

Levantamento com scanner à laser na modelagem da igreja: um estudo do nível de desenvolvimento - LOD

Study of the level of development in the modeling of the igreja: based on laser scanner

DOI:10.34117/bjdv8n8-304

Recebimento dos originais: 21/06/2022

Aceitação para publicação: 29/07/2022

Juliê Pena de Oliveira

Arquiteta e Urbanista pela Universidade de Brasília (UNB)
Instituição: Universidade de Brasília (UNB)
Endereço: Quadra 1 conjunto E1 Casa 10, Sobradinho - DF
E-mail: julliepena@gmail.com

Vanda Alice Garcia Zanoni

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (UNB)
Instituição: Universidade de Brasília (UNB)
Endereço: Universidade de Brasília (UNB), Brasília - DF, CEP: 70910-900
E-mail: vandazanoni@unb.br

Pedro Pellegrino da Fonseca

International Master em BIM management (Universidade de Barcelona - Zigurat)
Instituição: Universidade de Brasília (UNB)
Endereço: SHIS Qi 09, Conjunto 14, Casa 20, Lago Sul, Brasília - DF, CEP: 71625-140
E-mail: pedro.pellegrino@grupoflug.com

RESUMO

O presente artigo é uma pesquisa sobre o uso de HBIM para o levantamento e documentação do Patrimônio Cultural, em que o objeto de estudo foi a Igreja Nossa Senhora de Fátima, localizada em Brasília, Distrito Federal. O levantamento arquitetônico foi feito com Scanner à Laser. A partir da nuvem de pontos gerada, foi feita a modelagem 3D utilizando o software Revit. O objetivo deste trabalho é analisar o Nível de Desenvolvimento (LOD) empregado na modelagem, com base no padrão desenvolvido pelo American Institute of Architects (AIA). Foi possível notar que a ausência de documentação pode influenciar na modelagem 3D, por não ter informações suficientes para gerar um modelo HBIM. Portanto, reunir informações no modelo pode contribuir para a preservação patrimonial de forma mais efetiva ao longo do seu ciclo de vida. O uso de ferramentas como o LOD pode tornar o processo de documentação mais acurado e transparente, melhorando a qualidade de comunicação entre os usuários do modelo e pesquisadores.

Palavras-chave: LOD, HBIM, documentação, patrimônio cultural, igreja.

ABSTRACT

This article is a research on the use of HBIM for the survey and documentation of Cultural Heritage, in which the object of study was the “Igreja Nossa Senhora de Fátima”, located in Brasília, Distrito Federal. The architectural survey was carried out with a Laser

Scanner. From the generated point cloud, 3D modeling was performed using Revit software. This work aims to analyze the Level of Development (LOD) used in modeling, based on the standard developed by the American Institute of Architects (AIA). It was possible to notice that the absence of documentation can influence the 3D modeling, as it does not have enough information to generate an HBIM model. Therefore, gathering information in the model can contribute to heritage preservation more effectively throughout its life cycle. The use of tools such as LOD can make the documentation process more accurate and transparent, improving the quality of communication between model users and researchers.

Keywords: LOD, HBIM, documentation, cultural heritage, igrejinha.

1 INTRODUÇÃO

A abordagem BIM (Building Information Modeling) abarca todo o ciclo de uma construção, desde a etapa de projeto até a manutenção da edificação. O Heritage Building Information Modeling (HBIM) é a aplicação do conceito BIM para o patrimônio cultural, e visa a documentação, a análise e a conservação de edifícios de valor cultural.

O BIM é uma metodologia utilizada para gerenciar o projeto e os dados da construção no formato digital ao longo de toda a vida da edificação (PENTTILÄ, 2006). Além da compreensão de todo o processo, contribui para a integração entre as disciplinas de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), bem como permite a documentação e acompanhamento da edificação em todos os seus estágios.

Segundo Tolentino (2014, p. 04), o HBIM contempla um processo que envolve uma solução de engenharia reversa em que, inicialmente, mapeiam-se os elementos arquitetônicos utilizando varredura à laser ou fotogrametria. Em seguida, os dados levantados são combinados a objetos paramétricos, gerando o modelo. O produto final HBIM é um modelo geométrico completo, incluindo detalhes do objeto, tais como materiais e métodos construtivos. A partir daí, podem ser gerados cortes, detalhes, vistas ortográficas e perspectivas, subsidiando a análise e conservação do objeto histórico (DORE; MURPHY, 2017).

A abordagem HBIM pode-se constituir numa alternativa importante para a organização dos dados relativos às edificações de interesse histórico-cultural. Nos modelos HBIM podem ser agregados além dos dados geométricos e semânticos referentes à construção, outros dados inerentes à história da própria edificação, transformações sofridas, fotografias, mapas de danos, entre outros tipos de informações (AMORIM et al., 2019, p. 20).

Para Tolentino (2018, p. 85), embora se aproprie do conceito BIM, o HBIM não contempla todo o ciclo de vida da edificação histórica que pretende representar, por não participar da fase de projeto nem de construção. No entanto, uma vez feito o levantamento cadastral, o modelo HBIM servirá como base de projetos de restauro e para a operação e manutenção do edifício.

O termo Nível de Desenvolvimento - ND (Level of Development - LOD), foi desenvolvido e padronizado pelo American Institute of Architects (AIA). É um meio de comunicar expectativas sobre o desenvolvimento de elementos do modelo entre os membros da equipe durante todo o processo de construção, servindo para fins de planejamento, gerenciamento e coordenação. A especificação do LOD é um recurso que visa melhorar a qualidade da comunicação entre os usuários de BIM sobre as características dos elementos nos modelos.

O presente artigo é um experimento aplicado ao uso de HBIM para o levantamento e documentação do Patrimônio Cultural, em que o objeto de estudo foi a Igreja Nossa Senhora de Fátima (afetivamente denominada Igrejinha), localizada em Brasília - Distrito Federal. O levantamento arquitetônico foi feito com Scanner à Laser. A partir da nuvem de pontos gerada foi feita a modelagem 3D no software Revit.

Este trabalho visa analisar o Nível de Desenvolvimento empregado na modelagem, e quais as consequências para a documentação do Patrimônio Moderno. Acredita-se que o Nível de Desenvolvimento empregado na modelagem de cada elemento deve ser compatível com as expectativas quanto ao valor cultural (significância cultural) no modelo HBIM. Destaque-se a compreensão de que a ausência de documentação pode influenciar na modelagem, por não ter informações suficientes para gerar um modelo HBIM.

2 IGREJINHA COMO PATRIMÔNIO NACIONAL

O objeto de estudo desta pesquisa é a Igreja Nossa Senhora de Fátima (Igrejinha). Ela foi concebida como a primeira capela em alvenaria construída em Brasília, em 1957 (Figura 1), situa-se na entre quadra 307/308 Sul (Figura 2). Projetada por Oscar Niemeyer, foi tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) em 2007.

Componente de grande valor, a Igrejinha integra o conjunto da superquadra modelo, como imaginado no plano original de Lucio Costa, que reúne as quadras SQS 107, 108, 307 e 308. Considerado um verdadeiro sítio histórico, a superquadra modelo é

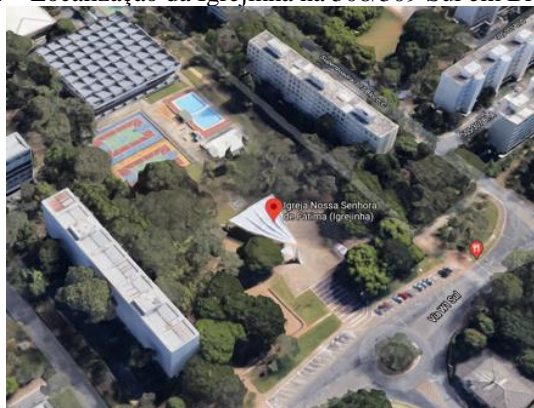
composta pela Igrejinha, o Cine Brasília, o Clube Vizinhança, a biblioteca, as escolas e o Espaço Cultural Renato Russo. Pertencente à escala residencial, ela é um ícone da cidade, exemplo da influência da arquitetura modernista.

Figura 1 – Fotografias de Marcel Gautherot - via blog do Instituto Moreira Salles.



Fonte: Acervo Iphan DF.

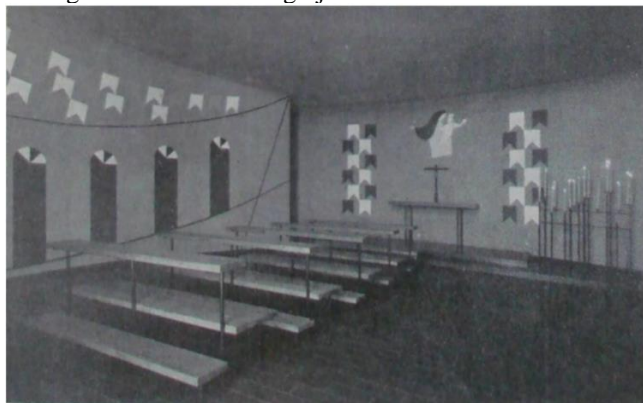
Figura 2 – Localização da Igrejinha na 308/309 Sul em Brasília-DF



Fonte: google maps.

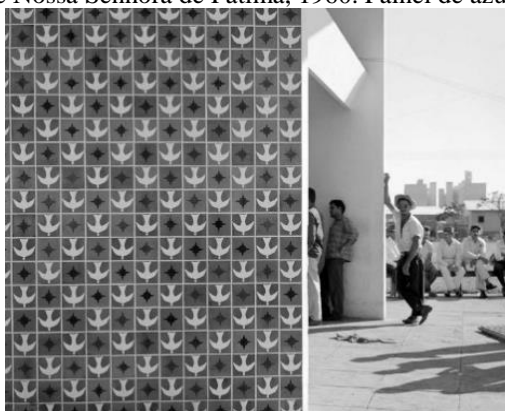
Em seu interior e na fachada encontram-se azulejos de Athos Bulcão. Os afrescos com bandeirolas e anjos de Alfredo Volpi (Figura 3) foram cobertos por tinta na década de 1960. Posteriormente, em 2008, o artista plástico Francisco Galeno foi convidado pelo IPHAN para restaurar as paredes internas da Igreja (SCOTTÁ, 2010, p. 159). Na parte externa, a parede é toda revestida por azulejos criados por Athos Bulcão (Figura 4). Esse é o único painel de Athos com estampa figurativa - a Estrela de Belém, e a Pomba que representa o Espírito Santo.

Figura 3 - Interior da Igreja Nossa Senhora de Fátima



Fonte: Brasília n° 26, fev. 1959.

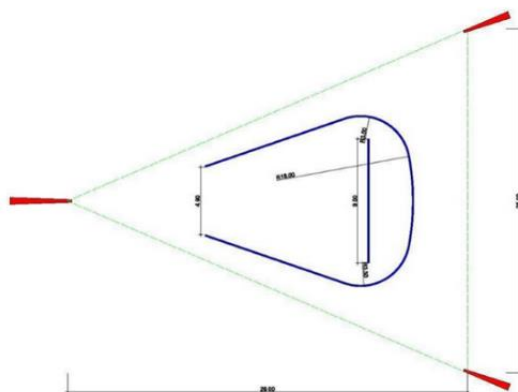
Figura 4 - Igrejinha de Nossa Senhora de Fátima, 1960. Painel de azulejos de Athos Bulcão.



Fonte: Marcel Gautherot.

Sua arquitetura simples consiste em três elementos básicos, mostrados na Figura 5: duas paredes estruturais (azul marinho), três pilares externos (vermelhos) e a cobertura (azul turquesa). A parede 1, em curva, envolve toda a igreja, deixando uma abertura frontal para a porta de entrada principal. Nesta parede aparecem também 2 aberturas laterais, as quais inicialmente possuíam a função de janelas, e que hoje em dia são usadas como pequenas portas. A parede 2 separa a pequena nave da sacristia, gerando uma pequena sala atrás do altar (INOJOSA, et al., 2016, p.04).

Figura 5 - Planta da Igrejinha Nossa Senhora de Fátima.



Fonte: Adaptado de Leonardo Inojosa, 2016.

Externamente, os três grandes pilares sustentam a cobertura curva da igreja, dos quais os dois posteriores são iguais e um pouco menores se comparados ao pilar frontal. As formas dos pilares contribuem para o destaque da cobertura; possuem a base mais larga que se estreita através de uma curva, até encontrar a cobertura, destacando-a e conferindo-lhe leveza.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 LEVANTAMENTO CADASTRAL POR VARREDURA À LASER

A técnica do Escaneamento à Laser consiste em realizar a varredura das superfícies externas visíveis, adequada para um levantamento rápido e preciso de objetos de diferentes dimensões e níveis de complexidade. Essa aquisição de dados contém as informações necessárias para o levantamento da edificação.

A Figura 6 apresenta o scanner utilizado, Faro Focus Laser S70. A tecnologia empregada baseia-se no princípio da diferença de fase, em que, segundo Tolentino (2018, p.137), a medição da distância é feita através da comparação das fases dos sinais emitidos e recebidos.

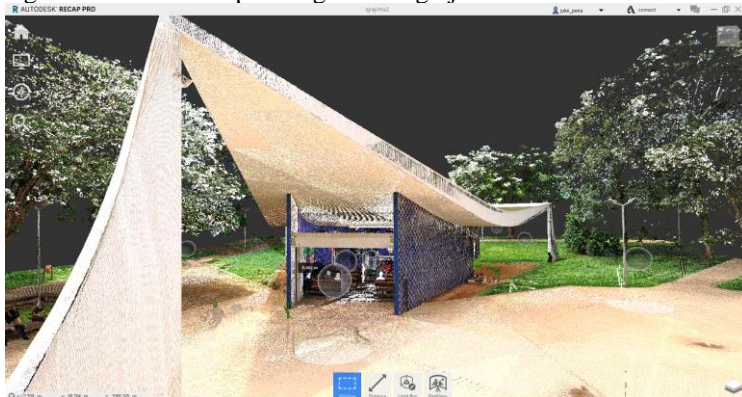
Quando se emite o feixe de laser na direção do objeto a ser levantado, parte do sinal volta para o sensor, determinando e armazenando a posição de cada um dos pontos obtidos, gerando um modelo geométrico do tipo “nuvem de pontos” mostrado na Figura 7.

Figura 6 – Scanner à Laser.



Fonte: O autor, 2021.

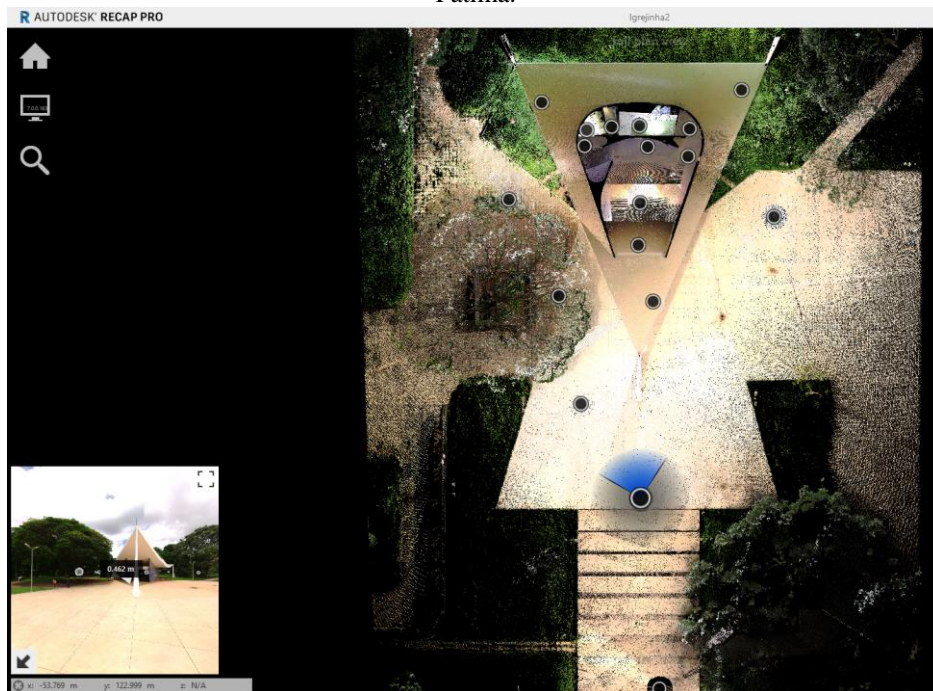
Figura 7 – Nuvem de pontos gerada - Igreja Nossa Senhora de Fátima.



Fonte: O autor, 2021.

A navegação na nuvem de pontos pode ser feita de forma livre, ou através do mapa, em que é possível ver a quantidade e os locais em que foram posicionados o scanner. Outra possibilidade de visualização é a 360°, a qual é composta por imagens, e para acessá-la basta clicar nas bolhas ou nos pontos que estão no mapa, como mostra as Figuras 8 e 9. Para alternar o ponto de visualização basta clicar nas esferas brancas na imagem, ou nos pontos pretos no mapa à direita. Além da rotação 360° da imagem, também é possível aproximar para ver de forma mais detalhada.

FIGURA 8: Mapa da nuvem com os pontos de posicionamento do scanner: Igreja Nossa Senhora de Fátima.



Fonte: O autor, 2021.

Figura 9: Visualização 360° do escaneamento: Igreja Nossa Senhora de Fátima.



Fonte: O autor, 2021.

A nuvem de pontos, após o seu processamento com programas específicos, serve de base para a modelagem de objetos tridimensionais com alto nível de precisão. Ela pode ficar armazenada e ser utilizada posteriormente para se obter novos produtos, ou ainda, para se verificar ou refinar (detalhar) modelos criados anteriormente (GROETELAARS,2015, p. 84.)

3.2 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO (LOD)

O nível de desenvolvimento (Level of Development - LOD) é uma referência que auxilia os profissionais da indústria de AEC-Arquitetura, Engenharia e Construção – a especificar e articular com um alto nível de clareza e confiabilidade o conteúdo dos Modelos de Informação da Construção (BIM) em vários estágios do processo de concepção e construção.

O LOD define e ilustra as características dos elementos do modelo de diferentes sistemas de construção em diferentes níveis de desenvolvimento. Essa articulação clara permite que os autores estabeleçam em que seus modelos podem ser confiáveis e possibilita aos usuários o entendimento da usabilidade e as limitações dos modelos gerados.

Baseado nos conceitos criados em 2008 e atualizados em 2013 pelo American Institute of Architects (AIA), o BIMForum publicou e vem atualizando o documento Level of Development Specification For Building Information Models, onde define:

- No LOD 100 os elementos do modelo podem ser representados por um símbolo ou uma representação genérica. Qualquer informação derivada destes modelos deve ser considerada aproximada.
- No LOD 200 os elementos do modelo podem ser representados graficamente como um objeto ou como um sistema genérico, com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximadas. Informações não gráficas podem ser anexadas a ele. Neste nível, os elementos podem ser reconhecidos como os componentes que eles representam. Qualquer informação derivada destes modelos deve ser considerada aproximada.
- No LOD 300 os elementos são representados graficamente de forma precisa e informações não gráficas podem ser anexadas a ele. Sua quantidade, tamanho, forma, localização e orientação podem ser medidos diretamente no modelo.
- No LOD 350 os elementos são representados graficamente de forma precisa, com relação à quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e interface com outros sistemas, informações estas que podem ser aferidas diretamente no modelo. Neste nível, são modelados os itens necessários à coordenação entre disciplinas, à compatibilização de projetos e à verificação de interferências. Informações não gráficas podem ser anexadas a ele.

- No LOD 400 os elementos são representados graficamente de forma detalhada e precisa, visando a fabricação. Informações não gráficas podem ser anexadas. Quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e informações relacionadas à fabricação, instalação e execução, podem ser aferidas diretamente no modelo.
- No LOD 500 as informações devem ser verificadas em campo e os elementos são representados graficamente de forma detalhada e precisa. Informações não gráficas podem ser anexadas. Quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e informações relacionadas à fabricação, instalação e execução podem ser aferidas diretamente no modelo.

Reconhecida internacionalmente por Level of Development (LOD) os níveis de desenvolvimento fornecem uma estrutura conceitual para nortear coordenadamente o processo de desenvolvimento do projeto e a evolução de seu detalhamento de informações. Cada etapa do projeto é definida sucintamente, permitindo que diferentes membros da equipe de trabalho entendam o nível de desenvolvimento que precisam trabalhar e a hierarquia de decisões (MANZIONE, 2013).

Segundo Groetelaars (2015 p.180), ao determinar o LOD no início de um projeto em BIM, torna-se mais fácil o planejamento das etapas e a definição dos objetivos do cliente/proprietário, bem como a definição de prazos e custos de projeto. Tais critérios contribuem para um modelo mais adequado às necessidades do cliente, com melhor custo-benefício.

No entanto, o uso do LOD para a modelagem de edificações históricas já construídas não é algo tão simples, segundo Brusaporci (2018), pois o nível de desenvolvimento do modelo BIM dependerá em grande parte da disponibilidade de informações já existentes. Isso implica em um LOD não homogêneo, pois partes da edificação podem ser mais bem definidas enquanto outras mais desconhecidas devido à ausência de documentação e dados históricos.

4 MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa aplicada baseada no levantamento da Igreja Nossa Senhora de Fátima por varredura à laser, realizado em parceria com o Grupo Flug. Para tanto, o equipamento utilizado foi o FARO® Focus Laser Scanners S70, responsável por coletar informações do ambiente físico, permitindo a transferência para o ambiente digital.

O equipamento utilizado para a aquisição das imagens gera 500 mil pontos por segundo, com precisão de 3mm para a distância de 10 metros, pegando uma esfera de raio de 70 metros. A nuvem carrega informação de coordenada, cor e intensidade. É possível inserir outras informações caso seja de interesse do usuário, como barômetro, altímetro, gps, entre outros, mas para este estudo tais recursos não foram utilizados.

Para o pré-processamento dos dados, o software Scene foi utilizado para o registro das cenas, que consistiu em posicionar as várias cenas capturadas em um único arquivo e um mesmo referencial (georreferenciamento). Para tanto, foi feita a identificação dos alvos esféricos comuns a duas ou mais cenas. Na sequência, foram geradas e otimizadas as nuvens de pontos, representando as superfícies por meio de suas coordenadas (x, y, z) e de um atributo de cor.

Para tanto, os arquivos FLS do Scene foram importados no software Recap, da Autodesk. Utilizando este programa, foi possível diminuir a quantidade de pontos, os ruídos e o tamanho do arquivo, ficando ao final com 2,28 GB. Além disso, o Recap foi usado para converter o arquivo FLS importado do Scene para o formato RCS (Reality Capture Scan) que foi lido pelo Revit da Autodesk, usados para gerar o modelo HBIM da Igreja Nossa Senhora de Fátima.

Foi escolhido o software Revit para realizar o Scan-to-HBIM, processo em que a nuvem de pontos é inserida dentro do programa e a modelagem é feita com base nas referências que ela traz, ou seja, “as-is”, exatamente como a construção estava no momento do escaneamento à laser. O que é de extrema importância para a conservação e documentação, pois permite a verificação do estado da edificação naquele momento.

Na fase da modelagem, a nuvem de pontos foi processada para um modelo BIM, nas seguintes etapas, conforme sugerem Tang (2010, p. 830): modelagem da geometria de cada componente; associação do objeto a uma determinada categoria ou família; atribuição de parâmetros aos objetos, juntamente com os seus metadados; estabelecimento de relações espaciais e funcionais entre os componentes da construção.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

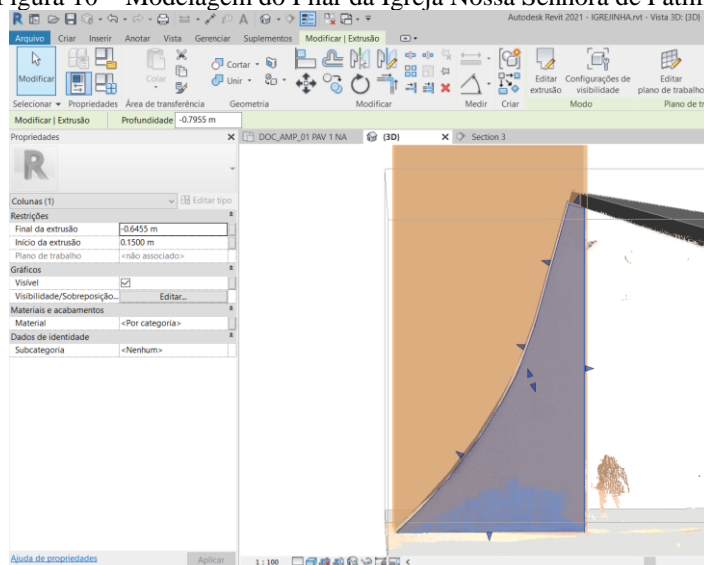
Foi estabelecido na modelagem da Igrejinha a necessidade da reprodução da volumetria e uma correta representação dos níveis, dos espaços internos e das aberturas. Foram utilizadas algumas famílias paramétricas já existentes no Revit, como as de piso, paredes e esquadrias. Já alguns outros elementos foram modelados in-place, devida à sua

geometria diferenciada. Além disso, foram atribuídas informações sobre a composição material de cada elemento.

A modelagem dos pilares foi feita in-place (Figura 10), associando o material utilizado na construção (concreto), levando em consideração os níveis associados (Figura 11) e a curvatura do pilar. O que pode ser conferido por meio da nuvem de pontos da Figura 12.

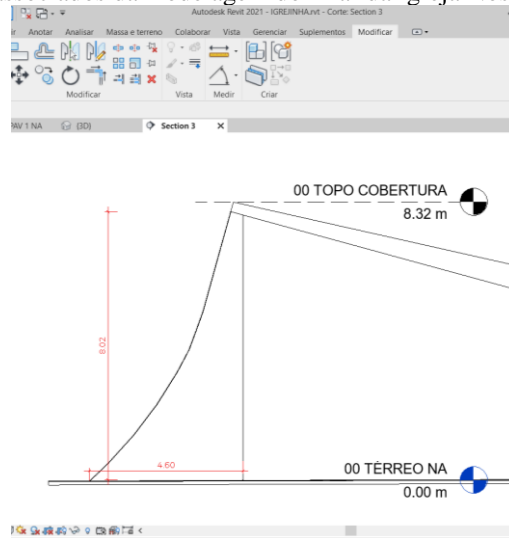
Para a cobertura foi estabelecido planos de referência para os 3 pontos do triângulo que lhe conferem a forma, ela também foi modelada in-place. A extrusão do perfil da cobertura foi feita a partir de um corte na nuvem de pontos (Figura 13), a fim de captar o perfil abaulado que a laje de cobertura possui. Foi necessária a extrusão até as extremidades, sempre analisando em corte e em planta baixa. Para que a cobertura não se resumisse a uma extrusão retangular, foi necessário criar vazios que cortassem as laterais, conferindo-lhe o verdadeiro formato que ela possui (figura 14).

Figura 10 – Modelagem do Pilar da Igreja Nossa Senhora de Fátima.



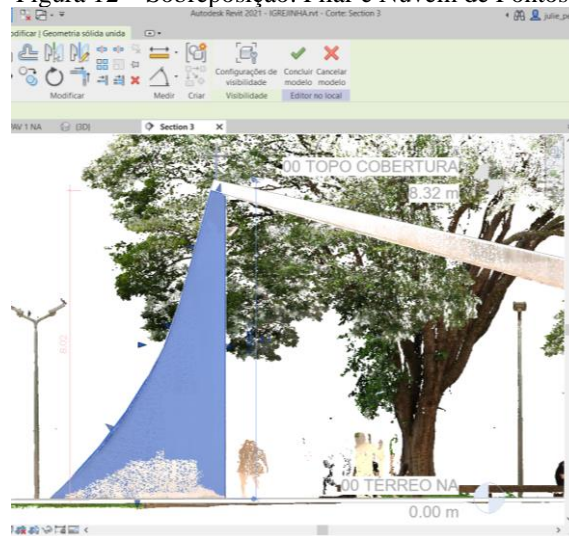
Fonte: O autor, 2021.

Figura 11 – Níveis associados da modelagem do Pilar da Igreja Nossa Senhora de Fátima.



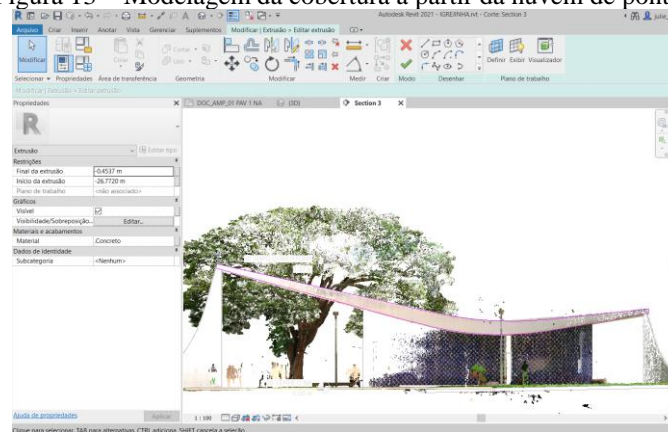
Fonte: O autor, 2021.

Figura 12 – Sobreposição: Pilar e Nuvem de Pontos.



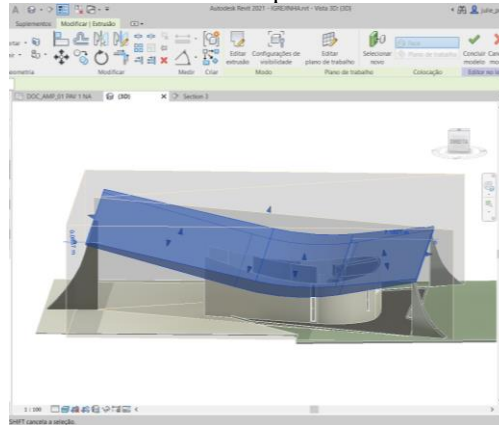
Fonte: O autor, 2021.

Figura 13 – Modelagem da cobertura a partir da nuvem de pontos.



Fonte: O autor, 2021.

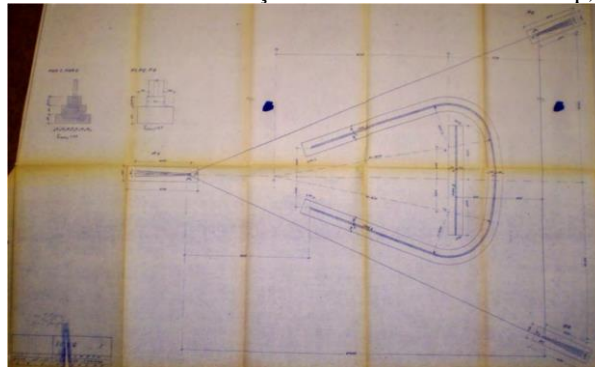
Figura 14 – Forma conferida pela extrusão da cobertura.



Fonte: O autor, 2021.

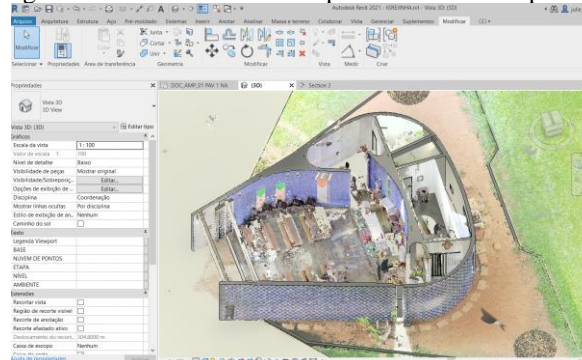
Para a modelagem das paredes e dos pisos foram utilizadas famílias nativas do Revit. Foi feita a distinção entre as paredes estruturais e as de alvenaria convencional. Tal informação foi constatada por meio de documentação histórica, em que a fundação aponta a locação dos pilares e paredes estruturais (Figura 15). As suas sinuosidades foram extraídas da nuvem de pontos, como se pode perceber na Figura 16, em que o modelo e a nuvem estão sobrepostos.

Figura 15 - Concreto: Fundação – Formas D.A.U. Novacap, 1958.



Fonte: Acervo IPHAN.

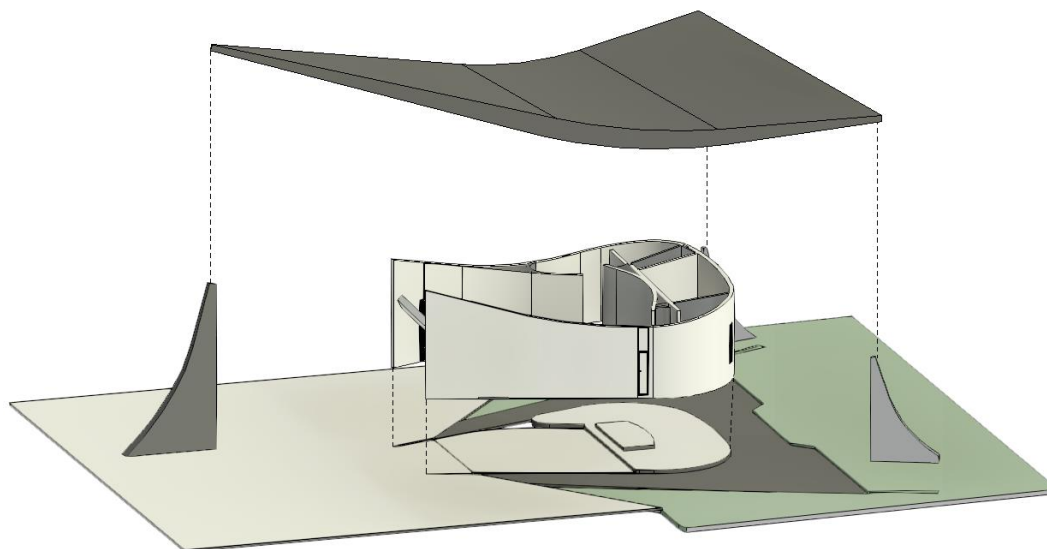
Figura 16 - Modelo Bim sobrepondo a nuvem de pontos.



Fonte: O autor, 2021.



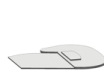

Após a modelagem da Igrejinha, concebendo cada peça separadamente (Figura 17), foi feita uma análise do LOD em que cada elemento se encontrava, chegando ao resultado presente no quadro da Figura 18.

Figura 17 – Modelo BIM “explodido” da Igreja Nossa Senhora de Fátima.



Fonte: O autor, 2021.

Figura 18 – Quadro síntese: LOD x Elementos construtivos.
Elementos Construtivos - Igrejinha

LOD	Laje	Paredes	Piso	Pilar
100				
200	<p>Modelagem de elemento inclui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de sistema de concreto estrutural • Geometria aproximada (por exemplo, profundidade) da estrutura dos elementos 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetos de parede genéricos separados por tipo de material (por exemplo, parede de tijolo vs. terracota). • Espessura aproximada da camada representada por uma única montagem. • Layouts e localizações ainda flexíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suposições para enquadramento estrutural estão incluídas em outros elementos modelados, como um elemento de piso arquitetônico que contém um camada para profundidade de enquadramento estrutural assumido ou elementos estruturais que não são distinguíveis por tipo ou material. • Profundidade/espessura da montagem ou tamanho e localização do componente ainda flexível. 	<p>Modelagem de elemento inclui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de sistema de concreto estrutural • Geometria aproximada (por exemplo, profundidade) do elemento estrutural
300	<p>Modelagem do elemento inclui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamanho e localização específica das estruturas de concreto principais, modeladas por definição como concreto armado • Todas as superfícies inclinadas estão incluídas no modelo com exceção de elementos influenciados pelo fabricante 	<ul style="list-style-type: none"> • Parede específica modelada com dimensões reais. • Vãos são modelados para dimensões nominais para parede principal aberturas como janelas, portas e grandes elementos mecânicos 		<p>Modelagem do elemento inclui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamanho e localização específica das estruturas de concreto principais, modeladas por definição como concreto armado • Todas as superfícies inclinadas estão incluídas no modelo com exceção de elementos influenciados pelo fabricante

Fonte: O autor, 2021.

6 CONCLUSÕES

Devido à exatidão das medidas, ângulos e localizações precisas dos elementos como paredes, colunas, cobertura e esquadrias, a precisão dessas informações foi conferida em decorrência do uso da nuvem de pontos, enquanto algumas informações relacionadas à materialidade foram obtidas por meio de fontes históricas.

Com base nessas condições e nos parâmetros desenvolvidos pelo AIA (American Institute of Architects), verificou-se que o LOD para o piso se encontra em 100, por não haver certeza do que o compõe nas camadas que não são visíveis. Já para a cobertura, paredes e pilares foi possível obter uma modelagem com LOD 300, devido a alta confiabilidade geométrica e a documentação histórica que permite certificar a materialidade dos componentes.

A possibilidade de reunir informações no modelo HBIM pode contribuir de forma ímpar para a preservação patrimonial. É necessária a reflexão metodológica para que haja uma conexão entre o bem salvaguardado e as diretrizes de projeto a fim de que se defina procedimentos claros de modelagem. O conceito de LOD é uma ferramenta que, se aplicada ao processo, poderá torná-lo mais acurado e transparente, melhorando a qualidade de comunicação entre os usuários do modelo e pesquisadores.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Programa de Iniciação Científica da UNB. Agradecemos ao GRUPO FLUG pela nuvem de pontos e todo os recursos necessários para este estudo.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. L. Documentação do patrimônio arquitetônico do estado da Bahia com tecnologias digitais. In: COMPUTAÇÃO GRÁFICA: PESQUISAS E PROJETOS RUMO À EDUCAÇÃO PATRIMONIAL, 1 ed., 2008, São Paulo. Seminário. São Paulo, 2008.

AMORIM, A. L. A Documentação do Patrimônio Arquitetônico com Tecnologias Digitais. In: 1º ENCONTRO BRASILEIRO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E PATRIMÔNIO CULTURAL, 2019, São Paulo. Anais eletrônicos. São Carlos, SP: IAU-USP, 2019. p. 20-21.

BIMFORUM. Level of Development (LOD) Specification Part I and Commentary. For Building Information Models and Data. Dezembro 2020. Disponível em: <https://bimforum.org/loD/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRUSAPORCI, S.; MAIEZZA, P.; TATA, A. A framework for architectural heritage HBIM semantization and development. In: THE INTERNATIONAL ARCHIVES OF THE PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING & SPATIAL INFORMATION SCIENCES. v. 42, n. 2, Italy. Anais eletrônicos. Departamento de Engenharia Civil, Construção-Arquitetura e Ambiental, Universidade de L'Aquila, Itália, 2018. p. 179-184.

CHARLSON, F. Quadra modelo de Brasília, 308 Sul é roteiro da Live Tour da Setur-DF. AGÊNCIA BRASÍLIA. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2020/06/20/quadra-modelo-de-brasilia-308-sul-e-roteiro-da-live-tour-da-setur-df/>. Acesso em: 24 jul. 2021.

DORE, C.; MURPHY, M. Current state of the art Historic Building Information Modelling. In: THE INTERNATIONAL ARCHIVES OF THE PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION SCIENCES. v. 42, n. 5, 2017, Ottawa, Canadá. Anais eletrônicos. Ottawa, Canadá, 2017.

GROETELAARS, N. J. 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) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

INOJOSA, L. S. P.; BUZAR M. A. R.; BESSA, M. A. S. Análise numérica e histórica do projeto estrutural da "Igrejinha" Nossa Senhora De Fátima em Brasília-DF. In: THE XXXVII IBERIAN LATIN-AMERICAN CONGRESS ON COMPUTATIONAL METHODS IN ENGINEERING, 2016, Brasil. Anais eletrônicos. Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2016.

LAFETÁ, G. Série - Athos Bulcão: museu a céu aberto. FUNDATHOS. Disponível em: <https://www.fundathos.org.br/noticia/216> . Acesso em: 22 jul. 2021.

MANZIONE, L. Proposição de Uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo Com o Uso do BIM. São Paulo, 2013. 325 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PENTTILÄ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. JOURNAL OF

INFORMATION TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION, v. 11, Finland, 2006. Safa Helsinki Universidade de Tecnologia HUT, Departamento de Arquitetura, Helsinki, Finlândia. 2006. p. 395-408.

TANG, P.; HUBER, D.; AKINCI, B.; LIPMAN, R.; LYTTLE, A. Automatic reconstruction of as-built building information models from laser-scanned point clouds: A review of related techniques. AUTOMATION IN CONSTRUCTION, v. 19, n. 7, Estados Unidos, 2010. p. 829-843.

TOLENTINO, M. M. A.; FEITOSA, B. B. L. A utilização das tecnologias digitais na documentação do patrimônio arquitetônico. In: ARQDOC. III SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS, João Pessoa, 2014, Brasil. Anais de evento. João Pessoa: Editora UFPB, 2014.

TOLENTINO, M. M. A. A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico. Salvador, 2018. Tese (Doutorado – Faculdade de Arquitetura) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2018.

SCOTTÁ, L. Arquitetura Religiosa de Oscar Niemeyer em Brasília. Brasília, 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.