# MODELAGEM DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS A PARTIR DE NUVEM DE PONTOS UTILIZANDO A METODOLOGIA HBIM NAS QUADRAS 61 E 64 DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS – MA

Thayane Caroline da Silva Lima[1]

Érico Peixoto Araújo[2]

## INTRODUÇÃO

A manutenção do patrimônio arquitetônico exige, cada vez mais, metodologias precisas e integradas para a documentação e gestão de edificações de valor histórico. Amplamente consolidado no campo da construção civil, o Building Information Modeling (BIM) tem sido progressivamente adaptado às demandas específicas dos patrimônios históricos, originando o Historic Building Information Modeling (HBIM), uma extensão do processo BIM voltada à documentação, conservação e gestão de edificações com significado cultural e material.

Conforme Eastman et al. (2014), o BIM pode ser definido como um método de modelagem e um conjunto de processos que possibilita a produção, comunicação e análise de modelos de construção, fornecendo acesso a múltiplas vistas de arquivos digitais de modelagem e facilitando a visualização dessas informações. Com base nessa definição, o HBIM pode ser compreendido como uma ampliação do conceito BIM, que visa a analisar, preservar e documentar edificações históricas (Tolentino, 2018). De acordo com Murphy, McGovern e Pavía (2013), o HBIM permite a representação de elementos arquitetônicos construídos a partir de dados históricos, mapeados a partir de nuvens de pontos ou por levantamento de dados, oferecendo a oportunidade de explorar e aprofundar a compreensão sobre a constituição dessas edificações.

No que se refere ao processo de aquisição de dados, Groetelaars (2015, p. 72) define a nuvem de pontos como uma tecnologia de captura digital que utiliza laser scanner em seu processo de realização, empregada em técnicas fotogramétricas automatizadas baseando-se na união de grupos de pixels homólogos em diferentes fotos. Segundo a mesma autora, a aplicação dessa tecnologia na arquitetura, somada ao levantamento de dados obtidos por processos de varredura e fotogrametria para criação de objetos paramétricos, não apenas agiliza a documentação arquitetônica, mas oferece maior precisão e detalhamento, auxiliando consideravelmente a representação fiel de elementos complexos (Groetelaars, 2015, p. 190–192).

O HBIM é um processo de engenharia reversa: inicialmente, os elementos arquitetônicos são levantados por meio de laser scanner ou fotogrametria e, posteriormente, esses dados são atrelados a objetos paramétricos, resultando em um modelo tridimensional completo da edificação (Dore; Murphy, 2012). Essa abordagem possibilita a integração de informações como materiais e métodos construtivos, assim como a geração de vistas, cortes e demais especificações necessárias para a preservação e restauração do patrimônio histórico.

O Centro Histórico de São Luís, reconhecido como Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO desde 1997, possui um dos maiores conjuntos de arquitetura civil de origem europeia da América Latina, com valor histórico e arquitetônico reconhecido em diferentes esferas governamentais (Pacheco, 2014). As quadras 61 e 64, inseridas nesse

1 Discente do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA; Bolsista PIBIC/CNPq. E-mail: thayane.20230001893@aluno.uema.br

2 Doutor em Urbanismo; Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA; Orientador PIBIC. E-mail: ericoaraujo@professor.uema.br.

perímetro patrimonial protegido, concentram edificações tombadas que passaram por processos de requalificação e que abrigam usos institucionais, culturais e educacionais, como o Centro Cultural Mandingueiros do Amanhã, a Galeria Reviver, o Arquivo Público do Estado do Maranhão, o Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão e o Restaurante Escola do SENAC. A escassez de registros digitais detalhados dessas estruturas torna vulnerável a memória arquitetônica local.

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo investigar a aplicação do HBIM na modelagem de edifícios históricos localizados nas quadras 61 e 64 do Centro Histórico de São Luís, utilizando nuvens de pontos obtidas por escaneamento a laser como base geométrica para a modelagem tridimensional. Os objetivos específicos compreendem demonstrar métodos de trabalho e técnicas de modelagem em HBIM; aplicar métodos de escaneamento com laser para a obtenção de nuvens de pontos; e criar modelos arquitetônicos para compor o acervo digital do Centro Histórico de São Luís.

## METODOLOGIA

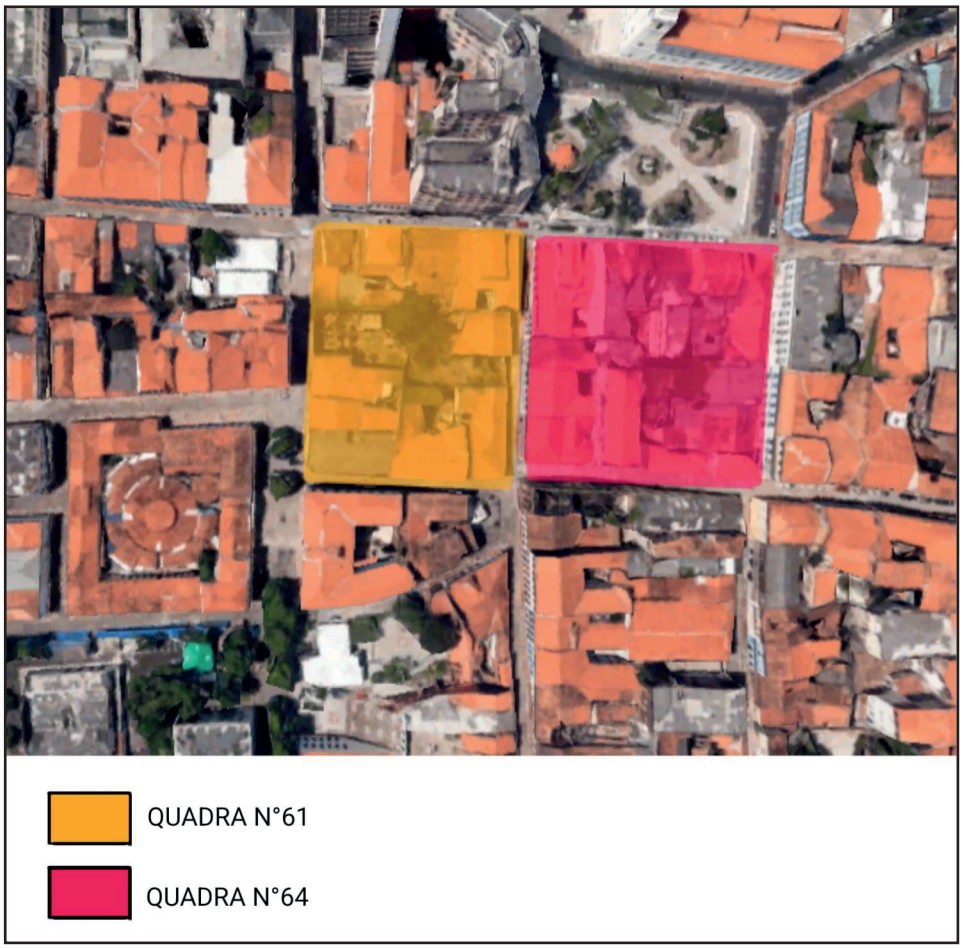
A metodologia adotada compreende pesquisa bibliográfica e pesquisa exploratória aplicada, desenvolvidas por meio de levantamento do estado da arte sobre laser scanning e sua integração ao HBIM, levantamento de campo com laser scanner nas quadras 61 e 64, processamento das nuvens de pontos em softwares especializados, e modelagem tridimensional das edificações em plataformas BIM.

### Área de estudo e edificações selecionadas

A área de estudo corresponde às quadras 61 e 64 do Centro Histórico de São Luís, circundadas pelas ruas da Estrela, Nazaré, Palma, Giz e João Gualberto. Essas vias conferem ao conjunto uma localização privilegiada próxima à Praça da Criança, à Praça Benedito Leite e à Praça da Faustina, pontos de relevância histórica e simbólica da cidade (Prefeitura Municipal de São Luís, 2022).

O tombamento do Conjunto Arquitetônico e Paisagístico de São Luís foi realizado em 1974 pelo IPHAN; em 1986, o governo do Maranhão emitiu o Decreto Estadual nº 10.089, que tomba o conjunto histórico, arquitetônico e paisagístico do centro urbano de São Luís; e, em 1997, a UNESCO reconheceu o Centro Histórico de São Luís como Patrimônio Mundial (Pacheco, 2014). As quadras 61 e 64 estão inseridas nessa área protegida por legislações de tombamento em diferentes esferas governamentais.

**Figura 1 –** Identificação das quadras 61 e 64 em imagem via satélite




**Fonte:** Google Earth, editada pela autora, 2025

As edificações selecionadas para modelagem foram cinco: na quadra 61, o Edifício N° 163 (Centro Cultural Mandingueiros do Amanhã), situado na Rua da Estrela, o Edifício N° 175 (Galeria Reviver), na esquina entre a Rua da Estrela e a Rua João Gualberto, e o Edifício N° 218 (Arquivo Público do Estado do Maranhão), na Rua de Nazaré; na quadra 64, o Edifício N° 59 (Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão), na interseção entre a Rua do Giz e a Rua Humberto de Campos, e o Edifício N° 264 (Restaurante Escola do SENAC), na interseção entre a Rua de Nazaré e a Rua do Giz.

## Fluxo de trabalho

O fluxo de trabalho foi organizado em cinco etapas sequenciais. A primeira consistiu na aquisição da nuvem de pontos com o equipamento Leica BLK360, com gerenciamento em campo pelo aplicativo Leica Cyclone FIELD 360 e realização de backup pelos softwares Leica Cyclone REGISTER 360 e BLK Data Manager. A segunda etapa compreendeu o processamento e a exportação da nuvem no Cyclone REGISTER 360, com exportação no formato RCS. A terceira etapa envolveu o recorte individualizado das quadras no Autodesk Recap e exportação no formato E57. A quarta etapa consistiu na modelagem das fachadas, paredes e esquadrias no Edificius, com auxílio de arquivos DWG como referência de planta baixa e da nuvem de pontos como referência geométrica tridimensional. A quinta etapa compreendeu a modelagem das coberturas no Revit, a partir do arquivo IFC gerado no Edificius, e a modelagem do arruamento no Autodesk InfraWorks, com exportação para SketchUp no formato DAE para posterior integração ao Revit.

### Processo de escolha do software BIM principal

Para a modelagem das edificações, foi realizada análise comparativa entre Revit, ArchiCAD e Edificius. O Revit, embora reconhecido pela precisão, mostrou-se ineficiente para o molde de paredes irregulares, requisito essencial para edificações patrimoniais com estruturas de dimensões muito variáveis. O ArchiCAD, apesar de permitir modelagem de paredes irregulares com praticidade, foi descartado por não suportar adequadamente os arquivos de nuvens de pontos. O Edificius destacou-se por reunir as duas capacidades exigidas: flexibilidade para modelagem de paredes com espessura variável e compatibilidade eficiente com nuvens de pontos extensas.

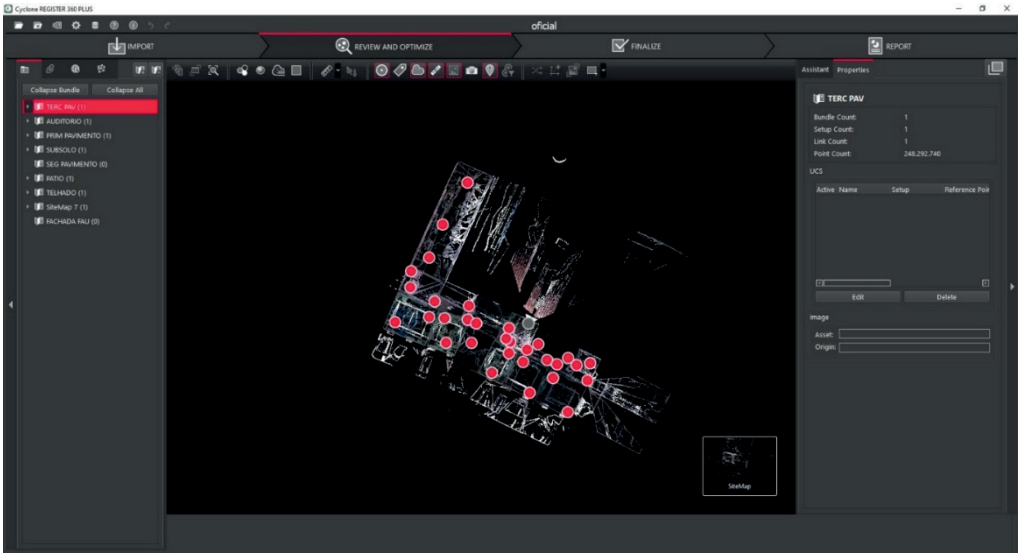
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Aquisição e processamento da nuvem de pontos

O levantamento com o Leica BLK360 gerou a nuvem mãe das quadras 61 e 64, gerenciada em campo pelo Leica Cyclone FIELD 360. Esse aplicativo possibilitou a visualização em tempo real da nuvem de pontos capturada, o que permitiu o controle direto e preciso das varreduras no momento em que os dados eram coletados. Conforme Historic England (2018, p. 3), o laser scanning pode ser definido como uma técnica de aquisição rápida e automática que utiliza feixes de laser para medir e registrar dados tridimensionais de pontos nas superfícies, obtendo de forma precisa as coordenadas tridimensionais dessas regiões.

Para a transferência dos arquivos brutos do scanner para o computador, utilizou-se o software BLK Data Manager, com conexão via Wi-Fi. Após o backup, os arquivos foram importados no Leica Cyclone REGISTER 360, onde as capturas foram organizadas e submetidas a ajustes de alinhamento e edições prévias à exportação final, em formato RCS, assegurando maior precisão dos dados utilizados para a modelagem.

**Figura 2 –** Visualização da nuvem de pontos no software Leica Cyclone REGISTER 360



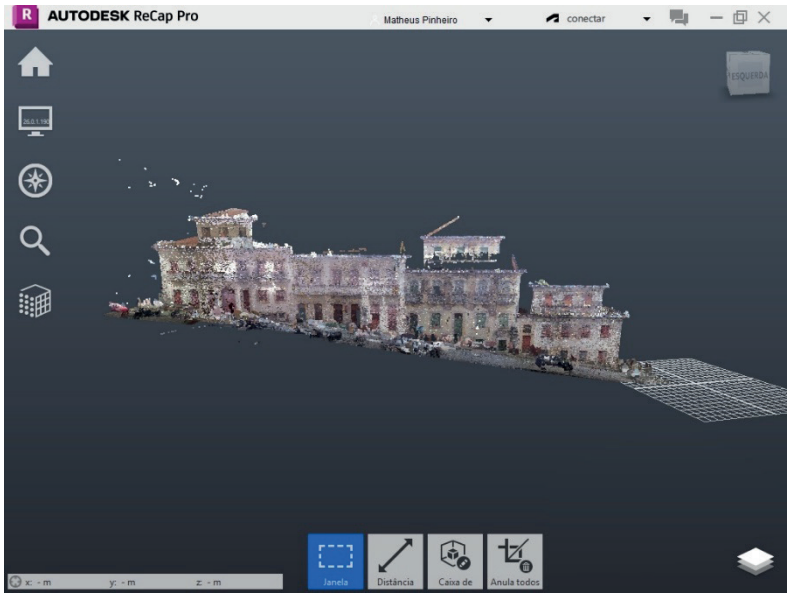

**Fonte:** Arquivo pessoal, 2025

### Processamento no Autodesk Recap

O recorte individualizado das quadras foi realizado no Autodesk Recap, ferramenta que possibilitou o gerenciamento de múltiplas nuvens de pontos e promoveu a compatibilidade

com softwares especializados. Com o arquivo RCS aberto, utilizou-se a ferramenta "Janela" para selecionar as áreas de interesse, e as opções "Recorte" e "Cortar Fora" para isolar as quadras. As nuvens recortadas foram exportadas no formato E57 para importação nos softwares BIM. Esse procedimento foi essencial para otimizar o volume de dados e garantir compatibilidade com computadores de menor capacidade de processamento, sem comprometer o nível de detalhamento necessário para a modelagem.

**Figura 3 –** Recorte da área de estudo realizado no software Autodesk Recap




**Fonte:** Arquivo pessoal, 2025

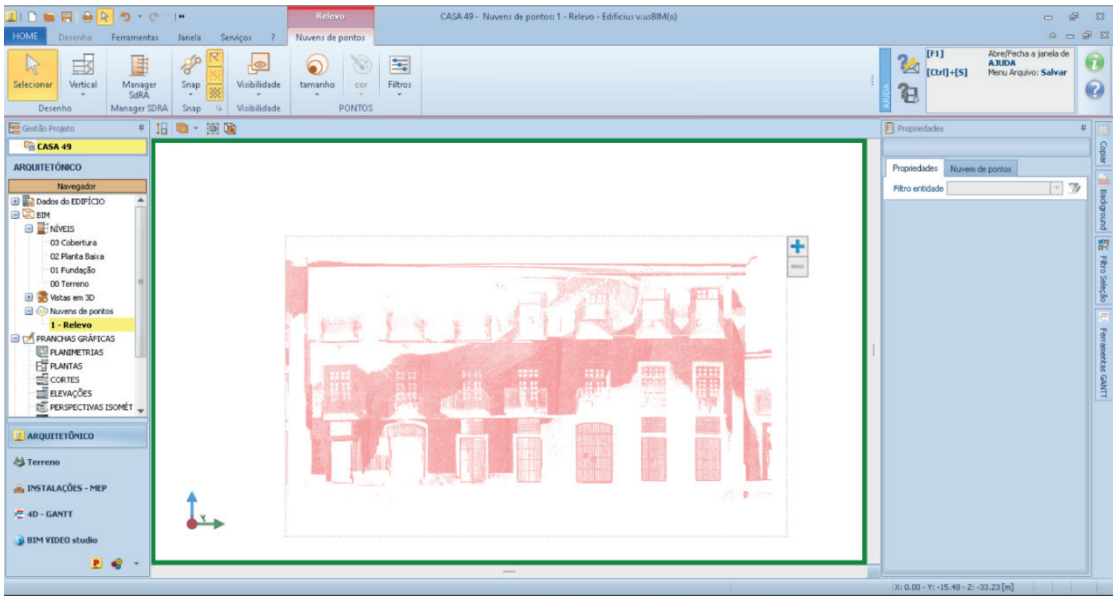
## Modelagem no Edificius

O processo de modelagem no Edificius seguiu as seguintes etapas: importação de arquivos DWG como base de referência geométrica e escala; importação da nuvem de pontos em formato E57 por meio do servidor interno do software; criação de paredes com espessura variável por meio do recurso de nós; inserção de esquadrias com configurações de altura, formato e materiais; e alinhamento da nuvem de pontos ao modelo desenvolvido.

A ferramenta de paredes com espessura variável, em conjunto com a inserção de nós, pontos de controle que permitem moldar a parede em formatos diversos, foi decisiva para a reprodução fiel das irregularidades geométricas das edificações históricas. Segundo Groetelaars (2015, p. 190), a integração do levantamento de dados obtidos por processos de varredura e fotogrametria com a criação de objetos paramétricos não apenas agiliza a documentação arquitetônica, mas oferece maior precisão e detalhamento, auxiliando consideravelmente a representação fiel de elementos complexos. Esse princípio confirmou-se na prática, uma vez que a nuvem de pontos forneceu os dados geométricos necessários para a modelagem de detalhes como portas, janelas, varandas e variações de inclinação do relevo.

O uso complementar da nuvem de pontos e das vistas 3D no Edificius permitiu maior controle sobre o processo. A nuvem possibilitou a visão detalhada dos casarões em suas características e particularidades, enquanto a vista 3D permitiu maior variedade de edições e a inserção de esquadrias com mais precisão.

**Figura 4 –** Corte vertical da nuvem de pontos utilizado como referência para modelagem no software Edificius



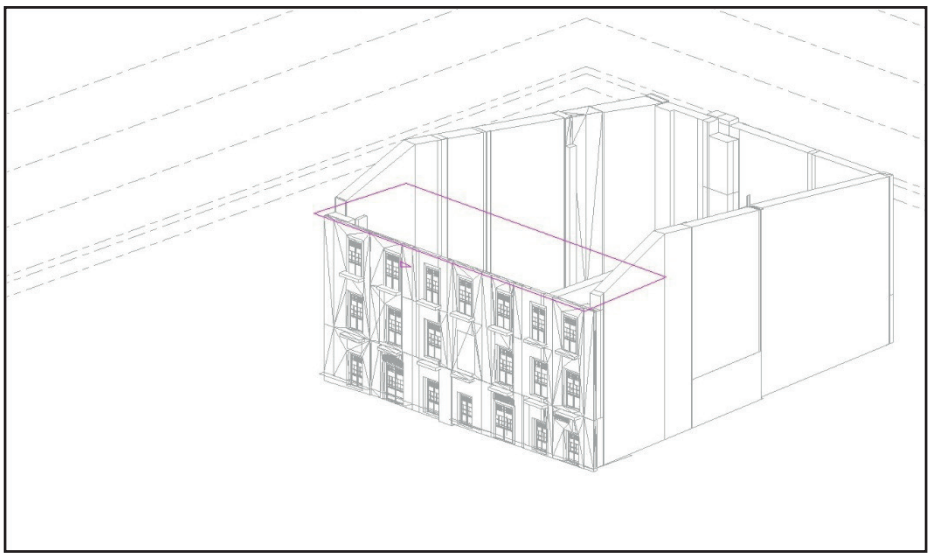

**Fonte:** Arquivo pessoal, 2025

A pesquisa de Simeone et al. (2014) sobre o templo de Castor e Pólux em Cori, Itália, demonstrou que a combinação do BIM com sistemas de informação histórica permite representar configurações históricas e desenvolver um modelo unificado, aumentando a coordenação das informações oriundas de diferentes especialistas. Essa constatação dialoga diretamente com o presente trabalho, no qual a integração entre dados de levantamento, referências históricas e modelagem paramétrica buscou produzir documentação digital que sirva de base para futuras intervenções de conservação e restauração nas edificações das quadras 61 e 64.

## Modelagem das coberturas no Revit

A modelagem das coberturas foi realizada no Revit, em razão de sua maior facilidade e flexibilidade para essa etapa específica. O arquivo IFC gerado no Edificius foi importado no Revit por meio da opção Arquivo > Abrir > IFC, e as coberturas foram criadas com a ferramenta Telhado por Perímetro, com inclinações definidas linha a linha com base em plantas CAD preexistentes e imagens de referência. A limitação do laser scanner posicionado ao nível das ruas, que não permitiu a captura detalhada das coberturas, exigiu o uso dessas fontes complementares para a modelagem dos telhados, conforme também ocorreu no trabalho correlato desenvolvido por Ribeiro (2025) para edificações do mesmo Centro Histórico.

**Figura 5 –** Modelagem das coberturas dos casarões no software Revit



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2025

## Modelagem do arruamento no InfraWorks e integração no Revit

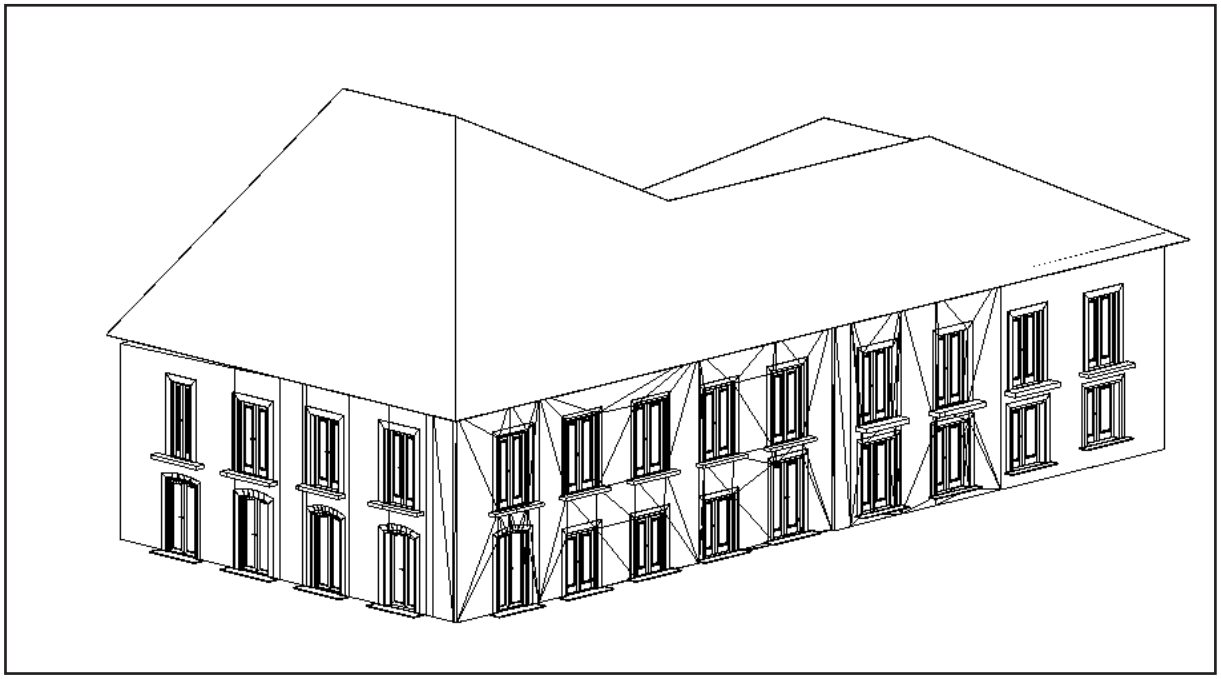
O arruamento das quadras 61 e 64 foi modelado no Autodesk InfraWorks, que se mostrou o software mais adequado dentre os testados por oferecer maior praticidade na criação e edição de vias com diversas opções de componentes de rua, além de permitir o alinhamento da nuvem de pontos com o arruamento modelado. O Edificius, embora eficiente para a modelagem das edificações, não apresentou desempenho satisfatório para o desenvolvimento do arruamento. O Revit, associado ao plugin Site Designer, foi descartado por apresentar limitações na edição de ruas e por estar descontinuado nas versões mais recentes do programa.

Para integração com o Revit, foi necessário uma etapa adicional de conversão: o arruamento gerado no InfraWorks foi exportado para o SketchUp no formato DAE e, a partir daí, incorporado ao Revit. Durante essa etapa de integração, foram identificadas limitações técnicas relacionadas ao alinhamento geométrico dos modelos importados, resultando em edificações posicionadas de forma deslocada em relação à superfície topográfica — problema semelhante ao documentado por Ribeiro (2025) no contexto das quadras adjacentes do mesmo Centro Histórico. Diante dessa limitação, as edificações foram apresentadas de forma independente.

## Modelos finais e discussão dos resultados

Foram modelados quatro casarões ao longo da pesquisa: nas quadras 61, o casarão 66 e o casarão 46; na quadra 64, o casarão 34 e o casarão 264. Esses modelos constituem um acervo digital inédito para essas edificações, com potencial de aplicação em intervenções de conservação, restauração e gestão patrimonial.

**Figura 6 –** Resultados da modelagem HBIM dos casarões das quadras 61 e 64 do Centro Histórico de São Luís



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2025

A análise dos resultados revela que a metodologia HBIM, aliada ao uso de nuvens de pontos geradas por laser scanner, mostrou-se eficaz para a documentação digital das edificações históricas estudadas. A escolha do Edificius como plataforma principal de modelagem mostrou-se acertada para o contexto de edificações com geometria irregular, confirmando sua vantagem comparativa em relação ao Revit e ao ArchiCAD para esse tipo de projeto, o que é coerente com o que aponta a literatura sobre seleção de ferramentas BIM em contextos patrimoniais (Historic England, 2018).

Cabe destacar que o uso da nuvem de pontos evidenciou sua relevância não apenas como referência geométrica para as fachadas, mas também como instrumento para a verificação de divergências em relação às plantas CAD preexistentes, garantindo que o modelo final refletisse as dimensões reais das edificações. Esse resultado reforça o que demonstra Nogueira (2010, p. 19) ao afirmar que a combinação de técnicas tradicionais com tecnologias digitais permite uma obtenção de dados mais veloz, facilitando iniciativas que permitem a preservação de patrimônios materiais e culturais.

A pesquisa identificou, ainda, que o alto volume de dados gerado pelo escaneamento demandou processos de otimização no Autodesk Recap para garantir compatibilidade com computadores de capacidade menor. Esse desafio é apontado por Guo et al. (2019, p. 1–3) como um dos principais entraves ao uso de métodos baseados em nuvens de pontos, destacando a alta dimensionalidade das informações processadas como fator limitante, embora o potencial de minimizar perdas de informações relevantes justifique o aumento da popularidade da tecnologia.

## CONCLUSÃO

Esta pesquisa demonstrou a viabilidade da aplicação da metodologia HBIM na documentação arquitetônica de edificações históricas das quadras 61 e 64 do Centro Histórico de São Luís, utilizando nuvens de pontos geradas por escaneamento a laser como base geométrica para a modelagem tridimensional.

O fluxo de trabalho desenvolvido, compreendendo a captura com o Leica BLK360, o gerenciamento no Cyclone FIELD 360, o registro no Cyclone REGISTER 360, o processamento e recorte no Autodesk Recap, a modelagem de fachadas e paredes no Edificius, a modelagem de coberturas no Revit e a representação do arruamento no InfraWorks, mostrou-se tecnicamente consistente e replicável para contextos similares.

Os modelos produzidos para quatro casarões das quadras 61 e 64 constituem registros digitais inéditos dessas edificações tombadas, oferecendo uma base documental concreta para futuras intervenções de conservação, restauração e gestão patrimonial.

As principais limitações identificadas foram: o posicionamento do laser scanner ao nível das ruas, que não permitiu a captura detalhada das coberturas e demandou o uso de referências complementares para essa etapa da modelagem; a dificuldade de integração geométrica precisa entre os modelos das edificações e a superfície topográfica no Revit, que impediu a composição de um conjunto urbano integrado no modelo final; e o elevado volume de dados gerado pelo escaneamento, que exigiu otimização prévia para garantir compatibilidade com hardware de menor capacidade de processamento.

Para pesquisas futuras, recomenda-se: a incorporação de drones ao fluxo de levantamento para geração de nuvens de pontos aéreas que complementem o escaneamento terrestre, especialmente para a captura das coberturas; a investigação de fluxos de trabalho alternativos para a integração precisa de modelos BIM de edificações históricas a superfícies topográficas variáveis; e o enriquecimento dos modelos com dados históricos, materiais e de estado de conservação, avançando em direção a um modelo HBIM plenamente informacional, capaz de subsidiar o planejamento de intervenções de preservação do patrimônio arquitetônico de São Luís para as gerações futuras.

## REFERÊNCIAS

DIAS, Airton Pereira. **Passeio imersivo na Rua do Giz: aplicação da realidade virtual para o estudo da paisagem arquitetônica no Centro Histórico**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2019.

DORE, Ciaran; MURPHY, Maurice. **Integration of historic building information modeling and 3D GIS for recording and managing cultural heritage sites**. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL SYSTEMS AND MULTIMEDIA: VIRTUAL SYSTEMS IN THE INFORMATION SOCIETY, 18., 2012, Milão. *Anais* [...]. Milão: IEEE, 2012. p. 369-376.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GROETELAARS, Natalie Johanna. **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.

GUO, Yulan; WANG, Hanyun; HU, Qingyong; LIU, Hao; LIU, Li; BENNAMOUN, Mohammed. **Deep learning for 3D point clouds: a survey**. [S. l.: s. n.], 2019. Preprint.

HISTORIC ENGLAND. **3D laser scanning for heritage: advice and guidance on the use of laser scanning in archaeology and architecture**. [S. l.]: Historic England, 2018.

MURPHY, Maurice; McGOVERN, Eugene; PAVÍA, Sara. **Historic building information modelling (HBIM)**. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Elsevier, 2013.

NOGUEIRA, Fabiano Mikalauskas de Souza. **A representação de sítios históricos: documentação arquitetônica digital**. 2010. 215 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

PACHECO, Ellis Monteiro dos Santos. **O papel das normativas na preservação e ocupação do conjunto arquitetônico e paisagístico de São Luís – MA**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio Cultural) – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, São Luís, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUÍS; BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. **Revitalização do Centro Histórico de São Luís**. São Luís: Prefeitura Municipal de São Luís, 2022.

RIBEIRO, Gustavo André Coelho. **Aplicação do Heritage BIM associado à tecnologia laser scanner para a documentação de edifícios históricos**. 2025. 134 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2025.

SILVA, Ana Paula Ramos da. **Aplicação da metodologia HBIM na documentação arquitetônica do Museu Paranaense a partir dos levantamentos com laser scanner terrestre (LST) e plataformas VANT**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

SIMEONE, Davide; CURSI, Stefano; TOLDO, Ilaria et al. **BIM and knowledge management for building heritage**. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE ACADIA, 2014. *Proceedings* [...]. Los Angeles: Riverside Architectural Press, 2015. p. 681-690.

TOLENTINO, Mônica Martins Andrade. **A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do patrimônio arquitetônico**. 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.