



ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA A DOCUMENTAÇÃO DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS COMPLEXOS EM HBIM

DIDACTIC STRATEGIES FOR DOCUMENTATION OF COMPLEX CONSTRUCTIVE ELEMENTS IN HBIM

FREITAS, Cláudia Andriele da Costa Freitas¹,
BORDA, Adriane Almeida da Silva²,
XAVIER-JUNIOR, Edemar Dias³,
FISS, Rafael Einhardt⁴,
PIRES, Janice de Freitas⁵,
SILVEIRA, Aline Montagna da⁶

Resumo

Este estudo busca apresentar estratégias didáticas adotadas em um processo de inserção da abordagem BIM (*Building Information Modeling*) em uma disciplina de projeto de arquitetura. A disciplina referida, do sexto semestre formativo, exige a produção de documentação de edificações de valor cultural que normalmente envolvem elementos construtivos diferenciados daqueles disponibilizados como repertório das ferramentas que apoiam tal abordagem, tratando-se assim de práticas em HBIM (*Heritage BIM*), o que adiciona complexidade ao processo. Para a estruturação da proposta didática, partiu-se do reconhecimento de um fluxo de trabalho dirigido à produção de documentação desse tipo de edificação. Para a experimentação com os estudantes, foram disponibilizados modelos elaborados por estagiários docentes, para facilitar a produção da documentação a partir da associação de técnicas de fotogrametria e parametria. Analisa-se o caso de representação do elemento abobadilha, observando-se a efetiva apropriação, por parte dos estudantes, do fluxo de trabalho proposto. Mesmo diante das dificuldades enfrentadas, a disciplina incorporou em suas práticas, durante os últimos três semestres, os discursos didáticos em HBIM e segue na busca pelo aperfeiçoamento das estratégias utilizadas.

Palavras-chave: HBIM; fotogrametria; parametria; patrimônio cultural, currículo de arquitetura.

Abstract

This study aims to present didactic strategies adopted in a process of integrating the BIM (*Building Information Modeling*) approach into an architectural design course. The course in question, offered in the sixth

¹ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0000-0003-0423-4771, claudiaandriele@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0000-0001-6760-6566, adribord@hotmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0000-0002-3669-6527, e1432@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0009-0008-6259-1367, rafa.fiss@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0000-0002-1975-3147, janicepires@gmail.com

⁶ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0000-0002-9723-7746, alinmontagna@yahoo.com.br

semester, requires the production of documentation for cultural heritage buildings, which typically involve construction elements different from those available in the tools that support this approach, thus involving practices in HBIM (Heritage BIM), adding complexity to the process. For structuring the didactic proposal, a workflow directed towards the documentation of such buildings was recognized. During experimentation with students, models developed by teaching interns were made available to facilitate documentation production through the association of photogrammetry and parametric techniques. The study analyzes the representation of the "abobadilha" element, observing the effective appropriation of the proposed workflow by the students. Despite the challenges faced, the course has incorporated didactic discourse in HBIM over the last three semesters and continues to seek improvements in the strategies employed.

Keywords: HBIM; photogrammetry; parametric; cultural heritage; architecture curriculum.

1 Introdução

A busca pela inserção da abordagem *Building Information Modeling* (BIM) nos planos de ensino da formação em arquitetura, em disciplinas de projeto, reflete o reconhecimento de sua importância tanto nos meios acadêmicos quanto profissionais. Segundo Succar (2009), um modelo BIM envolve um conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias para gerenciar a essência do projeto, construção e operação de edifícios no formato digital em todo o ciclo de vida da edificação.

Em 2008, Russel e Elger (2008) apontavam que os currículos que não reconheciam o BIM como um processo de planejamento digital, que exige protagonismo de habilidades e competências em ferramentas digitais, seriam considerados ultrapassados. Sob esta compreensão, a infraestrutura de apoio para a adoção da abordagem BIM junto ao contexto formativo foi sendo ampliada. Avançaram também as legislações específicas para editais de obras públicas que exigem o emprego desta abordagem. Um caso exemplar é do Estado de Santa Catarina, pioneiro na elaboração de um caderno de especificações BIM para contratos de obras públicas (Alves, 2022).

Com o propósito de acelerar o processo de atualização dos currículos de cursos da área da construção civil em relação à apropriação do BIM nas práticas pedagógicas, um grupo de pesquisadores vinculados às instituições de ensino criou a Rede BIM Brasil. Scheer *et al.* (2013) já relatavam ações produzidas por esta Rede, observando-se a intensificação destes relatos nos Encontros Nacionais sobre o Ensino de BIM (ENE BIM, 2023). Para coordenar estas ações, a Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC) criou a Rede de Células BIM (Ruschel; Ferreira, 2022). Esta rede se articula por grupos criados em instituições de ensino, para propor e desenvolver um Plano

de Implementação de BIM Curricular (PIBc), por meio de uma ação multiplicadora de Células BIM.

De acordo com Ruschel e Ferreira (2022), essa ação segue as diretrizes do Projeto Construa Brasil. Este Projeto, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, apresenta, dentre as suas oito metas, quatro delas diretamente focadas no BIM: difundir o BIM e seus benefícios; apoiar ações de estruturação do setor público para a adoção do BIM; criar condições favoráveis para o investimento público e privado em BIM e estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM.

O Projeto Construa Brasil propõe um protocolo padronizado para a implementação Curricular do BIM, 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 Plano de Implementação de BIM curricular (PIBc); e (5) revisão, disseminação e integração do projeto no plano estratégico (Ruschel; Ferreira, 2022).

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 (UFPe) (Corrêa et al., 2023). Dessa maneira, este estudo busca contribuir com essa iniciativa e aproveitar a oportunidade de refletir e agir para a inserção da abordagem BIM no contexto de disciplina de projeto de arquitetura que aborda a documentação e a intervenção em edificações de interesse cultural.

A abordagem BIM em edificações de valor cultural, denominada HBIM (*Heritage Building Information Modeling*), adiciona complexidade, tendo em vista não somente a dificuldade de acessar toda a informação que compreende o ciclo de vida destas edificações, mas também a frequente imprecisão ou inexistência de sua documentação técnica (Groetelaars, 2015). Além disto, embora as ferramentas apropriadas para esta abordagem já disponibilizem modelos parametrizados de elementos construtivos associados a técnicas e materiais diversos, é comum, nestas edificações, a presença de elementos únicos e com geometrias complexas, exigindo saberes específicos para gerar uma representação digital correspondente.

Neste contexto, foram realizadas experiências pedagógicas junto a uma disciplina de Projeto, de sexto semestre, do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFPe, que abarca a documentação e a intervenção no patrimônio cultural edificado, considerada propícia para a aplicação de HBIM. Além do relato destas ações, realiza-se uma reflexão didática sobre a pertinência das estratégias utilizadas para o enfrentamento de um

descompasso ou assimetria entre as trajetórias formativas dos estudantes, prévias a esta disciplina, em termos de apropriação de tecnologias específicas para a abordagem BIM.

2 A infraestrutura conceitual e procedimental que apoiou a ação didática

Em um estudo anterior, Freitas *et al.* (2024) desenvolveram um fluxo de trabalho para a construção de um modelo HBIM. Este fluxo envolveu a etapa de levantamento, utilizando tecnologias de fotogrametria, até a criação de um modelo paramétrico em uma plataforma BIM. O fluxo de trabalho proposto foi explicitado a partir de um exercício de representação de um elemento arquitetônico em HBIM, desenvolvido no *software* Autodesk Revit, utilizando a versão educacional. O processo envolveu a produção de uma nuvem de pontos, por fotogrametria, como um recurso/documentação auxiliar para o desenvolvimento de uma representação digital tridimensional paramétrica de um elemento construtivo. Groetelaars e Amorim (2011) 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. A conexão entre os pontos da nuvem de pontos pode gerar uma malha triangular irregular para se assemelhar à geometria da superfície do objeto original. Com isto, pode-se constituir um modelo de superfície, que quando transformado em modelo sólido, permite associar informações, como, por exemplo, de desempenho físico, relativo à materialidade da edificação, entre outras.

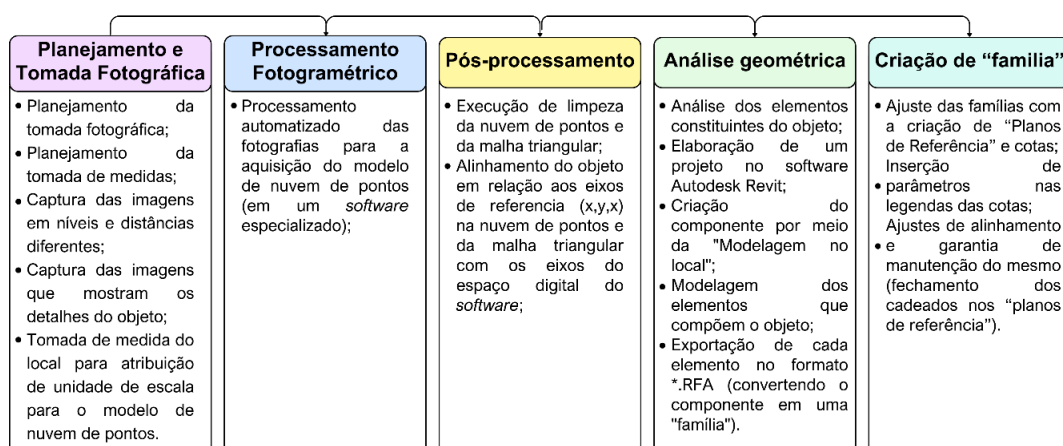
O referido exercício de representação apresenta uma sequência de procedimentos para chegar à modelagem HBIM. Esta sequência parte do **planejamento** para a tomada fotográfica e para as medições, reconhecendo o local e verificando todos os materiais necessários para realizar o processo de fotogrametria. Após este planejamento, se estabelece o processo de **tomada fotográfica**, durante o qual são capturadas imagens necessárias que demonstram com detalhes a superfície do objeto de estudo em diversos ângulos e posições. Depois disso, são realizados o **processamento fotogramétrico** e o **pós-processamento** para obter a nuvem de pontos relativa ao objeto abordado.

Para adentrar na etapa de **análise geométrica** é realizada uma modelagem tridimensional, utilizando a nuvem de pontos e uma malha triangular irregular como fonte de informação, adquirida nos procedimentos anteriores. O exercício propõe a criação de um componente através da "modelagem no local". Entende-se que esta é uma maneira de contornar uma dificuldade encontrada, junto ao *software* Autodesk Revit, até as versões de 2024, relativa ao impedimento de importação direta de arquivos de nuvem de pontos na interface de criação de famílias personalizadas. Na sequência, esse componente gerado é

exportado e transformado em “família”¹. Após a **criação da família**, são feitos ajustes de parametrização por intermédio de um editor de família.

Este fluxo de trabalho aponta para a possibilidade de utilizar a nuvem de pontos de duas maneiras: por meio de suas seções/fatias para compreender o formato da superfície/contorno em suas relações dimensionais; e por sua transformação em uma malha triangular irregular, para identificar vazios causados pela distância entre pontos, que são observados quando há aproximação (“zoom”) da nuvem de pontos. O exercício realizado caracterizou um fluxo de trabalho, representado na Figura 1, o qual pode ser adaptado e aplicado para outros *softwares* de modelagem que trabalham com os fundamentos do BIM.

Figura 1 - Fluxo de trabalho proposto para a documentação em HBIM



Fonte: Autores, 2024.

3 Metodologia

Os procedimentos adotados neste estudo foram construídos de maneira dialogada entre o corpo docente que segue conduzindo o uso de métodos de levantamento tradicional e o grupo de docente e estagiários docentes dispostos a problematizar e dar suporte para que a disciplina pudesse ser permeada pelo fluxo de trabalho anteriormente mencionado. Como já comentado, até o momento, há uma discrepância formativa em relação à abordagem BIM entre os estudantes matriculados nesta disciplina de sexto semestre. O currículo passou por várias mudanças e, atualmente, inclui a disciplina de Representação Digital em BIM, de caráter obrigatório². Frente a isto, torna-se importante que o processo de incorporação de novas tecnologias seja conduzido de maneira gradual e estruturada, considerando as necessidades individuais dos estudantes. Apoiando-se em Ruschel e Ferreira (2022), adota-se o plano a seguir.

¹ No *software Autodesk Revit*, uma “família” significa um agrupamento de elementos que possuem um conjunto comum de propriedades, chamados de parâmetros, estruturados a partir de uma representação gráfica relacionada, uma representação associativa, paramétrica.

² Deve-se considerar os reflexos do período de ensino remoto durante a pandemia COVID19.

3.1 Análise das práticas da disciplina

Na disciplina de Projeto de Arquitetura VI o objetivo é estudar, analisar e refletir criticamente sobre a elaboração de propostas de intervenção no patrimônio edificado de valor cultural. A disciplina é organizada em várias etapas, que combinam conteúdos teóricos e práticos, a partir das especificidades do campo. Durante as etapas práticas realiza-se a identificação, reconhecimento e diagnóstico de uma obra edificada com valor cultural. Nesta fase, os estudantes são instruídos a utilizar métodos tradicionais de levantamento como base para a elaboração de um exercício de documentação de patrimônio edificado. Esses métodos incluem medições realizadas com trenas manuais e a laser, com o registro das informações frequentemente feito em pranchetas ou cadernetas, complementado por croquis e textos auxiliares. Posteriormente, essas informações coletadas servem como subsídio para a geração dos desenhos técnicos de arquitetura, utilizando tecnologias digitais para representação bi e/ou tridimensional. Embora o desenho técnico à mão apareça de maneira eventual, a integração desses métodos tradicionais com as ferramentas digitais é valorizada no âmbito desta disciplina.

3.2 Processos de transformação do plano de ensino

A representação da associação entre paredes e esquadrias em uma edificação que se valha de componentes construtivos já disponibilizados junto a um *software* de abordagem BIM, pode ser comparada à dinâmica de um jogo de montar e de ajustar parâmetros para caracterizar os elementos construtivos, em suas técnicas e materiais. No entanto, uma abordagem HBIM naturalmente é dificultada não apenas pela representação da geometria da edificação, mas também pela falta de informações que geralmente se perdem ao longo do tempo. A partir do primeiro semestre de 2023, a disciplina contou com uma infraestrutura conceitual e tecnológica que permitiu a implementação gradual de técnicas de fotogrametria digital, para então auxiliar na resolução das informações geométricas, e de técnicas para o uso da abordagem BIM no contexto do patrimônio cultural (HBIM). O plano de ensino foi ampliado e não propriamente transformado, pois estes novos saberes foram adicionados à dinâmica própria da disciplina.

3.3 Estratégias adotadas para a inserção das novas tecnologias

Para o reconhecimento inicial da fotogrametria foram oferecidas oficinas complementares às aulas regulares, em formato híbrido, com no mínimo 8 horas/aula. Essas oficinas eram de caráter opcional e contavam com orientação contínua durante as aulas obrigatórias da disciplina, permitindo focar nas aprendizagens individuais. Foram disponibilizados protocolos e modelos, elaborados por estagiários docentes, para facilitar a produção da documentação sobre a associação de técnicas de fotogrametria e parametria.

3.4 Estratégias adotadas para a inserção das novas tecnologias

O plano de implementação de HBIM incluiu a continuidade das demais técnicas de levantamento tradicionalmente utilizadas na disciplina, consideradas complementares. Entretanto, a disciplina incorporou a proposta de apresentar todo o fluxo de trabalho, mesmo havendo a expectativa do processo ser lento e diferenciado para cada perfil de estudante, exigindo flexibilização e apoio contínuo de especialistas (estagiários docentes).

3.5 Revisão e reflexão das estratégias adotadas

Além da descrição de ações realizadas para o enfrentamento da problemática aqui abarcada, realiza-se um processo reflexivo sobre a efetividade das ações realizadas, sob o propósito de subsidiar a qualificação das estratégias formativas adotadas.

4 Desenvolvimento do trabalho

Os experimentos foram realizados ao longo dos três últimos semestres letivos³. Todos abordaram o mesmo lugar: a *Villa Augusta*, uma edificação eclética construída em 1913 com uma área aproximada de 2.200 m², localizada na Avenida Duque de Caxias, 250, na cidade de Pelotas/RS, que abriga hoje a Faculdade de Medicina da UFPel. O conjunto de imagens da Figura 2 apresenta o local da *Villa* em diferentes escalas e pontos de vista. A Figura 2E apresenta a vista do saguão, de pé-direito duplo, coberto por uma claraboia central, local que ilustra os elementos construtivos a serem utilizados como estudo de caso para observar a eficácia do desenho didático experimentado: o caso das abobadilhas. Trata-se de elementos representativos da inovação tecnológica associada ao ecletismo, presente em outros exemplares construídos no mesmo período, na cidade de Pelotas. A Figura 2F mostra a aparência das abobadilhas situadas no teto do andar superior deste saguão.

Figura 2 - Localização da *Villa Augusta* na cidade de Pelotas



Fonte: Autores, 2024

³ Os semestres foram condensados em 2023, por conta dos desajustes de calendário provocados pela pandemia COVID19.

A abobadilha exige uma modelagem específica para ser parametrizada e foi desenvolvida por estagiários docentes, para exemplificar tanto o processo de aquisição da nuvem de pontos, quanto para demonstrar a configuração de um modelo paramétrico. No entanto, os demais elementos da edificação foram modelados pelos estudantes matriculados na disciplina, sob a orientação dos estagiários docentes.

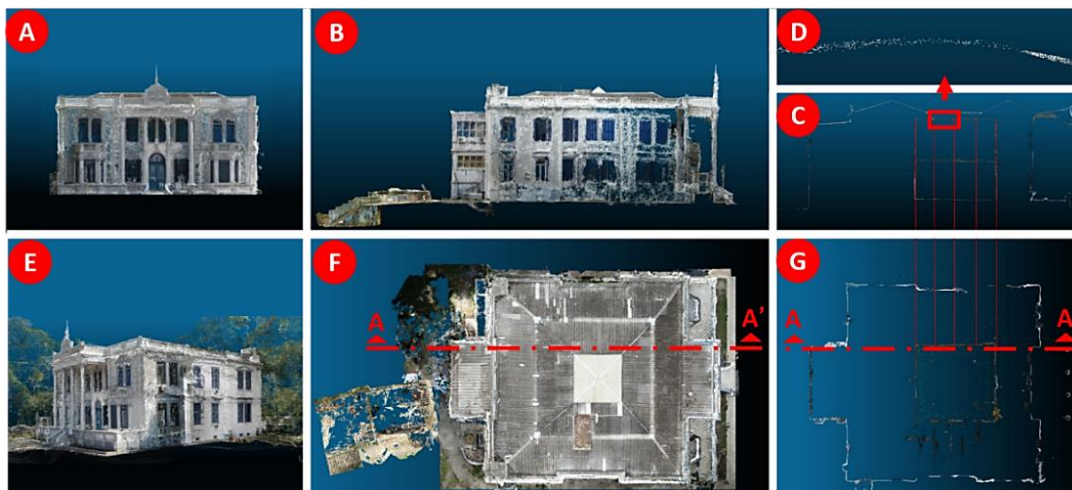
4.1 A aquisição, disponibilização e a manipulação da nuvem de pontos

Durante a disciplina os estudantes se envolveram ativamente no processo de aquisição de nuvens de pontos parciais da edificação por fotogrametria terrestre, processo abordado na Oficina já mencionada. Por outra parte, o estagiário docente ficou responsável por disponibilizar para os estudantes um modelo que integra todas as nuvens de pontos parciais e as obtidas pela fotogrametria aérea, realizada por ele. Para a modelagem foi escolhido o *software* Autodesk Revit, na versão 2023, apropriado para a abordagem BIM e por disponibilizar uma versão estudantil.

Nas Figuras 3A, B e F tem-se as vistas ortogonais da nuvem de pontos, e na Figura 3E, uma perspectiva. As Figuras 3C e G demonstram como o modelo de nuvem de pontos foi utilizado pelo estagiário para apoiar a representação em seção horizontal (planta baixa) e vertical (corte) da edificação. Este apoio se deu por meio da operação que delimita uma fatia da nuvem de pontos para caracterizar um conjunto de pontos (entre dois planos de corte) que permite conformar um perfil da superfície visível.

Sobre as representações das Figuras 3C e G, foram sobrepostas as fatias de nuvens de pontos adquiridas pelos estudantes, abordando um conjunto de quatro abobadilhas. O perfil ampliado de uma única abobadilha, na Figura 3D, facilita visualizar a nuvem de pontos que poderia auxiliar a extração de informação sobre as relações entre os vãos e a curvatura do elemento construtivo.

Figura 3 - Representações da *Villa Augusta* a partir do modelo de nuvem de pontos: Vistas ortográficas, perspectiva e seções, particularizando o elemento construtivo abobadilha



Fonte: Autores, 2024.

A maioria dos estudantes não utilizou o modelo de nuvem de pontos para esta extração de informação, justificando que enfrentaram dificuldades para visualizar os detalhes do modelo a partir do *software* de modelagem *Autodesk Revit*. Ao aplicar zoom para examinar os detalhes da nuvem de pontos, os estudantes relataram que a densidade diminuiu, dificultando a modelagem precisa dos elementos, especialmente no que diz respeito aos ornamentos. Desta maneira, os estudantes consideraram mais eficaz desenvolver a modelagem com base no levantamento métrico tradicional.

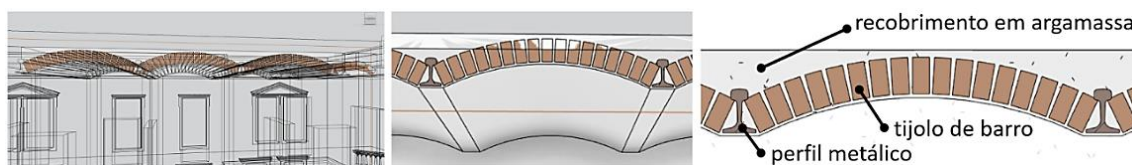
Deve-se destacar que o processamento das fotografias e o pós-processamento realizado pelos estudantes para obter as nuvens de pontos desconsideraram a utilização de filtros capazes de eliminar a redundância de pontos, o que dificulta a compreensão da nuvem de pontos para a modelagem. A baixa qualidade da nuvem de pontos da abobadilha também foi ocasionada pela inexperiência dos estudantes no processo de planejamento e de captura das imagens. Outra questão que corroborou para isto foi a homogeneidade da textura e da cor do elemento. Para este tipo de caso, poderia ser utilizado marcadores para romper esta homogeneidade e facilitar o processamento da nuvem de pontos.

Essa dificuldade poderia ter sido contornada se os estudantes tivessem optado por utilizar uma malha triangular irregular sobreposta à nuvem de pontos, facilitando a visualização dos detalhes. O modelo paramétrico da abobadilha foi disponibilizado para que os estudantes utilizassem esse modelo para incorporar as informações específicas da construção, obtidas durante os levantamentos realizados individualmente.

4.2 Parametria da abobadilha

A técnica da abobadilha, na *Villa Augusta*, envolve estruturas paralelas de perfis de aço, com espaçamento de aproximadamente 1,30 metros. Esses vãos são preenchidos com pequenas abóbadas de berço feitas de tijolos maciços em arco abatido. O revestimento inferior é em estuque, e a pavimentação superior é em ladrilho hidráulico. A Figura 4 ilustra a estruturação da abobadilha, composta por vigas em perfil metálico em I, tijolo de barro a cutelo e um recobrimento em argamassa.

Figura 4 - Representações das abobadilhas da *Villa Augusta*



Fonte: Autores, 2024.

Para representar parametricamente este sistema de abobadilhas, em *software* BIM (*Autodesk Revit* – 2023), foi utilizada a “família” do tipo Viga com perfis personalizados. Foram criados três tipos de perfis: viga metálica de seção, estabelecida em dimensão única, sem parametrização; espaço de preenchimento em argamassa, permitindo variar a

largura (vão), altura do elemento e altura do arco; abóbada de tijolos que permite a parametrização da largura e altura do arco, número de tijolos e dimensão dos tijolos em corte (Figura 5).

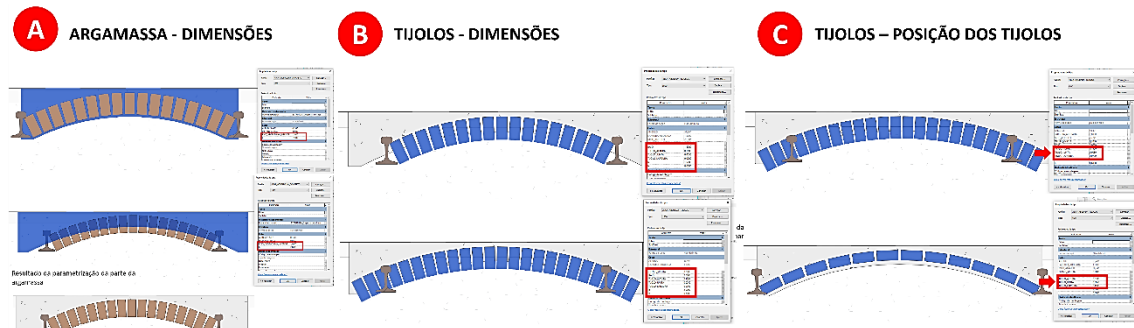
Figura 5 - Perfis personalizados pela família Viga: parametria do elemento construtivo abobadilha



Fonte: Autores, 2024

A Figura 6A e B exemplifica o exercício de alteração de alguns parâmetros considerados, como o raio inferior da abobadilha e a quantidade de tijolos para a sua conformação. Na Figura 6C observa-se a possibilidade de alterar a posição dos tijolos, de cutelo para meio tijolo, neste caso a quantidade de tijolos é ajustada automaticamente.

Figura 6 - Parametrização dos elementos que compõe a abobadilha



Fonte: Autores, 2024.

A exploração do modelo paramétrico da abobadilha foi realizada com sucesso, o que permitiu a representação destes elementos junto ao modelo BIM da edificação. Desta maneira, os estagiários docentes demonstraram como os elementos convencionais paramétricos (neste caso da família “viga”) podem compor outro tipo de elemento, sendo necessário compreender a lógica associativa estabelecida por cada família.

Por fim, deve-se destacar que o fluxo de trabalho inicialmente proposto foi reconhecido pelos estudantes, embora não tenha sido totalmente aplicado, tendo-se a expectativa de futuros avanços para que adquiram autonomia tanto na aquisição de nuvens de pontos de melhor qualidade como da estruturação de modelos paramétricos de novos elementos, na

medida em que o currículo seja permeado com ambas as tecnologias em etapas anteriores.

Ao longo dos três semestres mencionados, foram adotadas algumas estratégias para facilitar o uso da abordagem HBIM, como a disponibilização de protocolos e modelos elaborados por estagiários docentes para facilitar a documentação com técnicas de fotogrametria e parametrização. A integração dessas tecnologias visa não apenas enriquecer a formação dos alunos, mas também desenvolver novas habilidades, especialmente na documentação de patrimônio histórico.

A aplicação do fluxo de trabalho proposto indicou a necessidade de aprimoramentos para que o ensino se torne mais eficaz, incluindo a revisão de outros *softwares* BIM. A relevância deste trabalho reside na disseminação das práticas de introdução do HBIM nos currículos de Arquitetura, com o objetivo de consolidar essa tecnologia como parte integrante da formação acadêmica em Arquitetura e Urbanismo.

5 Conclusão

A criação de um modelo HBIM requer conhecimentos prévios necessários que ainda são pouco explorados no contexto de ensino de arquitetura e urbanismo abordado. Este estudo relatou a experiência de inserção de práticas em HBIM em disciplina de Projeto, mesmo considerando as dificuldades a serem enfrentadas. Esta inserção foi realizada a partir das possibilidades de contar com uma equipe de estagiários docentes para dar suporte técnico: para aquisição de dados geométricos precisos, por meio da fotogrametria para a obtenção de modelos de nuvens de pontos, e para a implementação de técnicas de parametrização, até o momento, por meio da criação de modelos associativos que relacionam as partes do objeto.

Apesar das dificuldades encontradas, a disciplina incorporou os conceitos de HBIM em suas práticas nos últimos três semestres e continua buscando o aperfeiçoamento das estratégias utilizadas.

Colaboradores

O trabalho foi desenvolvido de maneira colaborativa em todas as etapas por todos os autores.

Agradecimentos

Aos órgãos financiadores de bolsas, CAPES – Código de Financiamento 001.

Referências

ALVES, Roberto. **O modelo de colaboração BIM3C e a gamificação do processo de ensino-aprendizagem de projeto colaborativo em BIM**. Orientador: Alice Theresinha Cybis Pereira.

2022. 243 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

CORRÊA, Luciano; BORTOLINI, Rafaela; SANTOS, Mariana; WOJCIECHOWSKI, Anderson; FREITAS, Cláudia. Construção de um plano de implementação BIM curricular em curso de arquitetura e urbanismo. In: **Encontro Nacional sobre Ensino de BIM**, v. 5, p. 1-1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.46421/enebim.v5i00.3530>

ENEBIM: Coordenação do Grupo de Trabalho de Tecnologia da Informação na Construção da ANTAC. 2018-2023. 2023. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/index>.

FREITAS, Cláudia; XAVIER-JUNIOR, Edemar; BORDA, Adriane. A door to access HBIM: didactic aspects to advance in the level of detail (LoD), geometry (LOG) and information (LOI). p. 206-217. **XXVII SIGRADI**: Blucher, São Paulo, 2024. P DOI 10.5151/sigradi2023-358.

RUSCHEL, Regina; FERREIRA, Sérgio. Rede de Células BIM ANTAC. In: **Encontro Nacional sobre Ensino de BIM**, v. 4, p. 1-1, 2022. DOI: 10.46421/enebim.v4i00.1952

GROETELAARS, Natalie. **Criação de modelos BIM a partir de "nuvens de pontos": estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica**. 2015. 372 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal Bahia, Salvador, 2015.

GROETELAARS, Natalie; AMORIM, Arivaldo. Tecnologia 3D Laser Scanning: características, processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos. In: **XV SIGRADI**. Santa Fé: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (UNL). 2011. p. 1-5.

RUSSEL, Peter; ELGER, Dietrich. The Meaning of BIM: Towards a Bionic Building. In: **Proceedings of the 26th Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe**. Lier: 2008. p. 531-536. Disponível em: https://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2008_190.content.pdf

SCHEER, Sérgio; SANTOS, Eduardo; AMORIM, Sérgio; AMORIM, Arivaldo. **Modelagem da Informação da Construção**: uma experiência brasileira em BIM. 5. ed. Curitiba: UFPR, 2013. 554 p. v. 11. ISBN: 978-85-87801-24-1.

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. DOI 10.1016/j.autcon.2008.10.003.