



O Solar da Marquesa visto de todos os ângulos

Mika Rodrigues Felisbino, Carlos Eduardo Manjon Mazoca, Eliane Aparecida Del Lama

GeoHereditas, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, rua do lago, 562 – Butantã, São Paulo. E-mail: mikarodrigues@usp.br, carlos.mazoca@usp.br, edellama@usp.br

Palavras-chave: Patrimônio, *Structure from Motion*, Modelo 3D

1. Introdução

O modelo tridimensional (ou 3D) é a representação matemática de um modelo real, como objetos e superfícies. A tecnologia 3D é usada em diversas áreas, como entretenimento, desenvolvimento de produtos, arquitetura e geoconservação. Nas geociências o uso dos *softwares* de modelagem 3D é cada vez mais presente, como na representação geoespacial que permite visitas virtuais a áreas de interesse geológico (Santos et al. 2018), utilizando da técnica *Structure from Motion-Multi-View Stereo* (SfM-MVS), normalmente indicada por SfM, que permite a reconstrução computacional de um alvo real a partir da sobreposição de várias imagens (Carrivick et al. 2016). Essa tecnologia aplicada na conservação do patrimônio permite a construção de modelos computacionais realísticos das obras expostas aos efeitos temporais e antrópicos. Assim, permite o monitoramento do estado de conservação. O Solar da Marquesa, antiga residência da amante de D. Pedro I, construído no final do século XVIII no centro da cidade de São Paulo, hoje é tombado como um monumento histórico do Estado de São Paulo e é sede do Museu Cidade de São Paulo. Com a técnica SfM foi possível criar uma réplica virtual 3D da fachada do solar, que serve como um registro do estado atual da construção (2022).

2. Materiais e métodos

Durante a aquisição de dados, 362 imagens foram obtidas por uma câmera de 20 Mpx de um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) DJI *Phantom 4 Pro*, de maneira que houvesse 75% de sobreposição entre cada imagem sucessiva. O programa *Agisoft Metashape* possui ferramentas que fazem o uso de um fluxo de trabalho SfM-MVS desde a identificação de pontos em comum nas imagens sobrepostas até a criação de um modelo 3D. Esse processo segue um *workflow* com as seguintes etapas: identificação de pontos chave e homólogos entre as imagens > alinhamento das imagens > construção da nuvem esparsa de pontos > construção da nuvem densa de pontos > construção da malha poligonal > construção da textura do modelo. Baseado nas características das imagens e nos metadados, a primeira etapa estima a posição e orientação das câmeras (fotos), criando uma nuvem esparsa de pontos chave, estes passos são, a rigor, o SfM (Ullmann 1979). A estimativa da etapa anterior é utilizada para construir a nuvem densa de pontos utilizando MVS. A partir dessa etapa já é possível observar o modelo com mais clareza devido ao aumento exponencial dos pontos, também é possível fazer modificações como cortar e remover pontos antes de seguir o processo. A próxima etapa do *workflow* forma os polígonos do modelo 3D considerando cada ponto da nuvem densa como um vértice, assim resultando no modelo sólido. Finalizando o *workflow*, com as informações de cores das imagens alinhadas, é possível construir a textura.

3. Resultados e discussão

A fachada do Solar da Marquesa de Santos representa o estilo arquitetônico neoclássico que tem como característica a uniformidade, proporção e simetria. Em campo foram obtidos referenciais horizontais e verticais das portas e janelas para a calibração do modelo final, com aproximadamente 9,35 metros de altura e a 24,2 metros de largura. Alguns ajustes ao modelo foram necessários devido às condições de luminosidade e de voo durante a aquisição das imagens. Nas 362 fotos capturadas, algumas estruturas foram cobertas pela própria construção. Além disso, as janelas do solar são de vidro, superfície homogênea que torna mais difícil o reconhecimento de pontos chave em SfM. Esses dois fatores resultaram em áreas sem dados no modelo. A homogeneidade das paredes do Solar também foi

responsável pela geração de um ruído indesejável em algumas porções do modelo. Felizmente foi possível solucionar ou, pelo menos, suavizar as inconveniências. Os buracos foram eliminados pelo alinhamento e mescla do modelo principal, criado pelas imagens do VANT, com um outro modelo, criado com as imagens de uma câmera portátil. Também foram usadas as funções do próprio *software* para fazer modificações como corte ou preenchimento da malha. No entanto, a granulação nas paredes foi suavizada em outro programa, o *MeshLab*, com um filtro de suavização laplaciano.

O modelo final ficou com 30 milhões de faces e 15 milhões de vértices (Fig. 1). Com a textura construída é possível monitorar o estado de conservação da fachada do Solar, construção no centro de São Paulo sujeita às ações antrópicas e do tempo. Para o público, o modelo foi publicado com 1,2 milhões de faces e 615 mil vértices no *Sketchfab*, uma plataforma de modelagem 3D para compartilhar conteúdo (*Link* do modelo no *sketchfab*: <https://skfb.ly/o9po9>). O modelo construído tem função de divulgação do patrimônio para gerar interesse na história da cidade, na arquitetura e nos materiais pétreos. Outra função é a salvaguarda das características do prédio, ou estado atual de conservação. Uma última função é servir como dado para pesquisas acadêmicas, visto que além das características visuais, as formas estão representadas de acordo com suas medidas reais, visto que pontos obtidos em campo foram utilizados para calibrar as distâncias do modelo. Essa foi uma experiência inicial que será replicada em outros representantes do patrimônio construído de São Paulo, desta vez prédios que possuam rochas/material geológico em sua construção, como o Theatro Municipal de São Paulo e outros. A aplicação de modelagem tridimensional em objetos do patrimônio construído pode contribuir na análise do estado de conservação e restauro (Campanaro et al. 2010, Groom 2022), monitoramento, conservação, documentação (Pett et al. 2022), representação (Erenoglu et al. 2017), e pesquisa básica (Storta et al. 2022).



Fig. 1 - Modelo final obtido do Solar da Marquesa no *Metashape*.

Referências

- Campanaro DM, Landeschi G, Dell'Unto N, Touati AML. 2016. 3D GIS for cultural heritage restoration: A 'white box' workflow. *Journal of Cultural Heritage* 18: 321-332.
- Carrivick JL, Smith MW, Quincey DJ. 2016. *Structure from Motion in the Geosciences*. Wiley Blackwell.
- Erenoglu RC, Akcay O, Erenoglu O. 2017. An UAS-assisted multi-sensor approach for 3D modeling and reconstruction of cultural heritage site. *Journal of Cultural Heritage* 26: 79-90.
- Groom KM. 2022. 3.25 - Field Assessment in Rock Art and Cultural Stone Decay. *Treatise on Geomorphology* 3: 480-511.
- Pett D, Cooper C, Glen AL, Pitkin M, Wexler J. 2022. Fad Touch: Creative Economy Engagement. In: Ch'ng, E, Chapman H, Gaffney V, Wilson AS. (eds) *Visual Heritage: Digital Approaches in Heritage Science*. Springer Series on Cultural Computing.
- Santos I, Henriques R, Mariano G, Pereira D. 2018. Methodologies to Represent and Promote the Geoheritage Using Unmanned Aerial Vehicles, Multimedia Technologies, and Augmented Reality. *Geoheritage* 10: 143-155.
- Storta E, Borghi A, Perotti L, Palomba M, Deodato A. 2022. Minero-petrographic characterization of stone materials used for the roman amphitheater of Eporedia (Ivrea, To): A scientific-dissemination proposal in the Cultural Heritage. *Resources Policy* 77: 102668.
- Ullman S. 1979. The interpretation of Structure from Motion. *Proceedings of the Royal Society B* 203: 405-426.