FOTOGRAMETRIA DIGITAL DA IMAGEM DA NOSSA SENHORA DAS MERCÊS, CATEDRAL DE PORTO NACIONAL (TO) [1]

COSTA, Heliara Aparecida (1); SOARES, Amelia Milieli Carvalho (2)

(1) Universidade Federal do Tocantins, heliara@mail.uft.edu.br

(2) Universidade Federal do Tocantins, amelia.milieli@mail.uft.edu.br

RESUMO

O presente estudo aborda o uso da fotogrametria como ferramenta para registro de bens culturais frente ao risco de seu desaparecimento, seja por deterioração, catástrofes naturais, guerras ou sinistros. O objetivo é analisar a aplicabilidade de ferramentas acessíveis na preservação do patrimônio cultural móvel, especialmente de cidades com poucos recursos e cujo patrimônio ainda é pouco conhecido. Concentra-se no registro tridimensional da imagem sacra de Nossa Senhora das Mercês, presente no altar da Catedral de Porto Nacional, no estado do Tocantins, um ícone religioso e cultural tombado da cidade. O método envolveu a captura de imagens com câmera fotográfica e processamento por meio do aplicativo gratuito *Kiri Engine*. O modelo gerado demonstrou elevada fidelidade, evidenciando a viabilidade do uso de equipamentos mais acessíveis para digitalização de patrimônios com qualidade. Os resultados apontam que a popularização da fotogrametria simplificada representa um avanço significativo para democratizar a preservação digital, contribuindo tanto para pesquisas acadêmicas quanto para ações práticas de proteção e divulgação de bens culturais.

Palavras-chave: Fotogrametria; HBIM; patrimônio histórico; Catedral Nossa Senhora das Mercês - Porto Nacional.

ABSTRACT

This study addresses the use of photogrammetry as a tool for recording cultural assets at risk of disappearing, whether due to deterioration, natural disasters, wars, or accidents. The objective is to analyze the applicability of accessible tools in the preservation of movable cultural heritage, especially in cities with few resources and whose heritage is still little known. It focuses on the three-dimensional recording of the sacred image of Nossa Senhora das Mercês, present on the altar of the Cathedral of Porto Nacional, in the state of Tocantins, a religious and cultural icon listed as a heritage site in the city. The method involved capturing images with a camera and processing them using the free Kiri Engine application. The model generated demonstrated high fidelity, evidencing the feasibility of using more accessible equipment for high-quality digitization of heritage sites. The results indicate that the popularization of simplified photogrammetry represents a significant advance in democratizing digital preservation, contributing both to academic research and to practical actions for the protection and

[1] COSTA, Heliara Aparecida; SOARES, Amelia Milieli Carvalho. FOTOGRAMETRIA DIGITAL DA IMAGEM DA NOSSA SENHORA DAS MERCÊS, CATEDRAL DE PORTO NACIONAL (TO). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2025, São Paulo. **Anais**... São Paulo: FAUUSP, 2025. p. 1-9. DOI 10.46421/sbqp.v9i.7901

dissemination of cultural assets.

Keywords: *Photogrammetry; HBIM; historical heritage; Cathedral of Our Lady of Mercy - Porto Nacional.*

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de preservação e restauro do patrimônio, devido à acelerada deterioração e destruição crescente (Groetelaars, 2015), associada ao desaparecimento de objetos culturais por guerras, furtos, acidentes vem impulsionando iniciativas voltadas ao registro digital de paisagens, construções, objetos e até mesmo países inteiros, com o objetivo de eternizar memórias e identidades que hão de se perder (Wang et al., 2025). Como exemplo, de grande porte tem-se Tuvalu, país insular da Oceania em risco de desaparecimento natural, mas que está em processo de digitalização de seu território e bens culturais, com a finalidade de preservar virtualmente a sua existência (Santos, 2024).

A modelagem digital destaca-se como ferramenta na atualidade para registro e documentação do patrimônio, tendo entre os principais conceitos o de *Heritage Information Modeling* (HBIM) (Tolentino, 2018; Cuperschmid, Fabrício, Franco, 2019;)

HBIM foi inicialmente definido como um processo de projeto de engenharia reversa e tecnologia de varredura a laser, para obtenção de um protótipo virtual completo da edificação (Murphy, McGovern e Pavia, 2007). Posteriormente, ao processo foi acrescentado a captura e o processo fotogramétrico para auxiliar na construção da geometria, textura e cores (MURPHY; MCGOVERN; PAVIA, 2009), especialmente para modelos históricos. Processos de reconstrução em HBIM incluem técnicas e ferramentas avançadas, que permitem criar e visualizar modelos de diferentes complexidades, desde versões simplificadas até representações realistas de alta sofisticação (Costa *et al*., 2021).

Uma das etapas de geração do HBIM, a fotogrametria destaca-se como uma técnica eficaz para o registro tridimensional de objetos, permitindo a criação de modelos digitais que conservam a forma e os detalhes dos elementos. Consiste na captura de um conjunto de fotografias, de diversos ângulos, do objeto de estudo. Feita esta coleta, as imagens são processadas em um software que mensura a distância entre elas e cria o modelo geométrico tridimensional no meio digital, com dimensões precisas (Groetelaars, 2015; Tolentino, 2018; Silva, 2019). Tradicionalmente restrita a profissionais com equipamentos sofisticados, como drones e scanners, a fotogrametria tornou-se amplamente acessível com o avanço dos dispositivos móveis e de softwares intuitivos e gratuitos disponíveis na internet. No entanto, há pouco desenvolvimento ainda para o registro de bens culturais móveis.

Partindo desse contexto, o presente estudo investiga o uso da fotogrametria realizada por meio de aplicativos para o registro de um bem cultural móvel de grande valor para a comunidade de Porto Nacional, no estado do Tocantins: a imagem de Nossa Senhora das Mercês, situada no altar Catedral de mesmo nome. Além de analisar a viabilidade técnica do método empregado, bem como os resultados obtidos, o estudo busca evidenciar a importância da digitalização de patrimônios culturais móveis e contribuir para o acervo digital dos bens patrimoniais de cidades com poucos recursos financeiros.

2 ESTUDO DE INTERESSE

O estudo de interesse é o acervo de Porto Nacional, cidade no Estado do Tocantins, que origem no período colonial, por meio dos bandeirantes paulistas em busca de riquezas minerais no século XVIII, o que fez surgir as primeiras vilas, em torno dos garimpos e dos rios. Devido à sua localização estratégica, a cidade se transformou em porto de passagem de mineradores e mascates e, logo depois, em ponto de escoamento de ouro para Belém (PA), que seguia para Lisboa (IPHAN - GO, 2009).

Como em várias cidades brasileiras, a presença estrangeira e religiosa foi determinante para a implantação de infraestrutura e equipamentos urbanos. Em 1886, com a vinda dos freis dominicanos foi construída escola primária, templo e convento. Em 1904, com irmãs dominicanas, o colégio Sagrado Coração de Jesus e a escola pública, além do casario. No governo Getúlio Vargas, teve estímulo dos programas de integração do território nacional; e, entre 1950-1960, a construção da Rodovia BR 153 (Belém-Brasília) (IPHAN - GO, 2009).

Destaca-se entre essas construções, a Catedral Nossa Senhora das Mercês (Figura 1) fundada em 1810. Tem referência no estilo românico francês provençal e normando, com adaptações aos rituais religiosos da época, sendo seu projeto atribuído aos próprios frades dominicanos vindos do sul da França, região rica em monumentos do mesmo estilo (IPHAN - GO, 2009).

Em 2008, a cidade teve seu centro histórico tombado pelo IPHAN. A área abrange o sítio natural, a malha urbana e as arquiteturas implantadas da fundação do município até a década de 1960. São aproximadamente 250 edificações, que incluem prédios vernaculares e singulares, como um conjunto de casas, a Catedral, o Seminário, a Cúria e a Casa de Câmara e a antiga Cadeia, ruas e praças. O local abriga um rico acervo arquitetônico, representativo do período da mineração aurífera, entre a metade do século XVIII até meados do século XX, além do acervo móvel presente no atual Museu Histórico e na Igreja. Nesse sentido, o registro desse acervo de forma digital contribui para seu registro e divulgação. (IPHAN - GO, 2009).

Figura 1 – Catedral Nossa Senhora das Mercês



Fonte: Dias (2024).

2.1 ESCULTURA DA NOSSA SENHORA DAS MERCÊS

A imagem da Nossa Senhora das Mercês compõe o altar da igreja e tem especial relevância à comunidade local, apesar desta não ser mais a original. Alguns *websites* e moradores contam que a imagem original, do século XVIII, foi dada como desaparecida em meados do século XX e até hoje não foi recuperada. Em 2013, o então vigário, encomendou outra que a substituísse, sendo reconstruída como réplica, em madeira, partir de fotos e descrições orais de moradores mais antigos.

Para testar as ferramentas e aplicativos da pesquisa, optou-se por trabalhar com essa imagem, mesmo não sendo a original. Destaca-se que no Museu Histórico de Porto Nacional há uma série de objetos e imagens sacras do período colonial. No entanto, devido ao estado deteriorado do edifício, este encontra-se fechado e as imagens foram guardadas de forma segura e sem acesso público provisoriamente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a fotogrametria da estátua de Nossa Senhora das Mercês, foram realizados vários estudos preliminares (Figura 2) quanto ao desempenho dos softwares gratuitos disponíveis para *smartphones*, visto que o objetivo do estudo é tornar este processo o mais acessível possível. Foram testados os softwares com melhores avaliações na loja digital de aplicativos e, entre eles, o *Kiri Engine* foi o que obteve melhores resultados. Os critérios de escolha utilizados foram gratuidade, interatividade, processamento de imagem e resultado entregue.

Figura 2 – Teste de fotogrametria com aplicativo *Kiri Engine*

a) Foto do objeto original b) Modelo 3D obtido



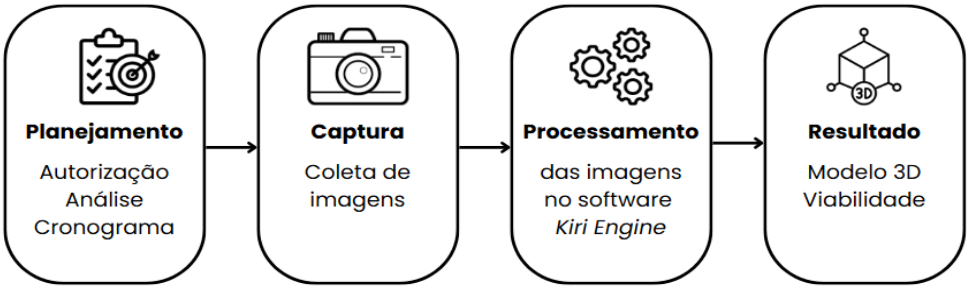
Fonte: Soares (2025).

Dessa maneira, após os testes, o estudo final foi realizado com os seguintes equipamentos e softwares:

- Câmera fotográfica GoPro Hero 12 Black;
- Iluminação LED com tripé: utilizado para iluminar o ambiente para obter imagens melhores;
- *Kiri Engine*: aplicativo utilizado para gerar o modelo geométrico;
- Tecido branco: utilizado como fundo, para captar apenas a escultura.

Para o registro das imagens, utilizou-se a câmera digital GoPro Hero 12 Black, equipada com processador GP2 e sensor de imagem sensor de imagem CMOS de 1/1,9 polegada. Tem resolução efetiva de 27,6 megapixels (5.599 x 4.927) e lente com abertura F/2.5, capaz de captar imagens com campo de visão de até 156° na proporção 8:7. O comprimento focal equivalente varia entre 12 mm (grande angular) e 39 mm, adaptando-se a diferentes tipos de enquadramento. O conjunto é otimizado para captação de vídeos e fotos com alto desempenho mesmo em condições de baixa luminosidade. Para melhorar o desempenho em ambientes com baixa luminosidade, foi utilizada iluminação LED auxiliar, garantindo maior nitidez e qualidade. Foi utilizado um tecido branco, como fundo, para evitar interferências do ambiente. O processamento das imagens foi realizado com o software *Kiri Engine* para fotogrametria digital, a partir do alinhamento e reconstrução a partir de múltiplas fotografias. Destaca-se que esses equipamentos são considerados de baixo custo. O método utilizado é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Método



Fonte: Soares (2025).

4 CAPTURA

Foi efetuada com a escultura fora do altar, com fundo branco, iluminada com LED, possibilitando a obtenção de imagens de alta qualidade sob diferentes perspectivas. Durante o processo de aquisição das imagens, buscou-se ajustar cuidadosamente o foco da câmera aos elementos principais da escultura, evitando sombras intensas e incidência excessiva de luz. A coleta das imagens foi feita de forma a garantir a máxima cobertura do objeto, com atenção à distância e angulação da câmera, a fim de evitar áreas não capturadas e garantir a uniformidade dos dados. Fotografias com falhas de foco ou iluminação inadequada foram posteriormente descartadas manualmente durante a etapa de processamento. As imagens aprovadas foram utilizadas na reconstrução tridimensional da escultura.

5 PROCESSAMENTO DE DADOS

O processamento das imagens foi realizado no *Kiri Engine*, que utiliza algoritmos de fotogrametria para gerar modelos geométricos a partir de múltiplas fotografias. As imagens foram alinhadas automaticamente e o modelo final foi criado com base na reconstrução da geometria e na aplicação de texturas derivadas das fotos originais. Ao final, é possível exportar o modelo em diferentes formatos para visualização e documentação digital.

6 RESULTADO

Como resultado, obteve-se o modelo digital da escultura de Nossa Senhora das Mercês (Figura 4), por meio de fotogrametria digital com o uso do *Kiri Engine*.

O modelo geométrico digital gerado tem fidelidade com as proporções e medidas da peça original. Quanto à imagem, a qualidade apresentada é bastante satisfatória. Algumas pequenas partes apresentaram "furos" ou partes ausentes. Isso ocorreu provavelmente pelas dobras vestimenta da Santa, que formam reentrâncias e sombras. O modelo 3D do objeto pode ser visualizado: https://www.kiriengine.app/share/ShareModel?code=WZ27VI&serialize=40ba7047438f469eb7a4b4669b81ed20

Figura 4 – Resultado: modelo 3D da escultura de Nossa Senhora das Mercês

a) Vista frontal b) Vista posterior



Fonte: Soares (2025).

7 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A preservação digital do patrimônio histórico tem se tornado uma necessidade, em que muitos bens estão sendo ameaçados. A fotogrametria, como técnica de captura e representação muito presente em processos para HBIM, se apresenta como uma solução eficaz e acessível para o registro de patrimônios, permitindo o seu registro.

Este estudo demonstrou que, com o uso de ferramentas como o aplicativo *Kiri Engine*, é possível realizar a digitalização de boa qualidade de elementos utilizando dispositivos móveis, sem a necessidade de equipamentos caros ou técnicas complexas. A principal contribuição está na demonstração da viabilidade de aplicação da fotogrametria a partir de recursos de baixo custo, utilizando equipamentos amplamente disponíveis e um aplicativo gratuito, de pequena curva de aprendizagem, que dispensa conhecimentos técnicos avançados. Essa

característica amplia o potencial de adoção por órgãos públicos, como prefeituras, especialmente em municípios com orçamento restrito, permitindo a criação de acervos digitais para subsidiar políticas de registro e apoio à preservação. No caso de Porto Nacional, cidade tombada e detentora de um patrimônio arquitetônico e artístico relevante, a adoção de tecnologias dessa natureza pode contribuir tanto para o registro e salvaguarda do patrimônio existente quanto para a geração de dados que apoiem futuras pesquisas.

Por fim, este trabalho contribui para a compreensão do potencial da fotogrametria na documentação do patrimônio e destaca a urgência de aplicar essas tecnologias para resgatar e conservar bens culturais, antes que se percam pela ação do tempo e das condições adversas.

AGRADECIMENTOS

À dona Tatá, dona Zulmira e Isabela, pelo atendimento e recepção calorosa aos pesquisadores. Ao PIBIC/Fapt, pelo apoio financeiro. À Universidade Federal do Tocantins, pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS

COSTA, H. A. *et al.* Modelagem Bim Para Registro Digital Do Patrimônio Arquitetônico Moderno. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, Natal, [*s. l.*], v. 6, n. 1, p. 49–68, 2021.

CUPERSCHMID, A. R. M. . *et al.* Casa de Vidro: BIM e Gestão do Patrimônio Histórico Arquitetônico. . **Cadernos do PROARQ (UFRJ)**, Rio de Janeiro, n. October, p. 177–198, 2018.

CUPERSCHMID, A. R. M.; FABRICIO, M. M.; FRANCO, J. C. HBIM development of a brazilian modern architecture icon: Glass house by lina bo bardi. **Heritage**, [*s. l.*], v. 2, n. 3, p. 1927–1940, 2019.

DEZEN-KEMPTER, E. *et al.* Escaneamento 3D a Laser, Fotogrametria E Modelagem Da Informação Da Construção Para Gestão E Operação De Edificações Históricas. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 113, 2015.

DIAS, I. **Igreja Nossa Senhora das Mercês, Porto Nacional**. 2024. 1 fotografia.

GROETELAARS, N. J. **Criação de Modelos BIM a partir de "Nuvens de Pontos": Estudo de Métodos e Técnicas Para Documentação Arquitetônica**. Tese (Doutorado) Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Patrimônio cultural e histórico do Estado de Goiás: o caso do município de Porto Nacional**. Brasília, 2009.

MURPHY, M; MCGOVERN, E; PAVIA, S. Historic building information modelling (HBIM). **Structural Survey**, v. 27, n. 4, p. 311–327, 2009. DOI: http://dx.doi.org/10.1108/02630800910985108.

MURPHY, M.; MCGOVERN, E.; PAVIA, S. Historic Building Information Modelling - Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 76, p. 89- 102, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.11.006.

REUTERS. Tuvalu está a digitalizar memórias e tradições. "Não podemos fugir à subida do mar". **PÚBLICO**, Portugal, mar. 2024. Disponível em: <https://www.publico.pt/2024/03/04/azul/noticia/tuvalu-digitalizar-memorias-tradicoes-nao-podemos-fugir-subida-mar-2082423>. Acesso em: 12 maio 2025.

SILVA, G. B.; GROETELAARS, N. J. Tecnologias digitais para a representação do patrimônio arquitetônico: estudo de métodos para modelagem geométrica. *In:* ENCONTRO BRASILEIRO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E PATRIMÔNIO CULTURAL, 1., 2019, São Carlos. **Anais**.... São Carlos: [s.n.], 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337428089. Acesso em: 12 maio 2025.

TOLENTINO, M. M. A. **A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do patrimônio arquitetônico**. 2018. 330 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

WANG, H.; DU, J.; LI, Y.; ZHANG, L.; LI, X. **Grand Challenges in Immersive Technologies for Cultural Heritage**. [*s. l.*] 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2412.02853>. Acesso em: 12 maio 2025.