



## **Tecnologias na Documentação do Patrimônio Cultural: Modelagem 3D com Fotogrametria e VANT**

### ***Technologies in Cultural Heritage Documentation: 3D Modeling with Photogrammetry and UAV***

**Ernestina Rita Meira Engel, Doutoranda, UFSC**

ernestinaengel@gmail.com

**Jonatan Andrei Felimberti, especialista**

felimbertijonatan58@gmail.com

**Lisiane Ilha Librelotto, Dra, UFSC**

lisiane.librelotto@gmail.com

#### **Resumo**

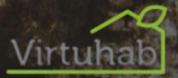
As mudanças climáticas têm impactado significativamente o ambiente construído, agravando problemas estruturais, econômicos e sociais. Entre os riscos identificados, destaca-se a ameaça ao patrimônio cultural, que pode sofrer perdas irreversíveis devido a eventos extremos e degradação ambiental. Diante desse cenário, estratégias de documentação e monitoramento tornam-se fundamentais para a preservação e gestão desses bens. Este estudo tem como objetivo realizar o mapeamento 3D de uma edificação histórica utilizando fotogrametria com VANT (veículo aéreo não tripulado). A metodologia utilizada é dividida em 4 etapas, sendo elas: (1) Definição da área de estudo; (2) Planejamento do trabalho; (3) Registro das fotos; (4) Conversão em um modelo 3D. Os resultados esperados incluem a criação de um registro digital preciso, que pode ser utilizado para monitoramento, restauração e estudos futuros. Dessa forma, o trabalho contribui para o desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas à preservação do patrimônio cultural, alinhando-se às estratégias de adaptação às mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Patrimônio Cultural; Fotogrametria; VANT; Documentação; Sustentabilidade.

#### ***Abstract***

*Climate change has had a significant impact on the built environment, aggravating structural, economic and social problems. Among the risks identified is the threat to cultural heritage, which can suffer irreversible losses due to extreme events and environmental degradation. Given this scenario, documentation and monitoring strategies are essential for the preservation and management of these assets. This study aims to carry out 3D mapping of a historic building using photogrammetry with a UAV (unmanned aerial vehicle). The methodology used is divided into 4 stages: (1) Defining the study area; (2) Planning the work; (3) Recording the photos; (4) Converting them into a 3D model. The expected results include the creation of an accurate digital record, which can be used for monitoring, restoration and future studies. In this way, the work contributes to the development of technological solutions applied to the preservation of cultural heritage, in line with climate change adaptation strategies.*

**Keywords:** Cultural Heritage; Photogrammetry; UAV; Documentation; Sustainability.



## 1. Introdução

As mudanças climáticas provocam alterações profundas nas estruturas urbanas e no ambiente construído. Além disso, podem ocasionar ou agravar problemas econômicos e sociais (IPCC, 2022). As grandes catástrofes e emergências humanitárias resultantes das mudanças climáticas têm se tornado cada vez mais frequentes e severas, desencadeando uma série de crises que afetam profundamente as comunidades ao redor do mundo (Weissbecker e Czincz, 2011).

Os últimos relatórios do IPCC fornecem uma visão abrangente e alarmante das mudanças climáticas e seus impactos. Os dados mais recentes, provenientes do relatório AR6 (IPCC, 2022), destacam o aumento acelerado das temperaturas médias globais, a intensificação dos eventos climáticos extremos, como ondas de calor, tempestades e chuvas intensas, e o aumento do nível do mar. O relatório aponta que “as perdas culturais, relacionadas ao patrimônio tangível e intangível, ameaçam a capacidade de adaptação e podem resultar em perdas irrevogáveis do senso de pertencimento, práticas culturais valiosas, identidade e lar (...)” (IPCC, 2022, p. 51). Destaca-se assim, a necessidade de ações de adaptação e monitoramento, evitando perdas relacionadas ao patrimônio cultural e natural.

Diante desse cenário, a documentação e o monitoramento desses bens tornam-se estratégias essenciais para sua conservação e gestão a longo prazo. O avanço das tecnologias digitais tem proporcionado novas abordagens para o mapeamento e registro do patrimônio histórico. Métodos como a fotogrametria e o uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) têm se destacado pela capacidade de capturar informações tridimensionais com alta precisão e eficiência. Essas técnicas permitem a criação de modelos 3D detalhados, contribuindo para a análise, restauração e divulgação do patrimônio arquitetônico.

O objetivo do trabalho é realizar o mapeamento de uma edificação histórica através do processo de fotogrametria com VANT, visando criar modelo 3D do local escolhido. Posteriormente, o modelo será utilizado para criação de simulações e integração com dados coletados por sensores, permitindo diferentes possibilidades de mapeamento das ações das mudanças climáticas.

## 2. Tecnologias aplicadas à documentação do patrimônio: avanços recentes

A preservação do patrimônio cultural é fundamental para garantir a continuidade da identidade e da memória coletiva, além de promover o respeito pela diversidade cultural. Com as mudanças climáticas, os sítios de interesse cultural enfrentam ameaças crescentes (UNESCO, 2006; Colette, 2007). Segundo o ICOMOS (2011), a salvaguarda do patrimônio é uma crescente preocupação. Os eventos climáticos extremos e a elevação da temperatura média podem acelerar a degradação do patrimônio histórico, afetando tanto edificações isoladas quanto conjuntos e práticas culturais.

Tendo isso em vista, torna-se fundamental encontrar formas de preservar a história para além dos métodos tradicionais. A utilização de tecnologias emergentes pode contribuir de diversas maneiras na adaptação de edificações às novas condições climáticas. Como apontado por Talaverano (2014), até pouco tempo atrás era habitual utilizar plantas simplificadas para documentar bens culturais. No entanto, essa forma de documentação não é capaz de refletir a complexidade dos valores culturais e materiais. Para o autor, o desenvolvimento de novas técnicas de coletas de dados alargou a possibilidade de uma documentação gráfica adequada do



patrimônio edificado. Além disso, reforça a necessidade do uso de aspectos bidimensionais e tridimensionais nesse processo.

Segundo Ulvi (2021), o processo de coleta de dados geométricos é essencial na documentação de edificações históricas. Na atualidade, existem diferentes técnicas para documentação 3D de bens culturais. Em seu trabalho, Ulvi (2021) pontua dois exemplos principais de tecnologias que podem ser utilizados, que são o TLS (Laser Scanner Terrestre) e o VANT (Veículo Aéreo não Tripulado). O TLS é uma tecnologia de sensoriamento remoto que utiliza scanners a laser posicionados no solo para capturar dados tridimensionais de alta precisão. No caso dos VANTs, utiliza-se do processo de fotogrametria por meio de um veículo aéreo não tripulado.

Os VANTs são amplamente utilizados na fotogrametria, permitindo a captura de imagens aéreas de alta resolução para criação de modelos tridimensionais. As imagens são captadas a partir de rotas planejadas e posteriormente processadas em softwares. Segundo Bakirman *et al* (2020), o uso de VANTs apresenta uma alternativa de baixo custo para a documentação do patrimônio cultural, gerando nuvens de pontos e modelos 3D com precisão. Dessa forma, proporcionam agilidade, redução de custos e maior acessibilidade a áreas de difícil alcance. As utilizações vão desde a modelagem e visualização, até a gestão de riscos, utilizados para monitorar impactos em áreas com interesse de preservação.

### **3. Procedimentos Metodológicos**

A seguir serão detalhadas as etapas da metodologia utilizada na elaboração do trabalho, que são a base para a produção do registro digital da área de estudo (modelo de superfície em 3D). Para isso, o trabalho se divide em 4 etapas, sendo elas: (1) Definição da área de estudo; (2) Planejamento do trabalho; (3) Registro das fotos; e (4) Conversão em um modelo 3D.

#### **3.1 Definição da Área de Estudo**

O local escolhido para o estudo é a Igreja Nossa Senhora da Imaculada Conceição, que possui tombamento individual, a nível municipal. É uma das principais edificações remanescentes, pertencentes ao Conjunto Histórico da Freguesia da Lagoa da Conceição, de 1750. O tombamento definitivo aconteceu em 2025, mas já existia a proteção provisória desde o ano de 2016 (IPHAN, 2025).

Pela localização geográfica e implantação, as edificações encontram-se em área de exposição, devido à proximidade ao mar, salinidade, umidade e declividade. A Figura 1 ilustra a localização do distrito, as edificações com tombamento individual, e a edificação do estudo de caso.



Figura 1: Localização do Estudo de Caso. Fonte: elaborado pelos autores.

Após a escolha do local, foi definido o tamanho do recorte macro a ser estudado, visto que essa característica interfere diretamente no planejamento das próximas etapas do trabalho. Para isso, foi realizada uma avaliação preliminar da área de estudo por meio de imagens de satélite, visando estabelecer os limites do estudo. O recorte foi definido como um retângulo de 150m x 200m, sendo a igreja o ponto central, visando capturar todos os elementos pertencentes à construção.

### 3.2 Etapa 2 - Planejamento do trabalho

Após a definição do local macro do estudo, deu-se início a etapa de planejamento do trabalho. Para isso, foram considerados os seguintes passos: escolha do método de coleta dos dados; escolha do equipamento a ser utilizado; planejamento do voo; definição das configurações e dos parâmetros necessários durante a coleta das fotos.

No estudo, optou-se pelo método de fotogrametria com VANT, permitindo qualidade na modelagem com tecnologias acessíveis. O equipamento utilizado foi um drone da marca DJI modelo Mini 3 Pro que possui câmera com resolução de 48 MP (8064 x 6048 pixels).

Em seguida, iniciou-se a análise dos requisitos necessários para o processo de fotogrametria. Segundo Pan et al (2019), o planejamento da trajetória de voo é um fator essencial para garantir a qualidade da reconstrução 3D. Elementos como distância ao alvo, velocidade e sobreposição devem ser considerados, pois a redundância de informações melhora a precisão dos resultados obtidos na fotogrametria. Dessa forma, é recomendado que o plano de voo seja definido previamente para assegurar uma alta taxa de sobreposição entre as imagens.

Tendo em vista isso, utilizou-se como referência trabalhos como o realizado por Ulvi (2021) que citava as principais características de um estudo fotogramétrico. Também utilizou-se como referência o site Drone Deploy (Dronedeploy INC, 2024), que apontava os requisitos para o planejamento de um voo em uma coleta de fotos para fotogrametria. Para um melhor resultado, geralmente são utilizados softwares de voo diferentes dos originais fornecidos pelos fabricantes de drones, como é o caso do Drone Deploy (Dronedeploy INC, 2024), Litch (VC Technology LTD, 2024), Dronelink (Dronelink, 2024) e Pix4Dcapture (PIX4D SA, 2024). Esses aplicativos possibilitam uma melhor distribuição das fotos.

Durante o planejamento do vôo foi realizado um refinamento da área de estudo, visando criar um maior detalhamento apenas sobre as construções a serem estudadas e visando simplificar o pós-processamento. Com isso, foi optado por reduzir a área de estudo em duas áreas menores, a primeira com a igreja no ponto central e a segunda com as demais construções. A Figura 2 mostra os recortes (1) e o esboço do planejamento de voo (linhas verdes) (2).



**Figura 2:** Áreas de estudo ajustadas (1) e planejamento de voo (2). Fonte: elaborado pelos autores, com base Google Maps (2025).

O esboço para planejamento de voo serviu apenas para referência durante a coleta das fotos, visto que foi realizada de forma manual. Isso ocorreu pois o drone utilizado não era compatível com os softwares de planejamento. Mesmo assim, procurou-se atingir um resultado próximo ao simulado no aplicativo Drone Deploy (Dronedeploy INC, 2024). Foram adotadas as seguintes informações: Altitude do voo: 50 metros; Largura x comprimento do recorte: 150 x 200 metros; Sobreposição das imagens (frontal e lateral): 80%; Velocidade do voo: 10 m/s; Total: 280 fotos.

### 3.3 Etapa 3 - Registro das fotos

Após o planejamento, deu-se início a etapa de coleta das fotos. Para isso, foi selecionado um dia com boa iluminação, mas sem incidência direta de sol, visando evitar o sombreamento nas laterais dos elementos de estudo. É importante ressaltar que o resultado de um mapeamento está diretamente vinculado à qualidade das imagens na coleta das fotos. Sendo assim, o horário escolhido para a coleta foi entre as 10:00 e 12:00 horas da manhã, momento em que o sol estava perpendicular aos elementos de estudo.

Conforme já citado, a coleta foi dividida em duas partes, a primeira com a coleta das fotos sobre a área 1 e a segunda sobre a área 2. Essa divisão visou uma melhor distribuição de fotos sobre os elementos de estudo. Ademais, também foi necessária devido a autonomia das baterias, com utilização de 1 bateria para cada coleta. As fotos são armazenadas em um cartão de memória. O Quadro 1 mostra um resumo com as características de cada coleta.

Quadro 1: Dados das coletas realizadas

Altitude	50m
Quantidade de fotos	Coleta Parte 1= 200 fotos (10 fileiras com 20 fotos cada, tendo como ponto central a igreja) Coleta Parte 2= 80 fotos (8 fileiras com 10 fotos cada, tendo como ponto central as construções laterais da igreja)
Tempo de voo	40 minutos (2 voos de 20 minutos)
Horário da Coleta	10:00 as 12:00
Tipo de voo	Voo manual
Coleta de imagens	Perpendiculares

Fonte: Autores.

### 3.4 Etapa 4 - Conversão das fotos em um modelo 3D.

Após a finalização da coleta, as imagens foram transferidas para o computador, onde foi executado o trabalho de conversão das mesmas em um modelo 3D. Para escolha do software de trabalho, foram avaliados na literatura os mais utilizados atualmente. Segundo Gonzalez et al (2018), um software capaz de fazer esse trabalho seria o GRAPHOS (TIDOP, 2024). Talaverano (2014), por sua vez, aponta outras opções de software para realização desse tipo de trabalho, entre eles o PhotoModeler Scanner (EOS Systems INC, 2024), Agisoft PhotoScan cuja versão atual é o Agisoft Metashape (Agisoft LLC, 2024) e o Arc3D (Visionlab, 2024).

A partir disso, escolheu-se o software Agisoft Metashape (Agisoft LLC, 2024). O processo de transformação das fotos em uma malha contou com 5 passos: seleção das fotos, alinhamento, criação de uma nuvem de pontos, limpeza da nuvem de pontos e criação da malha. Como na primeira etapa foram selecionadas as 280 fotos coletadas durante o trabalho, as fotos das coletas 1 e 2 foram todas processadas no mesmo momento, visando criar uma única malha.

## 4. Resultados e Discussões

Para a realização do modelo, as fotos devem ser importadas e realizado o processo de alinhamento. Para isso, o software utiliza coordenadas geográficas de longitude, latitude e altura, gravadas em cada foto, alinhando as fotos conforme a posição que cada uma foi coletada. A existência de metadados EXIF com as coordenadas geográficas (GPS) em cada foto é fundamental em um trabalho de fotogrametria. Na ausência dos mesmos, seria necessário fazer-se uso de pontos de controle com coordenadas geográficas definidas para possibilitar o alinhamento das fotos.

Com as fotos alinhadas deu-se início ao processo de geração da nuvem de pontos. Nessa etapa, o software faz uso de um algoritmo que reconhece pontos similares entre as imagens e as converte em uma nuvem de pontos. Após a realização, foi realizada a limpeza, mantendo apenas os pontos dentro do limite da área de estudo. Na Figura 3 é apresentada uma vista superior da distribuição das fotos após a conclusão do alinhamento, e a nuvem de pontos gerada.

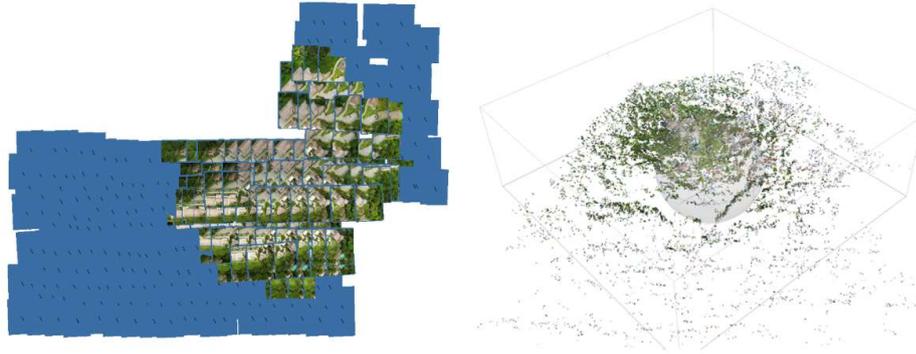


Figura 3: Alinhamento das imagens e nuvem de pontos. Fonte: elaborado pelos autores.

Após concluída a limpeza da nuvem de pontos, é possível realizar a criação da malha. Para isso, o software gera uma triangulação de pontos. Ao serem agrupados, os pontos são transformados em uma estrutura em formato de casca, projetando a superfície dos objetos. O resultado pode ser observado na Figura 4.



Figura 4: Resultados preliminares com localização das imagens. Fonte: elaborado pelos autores.

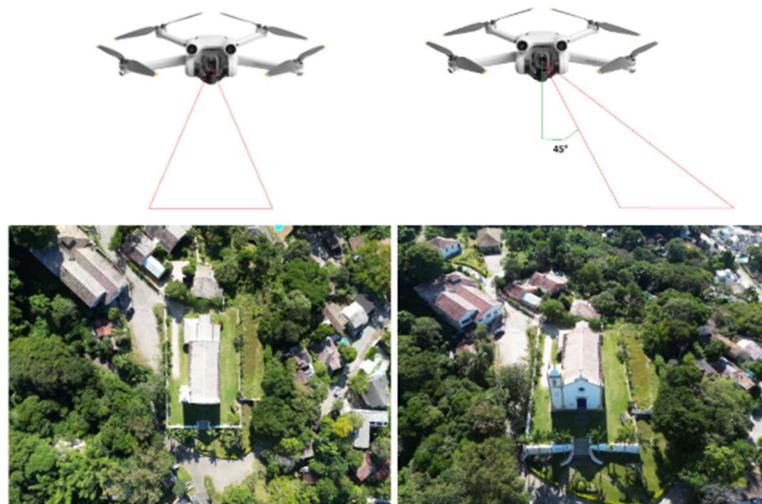
Com a finalização do trabalho foi possível observar que as configurações escolhidas para a coleta das fotos proporcionaram um detalhamento do modelo de superfície, que atendeu a proposta do estudo. No entanto, houve uma diferença na nitidez da malha, com pontos mais detalhados que outros. As regiões que haviam sido capturadas em um maior número de fotos e em um maior número de ângulos, como é o caso dos telhados, tiveram um maior detalhamento no modelo.

Conforme já citado, um fator importante para o bom resultado do trabalho é a porcentagem de sobreposição das imagens. Foi possível observar que as diversas fontes de pesquisa consultadas não especificam um valor ideal para a sobreposição. No entanto, os exemplos encontrados possuem valores que variaram entre 60% e 80%. Devido a isso, optou-se pelo uso de uma sobreposição de 80%, tanto na direção frontal como na lateral. Em seu trabalho, Talaverano (2014), por exemplo, utilizou uma sobreposição frontal de 80% e lateral de 65%. Já Fiz et al (2022) utilizaram valores próximos a uma faixa de 80%.

Outro ponto que influencia no resultado final da coleta é a altura de registro das fotos. Durante a coleta, devido à baixa altura, houve uma restrição do campo de visão das fotos, e com isso, pontos como as faces laterais dos elementos, sofreram com um menor detalhamento. Esse problema poderia ser corrigido de duas formas. A primeira delas seria com a coleta de fotos oblíquas ( $45^\circ$ ), capturando um maior número de detalhes das laterais dos elementos. A

segunda forma seria com o aumento da altura de registro das fotos, visando capturar um mesmo ponto em um maior número de imagens e de ângulos. Conforme mencionado por Ulvi (2021) a coleta de fotos oblíquas contribui para um melhor detalhamento das bordas do objeto a ser modelado.

Na Figura 5 é apresentado um exemplo das duas principais condições de coleta de fotos utilizadas em trabalhos de fotogrametria com VANT. Na primeira imagem, é exemplificada a forma como as fotos foram coletadas (perpendiculares). Na segunda, pode-se observar o tipo de coleta oblíqua, que pode conferir maior precisão da coleta.



**Figura 5: Exemplo de condições para coleta das fotos. Fonte: elaborado pelos autores.**

Tendo em vista que regiões distantes do ponto de coleta das fotos foram registradas por um menor número de fotos, uma maior distância e um menor número de ângulos, obteve-se como resultado um menor detalhamento desses pontos na malha. Conforme é possível identificar na Figura 6, a região em rosa possui um menor detalhamento, com uma superfície menos definida, enquanto a região central possui um maior detalhamento.



**Figura 6: Diferenças de nível de detalhamento. Fonte: elaborado pelos autores.**

Outro fator essencial para a qualidade da modelagem é a condição de iluminação do ambiente no momento do registro das fotos. Para avaliar esse impacto, foi realizada uma segunda captura de imagens às 16:00 horas, com o objetivo de comparação. A primeira imagem, referente ao estudo principal, foi capturada com o sol a 90 graus, garantindo uma distribuição uniforme da luz e maior nitidez dos elementos. Já a segunda imagem, obtida no horário do segundo teste, apresenta o sol em um ângulo de 45 graus em relação à igreja, resultando em uma combinação de áreas sombreadas e superfícies iluminadas, o que reduziu a clareza e definição dos detalhes no modelo.



**Figura 7: Diferenças de modelagem entre Coleta 1 e 2. Fonte: elaborado pelos autores.**

Como resultado final do trabalho, obteve-se a construção de um modelo 3D com alta fidelidade do local de estudo, conforme é possível observar na Figura 8, a seguir.



**Figura 8: Resultado final da modelagem. Fonte: elaborado pelos autores.**

Deve-se ressaltar que o presente trabalho não teve como objetivo principal produzir um modelo com elevada precisão geométrica. Caso a mesma fosse um requisito, seria necessário utilizar técnicas de refinamento, como é o caso de pontos de controle. Os pontos de controle

consistem em alvos com um formato padrão e com uma posição geométrica definida. Os pontos são coletados com auxílio de um receptor GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) de alta precisão. Por meio disso, é possível corrigir os desvios das coordenadas geográficas de cada foto, melhorar o alinhamento das fotos e, conseqüentemente, gerar um detalhamento final do modelo com maior riqueza de detalhes. A seguir é apresentada uma imagem exemplificando como poderia ser realizado o método de registro com pontos de controle.



**Figura 9: Exemplo do método de registro com pontos de controle. Fonte: elaborado pelos autores.**

O modelo gerado no trabalho pode ser posteriormente exportado e tratado em outros softwares. As duas principais formas de exportação são por meio de uma nuvem de pontos ou por meio de uma malha. No caso da nuvem de pontos, os principais formatos de exportação são obj, u3d e pcd. Já no caso da malha, os principais formatos de exportação são obj, stl e 3ds.

Tanto a malha como a nuvem de pontos podem ser utilizadas em estudos e simulações complementares, ou simplesmente servir de registro para documentação do local. Segundo Talaverano (2014, p.4), “em um caso extremo, um edifício poderia desaparecer, deixando seus valores culturais materiais convenientemente preservados por meio de documentação gráfica completa” (Talaverano, 2014, p.3). Dessa forma, os modelos gerados, além de utilizados em pesquisas, podem cumprir a função de registro histórico, fornecendo a modelagem da edificação e seu entorno, a representação visual do local e a possibilidade de coleta de medidas tridimensionais. Além disso, esses dados poderiam ser utilizados no futuro em projetos de restauro e conservação, integrados com outras ferramentas, como o HBIM (Heritage Building Information Modeling).

## 5. Considerações Finais

Diante do atual cenário de mudanças climáticas, a preservação do patrimônio cultural enfrenta diversos desafios. Nesse sentido, torna-se essencial a utilização de tecnologias emergentes e estratégias inovadoras para sua documentação e monitoramento. No estudo, utilizou-se a fotogrametria com uso de VANT para mapeamento 3D de edificações históricas. A ferramenta demonstrou-se eficaz, criando um registro digital com boa qualidade de detalhes e possibilidades de utilização.

Além de sua precisão e fidelidade na reprodução dos elementos arquitetônicos, a tecnologia utilizada oferece um método não invasivo, acessível e replicável em diferentes contextos, inclusive em locais de difícil acesso. A modelagem desenvolvida possibilita diversas aplicações, como modelagens paramétricas, simulações climáticas e integração com bancos de



dados para a inserção de informações coletadas in loco. Essas possibilidades são essenciais para prever e monitorar danos ao patrimônio, especialmente em um cenário de intensificação dos impactos climáticos.

Os resultados obtidos reforçam a importância da integração entre inovação tecnológica e a gestão do patrimônio cultural. Em etapas futuras, pode-se aprimorar os processos de captura e processamento de dados com base nas observações realizadas durante o trabalho de campo. Além disso, a modelagem desenvolvida será utilizada para integrar medições e realizar simulações que fornecerão dados relevantes para a análise dos impactos climáticos na região de estudo.

### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), pela contribuição para o desenvolvimento deste estudo.

### Referências

- AGISOFT LLC. Agisoft Metashape. 2024. Disponível em: <https://www.agisoft.com/>. Acesso em: 5 mar. 2025.
- BAKIRMAN, T. et al. Implementation of ultra-light UAV systems for cultural heritage documentation. *Journal of Cultural Heritage*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.01.006>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2025.
- COLETTE, A. Estudos de caso sobre mudanças climáticas e patrimônio mundial. UNESCO: 2007.
- DRONEDEPLOY INC. DroneDeploy – The Leading Drone Mapping and Reality Capture Software. 2024. Disponível em: <https://www.dronedeploy.com>. Acesso em: 5 de novembro de 2024.
- DRONELINK. Dronelink – The Ultimate Drone Flight Automation Platform. 2024. Disponível em: <https://www.dronelink.com>. 5 de novembro de 2024.
- EOS SYSTEMS INC. PhotoModeler Scanner – 3D Scanning and Measurement Software. Disponível em: <https://www.photomodeler.com>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2025.
- FIZ, J. I. et al. Examples and Results of Aerial Photogrammetry in Archeology with UAV: Geometric Documentation, High Resolution Multispectral Analysis, Models and 3D Printing. *Drones*, v. 6, n. 59, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/drones6030059>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- GONZALEZ-AGUILERA, D. et al. GRAPHOS – Open-Source Software for Photogrammetric Applications. *The Photogrammetric Record*, v. 33, n. 161, p. 51-73, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/phor.12231>. Acesso em: 1 mar. 2025.
- ICOMOS. Conselho Internacional de Monumentos e Sítios. Os Princípios de Valletta para a Salvaguarda e Gestão de Cidades, Vilas e Áreas Urbanas Históricas. In: XVII ASSEMBLEIA GERAL DO ICOMOS, 2011, Paris. [...]. Paris: 2011.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge:



Cambridge University Press, 2022. 3056 p. Disponível em:

<https://doi.org/10.1017/9781009325844>. Acesso em: 15 jun. 2024.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Iphan aprova tombamento das Freguesias Luso-Brasileiras na Grande Florianópolis (SC). Brasília: IPHAN, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/iphan/pt-br/assuntos/noticias/iphan-aprova-tombamento-das-freguesias-luso-brasileiras-na-grande-florianopolis-sc>. Acesso em: 17 abr. 2025.

MARTÍN TALAVERANO, R. Documentación gráfica de edificios históricos: principios, aplicaciones y perspectivas. *Arqueología de la Arquitectura*, Madrid/Vitoria, n. 11, e011, jan.-dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3989/arq.arqt.2014.014>. Acesso em: 6 jan. 2025.

PAN, Y. et al. Three-Dimensional Reconstruction of Structural Surface Model of Heritage Bridges Using UAV-Based Photogrammetric Point Clouds. *Remote Sensing*, v. 11, n. 1204, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs11101204>. Acesso em: 1 mar. 2025.

PIX4D SA. Pix4Dcapture – Professional Drone Flight Planning Software. 2024. Disponível em: <https://www.pix4d.com/product/pix4dcapture>. Acesso em: 5 nov. 2024.

TIDOP RESEARCH GROUP. GRAPHOS (InteGRAted PHOtogrammetric Suite). 2024. Disponível em: <https://tidop.usal.es/en/investigacion/graphos-integrated-photogrammetric-suite/>. Acesso em: 5 fev. 2025.

ULVI, A. Documentation, Three-Dimensional (3D) Modelling and Visualization of Cultural Heritage by Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Photogrammetry and Terrestrial Laser Scanners. *International Journal of Remote Sensing*, v. 42, n. 6, p. 1994-2021, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01431161.2020.1834164>. Acesso em: 6 jan. 2025.

UNESCO. Predicting and Managing the Effects of Climate Change on World Heritage. 2006. Disponível em: <http://whc.unesco.org/document/6670>. Acesso em: 10 set. 2023.

VC TECHNOLOGY LTD. Litchi – Advanced Flight Control for DJI. 2024. Disponível em: <https://flylitchi.com>. Acesso em: 5 nov. 2024.

VISIONLAB – UNIVERSITY OF ANTWERP. Arc3D - 3D Reconstruction Service. 2024. Disponível em: <https://www.arc3d.be>. Acesso em: 5 fev. 2025.

WEISSBECKER, I.; CZINCZ, J. Humanitarian Crises: The Need for Cultural Competence and Local Capacity Building. In: WEISSBECKER, I. (org.). *Climate Change and Human Well-Being*. International and Cultural Psychology. New York: Springer, 2011.