importante e que está em processo de estabelecimento.
- ☐ Completamente estabelecido - Considero que isso já está completamente estabelecido e não representa uma inovação.

Esta pesquisa busca estabelecer um diálogo entre o contexto científico, profissional e educativo, e também com os profissionais que atuam no IPHAN. Para prosseguirmos, gostaríamos de identificar a qual perfil você pertence: *

- ☐ Sou pesquisador em BIM ou HBIM
- ☐ Sou profissional atuante no patrimônio histórico
- ☐ Sou profissional do IPHAN
- ☐ Sou estudante de graduação ou pós-graduação.

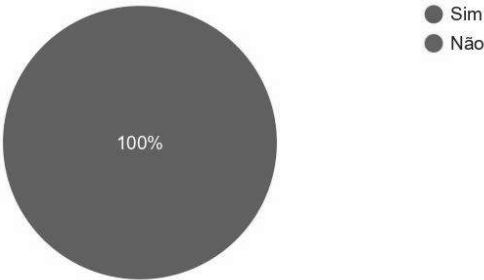
Sua participação é muito importante para esta pesquisa.

Para prosseguir respondendo a pesquisa é necessário que você tenha assistido o vídeo.

Você assistiu ao vídeo sobre a pesquisa?

 Copiar

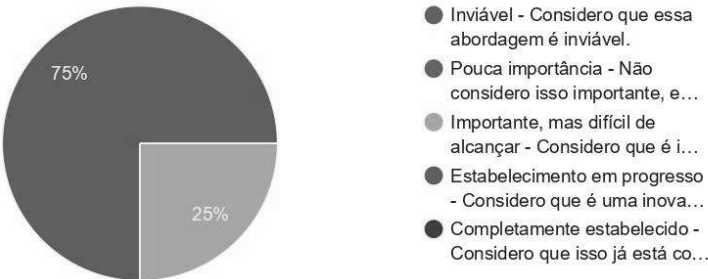
12 respostas



Como você percebe o desenvolvimento de uma modelagem paramétrica de um elemento construtivo a esse nível de detalhamento? Considerando as opções abaixo, em qual nível você classificaria essa questão?

 Copiar

12 respostas

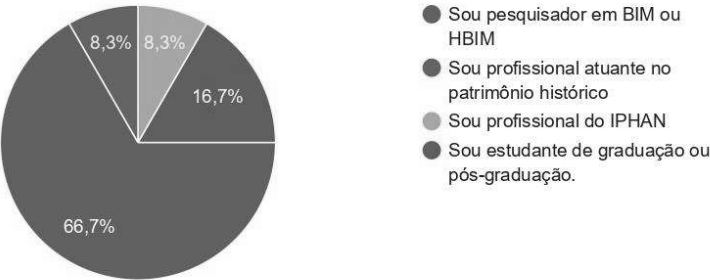


- Inviável - Considero que essa abordagem é inviável.
- Pouca importância - Não considero isso importante, e...
- Importante, mas difícil de alcançar - Considero que é i...
- Estabelecimento em progresso - Considero que é uma inova...
- Completamente estabelecido - Considero que isso já está co...

Esta pesquisa busca estabelecer um diálogo entre o contexto científico, profissional e educativo, e também com os profissionais que atuam no IPHAN. Para prosseguirmos, gostaríamos de identificar a qual perfil você pertence:

 Copiar

12 respostas

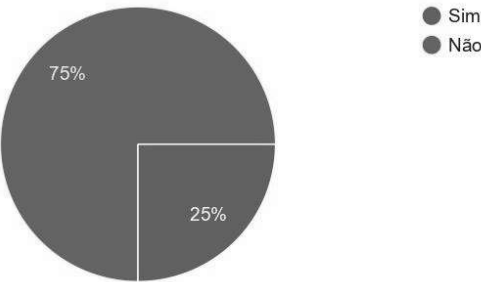


Sua participação é muito importante para esta pesquisa.

Gostaria de marcar uma conversa *on-line*?

 Copiar

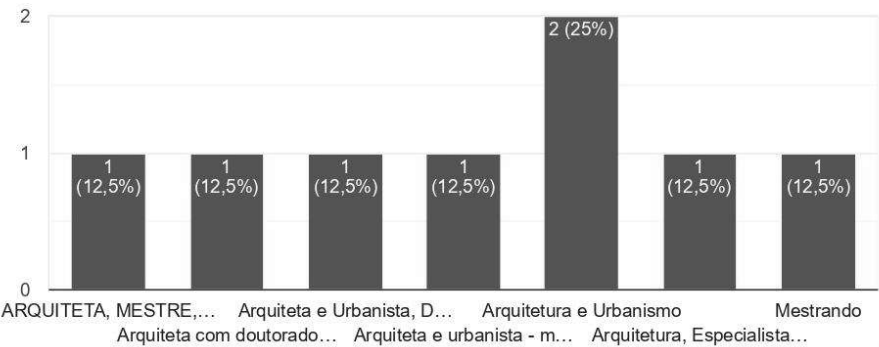
8 respostas



Qual é a sua formação acadêmica e especialização?

 Copiar

8 respostas



Qual é o seu cargo atual?

8 respostas

Professor

Professora

Professora do ensino básico, técnico e tecnológico - EBTT

Professora Universitária Federal

Estudante

PROFESSORA UNIVERSITÁRIA, LIVRE DOCENTE, DEDICAÇÃO EXCLUSIVA

Professora universitária

Mestrado Pesquisador em HBIM



O vídeo apresentado anteriormente trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar no nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificação preexistente e de interesse cultural, sob a abordagem HBIM, para a sua documentação. Após assistir à apresentação, você gostaria de problematizar o processo apresentado? Se sim, em quais aspectos?

6 respostas

Qual o impacto dessa modelagem no processo de automação da modelagem da informação da construção em seu ciclo de vida, no caso, restauro e conservação ou reciclagem.

Utilização do processo descrito em outro software BIM

Não tenho experiência com a representação de edificações históricas, mas gostaria de saber se vocês chegaram a fazer um levantamento dos custos (em termos de equipamentos) e do tempo que imaginam ser necessário para a implementação deste fluxo de trabalho.

Ao meu ver os processos apresentados foram bem pertinentes, o fluxo de trabalho apresentado tbm. Acredito que uma possibilidade séria sintetizar um pouco dos comandos, deixando mais facilitado o uso dos parâmetros

PODEMOS PERCEBER QUE EXISTE UMA PREOCUPAÇÃO ATUAL NO ESTÁGIO DE HBIM QUE É A QUESTÃO DO NÍVEL DE INFORMAÇÃO NECESSÁRIA (LOIN), O DETALHAMENTO APRESENTADO É EXAUSTIVO, E CONECTA O DETALHAMENTO GEOMÉTRICO COM AS INFORMAÇÕES MATERIAIS E INSTITUCIONAIS (DO TOMBAMENTO) DOS ELEMENTOS MODELADOS. CRIAR UMA FAMÍLIA PARAMÉTRICA NESTE NÍVEL DE DETALHAMENTO É TRABALHOSO E ENVOLVE MUITO TEMPO E MODELADORES EXPERIENTE. NÃO FICA CLARO SE ESSA PORTA EXISTE EM OUTRAS DIMENSÕES NO CASARÃO, ENTÃO QUAL SERIA A FINALIDADE DE SER PARAMÉTRICA.

Não



Considera importante chegar a este nível de detalhamento em um processo de documentação de patrimônio cultural? Justifique sua resposta.

7 respostas

Não saberia opinar sem a resposta à pergunta anterior.

Sim. Permitirá levantar dados importantes para a gestão de edificações com relevância arquitetônica. manutenção/conversação do patrimônio identificado.

Sim, pois para além da representação gráfica, o detalhamento permite a compreensão e o registro da técnica construtiva empregada na referida edificação.

O detalhamento é importante, mas não considero a modelagem neste nível necessária, uma vez que a nuvem de pontos sempre poderá ser consultada.

Sim porque muitos dos detalhes entregam nuances importantes sobre aspectos técnicos construtivos que se perderam ao longo do tempo, os detalhes contam narrativas de composição e técnicas. Um objeto bem detalhado é uma documentação dos bens materiais que por si só contam narrativas.

ACREDITO QUE SIM, CASO HAJA A NECESSIDADE DE RECONSTRUÇÃO OU MESMO REPARO DESTE ELEMENTO, O IDEAL É QUE CHEGUE O MAIS PRÓXIMO DO ELEMENTO ORIGINAL. PORTANTO UM DETALHAMENTO, DESSE NÍVEL SERIA IMPORTANTE PARA A MANUTENÇÃO E MESMO REPOSIÇÃO DESTE ELEMENTO SE NECESSÁRIO

Essa documentação permite preservar a integridade dos bens, facilitar o planejamento de intervenções de conservação e garantir que as futuras gerações possam compreender e apreciar o valor histórico e cultural dos artefatos e estruturas documentados.



Acredita que este nível de detalhamento sob tipo a abordagem em HBIM possa ser efetivamente implementado? Justifique sua resposta.

7 respostas

Tenho dúvidas pois acredito que os elementos arquitetônicos como portas e janelas de prédios históricos não tenham variações de tipos a partir de um padrão de elemento. Mas é uma dúvida por não ser exatamente um pesquisador do campo de patrimônio histórico.

Sim. Processo deve ser acessível e de fácil aprendizado.

Por se tratar de um processo complexo, imagino que possa ser implementado em edificações com elevado valor histórico.

Acredito que o tempo demandado neste processo pode ser utilizado para levantar mais objetos com menos nível de detalhe.

Sim pois permite replicarem de forma manipulável mas controlada, sem distorções dos aspectos que se tornam padronizados

ESSE É UM PROCESSO QUE EXIGE MUITO TEMPO E MODELADORES HABILIDOSOS. EM UMA SITUAÇÃO IDEAL SERIA EXCELENTE, MAS ACREDITO QUE DO PONTO DE VISTA MERCADOLÓGICO SE TORNA MUITO CARO PARA SER IMPLEMENTADO EM GRANDE ESCALA. PRINCIPALMENTE EM UM PAÍS COMO O NOSSO QUE POUCO VALORIZA O PATRIMÔNIO E QUE AS AÇÕES DE PRESERVAÇÃO, CONSERVAÇÃO E RESTAURO SÃO MUITO LIMITADAS AINDA.

A implementação de um nível elevado de detalhamento na abordagem HBIM é possível, mas enfrenta desafios relacionados à complexidade do patrimônio, limitações tecnológicas, disponibilidade de recursos e expertise. A criação de modelos precisos exige ferramentas avançadas, profissionais especializados e recursos financeiros adequados. Além disso, a manutenção e atualização contínua dos modelos são essenciais para garantir sua eficácia ao longo do tempo. O sucesso dessa implementação depende de um planejamento cuidadoso e da alocação apropriada de recursos.



Você considera que o processo exemplificado de representação em HBIM de um elemento construtivo deve se estabelecer como um objeto de aprendizagem?

Justifique sua resposta.

6 respostas

Como forma didática para a compreensão de como foram construídos os elementos, sim.

Sim. Para estudo das edificações em seus diferentes aspectos e ou disciplinas da área da arquitetura.

Sim. Seria uma forma de disseminar o fluxo de trabalho proposto.

Sim, é fundamental termos conhecimento sobre a produção dos elementos diversos em BIM, criando uma maior autonomia nos processos de criação bem como a diversidade projetual dentro das plataformas de BIM

SIM. ESSE PROCESSO PRECISA SER DIFUNDIDO NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO, E PARA PROFISSIONAIS QUE TRABALHAM COM PATRIMÔNIO. QUANTO MAIS SE CONHECER DO PROCESSO E FORMAR PROFISSIONAIS QUE SEJAM APTOS A TRABALHAR ASSIM, MAIORES SERÃO AS CHANCES DE IMPLEMENTAÇÃO.

Sim, considero que o processo de representação em HBIM de um elemento construtivo deve se estabelecer como um objeto de aprendizagem. Isso se deve ao fato de que o HBIM envolve uma combinação de habilidades técnicas e conceituais, incluindo a compreensão da construção histórica, o uso de tecnologias de modelagem avançadas e a aplicação de métodos precisos de documentação. Transformar esse processo em um objeto de aprendizagem permite que estudantes e profissionais adquiram uma compreensão prática e teórica aprofundada, facilitando a aplicação das técnicas HBIM em projetos reais de preservação e restauração de patrimônio. Além disso, ao abordar desafios específicos, como a precisão na modelagem e a integração de dados, o aprendizado se torna mais eficaz, preparando os indivíduos para enfrentar situações complexas na prática profissional.

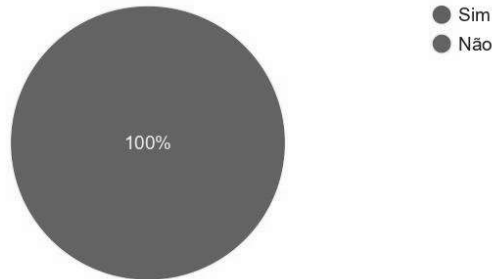
Sua participação é muito importante para esta pesquisa.



Gostaria de marcar uma conversa *on-line*?

 Copiar

1 resposta



Qual é a sua formação acadêmica e especialização?

1 resposta

Arquiteta e Urbanista, Mestre em arquitetura, patrimônio e sistemas urbanos

Qual é o seu cargo atual?

1 resposta

Autônoma

O vídeo apresentado anteriormente trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar no nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificação preexistente e de interesse cultural, sob a abordagem HBIM, para a sua documentação. Após assistir à apresentação, você gostaria de problematizar o processo apresentado? Se sim, em que aspectos?

1 resposta

Ótima pesquisa, considero de grande valor e um importante avanço no processo de registro e salvaguarda dos patrimônios materiais. Entretanto, penso que, na prática, quando se trata de projetos elaborados por empr de um escritório de arquitetura que precisa responder a prazos de editais que quase nunca estão alinhados com a realidade da demanda, o tempo de elaboração de um levantamento tão detalhado seja um importante limitador.



Considera importante chegar a este nível de detalhamento em um processo de documentação de patrimônio cultural? Justifique sua resposta.

1 resposta

Entendo que este nível de detalhamento possibilita a reconstituição de elementos de grande valor histórico para a edificação e se torna um aliado para redescobrir e entender fazeres por vezes perdidos com a falta de mão de obra qualificada e por serem processos até mesmo obsoletos no mercado da construção civil. Outro ponto importante, quanto mais detalhada a representação, maior o nível de confiabilidade do orçamento da obra, pois torna possível a precisão de valores de mão de obra e material, já que a tecnologia BIM permite extrair quantitativos muito confiáveis. Outro ponto é um melhor entendimento por parte dos colaboradores que irão fazer as adequações necessárias no bem, pois como já dito anteriormente, as vezes é um saber fazer que não existe mais.

Você considera que essa abordagem promove um avanço no conhecimento sobre o elemento construtivo? Além disso, no processo de documentação do escritório, é pertinente gerar e registrar esse nível de detalhamento? Justifique sua resposta.

1 resposta

Certamente é um avanço, com este método é possível chegar muito próximo de técnicas que já estão obsoletas, entendo também que o método exige um conhecimento ou um estudo um pouco mais aprofundado dessas técnicas. Entretanto, no dia a dia do escritório, o tempo conta muito e a etapa de levantamento é pouco valorizada pelos clientes e entes públicos. Acredito que quanto mais se percorre este caminho mais se encontrará maneiras de viabilizar técnicas semelhantes de levantamento e registro na prática de projeto. Para isso também é importante considerar o nível de conhecimento em BIM por parte dos escritórios, que julgo um potencial pouco explorado. Sendo assim, seria necessário que os escritórios conseguissem alinhar com o cliente final a quantidade de demanda (entendo o levantamento como uma das principais demandas no projeto de restauração) com o tempo necessário para um registro satisfatório do bem.

Nos processos de documentação do escritório, há tempo dedicado para sistematizar informações a esse nível de detalhamento?

1 resposta

Não há, é sempre tudo muito corrido, principalmente quando se trata de projetos que venham de licitação. Quase nunca, no edital, é considerado um tempo realmente alinhado com a necessidade. Há projetos em que a parte de levantamento e diagnóstico precisa ser entregue em menos de 1 mês, e fazer neste nível de detalhamento, catalogar cada elemento, elaborar mapa de danos, fichamentos, memoriais, pranchas, pode ser inviável considerando que geralmente um escritório de arquitetura atende a mais de um cliente por vez.

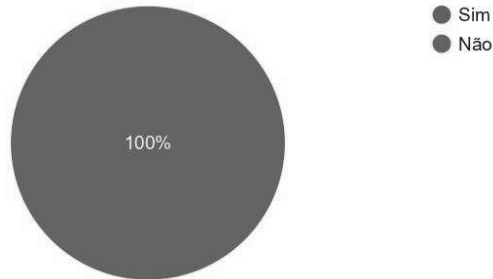
Sua participação é muito importante para esta pesquisa.



Gostaria de marcar uma conversa *on-line*?

 Copiar

1 resposta



Qual é a sua formação acadêmica e especialização?

1 resposta

Arquiteto e Urbanista, mestre em Preservação do Patrimônio Cultural

Qual é o seu cargo atual?

1 resposta

Técnico I

O vídeo apresentado anteriormente trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar no nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificação preexistente e de interesse cultural, sob a abordagem HBIM, para a sua documentação. Após assistir à apresentação, você gostaria de problematizar o processo apresentado? Se sim, em que aspectos?

0 resposta

Ainda não há respostas para esta pergunta.



O Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão do IPHAN está preparado para receber e registrar documentações em formatos de uma nuvem de pontos, modelos paramétricos e arquivos BIM? Em quais desses aspectos o sistema ainda não está preparado?

1 resposta

Até onde tenho conhecimento o sistema não está preparado para receber e registrar esse tipo de documentação. Destaco que minha atuação junto ao SICG consiste unicamente no cadastro preliminar de algum bem ainda não inserido no sistema quando realizada fiscalização do imóvel, por exemplo, cadastro de um imóvel que compõe conjunto tombado, indicando sua localização, endereço e outros dados básicos pertinentes, para posteriormente realizar o cadastro de vistoria de fiscalização em sistema específico.

Caso a resposta anterior seja negativa, há planos para atualizar o sistema para receber esses formatos de arquivos para que o IPHAN possa salvaguardar essas informações? Descreva o que sabe a esse respeito.

1 resposta

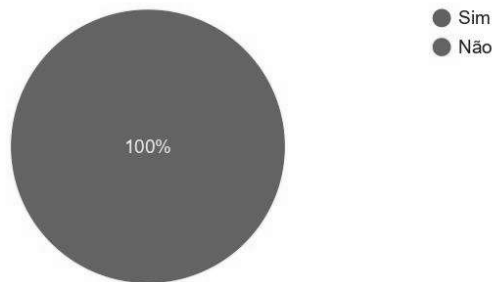
Não tenho conhecimento.

Sua participação é muito importante para esta pesquisa.

Gostaria de marcar uma conversa *on-line*?

 Copiar

2 respostas



Qual é a sua formação atual?

2 respostas

Arquiteto e urbanista

Arquiteta urbanista



Você já tem conhecimento em algum software que utiliza a abordagem BIM? Se sim, qual software e qual é o seu nível de conhecimento?

2 respostas

Revit, intermediário

Não.

Você trabalha ou faz estágio? Se sim, trabalha com softwares BIM?

2 respostas

trabalho, utilizo bim no trabalho

Nao.

O vídeo apresentado anteriormente trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar no nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificação preexistente e de interesse cultural, sob a abordagem HBIM, para a sua documentação. Após assistir à apresentação, você gostaria de problematizar o processo apresentado? Se sim, em quais aspectos?

2 respostas

Houve uma boa exposição do fluxo de trabalho completo. Gostei bastante. Um ponto que me chamou atenção foi a utilização de fórmula para restringir a largura em função da altura, em torno de uma proporção. Seria interessante investigar se ocorrem outras instâncias de portas exclusivamente nesta proporção ou se deixar esta restrição livre, seria mais útil, para a reutilização do modelo. Entretanto, serve como exemplo das possibilidades de parametrização.

Não



Você considera esse processo útil? Acredita que esse fluxo de trabalho pode contribuir para avançar no seu conhecimento sobre o elemento estudado ou até mesmo ajudar no processo de desenvolvimento do projeto de restauro? Justifique sua resposta.

2 respostas

acredito que o uso de nuvem de pontos é bastante útil, mas trabalhoso da forma como foi apresentado, e não dispensa o levantamento métrico. talvez hajam outros sistemas (laser, talvez?) que sejam mais precisos. Acredito que a modelagem atingiu um grau elevado de detalhamento e de informação, que pode contribuir significativamente para os projetos de restauro.

Sim. É importante que as informações estejam sistematizadas para facilitar o uso dos softwares

Com a sua experiência, você desenvolveria essa modelagem de maneira diferente? Tem alguma sugestão? Justifique sua resposta.

2 respostas

Tenho utilizado o aplicativo de levantamento 3dscanner, que utiliza o sensor lidar presente no iPhone, que gera nuvem de pontos de maneira mais rápida que o levantamento por fotogrametria. Entretanto, sofre dos mesmos problemas de falta de "resolução" para detalhes menores, conforme explicitado no detalhe da almofada.

Sobre o processo de modelagem, eu começaria pela modelagem de famílias 'genéricas', talvez com a utilização de fotografias ou ortofotos do modelo real inseridas no ambiente de edição de famílias, em vez de utilizar a nuvem de pontos e modelagem no local. Posteriormente, utilizaria os parâmetros da família para ajustar o modelo, aproximando-o da realidade.

Sem sugestões, não tenho experiência em revit.

Obrigada pela participação!

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Does this form look suspicious? [Relatório](#)

Google Formulários



APÊNDICE C – ENTREVISTA

Este anexo apresenta a transcrição de uma entrevista online realizada por meio da plataforma Webconf no dia 18 de setembro de 2024, às 14h. Participaram da entrevista a orientadora, entrevistado 1 e entrevistado 2 e a mestranda e pesquisadora.

A entrevista integra a pesquisa de mestrado, juntamente com outras entrevistas realizadas por meio de um formulário no Forms. Para esta entrevista específica, optou-se pela transcrição editada.

Quanto ao processo de transcrição e edição das entrevistas, Duarte (2004) ressalta que:

"As entrevistas podem e devem ser editadas. Exceto quando se pretende fazer análise de discurso, frases excessivamente coloquiais, interjeições, repetições, falas incompletas, vícios de linguagem, cacofonias, erros gramaticais, etc. devem ser corrigidos na transcrição editada. É importante, porém, manter uma versão original e uma versão editada de todas as transcrições" (DUARTE, 2004, p. 221).

MESTRANDA: O vídeo apresentado anteriormente trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar no nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificações existentes e de interesse cultural, utilizando a abordagem HBIM para sua documentação. Após assistir à apresentação, gostaria de problematizar o processo que foi apresentado. Em quais aspectos?

ORIENTADORA: Deixa eu te explicar um pouquinho, ENTREVISTADO 1. Uma das questões que eu problematizei com a MESTRANDA é que, como eu não domino a tecnologia, fiquei bem preocupada em entender se o fluxo de trabalho no Revit, que a MESTRANDA configurou para representar a porta, é coerente. Ela pergunta se isso apresenta alguma inovação para ti ou se discordas e achas que faria de outra maneira. São questões bem particulares da própria ferramenta. Depois, teve outras; vou dizer por alto e, em seguida, vamos ler as perguntas que a MESTRANDA fez, até para encurtar e tu ires direto ao ponto do que achaste, porque a MESTRANDA fez todo esse processo.

ORIENTADORA: Acho que é bom contextualizar um pouquinho, ENTREVISTADO 1. Hoje em dia, por exemplo, com o IPHAN, existem fichas muito sintéticas em que só se coloca o estado de conservação. Hoje em dia, em uma construção nova, tu pegas o bloco pronto; às vezes, a própria empresa disponibiliza. Por exemplo, uma porta já vem toda configurada e parametrizada para ser montada, como num jogo de representação. No caso do HBIM, isso não é tão possível, pois esses elementos não estão completamente descritos. São elementos que, muitas vezes, nem sabemos o que têm dentro, qual é o processo construtivo, se foi usado parafuso, prego, encaixe — só desmontando aquele elemento. Claro, a MESTRANDA teve acesso a algumas informações, a portas desmontadas do mesmo estilo e época, então tentou fazer tudo isso, o que é feito ao documentar um patrimônio. E aquele modelo vai ficando aberto; à medida que se obtêm mais informações, elas são adicionadas. O que a MESTRANDA tentou foi avançar nos níveis de detalhamento e entender isso, pois ela faz essas perguntas para técnicos do IPHAN, para estudantes, profissionais que trabalham com patrimônio, pesquisadores e também para técnicos do IPHAN, até porque o IPHAN está estruturando um banco de dados diferenciado, o SICG.

ENTREVISTADO 1: Deixa eu ver se entendi, então. Eu utilizo BIM em outra escala, de modelagem da habitação, sem tantos detalhes. Para o que eu faço, não

interessa. Então, entendo como funciona e até vislumbro potenciais para diferentes aplicações, mas o que utilizo de fato não chega nem perto desse detalhamento da porta. Essa parte do IPHAN, para saber o quão útil isso será, também vislumbro. Por exemplo, com aquela família ali, consigo ver que, a partir de levantamentos que forem feitos, outros elementos semelhantes talvez só precisem de alterações nas proporções, e a pessoa pode só alterar as proporções que tu estabeleceste para tua porta, entende? Assim, não seria necessário modelar tudo de novo; basta verificar se aqueles elementos que estão na tua têm na outra porta, para ligar ou desligar. Isso agiliza o processo de verificar como é construída a porta, quais são os elementos, tendo tudo isso já implementado no BIM. Vejo um potencial nesse sentido. Mas, ao mesmo tempo, nunca trabalhei com isso, então são coisas que estou imaginando pelo pouco contato que tive. Nesse sentido, vejo um potencial de utilidade. Não sei se era essa a pergunta, mas vejo esse potencial, tá?

ORIENTADORA: Tá, isso é bem importante para a MESTRANDA, né? Mas assim, claro, porque depois ela faz outras perguntas. Faz as outras perguntas aí, MESTRANDA.

MESTRANDA: O vídeo apresentado trata de um processo de investigação que busca compreender como avançar o nível de detalhamento de um elemento construtivo de edificações preexistentes e de interesse cultural, utilizando a abordagem HBIM para sua documentação. Após assistir a esse vídeo, eu gostaria de problematizar o processo apresentado.

No caso, eu mostro um processo que fiz: primeiro, realizo a fotogrametria, depois faço uma modelagem local, um componente no qual analiso e estudo cada parte que compõe a porta. Faço essa investigação e crio uma hipótese de como seria a construção por dentro, considerando a materialidade. Depois, passo para a parte da parametrização, que até discutimos em uma reunião em que mostrei um pouco sobre como faço essa parametrização. E o que eu quero saber das pessoas que trabalham com isso é se esse processo que eu fiz está correto ou se há um outro caminho que eu poderia ter tomado.

ENTREVISTADO 1: Bom, imaginar outro caminho eu até imagino. Seria mais fácil? Acho que não. Entende, você poderia ir lá medir, fazer um levantamento manual detalhado e representar em BIM da mesma forma, sem a nuvem de pontos, por

exemplo. Mas eu acho que talvez seja mais ágil usar todas essas tecnologias para agilizar o processo, talvez até obter mais precisão e acessar essas medidas com mais facilidade, sem precisar voltar ao local durante a modelagem. Então, acho que isso é muito útil.

Mas, só para deixar claro, não é algo que costumo fazer; não utilizo nuvem de pontos, embora queira aprender mais sobre isso. Estou te apresentando os potenciais que vejo pelo pouco contato que já tive com o BIM. Se daria para fazer de outra forma? Sim, daria. Mas ainda acho que essa forma é mais ágil, pelo menos no sentido de ter a precisão e levar isso comigo para a modelagem, sem precisar voltar ao local para verificar algum detalhe. Acho isso super útil.

Vou problematizar aqui uma questão em relação ao vídeo em si: quando assisti, me lembrei de que, em alguns momentos, me perdi no processo. Talvez tenha sido bastante demorado para deixar claro cada etapa. Talvez no início pudesse já ter uma prévia, algo como "essas são as etapas: início, meio e fim", e depois destrinchar cada uma delas. Lembro de ter ficado um pouco perdida, sem saber bem o propósito.

Então, sobre o vídeo em si, não sei se a didática dele é algo que te interessa. Não é uma crítica ao processo em si, que me parece bem feito, com a nuvem de pontos e as etapas para ajustar as proporções. Dentro do que conheço, parece bem lógico, mas com o vídeo em si me perdi um pouco. Se a intenção for divulgar isso no IPHAN ou algo do tipo, talvez rever a forma de apresentação no vídeo possa ajudar, para deixar cada etapa bem clara desde o início. Talvez um fluxograma com as etapas ajude.

ORIENTADORA: A MESTRANDA, nesse momento, realmente não está tocando na questão da qualidade do vídeo em si, mas no conteúdo e na explicitação do conhecimento que está sendo veiculado. Evidentemente, ela teria que investir mais para deixar em um formato, digamos, pronto para divulgação. Mas, realmente, o trabalho dela foca mais no conteúdo. Vamos para outra pergunta, então, MESTRANDA.

MESTRANDA: Essa colocação é importante, porque eu incluí essas etapas, mas talvez eu pudesse ter inserido uma imagem para ficar mais claro. A próxima pergunta é: você considera importante investir nesse nível de detalhamento em um processo de documentação de patrimônio cultural? No caso, eu realizo toda a investigação, entendo as relações, as proporções e a hipótese construtiva da porta. Faço

algumas análises e nomeio cada parte que compõe a porta. Gostaria de saber se considera essa investigação e esse nível de detalhamento importante para o processo de documentação.

ENTREVISTADO 1: De novo, eu não sou da área de patrimônio, então meu retorno é limitado. Mas, se eu fosse alguém que lida com documentação de patrimônio, gostaria de ter essa informação. Acho importante, sim, saber como era o nome que está sendo abordado e a história por trás daquilo. A hipótese construtiva, por exemplo, me parece super importante.

Acho relevante também no contexto do BIM, onde tu colocas os nomes dos elementos na própria família com esses nomes históricos. Isso é importante, pois muitas vezes se faz a coisa de forma aleatória e depois é necessário um documento em papel que descreva tudo. Esse tipo de detalhamento já relacionado diretamente no BIM facilita bastante. Pelo que vejo, boa parte disso tu já implementaste. Acho que é importante para uma catalogação digital que não dependa de documentos externos. Ter tudo diretamente no BIM, nos termos corretos, é fundamental para preservar a integridade da documentação.

ORIENTADORA: Então, deixa eu complementar, porque acho que talvez isso também ajude essa discussão mais profunda, principalmente com quem não é da área de patrimônio. Eu acho bacana que tu tenhas essa ideia, porque o que eu considero importante, MESTRANDA, é tu perceberes o que a ENTREVISTADO 1 está dizendo. A maior parte dos elementos que ela pegou para constituir a parametrização da porta está, por exemplo, quando a gente... porque, claro, a MESTRANDA está fazendo uma porta, mas nós já fizemos uma abobadilha, por exemplo, um sistema construtivo que os casarões usavam e, claro, para modelar aquilo, precisamos fazer vigas e outros elementos.

A gente utiliza elementos já parametrizados, que podem não ser exatamente aquilo, mas que, com outro nome, podem contribuir para o HBIM ou o BIM. No fim, tudo é BIM, para ter esse repertório de nomenclatura. Para quem for procurar, mesmo que seja outro elemento igual, pode não encontrá-lo se não tiver a taxonomia associada. Então, essas taxonomias permitem que se constituam bibliotecas ou modelos que enriquecem todo o processo. Claro, o que a MESTRANDA está fazendo é com

um objeto, mas é mais um fluxo de trabalho para tentar chegar a um nível de profundidade, digamos assim, que talvez possa ter desdobramentos.

Estamos fazendo a pesquisa também com profissionais para que eles digam se acham isso útil, talvez inviável, ou talvez mais aplicável ao contexto acadêmico. E é isso que queremos saber, pois vocês são pesquisadores e professores. Esse fluxo é algo que os estudantes prestam atenção? Porque, muitas vezes, o objeto já vem pronto, e fazer um elemento novo e até desconhecido provoca uma postura mais proativa na aquisição de conhecimento. No BIM, a maioria dos elementos é pronta: pega-se uma janela pronta, um bloco pronto, e aquilo se torna algo fechado, sem pensar na janela como um projeto também. Eu acho que essa é a potência do que estamos fazendo. Não é porque a MESTRANDA está dedicada ao HBIM que ela não está contribuindo para um tipo novo de representação, mais conectado com a materialidade e a ação projetual.

ENTREVISTADO 1: Sim, e acho que esse é um elemento próprio do que se imagina ter. Na faculdade, estou no Projeto Três, e sempre tem alunos que querem fazer as coisas em BIM, mas não passaram pela disciplina do ENTREVISTADO 2 ainda, por exemplo. Eles ficam muito limitados por pegar elementos prontos. Quantas vezes vejo alunos com ideias, mas que não sabem como fazer no BIM, pois o formato é diferente, e acabam escolhendo algo pronto. Mesmo depois, em outros projetos, percebo que há uma certa limitação. Eles até sabem que é possível fazer diferente, mas não sabem como.

No caso de brises, por exemplo, querem fazer um brise, mas o formato pronto não é exatamente o que desejam. Então, acabam usando algo que já está pronto. Isso é algo que percebo. Claro, no caso de projetos projetuais, não há nuvem de pontos, mas, ao saberem como fazer exatamente os elementos desejados, criam suas próprias famílias e avançam. Acho que é interessante para diminuir essa limitação, especialmente nos alunos que estão começando a usar essa tecnologia. A minha experiência com BIM não exige muito além do que já está pronto, então eu nunca me aprofundi mais do que nesses momentos de orientação com alunos, mas entendo que, quando é necessário algo que não está pronto, eles precisam aprender a criar do zero.

ENTREVISTADO 2: Gostaria de falar algumas coisas antes de irmos adiante, para complementar o que a ENTREVISTADO 1 já colocou. Acho que é um ponto

fundamental, e isso não se refere apenas à ferramenta BIM. Por estar dentro dessa área há muito tempo, entrei no ensino através do CAD. E essa situação de o aluno usar algo pronto por desconhecimento é comum desde os anos 1990, quando comecei na universidade. A luta é para que se fuja dessa característica humana de que "quem só tem martelo, tudo vê como prego." A pessoa que conhece apenas alguns elementos de uma ferramenta acaba aplicando-os universalmente.

Os estudos da MESTRANDA são academicamente importantes, como bem disse a ORIENTADORA, pois aprofundam o entendimento da taxonomia, de como os elementos funcionam, de como se compõem em famílias e de como se opera uma família para construir os elementos. Esse estudo é muito pertinente, pois aprofunda um campo onde os alunos chegam a projetos mais avançados apenas usando componentes prontos, a partir de uma lógica de automatização. Quando encontram o campo da arquitetura que lida com levantamentos e com a compreensão de elementos já fabricados, encontram no estudo da MESTRANDA um exemplo.

Retomando o ponto da ORIENTADORA, mesmo não sendo da área de patrimônio, vejo que, ao tratar de elementos de patrimônio, estamos falando de um repertório específico. No caso do neoclássico, por exemplo, não se têm portas fabricadas em série. São portas de manufatura artesanal, e entender essas peças é importante, pois criar uma base de conhecimento que, com o tempo, se torna histórico tem valor profundo. O entendimento de cada uma dessas partes é fundamental.

Voltando ao ponto da ENTREVISTADO 1, é necessário levantar como isso é feito e quais são os passos para constituição de famílias industriais, o que já existe e como construir esse paralelo. Quando se faz uma família, há a ideia de que haja variações de tipos, como uma porta semioca com folha de cedrinho, por exemplo. Podemos fazer variações de tamanho, mas a mesma constituição se mantém, com dobradiça, maçaneta e marco iguais. Acredito que, nas edificações que MESTRANDA está estudando, não seja o caso. São portas desenvolvidas especificamente para a situação, e não há variações como "mais 50 cm ali, menos 20 cm lá".

Mas essa é uma contribuição importante para o ensino, pois MESTRANDA poderá aproveitar levantamentos futuros para substituir elementos sem a necessidade de modelar tudo do zero.

ENTREVISTADO 1: Não sei, eu não tinha entendido qual seria a situação.

MESTRANDA: Nós temos a repetição daquela mesma porta 13 vezes, mas ainda estou investigando se, ao alterar a largura, isso muda muita coisa ou se são todas iguais. Ainda não tenho esse dado, mas é um tipo que se repete.

ENTREVISTADO 1: E, por exemplo, se eu fosse fazer um levantamento de outro casarão, eu conseguiria aproveitar elementos daquela tua família de porta e usá-los em outros levantamentos, alterando alguns desses parâmetros?

MESTRANDA: A ideia é que sim, porque eu fiz uma família do tipo aninhada. Então, eu tenho a família de travessas verticais, a família de travessas horizontais e a família das almofadas. Assim, consigo, a partir dessa minha biblioteca, montar outro tipo de família.

ENTREVISTADO 1: Ah, entendi. Então, isso agilizaria no caso de outros levantamentos também.

ENTREVISTADO 2: Para outros levantamentos, sim, mas não exatamente como variações de tipo. Ela teria que montar uma nova família. As famílias que ela criou foram feitas como um modelo. Quando enfrentou esse problema, eu ajudei um pouco, e surgiu a ideia de fazer as famílias aninhadas, separando por tipo, não foi? Acho que foi uma dessas vezes.

Então, quando ela fizer um novo levantamento, as almofadas, por exemplo, terão um desenho diferente, e a pessoa precisará criar um perfil estrutural novo. Mas, com o modelo já pronto, basta substituir o perfil no aninhamento. Isso automatiza os próximos levantamentos, mas não pelo princípio de variação de tipos dentro do levantamento atual. Isso é o que acredito, mas depende do levantamento que ela fizer. Pelo que me lembro, ela está trabalhando com o casarão 2, certo?

MESTRANDA: Casarão 8.

ENTREVISTADO 2: Casarão 8? Ah, é que eu trabalhei no casarão 2. Lembro que, nesse caso, não havia essa variedade; era tudo muito diferente entre si, e cada porta tinha suas particularidades. Mas esse é um caso diferente, uma reforma, algo mais específico.

MESTRANDA: O que eu entendo que o ENTREVISTADO 2 questiona é se a mesma porta do casarão 8 poderia ser usada no casarão 2 ou no casarão 6, por exemplo.

ENTREVISTADO 2: Não é exatamente uma dúvida. Sei que não teria, mas o levantamento permite que se aproveite a estrutura mudando os alinhamentos. O que estou dizendo é que, no próprio casarão 8, não haverá variações dessa porta apenas em centímetros, como é comum fazer. Geralmente, temos uma porta com um tipo que aplicamos em 80 cm, 90 cm, 100 cm, e algumas famílias de fabricantes já têm essas variações.

Acredito que não será o teu caso. No entanto, será possível que, de um levantamento para o outro, simplesmente se troque o elemento do alinhamento, sem precisar construir tudo de novo. Assim, aproveita-se o modelo.

MESTRANDA: Você acredita que esse tipo de detalhamento e abordagem em HBIM possa ser efetivamente implementado?

ENTREVISTADO 1: Em que contexto? Por exemplo, em levantamentos do IPHAN, onde há interesse em detalhar cada elemento do patrimônio, acho que há potencial para implementação. Isso agiliza processos, como discutimos. Se formos fazer o levantamento de 20 casarões em Pelotas, os elementos que já modelaste e aninhaste agilizam os próximos levantamentos.

A pessoa pode focar no perfil da almofada específica e substituí-la sem refazer toda a modelagem. Na faculdade, também vejo potencial em que, no Projeto 6, por exemplo, cada aluno possa fazer um processo similar ao teu, desde a nuvem de pontos até a análise, como trabalho de disciplina. Isso serve tanto para o conhecimento de patrimônio quanto para aprender a construção de uma porta, os elementos ou outro objeto usando esse método. Além disso, ajuda no entendimento do próprio BIM e da geração de famílias, algo que mencionamos antes. Vejo, então, essas duas áreas — o acadêmico e a prática de patrimônio — como campos de aplicação.

Era sobre isso que era a pergunta, certo? Sobre usar isso?

MESTRANDA: Sim, sobre poder ser implementado efetivamente.

ENTREVISTADO 2: Claro. Vou falar um pouco sobre as experiências que tenho. Algumas famílias compartilhadas que usamos de fabricantes, por exemplo, estão no 3D Object. Elas são compartilhadas já com detalhes de camadas, medidas e tudo mais. Quando trazemos isso para o nosso desenho, ele já inclui o detalhamento de como cada camada é representada e todas as partes ampliadas.

Então, tu tens a possibilidade de ter a tua porta em um arquivo onde ela já aparece detalhada. Se alguém muda, por exemplo, as almofadas ou as travessas — agora não lembro os nomes exatos —, essa montagem já está pronta para ser alterada. É como se fosse um “pré-frito,” só aquecer e está pronto. Isso permite que o levantamento não precise ser refeito do zero, pois o procedimento já foi criado.

MESTRANDA: Gostaria de ver essa família depois. E minha próxima pergunta é: você considera que o processo de representação em HBIM de um elemento construtivo poderia ser estabelecido como um objeto de aprendizagem?

ENTREVISTADO 1: Acho que já adiantei essa resposta quando falamos do vídeo. O processo pode ser um objeto de aprendizagem, mas talvez ele precise ser mais sucinto, focando no processo em si. No início, apresentaria um fluxograma com início, meio e fim, e depois destrincharia cada etapa. No vídeo, vi que mencionas o casarão em si, mas, para um objeto de aprendizagem voltado a outras aplicações, o foco deveria ser mais no processo do que no caso específico do casarão.

ENTREVISTADO 2: Concorro. Como objeto de aprendizagem, ele é útil para ensinar a modelagem de elementos e entender o levantamento histórico, bem como o processo de montagem de famílias aninhadas. A dica é fazer vídeos compactos, com 15 a 20 minutos no máximo, que expliquem o processo de forma direta, sem repetir passos.

MESTRANDA: Acho que é isso. Não sei se a ORIENTADORA quer acrescentar algo, mas as perguntas da pesquisa eram essas. Gostaria de agradecer a todos pela participação e contribuição.

ENTREVISTADO 2: Ótimo, esperamos ter ajudado.

ENTREVISTADO 1: Sim, esperamos ter ajudado.

MESTRANDA: Contribuirá bastante para minha pesquisa. Espero que possam assistir à minha defesa. Ainda não tenho data, mas será em breve.

ENTREVISTADO 2: Assistiremos. Vai dar tudo certo