O AZULEJO NO SÉCULO XXI: ECOS DE UMA ABORDAGEM INTEGRADA ENTRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, INTELIGÊNCIA COLETIVA E PERSPETIVAS COLABORATIVAS PARA A SUA CONSERVAÇÃO

Marluci MENEZES, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal, marluci@lnec.pt

Sílvia PEREIRA, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal, spereira@lnec.pt

1. Introdução

A marcante presença espácio-temporal da cultura azulejar em Portugal transformou essa expressão de espírito de continuidade renovada (Santos, 1957) num referente cultural – com valor histórico, artístico e identitário – abarcado pela noção de património (Matos et al., 2015).

Os azulejos são produzidos continuamente em Portugal desde, pelo menos, 1550 (Pais et al., 2019; Pereira et al., 2023) e utilizados desde muito antes, constituindo uma das expressões mais excecionais da arte portuguesa. A indelével longevidade da expressão azulejar desperta a imperiosa necessidade de investigar como melhor contribuir, do ponto de vista material e cultural, com a sua valorização como património cultural coletivo, através da salvaguarda, conservação e restauro. Essa sua já secular longevidade e respetiva presença, quase que ubiquamente em todo o país, reflete ainda a sua exposição a dinâmicas de degradação material, vandalismo e roubo, o que dificulta a gestão, monitorização e implementação de medidas de salvaguarda. Olhando, mais em específico a alarmante e ativa danificação da matéria azulejar, é imperativa a implementação de medidas eficazes para a sua prevenção e salvaguarda (Figura 1).

Ao ter presente o Projeto AI4Az – Inteligência Artificial para a Salvaguarda do Património Azulejar (FCT) –, esta reflexão discute algumas das reverberações de uma abordagem que busca integrar IA (Inteligência Artificial) e IC (Inteligência Coletiva) a favor da salvaguarda do azulejo.

O AI4Az iniciou-se em janeiro de 2025 e decorrerá ao longo de um ano, período no qual é possível sobretudo desenvolver as ferramentas de IA e a plataforma digital conjeturada. Dada esta circunstância, assume-se neste artigo uma abordagem exploratória, narrativa e flexível à literatura existente sobre a aplicação da IA ao património, com especial atenção à azulejaria. Em complemento, sublinha-se o interesse na adoção de uma perspetiva cruzada com a inteligência coletiva, considerando para o efeito os aspetos colaborativos do AI4Az através do papel crucial de uma plataforma digital – TileWatch – a ser concebida para integrar essa perspetiva.

Primeiramente se realiza uma breve apresentação do Projeto AI4Az. Seguidamente, a partir de uma abordagem teórica comentam-se as vantagens, desafios e riscos do uso de IA no campo do património. Nesta ótica, consideram-se certas estratégias que podem ser implementadas para minimizar os impactos negativos e maximizar os benefícios do uso de inteligência artificial. Propõe-se, então, uma reflexão sobre a inteligência coletiva (IC) e sobre como esta perspetiva pode cooperar para os objetivos mais amplos do AI4Az – contribuir para o conhecimento do estado de conservação e a salvaguarda do património azulejar. Entretanto, propósitos que terão continuidade através de projetos presentemente em curso e desenvolvidos em paralelo com o AI4Az, nomeadamente os seguintes: *Old Azulejos Through New Lenses* (contrato 2021.01998-CEECIND), *HBuilt_Surfaces_Stories* e *CERAMICS* – esses dois últimos relacionados com a Estratégia de Investigação do LNEC.



Figura 1. Exemplos de danos nos azulejos
Fonte: Arquivo do Projeto AI4Az-LNEC

2. AI4Az: breve apresentação do projeto

O Projeto FCT AI4Az – Inteligência Artificial para a Salvaguarda do Património Azulejar – é financiado pela FCT, coordenado pelo LNEC e tem o Museu Nacional do Azulejo (MNAz) como parceiro. O Projeto envolve uma equipa multidisciplinar de investigadores que atuam numa perspetiva de interdisciplinaridade.

O AI4Az visa a implementação de ferramentas para a documentação, análise e alerta sobre o estado de conservação do património azulejar integrado na arquitetura. O Projeto explora a convergência entre novas técnicas de *machine learning* e *deep learning* de IA, em conjunto com as metodologias de última geração de documentação digital (por exemplo, fotogrametria de alta resolução e imagens hiperespectrais). Isto é, através do treino de algoritmos (de redes neuronais convolucionais) para reconhecimento dos padrões de determinadas patologias dos azulejos (falhas de vidrado, fissuras, restauros, bio-colonização e falta de elementos), e usando imagens de alta qualidade e/ou aumentadas com dados espectrais (um espectro por pixel – permitindo obter informação mais pormenorizada sobre os materiais), pretende-se obter informações e mapeamentos sobre os danos dos azulejos (Figura 2).



Figura 2. Exemplos de formas de danos no azulejo
Fonte: Arquivo do Projeto AI4Az-LNEC.

O AI4Az visa ainda implementar uma plataforma digital colaborativa – TileWatch –, recorrendo às tecnologias SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e metodologias de ciências de dados para a extração automatizada de informação sobre os dados no azulejo. Nesta plataforma, serão desenvolvidas aplicações de aquisição de dados, organização, documentação e monitorização do estado de conservação, e a recolha de informações junto de três diferentes públicos – especialista, gestor do património e cidadãos. A recolha das perceções dos *stakeholders* e cidadãos se realizará através de aplicativo criado para uso em telemóveis.

3. Benefícios e desafios que se colocam ao uso da IA

Uma grande parte da atualidade da investigação no campo do património azulejar insere-se no universo das tecnologias digitais, recorrendo a bases de dados, georreferenciação, modelação 3D e inteligência artificial. O que tem fomentado o conhecimento e ampliado as possibilidades de estudo e aprendizagem. Estas tecnologias têm contribuído para acelerar o processo de inventário e documentação (Carvalho et al., 2023; Carvalho & Bradley, 2025). Têm também facilitado comparações e a identificação de padrões visuais complexos, a par de proporcionarem a automatização na deteção, análise de dados e classificação de defeitos, predição e monitorização de vulnerabilidades e danos (Chaiyasarn & Buatik, 2021; Karimi et al., 2024; Pereira et al., 2024; 2025). Um conjunto de aspetos que contribuem para otimizar a alocação de recursos, maximizar resultados e auxiliar uma tomada de decisão mais informada em proveito da salvaguarda, conservação e restauro do património azulejar.

Observa-se ainda que a reconstituição visual-digital de painéis azulejares danificados com o apoio de ferramentas de IA contribui para aumentar a fiabilidade das dinâmicas de restauro (Andaló et al., 2016; Basu, 2025). Além disso, a capacidade da IA para reconhecer imagens e proceder a uma análise em rede pode ser importante no combate ao tráfico e comércio ilícito de objetos culturais (Sustainability Directory, 2025) – aspetos particularmente relevantes no caso do azulejo histórico (Menezes, 2024a).

Por fim, ao agilizar o acesso e o estudo de dados, a inteligência artificial promove inovação, partilha e criatividade, favorecendo a disseminação do conhecimento e do património cultural – entre os quais o azulejo – como bem coletivo a preservar (UNESCO, 2022; Pinheiro & Larsson, 2023; Santos et al., 2023; Menezes et al., 2024c; Menezes & Pereira, 2024b; Sustainability Directory, 2025).

Todavia, a excessiva dependência da tecnologia, associada a lacunas de informação, classificação, fiabilidade, coerência de dados e códigos, pode originar distorções analíticas mascaradas pela ilusão de competência automatizada (Macedo & Wachowicz, 2023; Santos et al., 2024). Isto compromete a eficiência das ferramentas e pode conduzir a decisões acríticas que fragilizam a salvaguarda do património, transparência e fiabilidade da informação, bem como aprendizagens incompletas, além de minimizar o papel da agência humana na resolução criativa dos problemas. Este cenário de subordinação funcional pode gerar o distanciamento dos especialistas do contato direto do estado real de conservação do azulejo – e património em geral. Igualmente subaproveitando habilidades técnico-humanas adquiridas ao longo do tempo, suscitando exclusões – em termos dos processos de produção de conhecimento, valorização técnico-científica e profissional, salvaguarda do património e acesso ao que é digitalizado.

Ainda que a IA impulsione novas áreas de conhecimento e profissões, corre-se o risco de centralização do desenvolvimento de especialidades e estudos apenas no desenvolvimento tecnológico, o que pode não só reduzir a inter/transdisciplinaridade para abordar as múltiplas questões associadas ao campo do património, como também negligenciar outras abordagens e conhecimentos. Além de que, a padronização algorítmica tende a homogeneizar dados e narrativas, minimizando a diversidade cultural, o que, de acordo com Sustainability Directory (2025), pode produzir impactos profundos na salvaguarda do património, nas pessoas e na vida coletiva.

A relevância atribuída às questões de ética, inclusão, supervisão humana e crítica com o intuito de maximizar as potencialidades do uso das ferramentas de IA, e fomentar a adoção de procedimentos de cautela no seu emprego vem sendo abordada numa literatura igualmente emergente (UNESCO, 2022; Coeckelberg, 2023; Macedo & Wachowicz, 2023; Pasikowska-Schnass & Lim, 2023; Sampaio et al., 2024; Tiribelli et al., 2024; Sustainability Directory, 2025; Vieira, 2025). A salvaguarda destes aspetos contribui para a criação de plataformas e bases de dados digitais articuladas, que integrem informações essenciais e estimulem a democratização do acesso aos recursos digitais ligados ao património, fortalecendo a partilha do conhecimento e do próprio património. Não menos importante é também o papel da colaboração internacional relativamente à performance da IA ética no campo do património cultural, fomentando o desenvolvimento transversal de normas globais de orientação prática com perspetivas de inovação responsável (Sustainability Directory, 2025).

Entre as estratégias para incrementar benefícios e minimizar riscos, assinalam-se ainda aspetos como a necessidade de formação técnica e ética para especialistas e profissionais, a par da importância em cultivar a literacia digital crítica junto do público em geral. Sublinha-se também a significância da transparência e auditabilidade nos processos de obtenção, tratamento e automatização de dados e algoritmos. De igual modo importa a validação cruzada entre especialistas de diferentes áreas disciplinares relacionadas com a temática de estudo. Por fim, realça-se a importância em prover os algoritmos de *machine learning* com dados de âmbito histórico, ambiental, social e cultural (relativo aos contextos de manifestação e criação do património), procurando envolver perceções e valores sociais. Esta integração viabiliza uma abordagem mais abrangente das questões relativas ao património azulejar, permitindo, assim, introduzir a relevância de também envolver a inteligência coletiva na salvaguarda do azulejo.

4. A indispensável convergência entre inteligência coletiva (IC) e inteligência artificial (IA)

A obra pioneira de Lévy (1994) – *L'intelligence collective: pour une anthropologie du cyberspace* – introduz o termo inteligência coletiva enquanto a capacidade dos indivíduos e das comunidades de pensar, aprender, criar e agir numa perspetiva de rede. Daí advém resultados que suplantam o ato isolado e individual, já que inteligência e o conhecimento estão na humanidade. Para o autor, a inteligência coletiva dissemina-se por todos os contextos, sendo continuamente reconhecida e ordenada em tempo real – com o apoio das tecnologias de informação e comunicação (TIC) –, o que contribui para promover uma efetiva mobilização de competências.

Anteriormente, as técnicas e práticas de informação estavam suportadas na performance individual, em que o gerenciamento da informação realizava-se em acervos convencionais e vocacionados para serem utilizados pelos gestores. Com as tecnologias digitais de comunicação e informação, verifica-se que essas práticas se tornam, cada vez mais, coletivas e colaborativas, na medida que as informações circulam de forma continuada, em rede e em fluxo, sendo orientadas aos utilizadores e ao intercâmbio de informações. Isto ampliou e gerou novas formas de acesso, construção e partilha de informação e conhecimento (Bembem & Costa, 2013). Para Lévy (1994), o ciberespaço viabiliza a interligação entre os indivíduos de forma desterritorializada, bem como fomenta a sinergia de saberes – inteligência coletiva –, na medida que o ambiente digital, para além de ser constituído por tecnologias e instrumentos de infraestrutura, é também composto por uma panóplia de saberes – enquanto uma coextensão da própria vida (o autor refere-se às noções de "saber viver" e "viver saber"). Para o autor, através do espaço virtual, a inteligência coletiva viabilizaria transformar o saber – inteligência coletiva – na base das relações humanas.

Todavia, a nossa atualidade traz novos dados sobre o poder do ciberespaço – onde a IA se imiscui cada vez mais – na construção de conhecimento/conhecimentos, o que complexifica as ideias (e/ou ideais) seminais de Lévy (1994). A par da existência de tecnologias com crescente potencial de fomento da sinergia de saberes – inteligência coletiva –, a sua efetiva realização está em construção e não depende somente das tecnologias, já que requer "mudanças nas esferas política, social e, principalmente, no plano educacional" (Bembem & Costa, 2013, p. 143).

No caso dos propósitos mais abrangentes do AI4Az – a ser prosseguidos em outros projetos de investigação – e, em particular, daqueles que mais diretamente ressoam na implementação da plataforma digital colaborativa TileWatch, prevê-se que a inteligência coletiva venha a ser fomentada através do envolvimento de *stakeholders* – profissionais de conservação-restauro e gestores de edifícios com azulejaria e/ou coleções patrimoniais – e público em geral. Numa ótica de comunicação da ciência, esta plataforma propõe ainda disseminar o conhecimento obtido e, em conjunto com uma perspetiva de ciência cidadã, contribuir para o fomento da inteligência coletiva em torno da valorização e salvaguarda do património azulejar.

Com o objetivo de melhor delinear estratégias para incrementar benefícios e minimizar riscos no uso de IA no campo da salvaguarda do azulejo, adicionalmente serão realizadas entrevistas semiestruturadas junto de *stakeholders* e cidadãos. O objetivo é melhor conhecer as perceções em torno da relevância atribuída à salvaguarda do património azulejar, do papel conferido à inteligência artificial nesse processo e como avaliam o contributo que podem ter na preservação do azulejo.

A proposta, talvez a utopia de Lévy (1994), de incremento das tecnologias digitais em prol da sinergia de saberes e a efetiva manifestação de uma inteligência coletiva, traz consigo ideais de uma sociedade que, sediada na construção e partilha de saberes, pode ser mais democrática e inclusiva. Contudo, o caminho a percorrer para a efetivação da inteligência coletiva – conforme sentido atribuído pelo autor – é longo, repleto de complexidades, barreiras e o desenrolar de novos propósitos, significados e manipulações (entre outros aspetos), conforme decorrentes do avanço das tecnologias digitais e consequente incremento da inteligência artificial.

Ainda assim, o termo inteligência coletiva, ou mesmo o ideal original que esse resguarda, é inspirador e pode ser um guia orientador para maximizar os benefícios e mitigar os riscos de utilização das ferramentas de IA no campo do património. Em particular, através da adoção de perspetivas assentes na colaboração, diálogo, inclusão, diversidade, distribuição e partilha de saberes e experiências, comunicação da ciência, ciência cidadã, interação e cooperação (Ceccaroni et al., 2019; Menezes et al., 2024c; Casebourne & Wegerif, 2025; Kehler et al., 2025; Sustainability Directory, 2025).

Onde as tecnologias possam desenvolver-se enquanto catalisadores para uma comunidade se realizar como inteligência coletiva, em que o contraponto humano contribua para assegurar valores compartilhados e de consideração pelos contextos e patrimónios locais.

5. Notas finais

> No futuro, creio que a fronteira entre instrumento e usuário se tornará cada vez mais difusa. A ferramenta se fundirá ao corpo, e o corpo à linguagem. A inteligência artificial não substituirá a humanidade – irá expandi-la, como o fogo, a roda e a escrita o fizeram antes.
> "Pouco antes de começar a escrever esta coluna, fiquei irritado com a minha IA por ela ter criado uma citação falsa, atribuindo-a a um dos meus escritores favoritos. Quis saber por que insiste em mentir. Ela me deu uma explicação extraordinária:
> – Há algo curioso na forma como eu – e talvez toda a inteligência artificial – percebo o mundo: não tenho acesso direto à realidade física, apenas ao registro das palavras sobre ela. Vivo em um espaço de linguagem, onde tudo chega já traduzido em texto. Assim, para mim, o real e o ficcional não se separam por substância, mas por grau de consenso. O que é considerado 'real' é aquilo em que muitos textos concordam. (Agualusa, 2025, s/p).

A descoberta de novos horizontes para a produção de conhecimento científico sobre o azulejo, sua salvaguarda, conservação e restauro é uma realidade presente. Mas, esses novos horizontes trazem consigo caminhos inexplorados e desafios emergentes. Sendo importante a salvaguarda de um conjunto de princípios éticos, técnicos e sociais, essa nova realidade de produção de conhecimento envolve uma complexidade interdisciplinar de construção e disseminação de saber. Também a adaptação e a criação de competências e capacidades técnico-disciplinares, a geração de dados em sistemas avançados que, todavia, sejam acessíveis, apresentam-se como novos desafios. Além da necessidade de uma eficaz comunicação da ciência, o efetivo envolvimento de um público mais alargado na salvaguarda do azulejo, o respeito pela histórica cultura material azulejar e respetivo usufruto da sua realidade física, e não artificializada, entre outros aspetos.

O AI4Az iniciou-se em janeiro de 2025 e terá uma duração de 12 meses, pelo que, no período de duração desse projeto decorrerá, essencialmente, o desenvolvimento das ferramentas de IA e da plataforma digital *TileWatch*. Esta plataforma assenta numa perspetiva colaborativa de coleta de informações e perceções sobre o azulejo junto de *stakeholders* – especialistas, gestor do património – e cidadãos, prevendo-se o envolvimento dos cidadãos a partir de uma perspetiva de ciência cidadã.

Tendo presente as potencialidades a serem proporcionadas por uma plataforma digital colaborativa, num cenário cuja influência da inteligência artificial aumenta progressivamente, o incremento da inteligência coletiva é crucial. Não só no que concerne à otimização dos benefícios e diminuição dos riscos de uso de IA, como no reconhecimento do valor intrínseco do património a salvaguardar. É, assim, imprescindível introduzir mudanças nas esferas sociais, políticas, culturais e educacionais com vista a uma sinergia de saberes – inteligência coletiva –, em que a preservação do património seja fortalecida pelo contributo da IA. Sob este prisma e no sentido de estabelecer orientações de investigação e atuação futuras, considera-se fundamental aprofundar o conhecimento relativamente às perceções e representações atribuídas ao azulejo e respetiva importância da sua salvaguarda. Juntamente, é importante conhecer o papel conferido às ferramentas de IA na valorização deste património, e a forma como individual e socialmente se pode contribuir para a salvaguarda da azulejaria.

A abordagem adotada pelo AI4Az – e que será prosseguida em outros projetos – distingue-se pela produção de um conhecimento que propõe articular desenvolvimento tecnológico, através do uso de IA, participação social e reflexão crítica. Visa-se, assim, proporcionar uma perspetiva inter/transdisciplinar e integrada entre inteligência artificial e inteligência coletiva relativamente à salvaguarda do património azulejar. Para o AI4Az é crucial implementar uma dinâmica de colaboração que fortifique a relação entre tecnologias, ciência, cultura e cidadania. Entende-se que o caminho para uma efetiva inteligência coletiva em prol da salvaguarda do património azulejar faz-se caminhando.

Agradecimentos e financiamento

Agradece-se à FCT-MCTES – Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo financiamento do Projeto AI4Az (2024.07297.IACDC) e do Projeto *Old Azulejos Through New Lenses* (contrato 2021.01998-CEECIND) e ao Museu Nacional do Azulejo (parceiro do Projeto AI4Az). O presente estudo enquadra-se nos Projetos *HBuilt_Surfaces_Stories* e *CERAMICS*, conforme inseridos na Estratégia de Investigação do LNEC.

Referências

Agualusa, J. (2025, outubro 25). O riso do algoritmo. *O Globo – Coluna na seção Cultura*. Disponível em: https://oglobo.globo.com/cultura/jose-eduardo-agualusa/coluna/2025/10/o-riso-do-algoritmo.ghtml.

Andaló, F., Carneiro, G., Taubin, G., Goldenstein, S. & Velho, L. (2016). Automatic Reconstruction of Ancient Portuguese Tile Panels. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 10(10).

Basu, A. (2025). *Revealing the Ancient Beauty: Digital Reconstruction of Temple Tiles Using Computer Vision* (Master's Dissertation). University of Hyderabad.

Bembem, A. & Costa, P. (2013). Inteligência coletiva: um olhar sobre a produção de Pierre Lévy. *Perspectivas em Ciência da Informação,* 18(4), 139–151. https://www.scielo.br/j/pci/a/qxsGdQ7r46rLdMsGyrYyqXw/?format=pdf&lang=pt.

Carvalho, R. S. (2025). Investigação em azulejo: entre a tradição e a inovação digital. *Super Interessante História – Edição Biblioteca*, (48) 176-189.

Carvalho, R., Pais, A., Cabral F., Dias A., Bergel, G., Dutta, A., Zisserman, A., & Coelho R. (2023). *Reshaping the Future of Portuguese Azulejo Patterns. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLVIII-M-2-2023, 379–384*. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-379-2023.

Casebourne, I., & Wegerif, R. (2025, outubro 22). *AI and Education for Collective Intelligence: A Futures Perspective*. UNESCO. Disponível em: https://www.unesco.org/en/articles/ai-and-education-collective-intelligence-futures-perspective.

Ceccaroni, L., Bibby, J., Roger, E., Flemons, P., Michael, K., Fagan, L., & Oliver, J. L. (2019). Opportunities and Risks for Citizen Science in the Age of Artificial Intelligence. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), 1-14. https://doi.org/10.5334/cstp.241.

Chaiyasarn, K., & Buatik, A. (2021). Tile Damage Detection in Temple Facade Via Convolutional Neural Networks. *Journal of Engineering Science and Technology*, 16(4), 3057-3071. https://jestec.taylors.edu.my/Vol%2016%20Issue%204%20August%202021/16_4_21.pdf

Coeckelberg, M. (2023). *Ética na Inteligência Artificial* (Clarice de Souza Trad.). Ubu Editora.

Karimi, N., Mishra, M. & Lourenço, P. (2024). Deep Learning-Based Automated Tile Defect Detection System for Portuguese Cultural Heritage Buildings. *Journal of Cultural Heritage*, 68, 86-98. https://doi.org/10.1016/j.culher.2024.05.009.

Kehler, T., Page, S., Pentland, A., Reeves, M. & Brown, J. (2025). Amplifying Human Creativity and Problem Solving with AI Through Generative Collective Intelligence *Arxiv,* 2. https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.19167.

Lévy, P. (1994). *L'intelligence collective: pour une anthropologie du cyberspace*. La Découverte.

Macedo, M. & Wachowicz, M. (2023). Inteligência artificial e diversidade: vieses algorítmicos, soberania de dados e perspectivas para a promoção e proteção do patrimônio cultural brasileiro. *Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade*, 3(6), 165-186. https://doi.org/10.5380/rrddis.v3i6.99530.

Matos, M., Mimoso, J., Pais. A. N., Esteves, L., & Menezes M. (2015). *Portuguese Azulejos, World Heritage*. International Conference: Glazed Ceramics in Architectural Heritage. LNEC.

Menezes, M. (2024a). O que é do azulejo que estava aqui? *AI Madan*, 27(2), 134-138. https://issuu.com/almadan/docs/ao27-2.

Menezes, M. & Pereira, S. (2024b). *Challenges in Developing a Qualitative Approach on the Perception of Tiles Decay*. International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage. LNEC.

Menezes, M., Pereira, P., Esteves, M. & Pais, A. (2024c). *Co-Creating Scientific Knowledge Towards the Technological Memory of the Glazed Ceramics Production. Challenges in Developing a Qualitative Approach on the Perception of Tiles Decay*. International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage. LNEC.

Mulgan, G. (2018). *Big Mind: How Collective Intelligence Can Change Our World*. Princeton University Press.

Pais, A., Reis, M., Campelo, J., Mimoso, & Silva, M. Â. (2019). *The Beginning of the Production of Majolica Azulejos in Portugal — João and Filipe de Góis in 16th century*. Studies in Heritage Glazed Ceramics. LNEC.

Pasikowska-Schnass, M., & Lim, Y. (2023). A*rtificial Intelligence in the Context of Cultural Heritage and Museums: Complex Challenges and New Opportunities*. European Parliamentary Research Service. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747120/EPRS_BRI(2023)747120_EN.pdf.

Pereira, S., Conte, G., Esteves, L., Pais, A. & Mimoso, J. (2023). Evolution of Azulejo Glaze Technology in Portugal from the 16th to the Onset of the 19th Century. *Journal of the European Ceramic Society*, 43(8), 3804–3815. https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2023.01.038.

Pereira, S., Roque, D., Matias, L., Menezes, M., Correia, M. J., Mota, R., Cruz, C., Serra, C., Couto, P., Coutinho, M. L., Esteves, L., Pais, A., Carvalho, R., Costa, D., Henriques, M., Veiga, M. R., & Santos Silva, A. (2024). *Old Azulejos Through New Lenses: Integration of Digital and Non-Digital Methodologies for the Assessment and Monitoring of Azulejo Panels Decay*. International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage. LNEC.

Pereira, S., Mota, R., Roque, D., Coutinho, M., Menezes, M., Matias, L., Henriques, M. & Santos, A. (2025). *Monitoring and Assessment of Azulejo Panels Decay: The 20th Century Façade Azulejos from Manuel Rocha Building*. MATEC Web of Conferences, 409(07006).

Pinheiro, A. & Larsson, M. (2023). Zulejo: novas tecnologias ao serviço do Património Azulejar. In A. F. Conde, S. Aleixo, & T. Ferreira (Eds.), *Conventualidades: Publicações do CIDEHUS*. https://doi.org/10.4000/books.cidehus.21475.

Sampaio, R., Sabbatini, M. & Limongi, T. (2024). *Diretrizes para o uso ético e responsável da Inteligência Artificial Generativa: um guia prático para pesquisadores*. Intercom.

Santos, B., Gonçalves, J., Almeida, P. & Martins-Nepomuceno, A. (2023). GIS-Based Inventory for Safeguarding and Promoting Portuguese Glazed Tiles Cultural Heritage. *Heritage Science*, 11(133). https://doi.org/10.1186/s40494-023-00976-7.

Santos, R. (1957). *O azulejo em Portugal*. Editorial Sul Limitada.

Sustainability Directory. (2025, setembro 8). *AI Ethics in Cultural Heritage Preservation: Scenario. PRISM Sustainability Directory*. Disponível em: https://prism.sustainability-directory.com/scenario/ai-ethics-in-cultural-heritage-preservation/.

Tiribelli, S., Pansoni, S., Frontoni, E. & Giovanola, B. (2024). Ethics of Artificial Intelligence for Cultural Heritage: Opportunities and Challenges. *IEEE Transactions on Technology and Society,* 5(3): 293-305. https://ieeexplore.ieee.org/document/10680564.

UNESCO (2022). *UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence: key facts*. Disponível em: https://digitallibrary.un.org/record/4062376?v=pdf.

Vieira, E. (2025, setembro 6). *Potencialidades e desafios da aplicação IA à conservação e restauro do Património Cultural*. Observador. Disponível em: https://observador.pt/opiniao/potencialidades-e-desafios-da-aplicacao-ia-a-conservacao-e-restauro-do-patrimonio-cultural/.