



## Experimental research with salt crystallization in historic Portuguese azulejos

**Maria de Lurdes Esteves**

*Museu Nacional do Azulejo, Lisboa, Portugal, mesteves@mnazulejo.dgpc.pt*

**António Candeias**

*Laboratório HÉRCULES, Évora, Portugal, candeias@uevora.pt*

**João Manuel Mimoso**

*Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, jmimoso@lnec.pt*

*SUMMARY: For five centuries, azulejos have been widely used in Portugal as decorative architectural linings. The most serious form of degradation is the spall of the glaze containing the decoration. Crystallisation of soluble salts is often pointed as its main cause, but that remains yet to be proven. Indeed, there are publications on many simulations of salt decay in porous materials such as stone or brick. However, azulejos have a largely impermeable surface which excludes the possibility of through evaporation, and thus represent a very different physical model.*

*This communication reports a study on the physical degradation of azulejos caused by cycles of dissolution and re-crystallisation of sodium chloride (NaCl). Ageing tests were carried out on 26 Portuguese azulejos from the 17th to the 19th century, some of which with original manufacturing defects or with varying degrees of decay arising from their in situ usage.*

*Ageing cells were developed to try to reproduce conditions to which azulejos are subjected to in walls, namely imbibition from the backside and drying through the glazed surface. The azulejos initially contaminated with a NaCl saturated solution were submitted to 81 accelerated full cycles of imbibition/drying.*

*The tests caused damage in some cases- sometimes very extensive damage indeed- particularly settling in areas where the solution could evaporate freely, but failed to reproduce other sorts of damage often found in situ. It did not verify that the action of NaCl alone could trigger an accelerated loss of glaze in a healthy and properly applied azulejo. Moreover, we concluded that the decaying action of soluble salt is facilitated by pre-existing degradation or defects.*

*KEY-WORDS: saline decay, azulejos, glazed tiles, heritage, deterioration.*



## Ensaio de envelhecimento por cristalização de sais em azulejos históricos portugueses

*SUMÁRIO: O azulejo é um material de decoração no revestimento de arquiteturas usado ao longo de cinco séculos de produção em Portugal. A mais grave forma de degradação é a perda de vidro que contém a decoração e a cristalização de sais solúveis tem sido apontada como principal responsável. Mas esta relação permanece ainda por provar.*

*O objetivo deste trabalho foi o estudo da degradação física dos azulejos provocado por ciclos de dissolução e recristalização de cloreto de sódio (NaCl). Para os ensaios de envelhecimento foram utilizados 26 azulejos portugueses do séc. XVII ao séc. XIX, alguns dos quais com fragilidades decorrentes de defeitos de fabricação ou com degradações diversas decorrentes da sua vivência em obra.*

*Foram criadas células de envelhecimento que permitissem tentar reproduzir condições semelhantes às da integração arquitetónica, nomeadamente a imbibição pelo tardoz e secagem imposta pela face.*

*Após contaminação inicial com uma solução saturada de NaCl, os azulejos foram submetidos a 81 ciclos completos de imbibição/secagem acelerada.*

*Os resultados obtidos não permitiram concluir que o NaCl seja o único responsável pela perda de vidro, nem tão pouco que a sua ação possa iniciar um processo de perda acelerada num azulejo são e correctamente montado. Conclui-se, por outro lado, que a ação daninha do sal vai ser propiciada por danos que já existiam e por defeitos de fabricação.*

*KEY-WORDS: degradação salina, azulejos, património, deterioração.*

### 1- NOTAS TÉCNICAS E IMAGENS ILUSTRATIVAS

Os azulejos foram cortados em três fracções. Uma ficou como “provete branco”; outra foi submetida a ciclos de molhagem e secagem com água desionizada, e a terceira foi contaminada com o cloreto de sódio e submetida aos ciclos de molhagem e secagem.

Após cada molhagem os provetes contaminados foram montados em células que só deixavam exposta à secagem a área frontal e uma parte da área lateral, de maneira a forçar, tanto quanto possível, a evaporação pelo vidro. As faces laterais que em obra estariam em contacto com a argamassa foram isoladas até 1mm abaixo da aresta do vidro, simulando assim o caso de azulejos com uma pequena área de chacota exposta lateralmente. As novas faces resultantes do seccionamento foram completamente impermeabilizadas.

Nas figuras seguintes apresentam-se algumas imagens ilustrativas do estado antes e após os 81 ciclos.



## GlazeArch2015

International Conference

Glazed Ceramics in Architectural Heritage



Provete B4. Azulejo inicialmente em muito bom estado de conservação (imagem em cima).

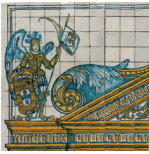
Resistiu sem alterações macroscópicas aos ensaios de envelhecimento (imagem em baixo, após o ensaio).



Provete Pc3. Inicialmente com perda do vidrado a partir das arestas (imagem em cima).

A imagem em baixo, que representa o fim do ensaio, mostra que a perda de vidrado continuou a partir das falhas já existentes, afectando áreas já parcialmente destacadas e outras cuja aderência com a chacota estaria provavelmente enfraquecida. Regista-se também perdas na chacota nas áreas de lacuna.

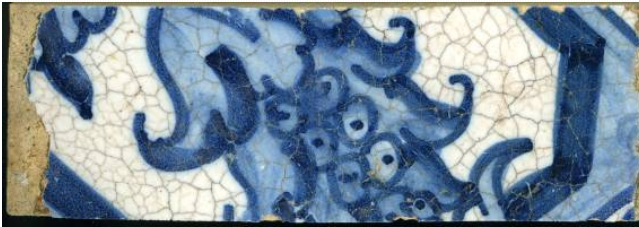




# GlazeArch2015

International Conference

Glazed Ceramics in Architectural Heritage



Provete C3. Inicialmente apresentava craquelé muito acentuado e algumas falhas de vidro na aresta natural (imagem em cima).

No final do ensaio o azulejo mostra perda significativa de vidro e chacota, acompanhada pela desagregação da chacota com rotura total. O empolamento da chacota é um artefacto provocado pela restrição à expansão livre imposta pela cintagem resultante da inserção na célula de envelhecimento.

## Créditos

Investigação realizada ao abrigo de um projecto de doutoramento *IIFA/UEVORA*. Doutoramento financiado pela FCT ao abrigo do protocolo IMC-PROP/5170/2011.

A participação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil é realizada ao abrigo do Projecto 0202/111/19014 do Plano de Investigação e Inovação do LNEC 2013-2020.