

A door to access HBIM: didactic aspects to advance in the level of detail (LoD), geometry (LOG) and information (LOI)

Cláudia Andriele da Costa Freitas¹, Edemar Dias Xavier Junior¹, Adriane Borda Almeida da Silva¹

¹ Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil
claudiaandrielef@gmail.com; e1432@hotmail.com; adribord@hotmail.com

Abstract. The BIM approach in architectural element modeling has been working to achieving increasingly higher levels of detail. We report an exercise in modeling a component of a historical building (HBIM), aimed at understanding the possibilities of using this approach in a specific architectural education context. We started from the extraction of information acquired through digital photogrammetry of a single constructive element, to be associated with the exploration of use and generation of parametric components that shape it. It concerns a door of a mansion dating back to 1878. The exercise results enhance the documentation of the element as require scientific investigation to advance in levels of detail and, above all, reinforce the importance of applying the contemporary approach of addressing cultural heritage through the principles of distinctiveness, reversibility, and ethical gap filling in digital modeling, which can be enhanced by the HBIM approach.

Keywords: Digital Heritage; Cultural Heritage; HBIM; Digital Photogrammetry; LoD

1 Introdução

A abordagem BIM (Building Information Modeling) é reconhecida por sua proposta de aprimorar processos relacionados ao projeto, construção e gestão de edifícios, no que tange à redução de custos, à detecção precoce de conflitos entre disciplinas de projeto e à melhoria na tomada de decisões ao longo do ciclo de vida da construção. Essa abordagem consiste em associar dados digitais aos elementos construtivos, criando um sistema de informação unificado, de fácil acesso e gestão, organizado em um modelo tridimensional (Santoni et al., 2021).

Embora esta abordagem seja mais focada em projetos e construções novas, a sua aplicação em edifícios preexistentes, conhecida como HBIM (Heritage Building Information Modeling), tem ganhado relevância para a

qualificação das ações de documentação, as quais instrumentalizam os processos de preservação e de valorização do patrimônio histórico material. Entretanto os avanços em BIM não podem ser transpostos diretamente para o HBIM, tendo em conta a natureza diversificada e complexa dos edifícios históricos. Mota e Figueiredo (2021) afirmam que tal natureza impede a criação de uma biblioteca paramétrica única que abranja diversas edificações históricas, o que configura um desafio para o desenvolvimento de algoritmos e tecnologias capazes de lidar com tanta variedade e complexidade.

Dore e Murphy (2012) caracterizaram a abordagem HBIM como uma solução de engenharia reversa, sob a lógica de tentar extrair informações geométricas a partir de um mapeamento digital da superfície de uma edificação. Este mapeamento permite obter uma nuvem de pontos que pode ser a base informacional para a criação de modelos paramétricos precisos da superfície visível da referida edificação. Groetelaars e Amorim (2011), de maneira didática, explicam que uma nuvem de pontos consiste em uma representação de pontos em coordenadas cartesianas (x, y e z) e com características relacionadas aos componentes RGB. Entende-se que a conexão entre os pontos da nuvem pode gerar uma superfície poliédrica digital para se assemelhar à geometria da superfície do objeto original. Este modelo de superfície ainda pode evoluir para representar um modelo sólido, o qual permite associar informações de desempenho físico, por exemplo, relativas à materialidade da edificação.

Os métodos mais difundidos para obter uma nuvem de pontos são as técnicas de escaneamento a laser 3D e a fotogrametria digital. O escaneamento a laser 3D, conforme Groeterlaars e Amorim (2011), utiliza feixes de raios laser para digitalizar a superfície dos objetos, resultando na obtenção automática de uma grande quantidade de dados em um curto período. Essa tecnologia se mostra altamente versátil na captura de geometrias com diferentes níveis de complexidade, gerando nuvens de pontos que representam fielmente a superfície do objeto escaneado. A fotogrametria, segundo a ASPRS (2009), é uma disciplina que combina arte, ciência e tecnologia para gravar, medir e interpretar imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante, entre outras fontes. Ela também pode proporcionar informações confiáveis sobre a forma dos objetos físicos.

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 estabelecer fluxos de trabalho claramente definidos para todas as etapas do processo. Para isto, é essencial explicitar o objetivo da modelagem e as informações que se deseja extrair dos elementos, bem como determinar o nível de desenvolvimento (LOD). 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 os materiais utilizados ao longo de sua vida, sobre cada elemento arquitetônico.

Em 2013, o American Institute of Architects (AIA, 2013) publicou um documento intitulado "Level of Development Specification for Building Information Models", o qual diferencia seis níveis de informação (LODs), por meio de pontuação: 100, 200, 300, 350, 400 e 500. Segundo Acca (2022) esta pontuação é constituída pelo somatório dos pontos associados ao tipo/quantidade e qualidade das características geométricas (Level of Geometry - LOG) com os pontos relativos aos dados anexados aos objetos modelados (Level of Information - LOI).

Em estudos específicos em HBIM, como Groetelaars (2015), Tolentino (2018) e Santana e Groetelaars (2022), encontra-se o LoD, 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 incluída 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 é capaz de gerar várias representações ativadas de acordo com o nível de informação desejado para cada escala adotada.

Groetelaars (2015) desenvolveu um quadro de referência para o LoD, onde foram utilizados cinco níveis de detalhamento, os quais associam as características específicas dos elementos construtivos à escala da representação gráfica. As cinco escalas referidas são: 1/500, 1/200, 1/100, 1/50 e 1/20. Cada uma delas está associada a três valores em milímetros, respectivamente: 1) afastamento máximo entre os pontos da nuvem utilizada para descrever a superfície do elemento (75, 30, 15, 5 e 3); 2) desvio máximo para as dimensões de elementos principais (200, 100, 50, 25 e 10) e 3) desvio máximo para as dimensões de detalhes (-,-,20, 10 e 4). Para cada nível são descritos os tipos de elementos modelados e a finalidade, desde a modelagem de uma volumetria externa - contemplando paredes e coberturas, para apoiar um planejamento inicial de projeto de documentação (nível 1) -, até a criação de famílias em alto nível de detalhamento - necessária como base para projetos de intervenção (nível 5).

Avançar na modelagem de uma edificação histórica exige investigar a biografia de cada um dos elementos que a compõe, o que envolve o lançamento de hipóteses fundamentadas no conhecimento de práticas construtivas e materialidades contemporâneas à edificação abordada, tal como preconizam as teorias de restauro de um patrimônio cultural. Particulariza-se uma teoria brandiana, de Cesare Brandi (1906-1988), referenciado como promotor do restauro crítico-criativo, de 1960. Este tipo de restauro busca o reconhecimento de uma obra de arte em sua consistência física e em sua dupla polaridade estética e histórica, em ordem a sua transmissão ao futuro. Esta teoria adverte para o cuidado em não produzir falso histórico, o que apagaria os vestígios do transcurso da obra através do tempo, e aponta, dentre vários critérios, para a importância da distinguibilidade, entre as diferentes camadas da história do elemento, e da reversibilidade, de reversão da intervenção.

O objetivo desta investigação, que compõe uma pesquisa de mestrado, é de compreender como a abordagem HBIM pode ser inserida em um processo formativo de graduação em arquitetura. Trata-se de uma problemática no campo da didática, por envolver pré-requisitos formativos ainda pouco usuais no contexto de arquitetura: o uso de linguagens de programação, tal como se observa em Belén et al. (2018); a utilização 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). Neste trabalho relata-se o estágio da pesquisa, com avanços na compreensão teórica sobre HBIM e com o reconhecimento de ferramentas que possibilitam uma introdução desta abordagem sem o uso de linguagem de programação: uma proposta de fluxo de trabalho dirigida a um contexto formativo específico.

2 Metodologia

Por conta do viés didático desta investigação, utiliza-se a Teoria da Transposição Didática, apresentada por Chevallard (1991), a qual pode facilitar a compreensão das estruturas de saber envolvidas em um processo de apropriação e produção de conhecimento. Esta teoria considera que um determinado saber se compõe por quatro elementos que podem ser agrupados em dois blocos: do saber (teorias, as quais produzem, explicam e justificam as tecnologias, e as tecnologias, as quais produzem, explicam e justificam as técnicas) e do saber-fazer (técnicas e tarefas/problemas). O bloco do saber é associado aos contextos científicos, o do saber-fazer ao profissional, enquanto que no contexto educativo deve transitar uma estrutura integral, sob uma relação dialética entre os dois blocos. Sob este olhar didático, o estudo buscou explicitar a estrutura de saber envolvida em um exercício de representação de um elemento arquitetônico sob a abordagem de HBIM.

Para integrar as abordagens teóricas, tecnológicas e didáticas, os procedimentos foram pensados em etapas, não necessariamente sequenciais, mas que traduzem a estratégia de compreensão da estrutura de saber necessária para abranger o problema/tarefa.

2.1 Explicitação das teorias

Para a explicitação das teorias, conforme já mencionado na introdução, foram observados os discursos associados ao HBIM e às teorias de restauro, na busca de uma representação interpretativa. Santana e Groeterlaars (2022) realizaram uma revisão das propostas normativas para a modelagem HBIM. Durante essa revisão, foram identificados alguns termos que se alinham com os propósitos deste exercício. 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 com os conceitos de Nível de Desenvolvimento (LoD), Nível de Informação (LOI) e Nível de Geometria (LOG), amplifica as possibilidades de estabelecer um processo de HBIM. Para avançar no LOQH, o estudo partiu do reconhecimento sobre a história da edificação, para logo particularizar a história de um elemento que se constitui como um bem cultural integrado.

2.2 Explicitação das tecnologias (discursos sobre HBIM)

Nesta etapa foi possível contar com a capacitação para compreender os discursos das ferramentas que permitem a abordagem HBIM em dois processos formativos dirigidos: a partir da disciplina Simulação Ambiental para Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo/ Universidade Federal de Santa Maria (2021) e a partir da disciplina de Representación gráfica del patrimonio (2019 - 2020) da Universidade de Zaragoza, Espanha. Em conjunto, esta formação acelerou o reconhecimento de tipos de ferramentas empregadas para o uso da fotogrametria digital associada à parametria.

2.3 Explicitação das técnicas

Para a explicitação das técnicas foi realizado o exercício de abordagem HBIM de um elemento de arquitetônico, para então compreender e sistematizar um fluxo de trabalho a ser proposto junto a um contexto formativo de arquitetura.

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, sem envolver linguagem de programação. Para realizar o estudo exploratório, foi decidido aplicar o LoD, nível de detalhe (Level of Detail), para aplicar a classificação nível 5, proposta por Groetelaars (2015). O objetivo desta modelagem tridimensional é alcançar o nível de detalhe da escala 1/20, levando em consideração também os conceitos de LOI (Level of Information) e LOG (Level of Geometry).

3 Resultados e Discussões

Os resultados são parciais, tendo em vista a impossibilidade de esgotar o preenchimento de lacunas de informação para constituir um modelo do elemento abordado que conte toda a sua biografia. Entretanto, contou-se com

produções específicas sobre a história da edificação, relativa ao elemento selecionado, advindas do campo da museologia (Gastaud et al., 2014), das artes (Santos et al., 2011), da documentação de um processo de restauro da edificação (Projeto Monumenta – IPHAN (2007), Polidori & Bandeira, 2020), e de um processo contínuo de documentação por tecnologias digitais desde 2015 do todo da edificação (Silva et al., 2016).

O elemento arquitetônico selecionado para o estudo é uma porta interna de um Casarão de arquitetura eclética situado no centro histórico da cidade de Pelotas. Esta edificação hoje abriga um museu universitário, o que oportuniza estabelecer um diálogo com a comunidade e potencializar os saberes ali tratados. Como residência, edificada em 1878, teve sua função original preservada até 1950, quando passou a abrigar outras funções da administração pública, conforme destacam Gastaud et al. (2014). A edificação, em sua maior parte de um pavimento com porão alto, possui uma área construída de 807,72 m², distribuída em 29 cômodos. Em 2006, a construção foi adquirida pela Universidade e, em 2009, iniciou-se um restauro emergencial do edifício, na intenção de conter a degradação que ocorreria em função da ação do tempo e da falta de manutenção. Desde 1977 o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), protege legalmente este Casarão. A porta estudada se constitui como um tipo que se repete 13 vezes, descrita como porta de madeira e vidro, com bandeira, 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, a reunião de todas as informações complementares para a compreensão do modo construtivo.

Deve-se destacar que a abordagem BIM nesta edificação é inédita. O exercício de desenvolvimento de uma modelagem HBIM, permitiu constituir uma proposta de fluxo de trabalho e apontar para a possibilidade de caracterizar outras categorias de LoD, em escala não somente de redução mas também de ampliação, quando se pensa na abordagem didática que pode incrementar o conhecimento de um patrimônio cultural, em especial, para visibilizar o patrimônio imaterial associado à materialidade das edificações, como, por exemplo, o saber-fazer construtivo e cultural que envolve o objeto abordado. A Figura 1 sintetiza o fluxo de trabalho proposto, constituído em seis etapas. Após o reconhecimento do elemento no local, foi realizado um **planejamento** para proceder a fotogrametria digital. A **tomada fotográfica** foi realizada com a câmera configurada para 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 fotos 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. O **processamento fotogramétrico** possibilitou a geração de uma nuvem de pontos, enquanto que no **pós-processamento** foi gerado um modelo de malha triangular irregular.

texturizado por meio do software Agisoft Metashape Professional. A nuvem de pontos foi manipulada utilizando-se do software CloudCompare. Isto envolveu: eliminar pontos que estivessem gerando ruído para que a nuvem fosse representativa da superfície do objeto; gerar a malha triangular irregular texturizada; e alinhar a orientação da nuvem de pontos e do modelo texturizado com os eixos x, y e z das coordenadas do objeto. Após esta manipulação a nuvem de pontos foi salva no formato E57 e o modelo texturizado no formato *.obj. A partir do software Autodesk ReCap Photo foi criado um projeto no formato RCP com o arquivo da nuvem de pontos, tendo-se assim formatos compatíveis com o software de modelagem BIM Revit.

A etapa de **modelagem do objeto**, ou de desenvolvimento do modelo tridimensional, relativa ao LOG, está apoiada no uso do software Revit 2024, da Autodesk. Esta versão, assim como a de 2023, permite carregar arquivos no formato *.obj. Para a criação do modelo, foram sobrepostas quatro fontes de informação: levantamento métrico, nuvem de pontos, malha triangular irregular texturizada e fotografias auxiliares, tendo-se assim redundância suficiente para qualificar a precisão da representação da superfície do elemento. Optou-se por utilizar o modo de **criação de componente por “modelagem no local”**, ao invés de optar pela criação de uma nova “família”, como seria em um método tradicional de configuração de um elemento porta no software Revit. Essa estratégia foi adotada pois nas versões atuais do Editor de Famílias ainda não é possível inserir diretamente uma nuvem de pontos. Dessa maneira, a modelagem no local permitiu contornar essa limitação e avançar na representação tridimensional da porta. Mesmo sendo uma “modelagem no local” foi possível adicionar uma categoria de família, para que esse elemento seja lido corretamente em qualquer plataforma BIM, neste caso foi selecionada a categoria de "Porta". Este processo consistiu em investigar cada parte que compõe o elemento, representando-as separadamente, com base na nuvem de pontos e da malha triangular da porta e nas medições obtidas das duas faces da porta, incluindo as espessuras. Foram utilizados os perfis das seções dos elementos, para gerar as superfícies por operação de extrusão ou varreduras.

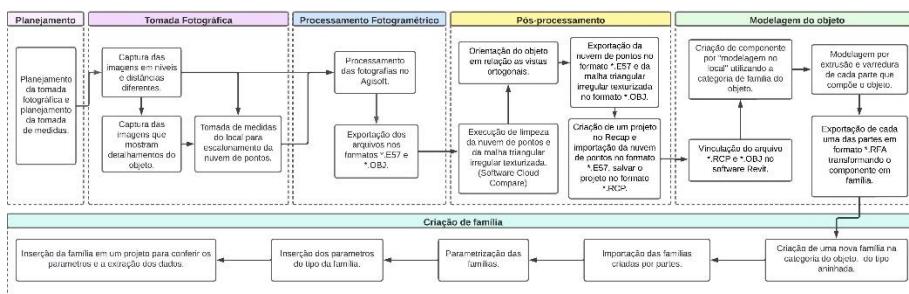


Figura 1. Fluxo de trabalho proposto para HBIM em um processo formativo junto à graduação em arquitetura. Fonte: Autores, 2023.

Destaca-se que para avançar no nível de detalhe foi desenvolvida uma hipótese construtiva da porta, baseada em Costa (1955) e na análise de uma porta de mesmo tipo que atualmente encontra-se em restauração, a qual foi retirada de uma outra edificação de mesmo estilo arquitetônico e da mesma cidade. Com isto foi possível o desmembramento para compreender o sistema de encaixe e os tipos de peças que constituem a porta. A Figura 2 ilustra o processo de representação e o desenvolvimento da hipótese: (A) a tomada fotográfica; (B) a nuvem de pontos gerada no software Agisoft; (C) a malha triangular texturizada; (D, E e F) as vistas do modelo e das partes; (F) a porta em perspectiva, com a hipótese de encaixe do tipo fura-espiga.

Para adicionar informações no modelo, relativo ao LOI, partiu-se para a investigação sobre o material e as técnicas construtivas da porta. A partir de Gonçalves et al. (2015) foi identificado que o tipo de madeira utilizado nas esquadrias da edificação é Cedrela fissilis. Apoando-se em Civita et al. (1979) foram nomeadas cada uma das partes (Figura 2-G). Essas informações, estão sendo incorporadas ao modelo, como links externos. Incluiu-se, também, a data da modelagem e nome do modelador.



Figura 2. Ilustração das etapas do processo de modelagem em HBIM de uma porta do Casarão 8. Fontes: Autores, 2023.

Os critérios de distinguibilidade e reversibilidade (referência às teorias brandianas) são interpretados da seguinte maneira: são registradas as diferentes camadas da história do elemento, neste caso, as intervenções ocorridas nas ferragens, na cor da madeira, ou no reparo ou substituição de peças; a reversibilidade é associada à possibilidade de revisão da informação, tendo em conta o não esgotamento de hipóteses em uma investigação histórica, para o preenchimento de lacunas para a precisa representação/documentação. Por outra parte, ainda foram realizadas análises sobre a relação entre as partes, com o propósito de gerar informações sobre as questões estéticas, de organização formal do elemento. A Figura 3 exemplifica a identificação de regras compostivas fundamentada em proporções clássicas. Observa-se a lógica do uso da proporção áurea e da

recíproca da áurea (correspondente com a lógica de raiz de 5). Há um jogo recursivo entre a delimitação das almofadas do corpo da porta com as da base, para manter a mesma proporção. Percebe-se também a determinação de lugares geométricos específicos para conectar cada uma das partes com a diagonal do retângulo que faz o enquadramento de todo o elemento: pelo menos um vértice de cada elemento pertence a esta diagonal. A precisão do modelo de nuvem de pontos permite realizar este tipo de estudo.

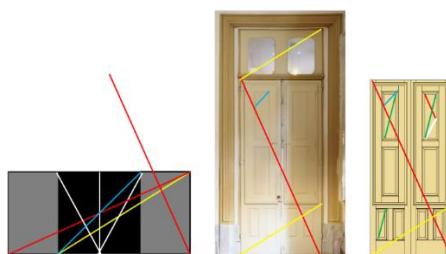


Figura 3. Estudo das relações proporcionais entre as partes do elemento. Fontes: Autores, 2023.

Entretanto, algumas questões seguem em discussão. Uma delas 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 dificultam a identificação de características únicas dos pontos homólogos que são pontos de interesse nas imagens para alinhar e sobrepor as fotos. Este tipo de problema gera como resultado uma nuvem de pontos esparsa, pela dificuldade do software de distinguir entre um ponto e outro e por acabar sobrepondo informação em um mesmo ponto e desconsiderando outros. Isto aconteceu, em particular com a representação das almofadas, cujos detalhes curvos e minuciosos destes elementos foram parcialmente perdidos. Para superar essas limitações, foram utilizadas fotografias adicionais em conjunto com o levantamento métrico. A sequência de imagens da Figura 4 ilustra a questão: (A) vista frontal do modelo da porta em malha triangular gerada a partir da nuvem de pontos; (B) perfil da porta; (C) ampliação do perfil na parte curvilínea da almofada, com pouca definição; (D) fotos de apoio para a modelagem; (E,F,G e H) o modelo.

Buscou-se atingir o nível de detalhe (LoD) 5, relativo a representações na escala 1/20. Para isto, de acordo com Groetelaars (2015), 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.



Figura 4. Estudo das relações proporcionais entre as partes do elemento. Fontes: Autores, 2023.

A Figura 5 ilustra os procedimentos empregados para a análise: (A) gráfico de densidade (número de pontos por m^2), com representação da curva de Gauss para evidenciar a média e o desvio padrão; (B) distribuição da densidade, sobre a superfície da porta, a qual decresce nas bordas; (C) vista ortogonal da nuvem; (D) mapeamento das distâncias entre os pontos; (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 5. (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: Autores, 2023.

4 Considerações Finais

Considera-se que a contribuição deste estudo é no campo da didática, tendo em conta a explicitação de uma estrutura de saber a ser veiculada em um processo formativo de arquitetura. Integra um discurso tecnológico, sob a abordagem BIM para um elemento de edificação histórica, com um discurso próprio das teorias do restauro, o que constitui o bloco do saber propriamente dito. Mais do que isto, relata os procedimentos práticos para a produção de documentação de um elemento construtivo, o que especifica o bloco do saber-fazer. Com isto, compõe-se uma estrutura integral do saber envolvido, para ser sistematizada e veiculada em formato de objeto de aprendizagem.

Trata-se assim de um resultado a ser compartilhado em contextos formativos de arquitetura para promover o atingimento de níveis altos de detalhamento da informação, sempre dependente do avanço na compreensão da biografia do elemento arquitetônico abordado. As dificuldades enfrentadas para a estruturação de novos componentes são entendidas como um esforço

necessário neste momento como construção coletiva de informação que se perdeu no tempo. A investigação para particularizar cada parte constitutiva de um elemento potencializa a lógica de associação e categorização de tipos de técnicas construtivas e de materialidades, o que auxilia a compreender o contexto cultural de cada camada da biografia do referido elemento arquitetônico o que instrumentaliza a emissão de juízo de valor do objeto como patrimônio cultural. Agradecimentos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio na realização do presente trabalho.

Referências

- ACCA. (2022, March 10). LOD e LOIN no BIM: o que são e para que servem. ACCA software S.p.A. <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-para-que-servem/>
- AIA. (2013). Level of Development Specification. Forum BIM. <https://bimforum.org/resource/level-of-development-specification/>
- ASPRS. (2009). Guidelines for Procurement of Professional Aerial Imagery, Photogrammetry, Lidar and Related Remote Sensor-based Geospatial Mapping Services. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1346-1365. <https://rangelandsgateway.org/dlio/5341>
- Belén, R., Merchán, P., Salamanca, S., Pérez, E., Moreno Rabel, M. D., & Merchán, M. J. (2018). Creación de bibliotecas de objetos paramétricos para su integración en modelos HBIM. In XXXIX Jornadas de Automática (pp.1069-1076). <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497565.1069>
- Brumana, R., Della Torre, S., Previtali, M., Barazzetti, L., Cantini, L., Oreni, D., & Banfi, F. (2018). Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI):surveying, preservation, site intervention? the Basilica di Collemaggio (L'Aquila). Appl Geomat, (10),545-567.<https://doi.org/10.1007/s12518-018-0233-3>
- Civita, V., Faria, E. d. S., Civita, R., Civita, R., & Costa, R. V. d. (1979). Dicionario Arquitetônico. Arte no Brasil, 2, 1-1036.
- Chevallard, Y. (1991). La Transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado (3rd ed.). Buenos Aires: Aique Grupo Editor.
- Cogima, C. K., Nascimento, R. V. d. C., Paiva, P. V. V. d., Carvalho, M. A. G. d., & Dezen-Kempter, E. (2020, January 17). Scan-to-HBIM aplicado à igreja da Pampulha de Oscar Niemeyer. Gestão & Tecnologia De Projetos, 15(1), 117-134. <https://doi.org/10.11606/gtp.v15i1.152828>
- Costa, F. P. D. (1955). Encyclopédia prática da construção civil: Obras de alvenaria. Lisboa: Edição do Autor, Portugália Editora.
- Costa, H. A., Souza, M. P. D., Baldessin, G. Q., Albano, G., & Fabricio, M. M. (2021). Modelagem BIM para registro digital do patrimônio arquitetônico moderno. Revista Projetar - Projeto E Percepção Do Ambiente, 6, 49-68. <https://doi.org/10.21680/2448-296X.2021v6n1ID21331>

- Dore, C., & Murphy, M. (2012). Integration of Historic Building Information Modeling (HBIM) and 3D GIS for Recording and Managing Cultural Heritage Sites. s, 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, Milan, Italy. <https://arrow.tudublin.ie/beschrecon/72/>
- Gastaud, C. R., Cruz, M., Leal, N. M. P. M., Cruz Sá, P. C. d., & Castro, R. B. d. (2014). Do sal ao açúcar. as ações educativas do Museu do Doce da UFPel (Universidade Federal de Pelotas), 19(2), 91-105. <https://doi.org/10.15210/EE.V19I02.4954>
- Groetelaars, N. J. (2015). Criação de Modelos BIM a partir de “nuvens de pontos”: estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica (Universidade Federal da Bahia). Tese. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/20220>
- Groetelaars, N. J., & Amorín, A. (2011). Tecnologia 3D Laser Scanning: características, processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos. SIGraDi XV - Congresso Da Sociedade Ibero-Americana De Gráfica Digital, 490-494. https://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2011_125.content.pdf
- Gonçalves, M. R. F., Gatto, D. A., Mattos, B. D., Stangerlin, D. M., & Calegari, L. (2015). Caracterización de la madera existente en un predio histórico de Pelotas - RS. Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science), 6(1), 63-70. <https://doi.org/10.12953/2177-6830/rcm.v6n1p63-70>
- 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
- Mota, B. B. d., & Figueiredo, K. V. (2021, August). H-BIM no controle e avaliação do Patrimônio Histórico. Boletim do Gerenciamento, 25(25), 12-24. <https://nppq.org.br/revistas/boletimdo gerenciamento/article/view/568>
- Polidori, E. D., & Bandeira, A. d. R. (2020, December 30). Casarão 8 - Catálogo da restauração do Museu do Doce - UFPel. Editora UFPel, 1-61 <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/6838>.
- Santos, C. A. A., Noble, A. W., Gayguer, G. O., Santos, J. V. d., Ortiz, J. G., & Scotto, R. R. d. S. (2011) Elementos funcionais e ornamentais da arquitetura eclética pelotense: 1870-1931. Estuques. Ecletismo em Pelotas (1870-1931), 1-32. <https://ecletismoeempelotas.wordpress.com/estuques/>
- Santana, E. & Groetelaars, N. J (2022). Normatização aplicada ao HBIM. <https://www.iau.usp.br/enanparq2022/index.php/anais/>
- Santoni, A., Martín-Talaverano, R., Quattrini, R., & Murillo-Fragero, J. I. (2021). HBIM approach to implement the historical and constructive knowledge. The case of the Real Colegiata of San Isidoro (León, Spain). Virtual Archaeology Review, 12(24), 49-65. <https://doi.org/10.4995/var.2021.13661>
- Silva, A. B. A. D., Silveira, D. S., Medina, A., & Vecchia, L. F. D. (2016). Pontos (de vista) sobre o patrimônio: entre o escaneamento e a fotogrametria. SIGraDi XX - Congresso Da Sociedade Ibero-Americana De Gráfica Digital. <https://doi.org/10.5151/despro-sigradi2016-730>
- Tolentino, M. M. A. (2018). A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do patrimônio arquitetônico. Universidade Federal da Bahia. Tese. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/27947>