

Aplicação de BIM na gestão do património cultural construído

Os modelos do Palácio Nacional de Sintra e do Chalet da Condessa D'Edla

Ana Paula Falcão, Rita Machete, Alexandre Gonçalves, Madalena Ponte e Rita Bento
CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, ana.p.falcao@tecnico.ulisboa.pt

O uso de modelos BIM na indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção (AEC) como plataforma centralizada de informação e de processos é uma prática que se tem revelado muito vantajosa, face a outros fluxos de trabalho mais convencionais, facilitando o acompanhamento de todos os intervenientes do processo nas diversas fases construtivas de um projeto, isto é, desde a sua conceção ao processo de monitorização. Se, do ponto de vista geométrico, este entendimento – que muito beneficia da forma paramétrica e de regras de ortogonalidade das novas construções – tem sido amplamente explorado, a sua adequação a construções existentes com valor patrimonial revela-se bastante mais desafiante. Entre os principais motivos destacam-se a inexistência de informação geométrica com qualidade suficiente para a representação tridimensional, a falta de informação sobre os elementos construtivos, a natureza díspar dos formatos de informação e a dispersão das soluções de armazenamento desses dados.

A preservação e salvaguarda do património cultural edificado é uma preocupação permanente das instituições, e nesse sentido, em 2018, por vontade da Parques de Sintra – Monte da Lua, S.A. em aplicar metodologias de gestão inteligente do património edificado com base em modelos BIM, foi desenvolvido o projeto Desenvolvimento de um modelo H-BIM para gestão de informação e apoio a projetos, obras e manutenção de património construído com base em levantamentos *laser scanning*. O trabalho contou com a implementação de modelos-piloto no Palácio Nacional de Sintra (PNS) e no Chalet da Condessa d'Edla (CCE), incluídos desde 1995 na lista do Património Mundial da UNESCO, como Paisagem Cultural. Estes edifícios revelaram-se muito desafiantes para o desenvolvimento dos modelos: no caso do PNS, pela sua grandiosidade e geometria muito irregular e complexa, e no caso do CCE, pela dificuldade na recolha de informação no exterior dada a natureza da vegetação envolvente, e ainda, do ponto de vista dos atributos, pela necessidade de, em ambos os edifícios, integrar dados de natureza muito diversa e dispersa, desde informação histórica a dados sobre as atividades correntes de gestão dos espaços.

As geometrias interiores foram modeladas a partir de nuvens de pontos obtidas com recurso à tecnologia *laser scanning* (Faro Focus S70) e as geometrias exteriores obtidas a partir das



1 | Vista Panorâmica Oeste do Palácio Nacional de Sintra.



2 | Distribuição de danos em paredes de alvenaria.



nuvens de pontos obtidas com recurso a fotogrametria aérea (UAV com câmara fotográfica acoplada – UAV Falcon 8+). Todo o processo de recolha de informação foi apoiado numa rede de alvos topográficos, coordenados com recurso às técnicas clássicas da topografia e posicionamento por satélite, assegurando a qualidade posicional do modelo H-BIM. No total foram feitos 13 voos com UAV, recolhidas 6772 fotografias em 1400 varrimentos *laser* para o palácio e 101 para o chalet, num total de 3 07344 milhões de pontos, que serviram de base à construção dos modelos H-BIM para o PNS com 11 pisos (409 espaços) e com 2 pisos (48 espaços) para o CCE.

A construção dos modelos H-BIM, com recurso ao *software* REVIT2020 da Autodesk,

Informação mais detalhada sobre os trabalhos desenvolvidos pode ser consultada nas publicações:

- Information transfer between two Heritage BIMs for reconstruction support and facility management: the case study of the Chalet of the Countess of Edla, Sintra, Portugal (10.1016/j.culher.2021.02.010)
- Development of a Manueline style object library for Heritage BIM (10.1080/15583058.2020.1740825)
- BIM as a resource in heritage management: An application for the National Palace of Sintra, Portugal (10.1016/j.culher.2019.11.010)
- A Multi-Disciplinary Approach to the Seismic Assessment of the National Palace of Sintra (10.1080/15583058.2019.1648587)
- Failure analysis of a Portuguese cultural heritage masterpiece: Bonet building in Sintra. Doi: 10.1016/j.engfailanal.2020.104636
- Reduction of earthquake risk of the National Palace of Sintra in Portugal: the Palatine Chapel. Doi: 10.1016/j.ijdr.2021.102172
- Applied element modelling of the non-linear dynamic seismic behaviour of the National Palace of Sintra in Portugal. 3rd European Conference on Earthquake Engineering & Seismology (3ECEE). Romania, Bucharest. September, 2022

4 | Nuvem de Pontos do Chalé da Condessa de Edla no Parque da Pena.



5 | Modelo BIM (render em Twinmotion) do Chalé da Condessa de Edla no Parque da Pena.





7 | Fotografia aérea do Palácio Nacional de Sintra recolhida por UAV.





iniciou-se pela seleção dos níveis de complexidade (detalhe geométrico, precisão e granularidade da informação) adequados ao propósito de gestão e manutenção dos espaços, e pela definição da árvore de atributos em função da diversidade e natureza da informação disponível.

Decorrente do elevado volume das nuvens de pontos, o modelo PNS foi trabalhado em blocos naturalmente divididos pelas épocas construtivas (reinados de D. Dinis, D. João I, D. Afonso V, D. Manuel I e durante o século XVII), facilitando o manuseamento dos ficheiros e a organização geral do trabalho, permitindo incluir características próprias dos estilos arquitetónicos. Este procedimento possibilitou que a Ala Manuelina fosse pormenorizada com o detalhe ornamental característico deste período e para esse fim foi construída uma biblioteca de objetos simplificada (disponível no repositório *online* Zenodo¹) que suportou a representação paramétrica das 253 janelas e 307 portas presentes no PNS, em 85 famílias de janelas e 104 famílias de portas. A metodologia de recolha de informação por varrimento *laser* permitiu o mapeamento de elementos de difícil acesso, nunca antes registados, dos quais os elementos estruturais da cobertura da Sala

Manuelina e as icónicas chaminés. Além da informação útil para a gestão e manutenção do espaço (por exemplo, data e tipologia da última intervenção) foi ainda associada ao modelo H-BIM do PNS informação relativa ao estudo da vulnerabilidade sísmica, permitindo identificar a localização tridimensional das amostras recolhidas e dos ensaios realizados (macacos planos, deteção geofísica por georradar e ensaios de vibração ambiental), incorporar as características dinâmicas experimentais dos corpos principais ensaiados, e a espacialização de danos (por corte, flexão, compressão e tração) a ocorrer no palácio para diferentes cenários sísmicos definidos, tendo em conta o preconizado na Parte 3 do Eurocódigo 8 para construções existentes de alvenaria.

A construção do atual modelo H-BIM para o CCE beneficiou da existência de um modelo digital que serviu de base à recuperação do chalet, em 2009, do estado de ruína em que se encontrava, na sequência de um violento incêndio, em 1999, e posterior abandono. À data, esse modelo permitiu o ensaio da reconstrução de vários dos elementos icónicos do edifício: a escadaria central de ligação entre pisos e a articulação das varandas do primeiro piso com o corpo principal do edifi-

cio. A construção do modelo H-BIM do estado atual do edifício obedeceu às recomendações gerais relativamente à definição geométrica dos elementos construtivos, incluindo pormenores ornamentais como a definição da silhueta das portas e janelas com cortiça, a imitar plantas trepadeiras. No total foram modeladas 112 paredes, 40 pisos, 8 arcos estruturais e 4 perfis metálicos, e coligidas informações relativas às propriedades dos materiais, usos e estados de conservação dos espaços e dados relativos a intervenções de gestão e manutenção.

A constituição de uma equipa multidisciplinar, com boas competências nas áreas da Geomática, da modelação em BIM, da avaliação de vulnerabilidade sísmica e dos Sistemas de Informação Geográfica, juntamente com o apoio da Parques de Sintra – Monte da Lua, S.A., com destaque para o engenheiro Daniel Silva e a sua equipa, foram decisivos para o êxito do projeto, reconhecido na atribuição do prémio Excelência BIM 2021, categoria Trabalho Gestão do Ambiente Construído – Edifícios e Infraestruturas ■

NOTA

1. https://zenodo.org/record/3836019#.YyVSly_5RB0.