



ORIGINAL
ORIGINAL

Editor

Felipe de Souza Noto

Conflito de interesses

As autoras declaram que não há conflito de interesses.

Apoio

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Programa de Demanda Social (Processo nº 88887.928139/2023-00).

Recebido

21 mar. 2025

Versão Final

24 out. 2025

Aprovado

16 jan. 2026

Processo alternativo de modelagem HBIM-GIS: área em Centro Histórico

Alternative HBIM-GIS modeling process: Historic Center Area

Isabella da Silva **Bernardes**¹ , Gisa Helena Melo **Bassalo**¹ , Rachel Sfair Ferreira **Benzecry**² 

¹ Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Patrimônio Cultural. Belém, PA, Brasil. Correspondência para: I. S. BERNARDES. E-mail: isabella.bernardes@itec.ufpa.br

² Universidade Federal do Pará, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Belém, PA, Brasil.

Como citar este artigo/How to cite this article: Bernardes, I. S.; Bassalo, G. H. M.; Benzecry, R. S. F. Processo alternativo de modelagem HBIM-GIS: área em Centro Histórico. *Oculum Ensaios*, v. 23, e2615202, 2026. Doi: <https://doi.org/10.24220/2318-0919v23e2026a15202>.

Resumo

O presente artigo tem como objetivo propor melhorias no processo de reconstrução digital do patrimônio arquitetônico fazendo uso da integração *Heritage Building Information Modelling/Geographic Information Systems*. Adotando como espaço amostral a face de quadra CH89, localizada no entorno da Praça Visconde do Rio Branco, Belém, Pará. O modelo (*framework*) síntese de reconstrução digital foi adotado como ponto de partida. Desse modo, a pesquisa avaliou os parâmetros: *softwares* utilizados, tempo de processamento, tamanho do arquivo, formato, geometria e textura para cada *workflow* instanciado, de acordo com os subprocessos do processamento de dados. Com o *workflow* proposto foi possível melhorar o processamento de dados, adicionando subprocessos para a inserção de um modelo genérico *Heritage Building Information Modelling* em um ambiente *Geographic Information Systems*.

Palavras-chave: HBIM-GIS. Modelagem 3D. Patrimônio arquitetônico. Workflows.

Abstract

This article proposes improvements to the digital reconstruction process of architectural heritage by integrating Building Information Modelling and Geographic Information Systems. As a sample space, we adopt the face of block CH89, located near Visconde do Rio Branco Square in Belém, Pará. We adopted the digital reconstruction synthesis framework as our starting point. In this way, the research evaluated the parameters — software used, processing time, file size, format, geometry, and texture — for each workflow instantiated, according to the data processing sub-processes. With the proposed workflow, it was possible to enhance data processing by incorporating sub-processes for integrating a generic Heritage Building Information Modelling model into a Geographic Information Systems environment.

Keywords: HBIM-GIS. 3D Modeling. Architectural heritage. Workflows.

Introdução

A preservação do patrimônio arquitetônico tem se tornado um desafio crescente diante das transformações urbanas e das necessidades de documentação e

conservação, principalmente no Brasil e especificamente na região Amazônica, devido às condições climáticas que impactam diretamente a conservação do patrimônio favorecendo processos de degradação biológica. É nesse sentido que discorre a reflexão quanto às alternativas inteligentes, por intermédio das tecnologias da informação e da comunicação para preservação, do patrimônio cultural, principalmente, no contexto atual das cidades inteligentes, que tendem a utilizar as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para melhoria da gestão dos setores urbanos otimizando o processo de mapeamento e reconstrução digital (Dutra; Porto, 2019).

Com a evolução das tecnologias, novas abordagens têm sido empregadas para facilitar a (re)construção digital de centros históricos, garantindo a preservação de suas características originais e permitindo a criação de modelos digitais tridimensionais de alta precisão. Nesse cenário, destaca-se a integração entre os Sistemas de Informação Geográfica (GIS, *Geographic Information Systems*) e o *Heritage Building Information Modelling* (HBIM), duas tecnologias que vêm revolucionando os processos de documentação, monitoramento, análise e intervenção nos centros urbanos em diferentes níveis de detalhe, desde escala urbana até arquitetônica, o que possibilita análises multiescala do patrimônio cultural (Colucci et al., 2020). Desse modo, a análise oferece uma abordagem holística para a (re)construção digital do patrimônio, combinando a precisão dos modelos tridimensionais, por meio das informações paramétricas do HBIM, com a contextualização espacial fornecida pelo GIS. Assim, a associação das tecnologias pode resultar no avanço do conhecimento acerca da temática, não apenas para uma alternativa no processo de construção do modelo, mas também como possibilidades futuras de recursos para gestão, conservação informacional e manejo de centros históricos.

Este estudo se propõe a investigar e avaliar os fluxos de trabalho (*workflows*) utilizados na modelagem digital, estabelecendo como espaço amostral uma face de quadra no entorno da Praça Visconde do Rio Branco, popularmente conhecida como Praça das Mercês, localizada em Belém/PA (Figura 1). A pesquisa também aborda a importância de um mapeamento detalhado das etapas e tecnologias envolvidas, desde o planejamento até a implementação do modelo, com ênfase na melhoria da eficiência e na redução dos esforços necessários para a reconstrução digital do patrimônio.



Figura 1 – Área delimitada do espaço amostral no Bairro da Campina, Belém/PA.

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

Ao longo do estudo, são analisados os resultados obtidos a partir de experimentações práticas, considerando diferentes ferramentas, como *Reality Capture*, *Recap Photo*, *Blender* e *ArcGIS*, que foram testadas e ajustadas para atender aos requisitos de precisão e qualidade na modelagem 3D. Desse modo, o modelo síntese integração HBIM e GIS propõe análises mais precisas e detalhadas no campo urbano e arquitetônico das cidades. O HBIM oferece modelos paramétricos tridimensionais, enquanto o GIS proporciona a contextualização espacial, permitindo abordagens holísticas e em diferentes escalas para a reconstrução digital do patrimônio. Essa integração facilita análises em multiescalas, do nível urbano ao arquitetônico, com a classificação de detalhes técnicos, como os níveis de detalhe (LoD) no GIS, que vão de LoD0 a LoD4, e os níveis de desenvolvimento (LOD) no BIM, que variam de LOD100 a LOD500. Assim, a associação das tecnologias amplia as possibilidades de planejamento e conservação do patrimônio, unindo precisão e contextualização espacial para o planejamento e conservação (Carrasco et al., 2022).

Portanto, o presente trabalho visa contribuir para a evolução dos processos de reconstrução digital, propondo alternativas viáveis para melhorar a agilidade construtiva e a qualidade dos modelos tridimensionais aplicados à preservação de patrimônios arquitetônicos, além de identificar pontos de intervenção e avanços nas tecnologias utilizadas. Desse modo, o modelo síntese elaborado no presente trabalho de integração HBIM-GIS reduz significativamente o tempo de processamento necessário para a modelagem, haja vista que a elaboração do modelo no HBIM é um processo moroso, devido à complexidade dos edifícios históricos, o que dificulta a modelagem 3D. Assim, esta pesquisa pretendeu encontrar um processo alternativo para realizar a *importação* de um modelo 3D com nível de detalhe LoD3 para o GIS e, ao mesmo tempo, ser um modelo *exportável* LOD 100 a partir do HBIM. Dessa forma, seria possível construir um modelo 3D com informações paramétricas genéricas e integrá-lo ao GIS sem a necessidade de manipulá-lo dentro do HBIM.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa se fundamenta na revisão sistemática da literatura, a partir da qual se descreveu uma síntese de processos mais empregados na reconstrução digital HBIM/GIS. Também foram identificadas assimetrias na distribuição e lacunas na produção nacional, destacando-se a necessidade de uma combinação estratégica de tecnologias e ferramentas desde o planejamento até a implementação do modelo tridimensional (Bernardes; Bassalo, 2025). Desse modo, após a análise comparativa do conjunto união, foi elaborado um modelo síntese (*framework*), como demonstra o esquema da Figura 2. A partir do modelo síntese, e com base nos subprocessos identificados, foram estruturados e avaliados 8 *workflows*.

Cada *workflow* foi uma instanciação do modelo síntese e, portanto, dividido em: (1) Planejamento; (2) Aquisição de dados; (3) Processamento e (4) Pós processamento. Conforme a Figura 2, o *planejamento* consistiu na determinação do objeto. Na determinação da área foram analisados os dados disponíveis e os condicionantes do local. Na definição metodológica, escolheram-se as técnicas e ferramentas, bem como realizou-se o planejamento das tomadas fotográficas mediante o roteiro de captura das imagens, no qual foram avaliados: a sobreposição dos pontos, percurso do voo, ângulo de captura das imagens e possíveis interferências na área de estudo e ajustes de qualidade pretendida. Na *implementação* do modelo, foram realizados a (1) Aquisição de dados: o levantamento histórico/documental e levantamento geomático; (2) Processamento de dados: geração da nuvem de pontos, geração da malha/superfície, edição da malha; geração do modelo paramétrico de forma semiautomática e inserção no GIS; (3) Pós processamento: Edição do modelo no ArcGIS.



Figura 2 – Modelo síntese reconstrução digital HBIM/GIS.

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

Na (1) aquisição de dados, foram realizados quatro levantamentos aerofotogramétricos no espaço amostral da Praça Visconde do Rio Branco. Os três primeiros levantamentos foram realizados no período da manhã e o quarto pela manhã e à tarde. Em todos os dias, o tempo estava nublado, mantendo condições lumínicas semelhantes, utilizando o mesmo equipamento (VANT Modelo DJI Mini 2). Após a aquisição da informação por meio da fotogrametria, iniciou-se o processamento dos dados no formato .mp4. Optou-se pelo levantamento em formato de vídeo devido à maior agilidade na captura de toda a face de quadra, gerando as fotos em .jpg de forma individual para cada edificação.

O (2) processamento de dados se iniciou no *software* Reality Capture, com a geração da nuvem de pontos e a geração da malha/superfície da edificação 6. Após os primeiros *Workflows* 1, 2, 3 e 4, utilizando os formatos (.obj, .fbx e .dxf), verificou-se a necessidade de edição da malha para remoção de polígonos desnecessários a serem importados para o ArcGIS, visto que o Reality Capture apresentou limitações de edição. Desse modo, no *Workflow* 5, optou-se pela inserção de mais um subprocesso, com a edição da malha no Recap Photo, sendo exportado em formato .obj para inserção do modelo ArcGIS com um formato mais compacto. Porém, após a edição, houve a necessidade de transformar a malha geométrica em sólido, devido à incompatibilidade de leitura da textura e composição do objeto na inserção do modelo no GIS em forma de malha. Assim, verificando os formatos compatíveis a serem exportáveis pelo HBIM em formato sólido para serem importados para o ArcGIS e Revit, os *Workflows* 6 e 7 inserem mais um subprocesso: a criação do modelo paramétrico em formato genérico no *software* Blender, com a transformação da malha geométrica em sólido, a limpeza da malha e a exportação no formato .dae para inserção do modelo no GIS.

No workflow 8, adotou-se os subprocessos da edição da malha no Recap Photo e exportação no formato .obj, a limpeza da malha, criação do sólido no Blender no formato .dae e inserção do modelo 3D no ArcGIS. Após a inserção do modelo, foi necessário preencher as coordenadas geográficas para mover o objeto de forma semiautomática e realizar ajustes manuais de edição, como as ferramentas rotacionar e mover para a localização correta de cada fachada. No (3) pós processamento, foi realizada a edição dos modelos para ajustes necessários na área a ser inserida. Para a finalização do modelo com as 6 edificações da face de quadra, foi eleito o *workflow* final. Para tanto, foram avaliados os procedimentos de modelagem utilizados, centrando nos parâmetros de

processamento das informações de cada *workflow*; levando em consideração os possíveis pontos de intervenção para melhoramento do processo de modelagem proposto. Foram analisados aspectos relacionados aos *softwares* utilizados, tempo de processamento, tamanho do arquivo, formato, geometria e textura de acordo com cada subprocesso, apresentando no formato (.dae) o detalhamento necessário do LoD3 para a representação do espaço amostral da face de quadra na área de entorno.

O espaço amostral utilizado na pesquisa foi composto por 6 edificações da face de quadra CH89, localizadas no Bairro da Campina, Belém, Pará. A área se tornou a principal centralidade urbana da cidade, com atividade atacadista e varejistas, abrigando um conjunto arquitetônico de edificações ecléticas, com elementos do estilo *Art Nouveau* que refletem momentos importantes da cidade de Belém (Soares, 2009). Observa-se ao longo dos anos que, mesmo sendo uma área tombada na esfera Municipal (FUMBEL, Fundação Cultural do Município de Belém) em 1994 por meio do Inventário de Bens Imóveis de Interesse a Preservação da Cidade de Belém e no âmbito Federal (IPHAN) integrando o conjunto arquitetônico, paisagístico e urbanístico dos bairros da Cidade Velha e Campina em 2012, o Centro Histórico vem perdendo suas características arquitetônicas primitivas, mesmo com a existência de proteção legal da área (Belém, 1994).

As quadras (CH) que fazem parte do entorno da Praça Visconde do Rio Branco Mercês são compostas por: CH82, 83, 84, 88, 89 e 90. No entanto, delimitou-se na CH89, como unidade espacial de análise, as fachadas dos 6 edifícios ilustrados. Segundo os levantamentos atuais realizados na área, pode-se perceber que algumas edificações inventariadas em 1994 se encontram sem uso e em estado de abandono. Observa-se o predomínio de modificações na tipologia dos imóveis no pavimento térreo, apresentando modificações tais como abertura de vãos e instalação de letreiros, os quais vão alterando a leitura e visualização da área. Neste sentido, conforme a atual situação dos edifícios no Centro Histórico de Belém, é imprescindível ressaltar a importância da documentação frente ao estado de deterioração dos bens e perda do patrimônio que está ocorrendo na cidade.

Resultados e Discussão

Aquisição da Informação

De acordo com os dados da Tabela 1, a etapa de aquisição das informações geomáticas da face de quadra CH 89 se deu em quatro dias, ambos com a utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) modelo Mini 2 DJI. Em todos os casos foi usado o ajuste automático de câmera do próprio equipamento.

O primeiro levantamento não foi satisfatório devido à dificuldade de manter distâncias fixas entre edificações e às limitações de tempo utilizando o formato de imagem. No segundo levantamento, o uso de vídeos agilizou a coleta de informações, gerando bons resultados. O terceiro

Tabela 1 – Dados dos levantamentos.

Dados	Levantamento 01	Levantamento 02	Levantamento 03	Levantamento 04
Data	21/11/2024	05/12/2024	12/12/2024	14/01/2025
Horários	11h00 – 11h20	9h30 – 9h40	10h20 – 10h50	9h20 – 10h20
				14h10 – 14h50
Tempo de duração	20 minutos	10 minutos	30 minutos	1 hora e 40 minutos
Condições climáticas	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

levantamento foi satisfatório, mas teve limitações causadas por obstáculos, como árvores, fiação, postes, carros estacionados e a movimentação intensa na área comercial. No quarto levantamento, iniciado na esquina da Rua Gaspar Viana da edificação 01 até a 06, o voo horizontal com adição do vertical apresentou resultados satisfatórios para a sobreposição de imagens e o processamento das informações de toda a face da quadra.

Processamento da Informação

De forma similar aos levantamentos, o processamento da informação ocorreu em etapas. Na primeira etapa foi analisada a disponibilidade de um *software* gratuito que garantisse um retorno com bom desempenho na geração da nuvem de pontos e criação da malha/superfície. Assim, optou-se pelo uso do Reality Capture, que possibilitou o processamento dos vídeos gerando fotos para formação da nuvem de pontos e criação da malha geométrica de cada edificação. Após a criação da malha, buscou-se os formatos compatíveis do Reality Capture para o ArcGIS e Revit obtendo os formatos .fbx, .obj e .dxf.

Conforme a Figura 3, os testes iniciais foram realizados em dois processos, três subprocessos e duas tecnologias. Iniciou-se com a aquisição de dados por meio do levantamento geomático, geração da nuvem de pontos, malha geométrica, até a inserção do modelo no GIS. Dessa forma, ao comparar os resultados obtidos nos parâmetros de processamento de cada *workflow*, levou-se em consideração os *softwares* utilizados, tempo de processamento, tamanho do arquivo, formato, geometria e textura de acordo com cada subprocesso do processamento de dados.

No entanto, de acordo com os dados apresentados na Figura 3, os *Workflows* 1, 2, 3 e 4 resultaram na compreensão da interferência no tamanho dos arquivos e nos possíveis formatos de exportação do *software* Reality Capture para o ArcGIS. Após a importação, observou-se que o ArcGIS só fez o *upload* da malha triangular, e não da textura e composição do objeto. Após a importação, nos quatro primeiros *workflows*, percebeu-se a necessidade de editar a malha para remoção de polígonos desnecessários a serem importados para o ArcGIS, visto que o Reality Capture apresentava limitações de edição.

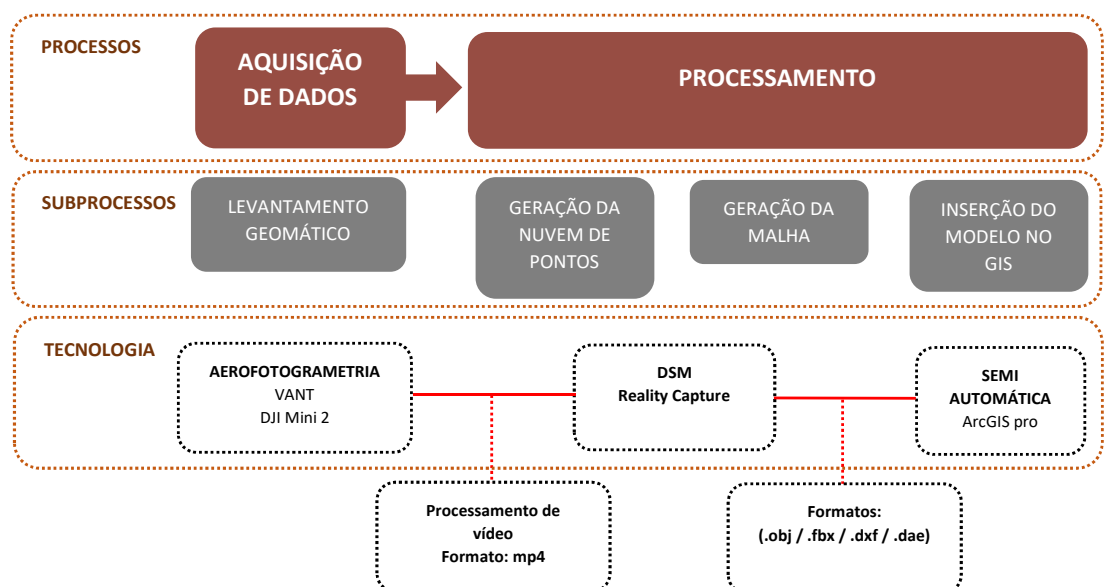


Figura 3 – Esquema gráfico dos *Workflows* 01, 02, 03 e 04.

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

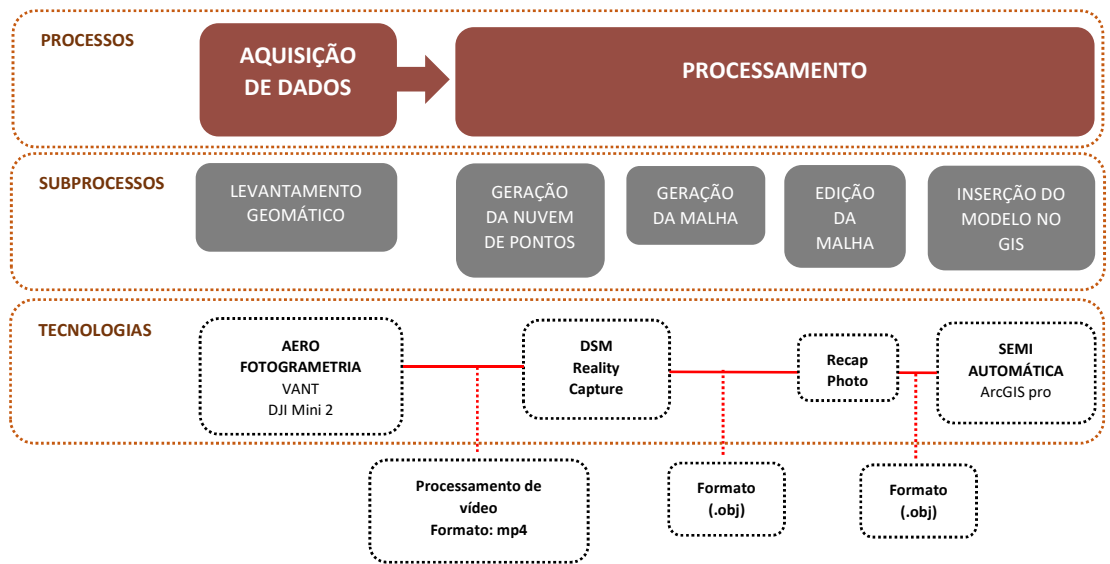


Figura 4 – Esquema gráfico do Workflow 05.

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

Conforme ilustra a Figura 4, o *workflow* 5 foi realizado em dois processos, quatro subprocessos e três tecnologias. Optou-se pelo acréscimo de mais uma etapa com a edição da malha no Recap Photo, sendo exportado em formato (.obj) para inserção do modelo ArcGIS com um formato mais compacto. Porém, após a edição, foi necessário transformar a malha geométrica em sólido, devido à incompatibilidade de leitura da textura e composição do objeto na inserção do modelo no GIS em forma de malha.

Assim, verificaram-se os formatos compatíveis a serem exportáveis pelo HBIM em formato sólido para serem importados para o Revit ou ArcGIS. Conforme demonstra a Figura 5, os *Workflows* 6 e 7 inserem mais uma etapa com a criação do modelo paramétrico em formato genérico no *software* Blender, a transformação da malha geométrica em sólido, a limpeza da malha e a exportação no formato .dae para inserção do modelo.

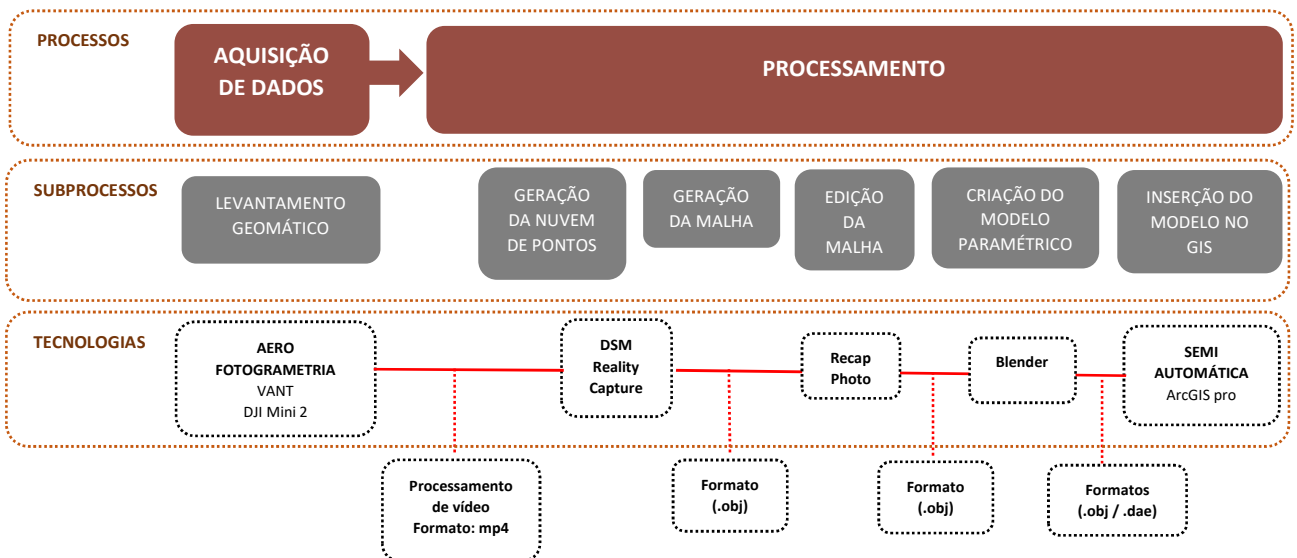


Figura 5 – Esquema gráfico dos Workflows 06 e 07.

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

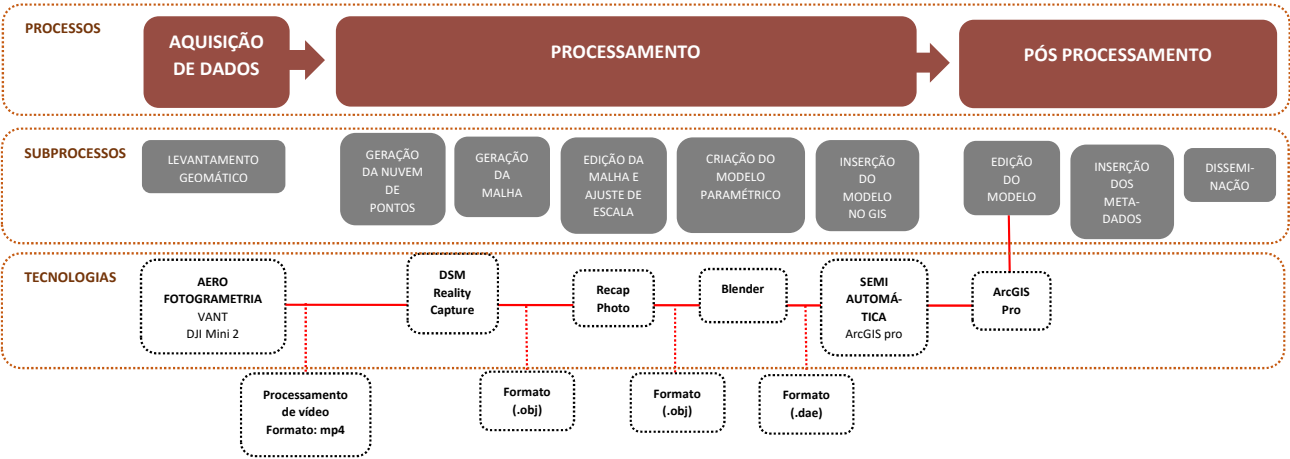


Figura 6 – Esquema gráfico do Workflow 08.
Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

De acordo com a Figura 6, no workflow 8, a malha tridimensional gerada no Reality Capture foi importada em formato .obj para o Blender, sendo realizada a limpeza da malha com a retirada de faces e polígonos duplicados, criação do sólido e conversão para o formato .dae. Devido à limitação de ajuste de escala e a dificuldade da edição manual no Blender e no ArcGIS por causa do tamanho do arquivo, optou-se pelo uso do Recap Photo, não somente para a edição da malha, mas também para ajuste de escala de cada edificação (Tabela 2).

Tabela 2 – Parâmetros de processamento Workflows 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 08. 1 de 2

Parâmetros do workflow 01	Geração da nuvem de pontos	Geração da malha Geométrica	Inserção do modelo no GIS
Edificação 06			
Softwares	Reality Capture		ArcGIS
Tempo de processamento	2 minutos	10 minutos	2 horas e 34 minutos
Tamanho do arquivo	401 fotos	210.400 KB	4 GB
Formato	.jpg	.obj	.obj
Geometria	SIM		NÃO
Textura	SIM		NÃO
Parâmetros do workflow 02			
Tamanho do arquivo	-	310.200 KB	5,30 GB
Formato	.jpg	.fbx	.fbx
Geometria	SIM		NÃO
Textura	SIM		NÃO
Parâmetros do workflow 03			
Tamanho do arquivo	-	510.200 KB	7,30 GB
Formato	.jpg	.dxf	.dxf
Geometria	SIM		NÃO
Textura	SIM		NÃO
Parâmetros do workflow 04			
Tamanho do arquivo	-	140.500 KB	3 GB
Formato	.jpg	.dae	.dae
Geometria	SIM		SIM
Textura	SIM		NÃO

Tabela 2 – Parâmetros de processamento *Workflows* 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 08.

2 de 2

Parâmetros do workflow 05	Geração da nuvem de pontos		Geração da malha geométrica		Edição da malha	Inserção do Modelo no GIS
Softwares	Reality Capture				Recap Photo	ArcGIS
Tempo de processamento	2 minutos		15 minutos		10 minutos	2 minutos e 13 segundos
Tamanho do arquivo	401 fotos		510.200 KB		300.120 KB	5,10 GB
Formato	.jpg		.dxf		.obj	.obj
Geometria	SIM				SIM	
Textura	SIM		SIM		NÃO	
Parâmetros do workflow 06	Geração da nuvem de pontos	Geração da malha geométrica	Edição da malha	Criação do modelo paramétrico	Inserção do modelo no GIS	
Softwares	Reality Capture		Recap Photo	Blender	ArcGIS	
Tempo de processamento	2 minutos	10 minutos	10 minutos	5 minutos	2 minutos e 13 segundos	
Tamanho do arquivo	401 fotos	70 KB	3.403 KB	4.860 KB	2 GB	
Formato	.jpg	.obj	.obj	.obj	.obj	
Geometria	SIM					
Textura	SIM				NÃO	
Parâmetros do workflow 07						
Tamanho do arquivo	-	-	-	4.700 KB	1 GB	
Formato	.jpg	.obj	.obj	.dae	.dae	
Geometria	SIM					
Textura	SIM					
Parâmetros do workflow 08	Geração da nuvem de Pontos	Geração da malha geométrica	Edição da malha / ajuste da escala	Criação do modelo paramétrico	Inserção do Modelo No GIS	Edição do modelo
Softwares	Reality Capture	Recap Photo	Blender	ArcGIS	ArcGIS	
Tempo de processamento	7 minutos	10 minutos	15 minutos	10 minutos	1 minuto	5 minutos
Tamanho do arquivo	719 fotos	133 KB	4.254 KB	5.603 KB	-	6,35 GB
Formato	.jpg	.obj	.obj	.dae	.dae	-
Geometria	SIM					
Textura	SIM					

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

Inserção do modelo no GIS

Para inserção do modelo no GIS, adotaram-se os procedimentos demonstrados na Tabela 3, seguindo os mesmos parâmetros para as 6 edificações do espaço amostral. O *workflow* 8, para reconstrução digital da face de quadra, foi dividido em 6 subprocessos: (1) Geração da nuvem de pontos; (2) Geração da malha; (3) Edição da malha com ajuste de escala; (4) Criação do modelo paramétrico; (5) Inserção do modelo e (6) Edição do modelo.

Tabela 3 – Parâmetros do workflow 08 aplicado ao espaço amostral.

1 de 2

Parâmetros do workflow 08	Geração da nuvem de pontos	Geração da malha geométrica	Edição da malha / ajuste da escala	Criação do modelo paramétrico	Inserção do Modelo no GIS	Edição do modelo
Edificação 01						
Softwares	Reality Capture	Recap Photo	Blender	ArcGIS	ArcGIS	
Tempo de processamento	10 minutos	17 minutos	10 minutos	5 minutos	1 minuto e 10 segundos	5 minutos
Tamanho do arquivo	794 fotos	124 KB	3.643 KB	4.981 KB	-	-
Formato	.jpg	.obj	.obj	.dae	.dae	-
Geometria	SIM					
Textura	SIM					

Tabela 3 – Parâmetros do workflow 08 aplicado ao espaço amostral.

2 de 2

Parâmetros do workflow 08	Geração da nuvem de pontos	Geração da malha geométrica	Edição da malha / ajuste da escala	Criação do modelo paramétrico	Inserção do Modelo no GIS	Edição do modelo
Edificação 02						
Softwares	Reality Capture		Recap Photo	Blender	ArcGIS	ArcGIS
Tempo de processamento	4 minutos	14 minutos	5 minutos	5 minutos	6 segundos	5 minutos
Tamanho do arquivo	504 fotos	80 KB	3.892 KB	5.272 KB	-	-
Formato	.jpg	.obj	.obj	.dae	.dae	-
Geometria	SIM					
Textura	SIM					
Edificação 03						
Softwares	Reality Capture		Recap Photo	Blender	ArcGIS	ArcGIS
Tempo de processamento	7 minutos	17 minutos	8 minutos	5 minutos	7 segundos	2 minutos
Tamanho do arquivo	852 fotos	133 KB	3.868 KB	5.205 KB	-	-
Formato	.jpg	.obj	.obj	.dae	.dae	-
Geometria	SIM					
Textura	SIM					
Edificação 04						
Softwares	Reality Capture		Recap Photo	Blender	ArcGIS	ArcGIS
Tempo de processamento	2 minutos	8 minutos	5 minutos	5 minutos	1 min e 11 segundos	2 minutos
Tamanho do arquivo	182 fotos	32 KB	3.633 KB	4.980 KB	-	-
Formato	.jpg	.obj	.obj	.dae	.dae	-
Geometria	SIM					
Textura	SIM					
Edificação 05						
Softwares	Reality Capture		Recap Photo	Blender	ArcGIS	ArcGIS
Tempo de processamento	8 minutos	27 minutos	10 minutos	7 minutos	7 segundos	2 minutos
Tamanho do arquivo	1076 fotos	167 KB	3.604 KB	4.841 KB	-	-
Formato	.jpg	.obj	.obj	.dae	.dae	-
Geometria	SIM					
Textura	SIM					
Edificação 06						
Softwares	Reality Capture		Recap Photo	Blender	ArcGIS	ArcGIS
Tempo de processamento	7 minutos	10 minutos	15 minutos	10 minutos	1 minuto	5 minutos
Tamanho do arquivo	719 fotos	133 KB	4.254 KB	5.603 KB	6,35 GB	-
Formato	.jpg	.obj	.obj	.dae	.dae	-
Geometria	SIM					
Textura	SIM					

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

Adotaram-se os subprocessos da edição da malha no Recap Photo, com exportação no formato .obj, a limpeza da malha e criação do sólido no Blender no formato .dae e inserção do modelo 3D no ArcGIS. Após a inserção do modelo, foi necessário preencher as coordenadas geográficas para mover o objeto de forma semiautomática e realizar os ajustes manuais de edição, como as ferramentas rotacionar e mover para a localização correta de cada fachada. Na etapa do pós-processamento, foi realizada a edição dos modelos para ajustes necessários na área inserida (Figura 7).

Após a finalização do modelo da face de quadra, foram novamente analisados os subprocessos de modelagem empregados, com foco nos parâmetros relacionados ao processamento das informações em cada workflow, para validação do modelo. Embora a avaliação tenha considerado

possíveis pontos de intervenção para aprimorar o processo de modelagem proposto, o nível de detalhe necessário para o LoD3 foi apresentado no formato .dae, garantindo a representação do espaço amostral da face de quadra na área de entorno.

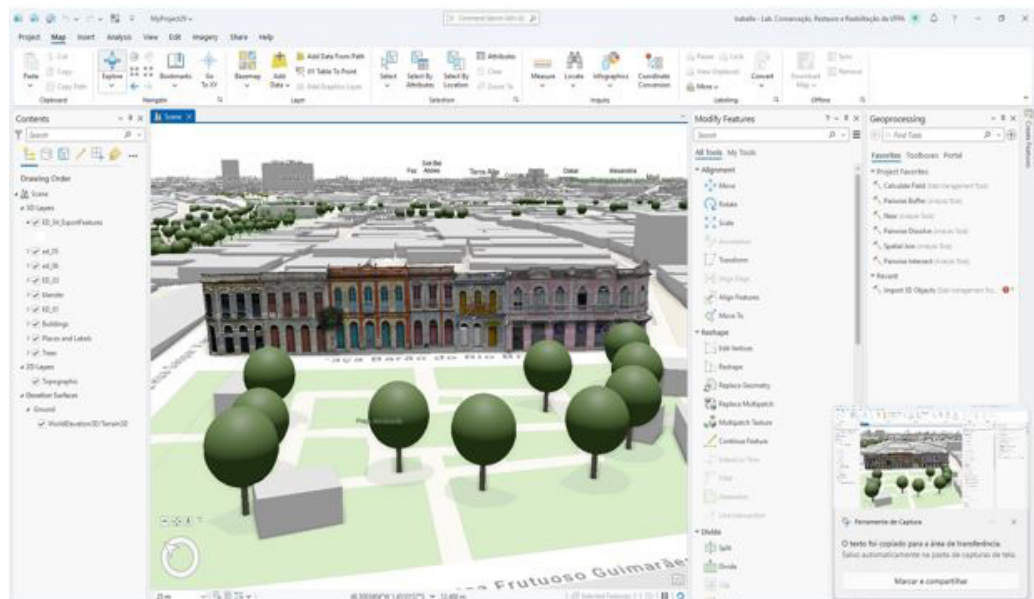


Figura 7 – Inserção do modelo na área de entorno – ArcGIS.

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

Considerações Finais

Este trabalho evidenciou tanto o potencial quanto as limitações dos fluxos de trabalho (*workflows*) adotados, com foco na integração de tecnologias HBIM e GIS aplicados à face de quadra do entorno da Praça das Mercês, em Belém, Pará. A análise comparativa dos processos demonstrou que, apesar da aplicabilidade dos *softwares* utilizados, questões como a edição da malha e a compatibilidade de formatos para importação no ArcGIS geraram desafios.

A etapa de aquisição de dados revelou percalços significativos, como as dificuldades em manter uma distância consistente para a captura de imagens, as interferências ambientais (árvores, fiações e movimentação urbana) e as limitações relacionadas ao equipamento utilizado. A adoção da fotogrametria em formato de vídeo como alternativa mostrou-se promissora para agilizar o levantamento. Ainda assim, os levantamentos realizados em condições climáticas favoráveis, como dias nublados, contribuíram para a uniformidade lumínica e para a qualidade final das imagens.

O *software* Reality Capture destacou-se como uma solução eficiente na geração da nuvem de pontos e malha geométrica, porém apresentou limitações para a edição da malha e exportação para o ArcGIS, especialmente no que diz respeito à exportação de texturas e composição do objeto. A necessidade de recorrer a ferramentas adicionais, como Recap Photo e Blender, para a limpeza e transformação da malha em um sólido e a conversão de formatos de exportação, evidenciaram a complexidade do processo e a ausência de uma ferramenta única e otimizada para todas as etapas. Esses ajustes, que exigiram múltiplos programas e etapas de conversão de arquivos, impactaram diretamente no tempo de processamento e no tamanho do arquivo.

As limitações observadas, como a dependência de múltiplas plataformas e os ajustes manuais necessários durante o processamento, apontam para a necessidade de aprimorar as tecnologias e

os fluxos de trabalho aplicados. Soluções futuras poderiam explorar ferramentas mais integradas ou o uso de algoritmos de inteligência artificial para automatizar processos, como a limpeza de malhas e a criação de modelos paramétricos. Além disso, a superação de desafios relacionados à captura de detalhes arquitetônicos, especialmente em áreas densamente urbanizadas, pode beneficiar-se de equipamentos mais avançados ou de técnicas complementares, como scanners a laser.

Conforme o modelo síntese de integração, o GIS já possibilita a visualização em 3D sem a necessidade de elaboração do modelo no próprio HBIM, reduzindo o tempo de processamento necessário para modelagem de cada elemento da fachada, o que torna o processo moroso devido a grande quantidade de detalhes a ser modelada nos edifícios históricos. Assim, após a geração da malha, é possível, mediante um formato compatível ao HBIM de um objeto sólido, realizar a importação do modelo com um nível de detalhes LoD3 referente aos elementos da fachada que, ao mesmo tempo, possa ser um modelo exportável para o HBIM para o maior nível de desenvolvimento em estudos futuros, mas que também otimize o trabalho do arquiteto e do conservador restaurador nas etapas necessárias, desde a aquisição de dados até a disseminação dos registros.

Em síntese, este trabalho contribuiu para o avanço das práticas de modelagem digital aplicadas a patrimônios arquitetônicos, ao passo que destacou as lacunas e desafios existentes. A integração de HBIM e GIS demonstrou ser uma abordagem promissora, com potencial para otimizar não apenas a (re)construção digital, mas também a gestão e a preservação de centros históricos. Estudos futuros poderão expandir esses esforços, abordando novas áreas de aplicação, tecnologias emergentes e estratégias de automação que tornem os processos ainda mais eficientes e acessíveis.

Referências

- Belém. *Lei.7709/94, de maio de 1994*. Dispõe sobre a preservação e proteção do patrimônio Histórico, Artístico, Ambiental e Cultural do Município de Belém e das outras providências. Belém: Câmara Municipal de Belém, 1994. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pa/b/belem/leiordinaria/1994/770/7709/lei-ordinaria-n-7709-1994-dispoe-sobre-a-preservacao-e-protecao-do-patrimonio-historico-artistico-ambiental-e-cultural-do-municipio-de-belem-e-da-outrasprovidencias.html>. Acesso em: 8 fev. 2020.
- Bernardes, I. S.; Bassalo, G. H. M. Reconstrução digital do patrimônio arquitetônico integração HBIM-GIS: uma revisão sistemática da literatura. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 1, e13522, 2025. Doi: <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-195>.
- Carrasco, C. et al. Methodology for the generation of 3D city models and integration of HBIM models in GIS: Case studies. *VITRUVIO – International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, v. 7, p. 74-87, 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2022.18808>.
- Colucci, E. et al. HBIM-GIS Integration: from IFC to CityGML Standard for Damaged Cultural Heritage in a Multiscale 3D GIS. *Applied Sciences*, v. 10, 1356, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.3390/app10041356>.
- Dutra, L. F., Porto, R. M. A. B. Alternativas inteligentes para a preservação do patrimônio cultural no contexto das smart cities. *Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação*, v. 13, n. 1, p. 372-390, 2019. Doi: <https://doi.org/10.26512/rici.v13.n1.2020.26210>.
- Soares, E. N. (org.). *Largos, coretos e praças de Belém – PA*. Brasília: IPHAN/Programa Monumenta, 2009. Disponível <https://fauufpa.files.wordpress.com/2011/10/largos-coretos-e-prac3a7as-de-belc3a9m.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2021.

Colaboradores

I. S. Bernardes: Conceitualização, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Escrita – rascunho original, Revisão e edição, Escrita – revisão e edição. G. H. M. Bassalo: Administração de projetos, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita – revisão e edição. R. S. F. Benzecry: Supervisão, Validação, Visualização, Escrita – revisão e edição.