




As cores na azulejaria portuguesa: uma revisão

The colours of Portuguese *azulejos*: a review

EMA FIGUEIREDO¹
LURDES ESTEVES²
ALEXANDRE N. PAIS² 
MÁRCIA VILARIGUES^{1,3} 
SUSANA COENTRO^{3*} 

1. Departamento de Conservação e Restauro, NOVA School of Science and Technology, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal

2. Museu Nacional do Azulejo, Rua Madre de Deus, 4, 1900-312 Lisboa

3. VICARTE – Unidade I&D “Vidro e Cerâmica para as Artes”, NOVA School of Science and Technology, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal

*scoentro@fct.unl.pt

Resumo

O presente artigo reúne a informação disponível à data relativamente aos pigmentos utilizados em azulejos portugueses entre o século XVI e o início do século XIX. A grande maioria das publicações centra-se em azulejos do século XVII, seguindo-se o século XVI, e existindo muito pouca informação acerca dos séculos XVIII e XIX. Independentemente da cronologia, a paleta da azulejaria portuguesa usa os óxidos de cobalto, cobre, manganês e ferro para a obtenção das cores azul, verde, púrpura e castanho, respetivamente, e o pigmento amarelo de Nápoles para o amarelo, podendo este ser misturado com cobalto para a obtenção de verde ou com ferro para uma cor mais alaranjada. O azul e amarelo são as cores mais estudadas, sendo que o conhecimento atual acerca das mesmas permite relacionar variações na composição química dos seus pigmentos com períodos cronológicos específicos.

Abstract

This paper summarises the available information to date on the pigments used on Portuguese *azulejos* between the late 16th century and the beginning of the 19th century. Most references cited focus on 17th-century tiles, followed by the 16th century, whereas there is very little information on the 18th and 19th centuries. Regardless of chronology, the Portuguese *azulejo palette* uses cobalt, copper, manganese, and iron oxides to obtain blue, green, purple, and dark brown, respectively. Yellow is obtained through the Naples yellow pigment, which could be mixed with cobalt for obtaining green, or with iron oxide for the orange colour. Blue and yellow are the most studied colours and the currently available knowledge allows us to relate changes in their chemical composition to specific time periods.

PALAVRAS-CHAVE

Azulejo
Majólica
Amarelo de Nápoles
Cobalto
Manganês
Caracterização analítica

KEYWORDS

Glazed tile
Maiolica
Naples Yellow
Cobalt
Manganese
Analytical characterisation

Introdução

O património azulejar tem vindo gradualmente a ser reconhecido como um dos maiores tesouros do nosso país, tanto pelos portugueses como pelos visitantes internacionais. Paralelamente, assiste-se a um crescente interesse no seu estudo e conservação, manifestado no aumento do número de estudos académicos, publicações e conferências sobre o tema. Nos últimos anos, estes têm vindo a incluir a caracterização material dos azulejos, possibilitada pelo avanço tecnológico que permite hoje em dia obter informação valiosa através de uma variedade de técnicas analíticas.

A técnica de produção do azulejo histórico português era equivalente à da faiança ou majólica, em que o corpo cerâmico é revestido com um vidrado branco rico em chumbo (Pb) e opacificado com dióxido de estanho (SnO₂), decorado com óxidos metálicos como pigmentos - cobalto para o azul, cobre para o verde, manganês para o púrpura/castanho-escuro, e ferro para as tonalidades laranja e castanho. Ao contrário do azul, verde e púrpura, que só revelam a cor final quando os óxidos de cobalto, cobre e manganês, respetivamente, estão dissolvidos na rede vítrea, o amarelo é obtido com um pigmento sintético (antimoniato de chumbo), conhecido como amarelo de Nápoles [1-3].

A paleta cromática acompanhou a evolução do gosto nacional ao longo dos séculos, tornando-se característica dos diferentes momentos da história da azulejaria portuguesa. As primeiras produções do século XVI caracterizam-se por uma paleta de cores riquíssima, influenciada pela majólica italiana, que permaneceu presente nos painéis figurativos e nas padronagens do século XVII [1, 4]. Por volta da década de 1670-1680, esta paleta sofreu uma redução progressiva que culminou no primeiro quartel do século XVIII naquela que é considerada a “época áurea” da azulejaria portuguesa - o “Ciclo dos Mestres”, caracterizada por produções de elevada qualidade decoradas exclusivamente a azul de cobalto sobre fundo branco. Este período foi pautado pela qualidade pictórica dos painéis produzidos na época, muitos deles assinados pelos mestres artistas como as verdadeiras obras de arte que são. A partir do segundo quartel do século XVIII, a policromia voltou a fazer parte do azulejo nacional, inicialmente em pequenos detalhes e emolduramentos e, mais tarde, em toda a composição [1, 4].

O valor estético do azulejo assenta essencialmente no vidrado, nas suas cores, texturas e brilho. Mas a cor não está apenas associada a uma intencionalidade do gosto - está também ligada à tecnologia da época e às matérias-primas disponíveis. Um olhar mais atento permite distinguir tonalidades e texturas nas diferentes cores usadas pelos pintores de azulejo: é possível observar diferentes tons de azul, de verde, de amarelo, assim como áreas de pigmento mais brilhantes ou mais baças. Assim, o conhecimento das cores e respetivos pigmentos utilizados nas oficinas portuguesas é de grande importância para questões de atribuição, datação e por vezes, na própria conservação.

Neste contexto, o presente artigo pretende agregar e discutir a informação disponível à data relativamente aos pigmentos, incluindo respetivas variações e misturas de cores, utilizados em azulejos portugueses desde as primeiras produções em majólica até ao início do século XIX. Ainda que não façam parte desta revisão, é importante referir que os pigmentos aqui identificados seriam igualmente utilizados na decoração de outros objectos de faiança portuguesa coeva, sendo estes e os azulejos frequentemente produzidos e decorados nas mesmas olarias [5].

O estudo da cor no azulejo português

O conhecimento acerca da cor na azulejaria portuguesa tem evoluído substancialmente na última década devido aos estudos de caracterização material que têm sido publicados.

De acordo com a literatura que inclui a caracterização das cores em azulejos portugueses, as técnicas analíticas mais utilizadas para caracterização química elementar são a Fluorescência de Raios X, seja no modo macro (MA-XRF), micro dispersiva de energias (μ -EDXRF), ou por dispersão de comprimento de onda – WDXRF), a Emissão de Raios X Induzidos por Partículas (PIXE), e a Microscopia Electrónica de Varrimento com Microanálise de Raios X (SEM-EDS). Ao nível da caracterização molecular, destaca-se a micro-espectroscopia de Raman (μ -Raman) e, para a caracterização mineralógica ou estrutural, a Difracção de Raios X (XRD).

As cores identificadas na literatura foram o azul, amarelo, laranja, verde, púrpura/castanho, um castanho muito escuro em contornos e o cinzento (este último apenas no século XIX). A [Figura 1](#) ilustra as principais cores identificadas.



Figura 1. Detalhes de painéis de azulejo portugueses pertencentes ao Museu Nacional do Azulejo ilustrando as principais cores utilizadas entre os séculos XVI e XVIII: a) padronagem do século XVII pintada a azul e amarelo; b) padronagem do século XVII pintada a azul, amarelo e laranja; c) detalhe da assinatura de Gabriel del Barco num painel a azul e branco datado de 1697; d) figura desenhada e pintada com óxido de manganês (século XVIII); e) detalhe de folhagem pintada a verde de cobre com contornos de manganês e ferro (século XVII); f) detalhe de folhagem pintada com verde obtido com mistura de azul e amarelo (século XVIII).

A paleta cromática da azulejaria portuguesa

Azul

O azul (Figura 1a-c) foi a única cor usada ininterruptamente durante toda a história da azulejaria portuguesa, tanto em paletas ricas como isoladamente sobre fundo branco. É, portanto, uma das cores mais estudadas na literatura, cujos principais resultados podem ser consultados na Tabela 1.

A cor azul na azulejaria, à semelhança do vidro, vitral, porcelana e faiança, é obtida através do óxido de cobalto (CoO) dissolvido na rede vítrea. A principal fonte de cobalto na Europa a partir do século XVI era a zona mineira de Erzgebirge, na Saxónia (atualmente na fronteira entre a Alemanha e a República Checa), de onde compostos como a skutterudite (CoAs₃), safflorite (CoAs₂), ou a cobaltite (CoAsS) eram extraídos de minérios ricos em ferro (Fe), arsénio (As), níquel (Ni) e bismuto (Bi) - elementos frequentemente identificados na cor azul dos azulejos [6].

Num estudo que incluiu azulejos portugueses de várias cronologias e proveniências [7], os autores concluíram que o azul de cobalto na azulejaria portuguesa é maioritariamente caracterizado pela associação elementar Fe-Co-Ni-As. Este resultado é corroborado pela restante literatura, embora esta se trate de publicações apenas focadas no século XVII [2, 8-14].

Ainda que dentro da mesma associação elementar, diferenças na proporção dos elementos podem influenciar a cor final, como se observa numa tonalidade azul acinzentada caracterizada por um teor de níquel mais elevado. Além da diferença de tonalidade, este pigmento azul pode ainda apresentar uma camada mais espessa e menos brilhante do que o azul de cobalto mais frequentemente encontrado nos azulejos portugueses [2, 7, 14]. Fares et al. [7] sugerem que, tendo em consideração a tonalidade acinzentada, este azul seria provavelmente uma variante menos dispendiosa das que eram comercializadas a partir da Saxónia, tendo tido utilização em Portugal em épocas coincidentes com períodos de maior dificuldade financeira, como nas décadas após a Restauração de 1640 e mais tarde por volta de 1800, perto das invasões napoleónicas e da retirada da família real para o Brasil. Em Coimbra – um pólo produtivo mais desfavorecido do que Lisboa – a utilização deste pigmento de cobalto rico em níquel terá sido mais extensa do que na capital.

O azul de Coimbra é, ocasionalmente, associado a uma tonalidade mais arroxeadada que se deve à presença de manganês na sua composição. Não é claro se este elemento surge naturalmente das matérias-primas usadas para a obtenção do cobalto ou se se trata de uma adição intencional, embora a identificação de bário em azuis de Coimbra sugira a segunda opção [10, 12].

A partir da viragem do século XVIII para o XIX, outro azul de cobalto, caracterizado pela ausência de arsénio na composição, parece ter sido usado nos azulejos portugueses. Este azul foi identificado num azulejo datado de 1780-1810 [7], e nos azulejos do Palácio Nacional da Pena [15]. No entanto, o mesmo cobalto sem arsénio foi também identificado em vários exemplares de cerâmica valenciana datados entre os séculos XV e XX, não estando, portanto, associado a nenhuma cronologia em particular [16].

Ocasionalmente, em áreas onde o pigmento está mais concentrado, é possível identificar o cobalto sob a forma de olivina (α -Co₂SiO₄) por μ -Raman [2, 8, 13, 15], ou sob a forma dos óxidos CoO e Co₃O₄ [9].

Apesar da identificação de várias qualidades de pigmento azul de cobalto, não há registo de diferentes azuis utilizados num mesmo azulejo – as tonalidades e gradações eram, assim, conseguidas através de diferentes concentrações do mesmo pigmento, correspondendo a maior concentração a uma cor mais escura [7, 15].

Tabela 1. Composição química do azul identificada na literatura consultada.

Composição química identificada	Século	Técnicas analíticas	Referências
Co	XVII	AAS; XRF	[9]
Fe-Co-Ni-As-Bi	XVII	μ -EDXRF	[8]
Fe-Co-Ni-As	XVII-XIX	μ -EDXRF, WD-XRF, MA-XRF, XRF	[2, 7, 10-13]
Fe-Co-Ni	XVIII - XIX	μ -EDXRF; WD-XRF; PIXE	[7, 15]
Óxidos de cobalto (CoO e Co ₃ O ₄)	XVII	XRD	[9]
Olivina de cobalto (Co ₂ SiO ₄)	XVII - XIX	μ -Raman	[2, 8, 15]
Olivina de cobalto (CoSiO ₄)	XVII	μ -Raman	[13]
Olivina de níquel (Ni ₂ SiO ₄)	XVII	μ -Raman	[14]

Amarelo

O amarelo na azulejaria portuguesa (Figura 1a, b, e, f) é obtido com o pigmento conhecido como Amarelo de Nápoles, quimicamente um óxido de antimónio e chumbo com a fórmula Pb₂Sb₂O₇. São conhecidas variantes deste pigmento nas quais se adiciona estanho ou zinco, geralmente resultando numa tonalidade mais clara ou mais alaranjada, respetivamente [17].

As áreas pintadas a amarelo, quando observadas de perto, distinguem-se frequentemente pela sua aparência mate e sobreposta às outras cores. De facto, o pigmento amarelo não se dissolve no vidro do azulejo, formando uma camada à superfície do mesmo – este facto torna-o mais facilmente identificável em estudos analíticos, nomeadamente por μ -Raman [2, 13-15, 18] ou XRD [9]. A Tabela 2 apresenta as diferentes variantes do amarelo de Nápoles identificadas na literatura.

Nas primeiras produções portuguesas do século XVI, usaram-se dois tipos de amarelo de Nápoles. A variante Pb-Sb-Sn foi identificada em Lisboa na Igreja da Graça [19], num azulejo decorado com arabescos recuperado numa escavação na envolvente do Convento do Carmo [20], e no Painel de Nossa Senhora da Vida (atualmente no Museu Nacional do Azulejo) [19]. Foi também identificada num painel datado de 1592 em Alcácer do Sal [21] e ainda num conjunto de azulejos de fundo amarelo encontrados recentemente na Igreja de Nossa Senhora da Graça, em Setúbal [22]. Destaca-se ainda um azulejo de proveniência desconhecida, possivelmente portuguesa, encontrado nas escavações arqueológicas perto do Largo do Corpo Santo, em Lisboa, onde a mesma variante de amarelo de Nápoles foi identificada [23]. Por outro lado, o pigmento amarelo de Nápoles “comum” (Pb-Sb) foi identificado nos azulejos da Capela de São Roque (assinados e datados por Francisco de Matos em 1584), na igreja com o mesmo nome, em Lisboa [19, 24].

Mimoso et al. [19] sugerem que a variante com estanho (Pb-Sb-Sn) terá chegado a Portugal por influência dos pintores de majólica oriundos da Flandres que se estabeleceram no nosso país na segunda metade do século XVI, como é o caso de João de Góis, cujo monograma foi identificado nos painéis da Igreja da Graça, em Lisboa [25]. A reforçar esta teoria, destaca-se a identificação do mesmo pigmento nos painéis flamengos do Paço Ducal de Vila Viçosa – possivelmente a primeira encomenda portuguesa de azulejos produzidos em Antuérpia [26].

Embora mais frequentemente identificado noutras produções de majólica europeia [17], o amarelo de Nápoles com estanho parece ter sido pouco usado em Portugal a partir do final do século XVI, julgando pela literatura disponível à data desta publicação. Foi, no entanto, identificado nas decorações pintadas a laranja em azulejos do século XIX do Palácio Nacional da Pena, em Sintra – mais precisamente numa camada amarelo-claro (correspondendo à tonalidade do amarelo nestes azulejos) sob outra laranja, rica em hematite [15].

A variante de amarelo de Nápoles com Zn foi identificada fora da Península Ibérica apenas num prato de majólica italiana do século XVI [17], mas parece ter sido usada de forma abrangente pelo menos nas oficinas de Lisboa e Coimbra [2, 9-11, 14], Talavera de la Reina [27] e Sevilha [28] durante os séculos XVI e XVII, com uma utilização que possivelmente se expandiu até ao século XIX [10, 29].

Tabela 2. Composição química do amarelo identificada na literatura consultada.

Composição química identificada	Século	Técnicas analíticas	Referências
Pb, Sb, Sn	XVI	SEM-EDS	[19, 21-23]
Pb, Sb	XVI	SEM-EDS	[19]
Pb, Sb, Zn	XVII (XIX?)	μ -EDXRF; AAS; XRF; μ -SRXRF; XAS; MA-XRF	[2, 9-10, 13, 29]
Pb, Sb, Fe	XVII	EDS; XRF	[11-12, 18]
Pb, Sb, Zn, Fe (Sn?)	XVII	XRF	[10]
Amarelo de Nápoles modificado com Zn	XVII	μ -Raman	[2, 13]
Amarelo de Nápoles $Pb_2Sb_2O_4(O,OH)$	XVII	XRD	[9]
Amarelo de Nápoles modificado com Fe ($Pb_2Fe_{0.5}Sb_{1.5}O_{6.5}$?)	XVII	XRD, μ -Raman	[18]

Uma comparação geográfica é referida por Guilherme [10], notando que o amarelo observado em cerâmicas de Coimbra é geralmente mais alaranjado do que o observado em azulejos provenientes de Lisboa.

Laranja

A cor laranja nos azulejos portugueses (Figura 1b) resulta da mistura do pigmento amarelo com óxido de ferro, geralmente hematite (Fe_2O_3) [2, 13-15, 18, 21]. Através do microscópio ou de uma lupa binocular, é possível observar a hematite como inclusões escuras ou avermelhadas dispersas na camada de cor [2]. Tal como o amarelo, o laranja apresenta frequentemente uma superfície mate em áreas sobrepostas às outras cores.

A composição química do amarelo e do laranja num mesmo azulejo é frequentemente idêntica (à exceção do teor de ferro), mas é possível que algumas oficinas usassem misturas com diferentes amarelos de base, julgando pela identificação de um amarelo com zinco e um laranja sem zinco num fragmento do século XVII [2].

A análise por SEM-EDS de grãos de pigmento laranja num painel do século XVI revelou a presença simultânea de Sb e Fe, sugerindo tratar-se de um pigmento previamente sintetizado, à semelhança do que é descrito por Piccolpasso [21]. Por outro lado, a análise da cor laranja em azulejos do Palácio Nacional da Pena (século XIX) revelou uma camada rica em ferro (hematite) sobre uma camada de amarelo-claro, pelo que a cor final seria, neste caso, obtida através da sobreposição de camadas de diferentes tonalidades [15].

Verde

Há dois verdes identificados na literatura: um obtido através do óxido de cobre [2, 10-11, 14] (Figura 1e) e outro obtido através da mistura do pigmento amarelo com o azul [2, 10, 14-15] (Figura 1f).

O verde de cobre aparenta tratar-se de uma cor cujo resultado final seria muito mais difícil de controlar, a julgar pelos alastramentos observados frequentemente no vidrado, assim como bolhas e crateras resultantes das suas propriedades como fundente. O cobre é um pigmento comum em vidro e cerâmica que está geralmente associado a tons azul-turquesa, mas nestes vidrados ricos em chumbo adquire uma tonalidade “verde-garrafa” ou “verde-esmeralda” [2, 14, 30].

O verde obtido através da mistura de amarelo e azul adquire uma tonalidade “verde-azeitona” ou “verde-seco” e, excetuando alguma difusão do cobalto observada de muito perto, apresenta áreas de cor bem definidas e sem alastramentos. Ainda que a quantidade necessária de cobalto para a obtenção da cor verde seja mínima, esta seria uma alternativa mais dispendiosa à utilização do cobre. Apesar disto, a possibilidade de controlo da cor no resultado final poderia ser uma das razões pelas quais alguns pintores de azulejo tenham optado por esta mistura.

Não é possível, através das publicações aqui citadas, associar um tipo de verde a uma cronologia ou proveniência em particular. Trata-se de uma cor que carece de um estudo mais aprofundado.

Cinzento

A cor cinzenta é mencionada apenas num estudo referente aos azulejos do Palácio Nacional da Pena (século XIX), tratando-se de uma mistura do pigmento amarelo-claro (variante de amarelo de Nápoles com Sn) com os pigmentos azul de cobalto e púrpura de manganês [15].

Castanho, púrpura e contornos escuros

Uma das cores mais comuns em azulejaria é o chamado “púrpura de manganês”, provavelmente a segunda cor mais usada a seguir ao azul. Trata-se da cor obtida através do óxido de manganês (MnO) que, dissolvido na rede vítrea, dá origem a tonalidades que vão desde a púrpura a castanho-escuro [30].

O manganês é frequentemente identificado associado ao ferro e, ocasionalmente, ao bário [2, 8, 10-12, 14-15, 21]. Esta associação está relacionada com as matérias-primas usadas para a obtenção de manganês, como, por exemplo, a pirolusite (MnO₂) ou o psilomelano ((Ba,H₂O)₂Mn₅O₁₀), frequentemente encontrados em depósitos com minérios ricos em ferro [2]. O manganês foi ainda identificado por μ -Raman em azulejos do século XVII sob a forma de braunite (Mn²⁺Mn³⁺₆[O₈SiO₄]) [2], que poderá ser uma matéria-prima usada como pigmento ou o silicato resultante da reação de outro composto de manganês (por exemplo, a pirolusite) com o vidro do azulejo [31].

Se, no que diz respeito ao bário, é quase certo que a sua presença estará exclusivamente relacionada com a matéria-prima, o mesmo não acontece com o ferro. Este último surge em diferentes proporções relativamente ao manganês, chegando a aparecer como o principal elemento em contornos escuros onde o contributo do manganês será praticamente insignificante para a cor final. Em azulejos do século XVII e XVIII, identificaram-se diferentes composições químicas nas manchas de cor (mais ricas em manganês e claras) e nos contornos (mais ricos em ferro e escuros) [2, 8, 14]. É possível que, nestes casos, o ferro (identificado como hematite), tenha sido adicionado intencionalmente com o propósito de controlar o alastramento do manganês, assim como para proporcionar uma cor mais escura aos contornos [8].

Em painéis datados do século XVI, foram analisados contornos escuros salientes que revelaram uma composição química rica em manganês e ferro, assim como em partículas ricas em silício e cálcio [19, 21]. Num caso específico, o contorno revelou ainda a presença de cobalto, provavelmente adicionado para tornar a cor ainda mais escura [21]. Os autores sugerem que, nestes painéis, o pigmento possa ter sido misturado com vidro moído (frita) e aplicado sob a forma de esmalte.

Conclusões

Esta revisão de literatura permitiu reunir o conhecimento atual acerca dos pigmentos utilizados na azulejaria portuguesa, assim como comparar resultados entre publicações. O azul de cobalto, apesar de frequentemente identificado sob a associação elementar Fe-Co-Ni-As, apresenta variações de tonalidade relacionadas com a proporção destes elementos, destacando-se uma tonalidade mais acinzentada na presença de teores de níquel mais elevados. O amarelo foi sempre identificado como o pigmento amarelo de Nápoles, nas primeiras produções do século XVI como a variante com adição de estanho, e no século XVII com adição de zinco. Independentemente no amarelo de base, o laranja é sempre resultado da mistura deste com óxido de ferro sob a forma de hematite. O verde é umas das cores menos estudadas, e apresenta-se em duas composições e tonalidades distintas: o verde “esmeralda”,

obtido com óxido de cobre, e o verde “azeitona”, obtido com a mistura dos pigmentos azul e cobalto e amarelo de Nápoles. As tonalidades púrpura e castanho são obtidas com manganês e hematite, respetivamente, encontrando-se estes frequentemente misturados em tonalidades intermédias.

Excetuando o amarelo, que conta com importantes resultados do século XVI, é de notar como a maioria das análises às cores diz respeito a azulejos do século XVII, deixando ainda muitas questões em aberto acerca de eventuais particularidades na composição química das cores noutras épocas.

Agradecimentos

Este estudo contou com o financiamento da Fundação para a Ciência e Tecnologia: Projecto ChromAz (PTDC/HAR-HIS/1899/2020), Projecto White Glazes (CEECIND/00882/2017) e Unidade de I&D Vicarte (UIDP/00729/2020 e UIDB/00729/2020). Os autores agradecem também aos revisores, cujas sugestões contribuíram para melhorar este trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Brito, M. L. M. L. E. *Estudo do Fabrico e da Degradação de Azulejos Portugueses Históricos*, Dissertação de Doutoramento em História de Arte, Universidade de Évora, Évora (2016).
2. Coentro, S.; Mimoso, J. M.; Lima, A. M.; Silva, A. S.; Pais, A. N.; Muralha, V. S. F., ‘Multi-analytical identification of pigments and pigment mixtures used in 17th century Portuguese azulejos’, *Journal of the European Ceramic Society* **32**(1) (2012) 37-48, <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2011.07.021>.
3. Tite M. S., ‘The production technology of Italian maiolica: a reassessment’, *Journal of Archaeological Science* **36**(10) (2009) 2065-2080, <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.07.006>.
4. Salema de Carvalho, R., *A pintura do azulejo em Portugal [1675-1725]. Autorias e biografias - um novo paradigma*, Dissertação de Doutoramento em História, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa (2012).
5. Salema de Carvalho, R.; Mangucci, C., ‘Quem faz o quê: a produção de azulejos na Época Moderna (séculos XVI a XVIII)’, *ARTis On* **6** (2018) 8-24.
6. Mimoso, J. M., ‘Origin, early history and technology of the blue pigment in azulejos’, in *Proceedings of the International Conference ‘Glazed Ceramics in Architectural Heritage’*, eds. J. M. Mimoso e J. Delgado Rodrigues, LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (2015) 357-375.
7. Fares, M.; Mimoso, J. M.; Pais, A.; Martins, I. M.; Coentro, S. X.; Pereira, S. M.; Muralha, V. S., ‘Azulejo blues – an analytical study of the blue colours in Portuguese azulejos’, in *Proceedings of the International Congress AZULEJAR*, s.n., Aveiro (2012).
8. Almeida, S., *Caracterização material e conservação e restauro de um painel de azulejos do séc. XVII do Ecomuseu do Seixal, Portugal*, Dissertação de Mestrado em Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Caparica (2011).
9. Coroado, J.; Gomes, C., ‘Physical and chemical characterisation of ceramic wall tiles, dated to the 17th century, from the “Convento de Cristo”, in Tomar, Portugal’, in *Trabalhos de Arqueologia 42: Understanding people through their pottery: Proceedings of the 7th European Meeting on Ancient Ceramics (EMAC’03)*, eds. M. I. Prudêncio e J. C. Waerenborgh, Instituto Português de Arqueologia, Lisboa (2005) 33-39.
10. Guilherme, A., *Spectroscopic techniques for characterizing Portuguese glazed ceramics: a contribution to the study of ancient faiences of Coimbra*, Dissertação de Doutoramento em Física, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa (2013).
11. Guilherme, A.; Buzanich, G.; Radtke, M.; Reinholz, U.; Coroado, J.; Santos, J. M. F. dos; Carvalho, M. L., ‘Synchrotron micro-XRF with Compound Refractive Lenses (CRLs) for tracing key elements on Portuguese glazed ceramics’, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* **27**(6) (2012) 966-974, <https://doi.org/10.1039/C2JA30030C>.
12. Guilherme, A.; Coroado, J.; dos Santos, J. M. F.; Lühl, L.; Wolff, T.; Kanngießner, B.; Carvalho, M. L., ‘X-ray fluorescence (conventional and 3D) and scanning electron microscopy for the investigation of Portuguese polychrome glazed ceramics: Advances in the knowledge of the manufacturing techniques’, *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* **66**(5) (2011) 297-307, <https://doi.org/10.1016/j.sab.2011.02.007>.
13. Lins, S. A. B.; Manso, M.; Lins, P. A. B.; Brunetti, A.; Sodo, A.; Gigante, G. E.; Fabbri, A.; Branchini, P.; Tortora, L.; Ridolfi, S., ‘Modular MA-XRF Scanner Development in the Multi-Analytical Characterisation of a 17th Century Azulejo from Portugal’, *Sensors* **21**(5) (2021) 1913, <https://doi.org/10.3390/s21051913>.
14. Coentro, S.; Muralha, V. S. F.; Lima, A. M.; Santos Silva, A.; Pais, A. N.; Mimoso, J. M., ‘As Cores na Azulejaria Portuguesa do Século XVII’, in *Um Gosto Português O uso do azulejo no século XVII*, Instituto Português de Museus, Lisboa (2012) 375-383.
15. Coutinho, M. L.; Veiga, J. P.; Alves, L. C.; Mirão, J.; Dias, L.; Lima, A. M.; Muralha, V. S.; Macedo, M. F., ‘Characterization of the glaze and in-glaze pigments of the nineteenth-century relief tiles from the Pena National Palace, Sintra, Portugal’ *Applied Physics A* **122** (7) (2016) 696, <https://doi.org/10.1007/s00339-016-0214-5>.
16. Roldán, C.; Coll, J.; Ferrero, J., ‘EDXRF analysis of blue pigments used in Valencian ceramics from the 14th century to modern times’, *Journal of Cultural Heritage* **7**(2) (2006) 134-138, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2006.02.003>.

17. Rosi, F.; Manuali, V.; Grygar, T.; Bezdicka, P.; Brunetti, B. G.; Sgamellotti, A.; Burgio, L.; Seccaroni, C.; Miliani, C., 'Raman scattering features of lead pyroantimonate compounds: implication for the non-invasive identification of yellow pigments on ancient ceramics. Part II. In situ characterisation of Renaissance plates by portable micro-Raman and XRF studies', *Journal of Raman Spectroscopy* **42**(3) (2011) 407-414, <https://doi.org/10.1002/jrs.2699>.
18. Pereira, M.; Lacerda-Arôso, T. de; Gomes, M. J. M.; Mata, A.; Alves, L. C.; Colomban, P., 'Ancient Portuguese Ceramic Wall Tiles ("Azulejos"): Characterization of the Glaze and Ceramic Pigments', *Journal of Nano Research* **8** (2009) 79-88, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JNanoR.8.79>.
19. Mimoso, J. M.; Pereira, S. R. M.; Pais, A. N.; Antunes, M. A.; Cardoso, A. M.; Esteves, M. L.; Candeias, A., 'A technical comparison of three renaissance azulejo panels from the workshops of Lisbon', in *Studies in Heritage Glazed Ceramics*, Nº 1, eds. J. M. Mimoso, A. N. Pais, J. Delgado Rodrigues e S. R. M. Pereira, LNEC, Lisboa (2019) 113-132.
20. Mimoso, J. M.; Pais, A. N.; Marques, A.; Esteves, M. L.; Pereira, S. R. M.; Antunes, M. A.; Cardoso, A. M.; Candeias, A., '16th century azulejos excavated in Lisbon: a tile with arabesque designs found at Terraços do Carmo', in *Studies in Heritage Glazed Ceramics*, Nº 2, eds. J. M. Mimoso, A. N. Pais, J. Delgado Rodrigues e S. R. M. Pereira, LNEC, Lisboa (2019) 35-50.
21. Mimoso, J. M.; Pais, A. N.; Ferreira, M.; Esteves, M. L.; Pereira, S. R. M.; Antunes, M. A.; Valona, R.; Cardoso, A. M.; Candeias, A., 'Instrumental study of the 16th-century azulejo panel decorating a public fountain in Alcácer do Sal – Portugal', in *Studies in Heritage Glazed Ceramics*, Nº 2, eds. J. M. Mimoso, A. N. Pais, J. Delgado Rodrigues e S. R. M. Pereira, LNEC, Lisboa (2019) 19-34.
22. Pais, A. N.; Mimoso, J. M.; Rosmaninho, P. R.; Esteves, L.; Pereira, S. R. M.; Antunes, M. A.; Cardoso, A. M.; Mirão, J., 'Study of a finding of 16th century azulejo panels at the Cathedral of Setúbal in Portugal', in *Studies in Heritage Glazed Ceramics*, Nº 2., eds. J. M. Mimoso, A. N. Pais, J. Delgado Rodrigues e S. R. M. Pereira, LNEC, Lisboa (2019) 1-18.
23. Pais, A.; Sequeira, M. J.; Monge, M. J.; Esteves, M. L.; Castanheira, I.; Valongo, A.; Manso, C.; Filipe, V.; Cardoso, A. M.; Mimoso, J. M., '16th century azulejos - what lies beneath the ground of Lisbon?', in *Proceedings of GlazeArt 2018 - International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage*, eds. S. Pereira, M. Menezes e J. D. Rodrigues, LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (2018) 298-312.
24. Mimoso, J. M.; Pais, A. N.; Morna, T.; Simões, J. M.; Esteves, M. L.; Cardoso, A. M.; Pereira, S. R. M.; Candeias, A., 'A research on the azulejo panels of the São Roque chapel in Lisbon', in *Studies in Heritage Glazed Ceramics*, Nº 1, eds. J. M. Mimoso, A. N. Pais, J. Delgado Rodrigues e S. R. M. Pereira, LNEC, Lisboa (2019) 93-112.
25. Pais, A. N.; Mimoso, J. M.; Esteves, M. L.; Silva, M. Â.; Cardoso, A. M.; Antunes, M. A.; Pereira, S. R. M.; Candeias, A., 'Study of the azulejo panels in Graça church signed by João de Góis', in *Studies in Heritage Glazed Ceramics*, Nº 1, eds. J. M. Mimoso, A. N. Pais, J. Delgado Rodrigues e S. R. M. Pereira, LNEC, Lisboa (2019) 47-66.
26. Mimoso, J. M.; Santos Silva, A.; Martins, I. M.; Costa, D.; Pereira, S. R. M.; Esteves, L.; Pais, A. N., 'Estudo analítico de azulejos atribuídos a produção flamenga provenientes do Paço Ducal de Vila Viçosa', in *Da Flandres: Os Azulejos Encomendados por D. Teodósio I, 5^o Duque de Bragança (c 1510-1563)*, ed. M. A. Pinto de Matos, Direção-Geral do Património Cultural e Fundação da Casa de Bragança, Lisboa (2012) 64-74.
27. Mangucci C, Relvas C, Nunes M, Candeias A, Mirão J, Ferreira, T. A., 'Análise de pastas cerâmicas e vidradas dos azulejos do frontal de altar do Convento de Nossa Senhora dos Remédios de Évora', in *Proceedings of A reforma Teresiana em Portugal: Congresso Internacional 2015*, ed. J. Teixeira, Edições Carmelo, Marco de Canaveses (2017) 249-262.
28. Gómez Morón, A. G.; Polvorinos del Río, Á. J.; Castaing, J.; Pleguezuelo, A., 'Ceramics by Niculoso Pisano and quantitative analysis of glazes using portable XRF', *Ph investigación* **6** (2016) 1-23, <http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4063> (acesso em 2022-10-17).
29. Figueiredo, M. O.; Veiga, J. P.; Silva, T. P.; Mirão, J. P.; Pascarelli, S., 'Chemistry versus phase constitution of yellow ancient tile glazes: A non-destructive insight through XAS', *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* **238** (2005) 134-137, <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2005.06.033>.
30. Navarro, J. M. F., *El Vidrio*, Editorial CSIC, Madrid (2003).
31. Molera, J.; Coll, J.; Labrador, A.; Pradell, T., 'Manganese brown decorations in 10th to 18th century Spanish tin glazed ceramics', *Applied Clay Science* **82** (2013) 86-90, <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.05.018>.

RECEBIDO: 2022.5.25

REVISTO: 2022.8.2

ACEITE: 2022.12.14

ONLINE: 2023.4.5



Licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.
Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>