

Caracterização de revestimentos de imitação de pedra em *stucco-marmo* com vista à sua preservação

Characterisation of stucco marble coatings towards their preservation

MARIA TERESA
FREIRE ^{1*} 
ANTÓNIO SANTOS
SILVA ² 
MARIA DO ROSÁRIO
VEIGA ² 

1. CERIS, Av. Rovisco Pais 1,
1049-001 Lisboa, Portugal
2. Laboratório Nacional de
Engenharia Civil, Av. do Brasil
101, 1700-066 Lisboa, Portugal
*mtfreire@gmail.com

Resumo

Os revestimentos de imitação de pedra em *stucco-marmo* constituem uma das técnicas decorativas mais representativas do período Barroco na Europa. Em Portugal, entre meados do século XVIII e meados do século XX, a sua utilização foi bastante mais frequente do que se pensava. A falta de informação relativa a estes revestimentos tem posto em perigo a sua preservação. Com vista a colmatar esta lacuna, foi feito um levantamento na literatura sobre a história e a terminologia associadas à técnica de *stucco-marmo*, identificaram-se alguns casos de estudo em Portugal e recolheram-se amostras, procedendo-se à sua caracterização mineralógica por difracção de raios X (DRX) e à determinação de algumas propriedades físicas e mecânicas, nomeadamente absorção de água por capilaridade e módulo de elasticidade dinâmico. Neste artigo, apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos, os quais permitiram concluir que a maioria das amostras é constituída por gesso e anidrite, possuindo características físicas e mecânicas muito semelhantes às dos materiais que pretendem imitar. Debatem-se, ainda, questões de terminologia. Pretende-se, assim, contribuir para a preservação destes revestimentos, de incalculável valor patrimonial.

Abstract

Stucco-marble is one of the most representative decorative techniques of the Baroque period in Europe. It intends to imitate stone architectural coatings. In Portugal, between the mid-18th century and the mid-20th century its use was much more frequent than previously thought. The lack of information regarding these coatings endangered their preservation. To fill this gap, a survey was made in the literature on the history and terminology related to stucco-marble and buildings where it was used were identified. Samples were collected and the mineralogical composition using x-ray diffraction (XRD) was determined. Physical and mechanical properties, namely capillary water absorption and dynamic modulus of elasticity, were also studied. In this paper, the results obtained are presented and discussed. They allowed concluding that most of the samples are made of gypsum-anhydrite plaster, with physical and mechanical characteristics very similar to those of the materials they intend to imitate. Terminology issues are also debated. This study aims at contributing to the preservation of a decorative technique of outstanding patrimonial value.

PALAVRAS-CHAVE

Revestimentos decorativos
Fingidos de pedra
Stucco-marmo
Gesso
Anidrite
Património arquitectónico

KEYWORDS

Decorative coatings
Imitation of stone
Stucco-marmo
Gypsum
Anhydrite
Architectural heritage

Introdução

O gesso e a cal foram amplamente usados no revestimento e decoração de edificações desde a Antiguidade, aplicados individualmente, ou em conjunto [1-2]. Ao longo dos tempos, o desenvolvimento de diferentes técnicas de aplicação e de misturas destes ligantes com outros materiais deram origem a uma enorme diversidade de resultados, tanto do ponto de vista estético, como mecânico e físico. A possibilidade de imitação de materiais mais nobres – pedra, madeira, tecido – constitui o melhor exemplo da sua infinita versatilidade [1-3].

No presente artigo é abordada a técnica do *stucco-marmo*, usada para a obtenção de revestimentos interiores decorativos de imitação de pedra, com base em gesso calcinado de elevada pureza e pigmentos amassados com “água de cola” (água à qual era adicionada uma cola de origem animal), de grande complexidade de execução e que dá origem a revestimentos de elevadíssima dureza e qualidade estética [1, 4-10]. A cola era obtida a partir da fervura maioritariamente de ossos, cartilagens e peles de animais, sendo os mais comuns os bovinos, coelhos e peixes. Tinha como funções principais retardar a presa do gesso, melhorar a sua resistência e dureza, através da redução da quantidade de água de amassadura necessária à preparação das pastas, e facilitar as operações finais de polimento das superfícies na fase final do endurecimento [4, 6, 8, 11].

A origem do *stucco-marmo* é atribuída à *scagliola*, uma técnica surgida no início do século XVI, em Florença, com o intuito de imitar a *pietre dure*, que consistia num trabalho de incrustação de pedras e outros materiais semi-preciosos, utilizado principalmente para decorar móveis e painéis, bem como criar imagens e desenhos na forma de quadros [12] (Figura 1). Na *scagliola* são usadas pastas coloridas, obtidas com gesso calcinado muito puro e pigmentos criteriosamente selecionados, sobre uma base também em gesso, onde são esculpidos os motivos a preencher com as diferentes cores. O polimento final do conjunto permite a integração de todos os elementos, eliminando completamente as juntas que os delimitam e criando superfícies de extrema beleza e perfeição, difíceis de distinguir do material que pretendem imitar. É actualmente uma técnica de execução extremamente cara e praticada por poucos profissionais [12] (Figura 1b). Concluindo, a diferença entre ambas as técnicas (*pietre-dure* e *scagliola*) reside apenas nos materiais utilizados.

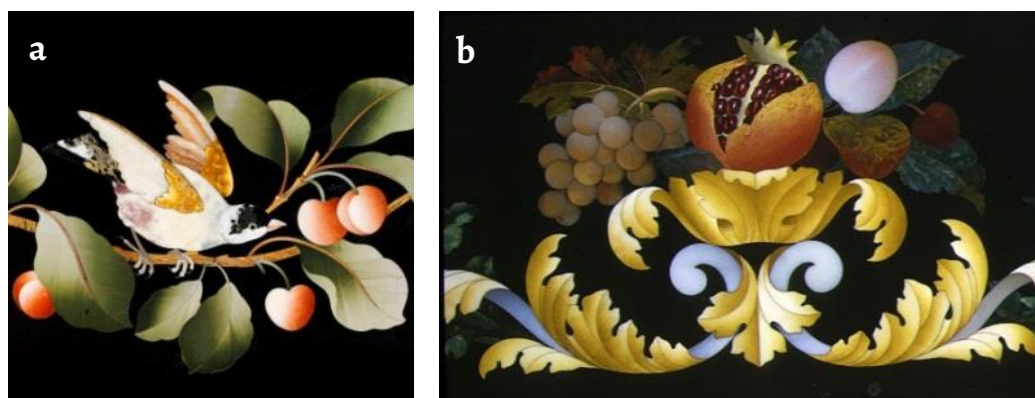


Figura 1. Exemplos de trabalhos em *pietre dure* (a) e *scagliola* (b) (imagens retiradas de [10]).

Já na *scagliola* e no *stucco-marmo* os materiais são os mesmos, mas usados de forma diferente. De facto, o *stucco-marmo* é um caso particular da técnica da *scagliola*, em que esta é usada para imitar pedras naturais, designando-se por *scagliola marmorizzata*, enquanto a imitação da *pietre dure* se designa por *scagliola intarsiata* [10]. Em Portugal, os elementos de imitação de pedra são comumente designados por *escaiolas*, independentemente de terem sido executados pela técnica de *stucco-marmo* ou pela técnica de *stucco-lustro* – pintura a óleo, ou a fresco, sobre uma camada fina de uma massa de cal [4] –, dando azo a alguns mal entendidos. Em intervenções de conservação e restauro, por exemplo, recorre-se muitas vezes a técnicas de pintura para

reparação e preenchimento de lacunas em elementos em *stucco-marmo*. Aparte questões de terminologia, sabe-se que o *stucco-marmo* foi proficuamente usado durante o período Barroco por toda a Europa, com especial ênfase no centro e no sul, e entre os séculos XVIII e XIX [1, 4, 8]. A origem desta técnica é habitualmente atribuída a mestres italianos que, em meados do século XVII, a teriam desenvolvido como resposta à falta de matéria-prima natural e a distâncias razoáveis de alguns locais [10, 13]. No entanto, esta afirmação é refutada por alguns autores, afirmando que os primeiros exemplos de *stucco-marmo* datam de finais do século XVI, encontrando-se na Munich Residenz, Palácio de Maximiliano I da Baviera, e cuja origem terá estado nas oficinas deste palácio [6-7]. Apesar de representativos de um período muito importante para as artes decorativas europeias, os revestimentos em *stucco-marmo* têm sido muito pouco estudados, sendo de realçar alguns trabalhos de levantamento histórico, técnico e artístico em Portugal [3, 14-15] e em Espanha [16-18]. Em Portugal, desconhece-se a amplitude do uso desta técnica, em parte devido à dificuldade que há em distingui-la da pedra natural, ou da própria técnica de *stucco-lustro*, uma técnica de pintura a fresco, ou a seco, sobre uma base em argamassa de cal, ou cal e gesso, acabada por polimento com colher, a pano, ou brunido com ferros quentes [1, 3, 19]. Os escassos estudos realizados sobre o tema realçam a sua importância e mostram inúmeros exemplos de trabalhos de elevada qualidade [3, 14-15]. Vieira afirma que existirão muitos exemplares de finais do século XIX e primeiras décadas do século XX, embora, neste último caso, haja indicações de que o ligante pudesse ser, por vezes, cimento branco [3, 20-21]. O conhecimento dos materiais e técnicas usadas na sua execução é fundamental para a definição de uma metodologia de conservação e restauro com base em procedimentos adequados, nomeadamente os princípios do respeito pela autenticidade e mínima intervenção, através do uso de materiais compatíveis. Um dos raros trabalhos que procurou caracterizar os materiais realmente usados neste tipo de revestimentos foi levado a cabo no âmbito do projecto europeu ENVIART, no final dos anos 90, do qual resultaram várias publicações [9, 11, 22-23]. Em Portugal, com excepção de algumas amostras analisadas no âmbito dos trabalhos de doutoramento da primeira autora (uma de imitação de mármore, do Palácio de Monserrate [24] e outra de pórfiro vermelho imperial, do Palácio de Estoi [25]) e de Vieira [15], desconhece-se a existência de outros estudos, lacuna que se estende a vários países da Europa.

O presente trabalho tem como principal objectivo identificar e caracterizar revestimentos de *stucco-marmo* existentes em edifícios da arquitectura portuguesa dos séculos XVIII a XX. Os resultados da caracterização mineralógica por difracção de raios X (DRX), observações em microscopia óptica e determinação de propriedades físicas e mecânicas (absorção de água por capilaridade e módulo de elasticidade dinâmico), realizada em 15 amostras, pertencentes a sete casos de estudo (Figura 2), são apresentados e discutidos neste artigo. Foi possível estabelecer uma relação entre composição, técnicas de aplicação e desempenho dos materiais estudados.

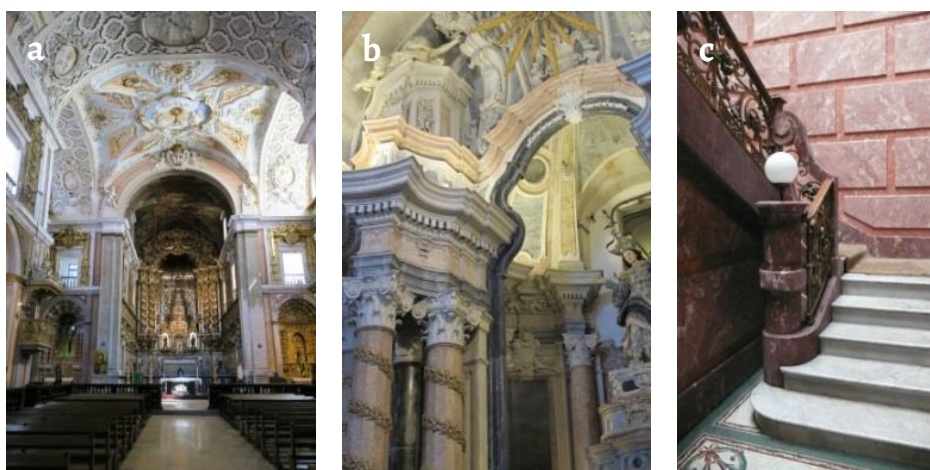


Figura 2. Exemplos de casos de estudo: a) Igreja dos Paulistas: nave, transepto e capela-mor; b) Igreja dos Clérigos: arco da capela-mor; c) Palacete Bijou: escadaria principal.

Trabalho experimental

Materiais

Na [Figura 3](#) são apresentadas imagens de algumas das amostras de *stucco-marmo* recolhidas e na [Tabela 1](#) é indicada a identificação das amostras analisadas e dos casos de estudo a que correspondem.

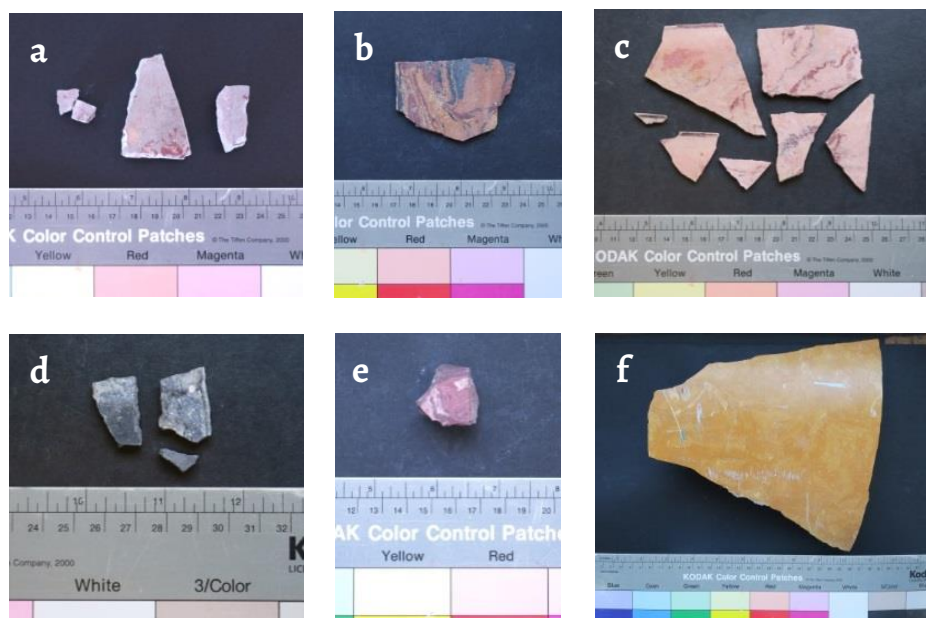


Figura 3. Imagens de amostras de *stucco-marmo* recolhidas em edifícios Portugueses: a) IP3; b) ISJ2; c) IC2; d) IC4; e) PBi1; f) PCL1.

Condições experimentais

Foi realizado o registo fotográfico das amostras, por vezes com recurso a uma lupa binocular Olympus SZH, equipada com uma câmara Olympus DP 20, para obter maior detalhe das superfícies, texturas e da estratigrafia das superfícies polidas.

As amostras foram secas a 40 °C, até atingirem massa constante, após o que foram divididas em fracções, destinadas aos diferentes procedimentos experimentais, de acordo com a quantidade disponível. Previamente à análise mineralógica por DRX, as amostras foram moídas e passadas por um peneiro com 106 µm de abertura de malha. No procedimento foi utilizado um difractómetro Philips X'Pert com fonte de radiação $K\alpha$ de cobalto, operando com uma tensão e corrente de filamento, respectivamente, de 35 kV e 45 mA. Os dados de difracção foram recolhidos entre 3° e 74° (2θ), com uma velocidade de varrimento de 0,05° 2θ/s, usando o software X'Pert Quantify. Os difractogramas foram analisados com recurso ao software X'Pert HighScore, usando os padrões de DRX do International Centre for Diffraction Data Powder Diffraction File.

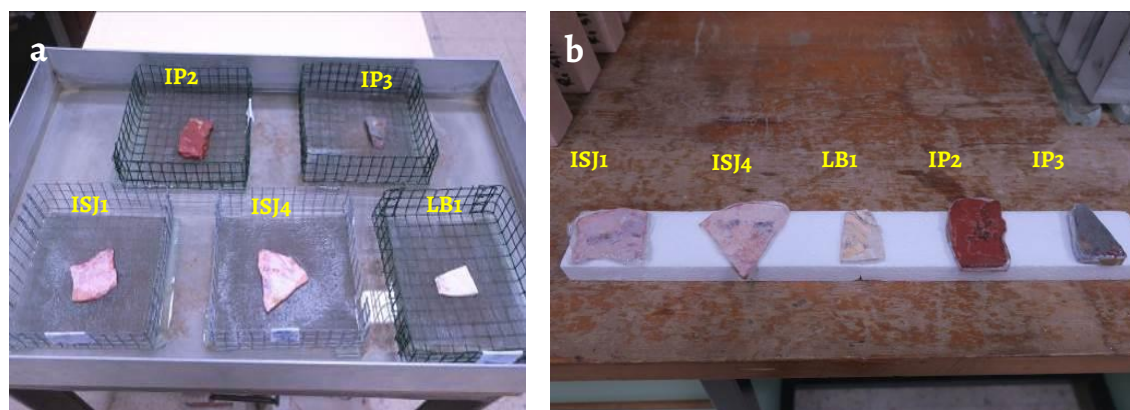
Para a preparação das superfícies polidas, as amostras foram primeiramente impregnadas com uma resina epoxídica, numa câmara de vácuo, para que todo o espaço poroso fosse preenchido. Após a impregnação, as amostras foram cortadas e as superfícies planas obtidas foram polidas com abrasivos finos, terminando com abrasivos de diamante de 6, 3, 1 e 0,25 mícron.

Os ensaios de absorção de água por capilaridade foram realizados segundo um procedimento desenvolvido especialmente para amostras irregulares e/ou friáveis [26], em ambiente controlado (23 °C e 65 % de humidade relativa) ([Figura 4](#)). Após os ensaios de absorção, as amostras foram postas a secar ao ar. Todas as faces foram cobertas com película de plástico, excepto a superfície por onde se pretendia que se desse a secagem (i.e., a mesma por onde se deu a absorção).

Tabela 1. Identificação e descrição das amostras analisadas.

Caso de estudo/ Localização/Período	Amostra	Descrição* / Estado de conservação / Espessura
Igreja dos Paulistas Sta. Catarina Lisboa Século XVIII (?)	IP1	Revestimento de parede da igreja, amarelo-torrado, com veios, bastante finos, em púrpura escuro / Superfície maioritariamente erodida / 4,5-5,5 mm
	IP2	Revestimento de parede da igreja, cor de tijolo escuro, com veios pretos, cor de laranja e amarelos / Superfície parcialmente erodida, com zonas ainda com algum polimento / 5-6 mm
	IP3	Revestimento de parede da sacristia, cinzento, com veios amarelos e vermelho escuro / Superfície em muito bom estado / 6-8 mm
Igreja de S. João Novo Porto Século XVIII (?)	ISJ1	Revestimento de parede da igreja, cor de salmão, com veios rosa escuro e pretos / Superfície com perda de brilho / 3-3,6 mm
	ISJ2	Revestimento de parede da igreja, cor de laranja escuro, com veios pretos e vermelho escuro / Superfície com deformação convexa e fendilhação causadas por cristalização de sais / 3,5-3,8 mm
	ISJ3	Revestimento de parede da capela-mor, de cor amarelo escuro (quase vermelho), com veios rosa claro, amarelos e pretos / Superfície em bom estado, com perda parcial de brilho / 5-6 mm
	ISJ4	Revestimento da mesma parede que ISJ3, salmão claro, com veios rosa, púrpura e amarelos / Superfície em bastante bom estado / 3 mm
Igreja dos Clérigos Porto Século XIX	IC1	Revestimento do teto, cor de tijolo, com veios pretos e vermelho escuro (muito semelhante a ISJ 2) / Superfície ligeiramente convexa, com brilho nas partes não riscadas / 2,4-2,7 mm
	IC2	Revestimento de parede (ou teto?), rosa claro, com veios vermelho escuro / Alguns fragmentos com ligeira convexidade, a maioria com brilho / 2,3-3,3 mm
	IC3	Revestimento de parede junto ao teto, rosa escuro (quase vermelho), com veios rosa claro, vermelho escuro e amarelos / Superfície muito erodida, com perda ligeira de material em algumas zonas / 4,2-4,9 mm
	IC4	Revestimento de parede junto ao teto, preto com pequenos pontos brancos / Superfície com alguma erosão e quase toda sem brilho / 2,5-3 mm
Palacete Bijou Porto Século XX	PBi1	Revestimento do rodapé da escada, vermelho muito escuro, com veios rosa e vermelho um pouco mais claro / Superfície em muito bom estado / 7,5-12 mm
Teatro-Circo de Braga Braga Século XX	TCB1	Revestimento de uma coluna, cor de tijolo, com veios amarelos, castanhos e pretos / Superfície com alguns riscos, mas ainda com brilho / 10-12 mm
Pavilhão Carlos Lopes Lisboa Século XX	PCL1	Revestimento de uma coluna, amarelo / Superfície com alguns riscos, mas ainda com brilho / 4-5 mm
Escola Secundária Beja Século XX	LB1	Revestimento de uma pilastra, em tons de salmão claro, bege e branco, com veios pretos / Superfície em excelente estado / 3,2-3,6 mm

* As cores indicadas referem-se ao observado nas superfícies das amostras no presente e podem não corresponder exactamente às cores originais.


Figura 4. Procedimento experimental de determinação da absorção de água por capilaridade: a) absorção; b) secagem.

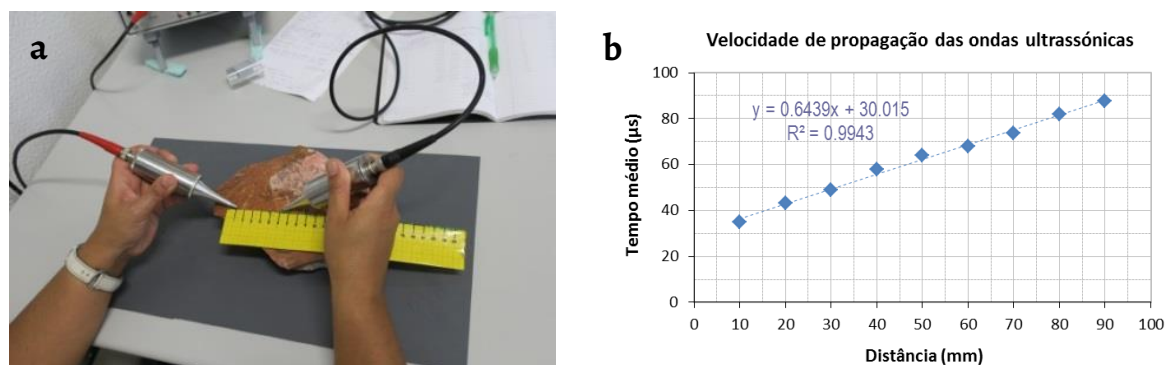


Figura 5. Determinação da velocidade de propagação de ondas ultra-sónicas: a) procedimento experimental e b) cálculo.

A massa volúmica aparente foi calculada através da pesagem e medição das dimensões das amostras (área da superfície \times espessura média).

O módulo de elasticidade dinâmico foi determinado pela técnica de ultra-sons, que se baseia na velocidade a que ondas sonoras de alta frequência atravessam os materiais, permitindo assim o cálculo de parâmetros elásticos [27]. Utilizou-se o equipamento Steinkamp BP-7, equipado com o software WinUltraSonic/BP-7 (Figura 5).

Resultados e discussão

Observação visual das amostras

A observação visual das amostras e das respectivas superfícies polidas na lupa binocular permitiu recolher uma série de informações, nomeadamente sobre o seu estado de conservação e a forma como os pigmentos foram usados para obter as cores pretendidas (Figura 6 e Figura 7). A observação das superfícies polidas em estratigrafia revelou uma matriz muito porosa na amostra IP1, em consonância com a dissolução parcial provocada pela extensa exposição à água, igualmente notória à superfície (Figura 6a). Já no caso da amostra IC3, onde também é visível alguma erosão superficial, a exposição à água aparenta ter sido menos severa, muito provavelmente com ciclos de molhagem e secagem menos frequentes, o que permitiu que se desse alguma recristalização à superfície, parecendo mesmo haver uma certa densificação da mesma (Figura 6d). As observações em estratigrafia vão de encontro a estas considerações, mostrando uma matriz pouco porosa e muito coesa (Figura 6e-f). Já no caso da amostra LB1, tanto a superfície como o interior revelaram encontrar-se em óptimo estado de conservação (Figura 6g-i). A presença de grãos de pigmento foi observada na maioria das amostras. Os veios púrpura da amostra IP1 resultam do uso de um pigmento azul (Figura 6a). A determinação exacta da sua composição ajudará a datar os revestimentos em *stucco-marmo* da Igreja dos Paulistas: se se tratar de azurite, um pigmento natural usado até ao século XIX, então são contemporâneos da construção da igreja e dos outros estuques decorativos; se, por outro lado, se tratar de um pigmento sintético, serão posteriores, como acontece na Igreja dos Clérigos. Grãos de pigmento azul foram observados também nos veios vermelhos escuros de outras amostras, nomeadamente a ISJ2 (Figura 7b) e a IC1. Já a cor cinzenta da amostra IP3 foi obtida pela adição de pigmento preto à pasta de gesso, sendo perceptíveis alguns grãos de maior dimensão, à superfície e no interior da amostra.

Neste tipo de revestimentos a aparência estética é o aspecto mais importante, sendo os materiais usados e a técnica de aplicação, em conjunto, determinantes. A dureza superficial e o brilho são conferidos essencialmente pelos procedimentos de desbaste e polimento, intercalados com o preenchimento dos poros, que vão assim aparecendo, com uma mistura diluída de gesso e água de cola [4-5, 8]. Turco afirma mesmo que o gesso é o ligante que permite imitar melhor os mármore [8].

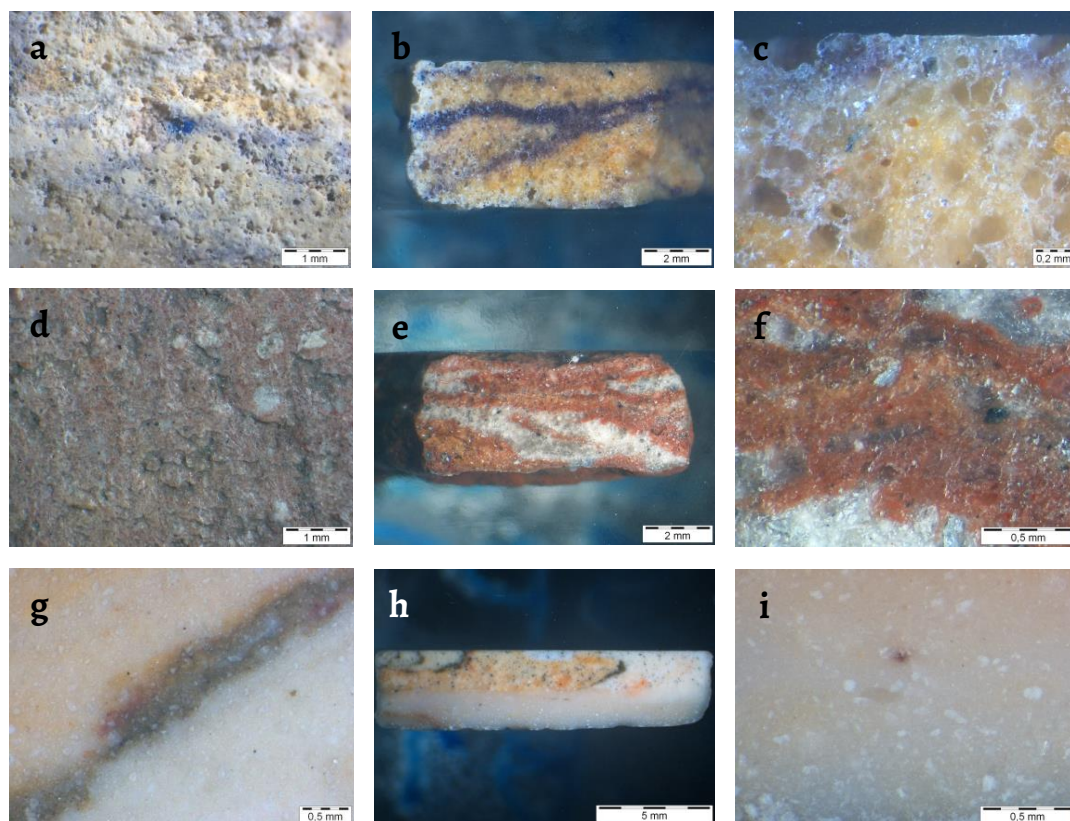


Figura 6. Imagens obtidas na lupa binocular da superfície sem tratamento e superfícies polidas com diferentes ampliações, das amostras: a-c) IP1; d-f) IC3; g-i) LB1.

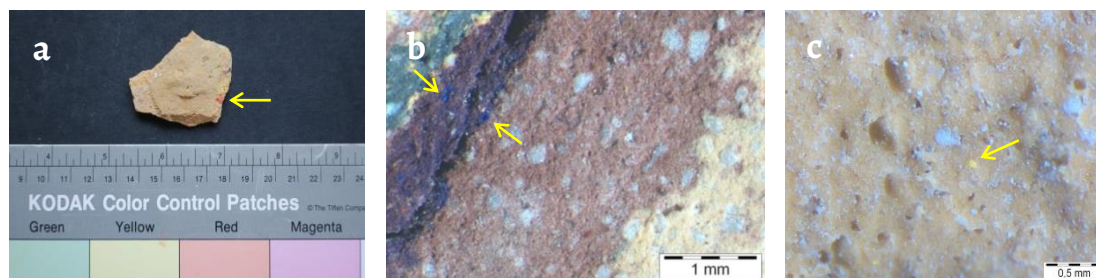


Figura 7. Grãos de pigmentos observados em algumas amostras: a) pigmento laranja (amostra IP1); b) pigmento azul (amostra ISJ2), encontrado recorrentemente em amostras com zonas púrpura escuro; c) pigmento amarelo (amostra PLC1).

Análise por DRX

A análise por DRX permitiu identificar os principais compostos cristalinos presentes nas amostras, nomeadamente ligantes e alguns pigmentos. Verificou-se que o gesso é o principal constituinte, com excepção da amostra LB1, em que a anidrite existe em maior quantidade (Tabela 2). Este composto está também presente na maioria das amostras.

Com excepção das amostras da Igreja dos Paulistas (IP1, IP2 e IP3) e uma da Igreja dos Clérigos (IC3), a quantidade de anidrite detectada está substancialmente acima do que é habitual encontrar-se em amostras de estuques antigos correntes [28]. Resultados semelhantes haviam sido obtidos em estudos de duas amostras de *stucco-marmo* pertencentes a dois palácios portugueses: uma a imitar mármore do Palácio de Monserrate [24], e outra a imitar pórfiro vermelho imperial do Palácio de Estoi [25]. A presença de anidrite (sulfato de cálcio anidro), fase cuja calcinação é realizada a temperaturas superiores às habitualmente necessárias à obtenção da fase do gesso mais comumente usada em estuques (sulfato de cálcio hemi-hidratado do tipo β , ou hemi-hidrato β), indicia o uso de um gesso multifásico. Este procedimento foi claramente intencional, uma vez que a anidrite necessita de menos água de

amassadura, permitindo obter materiais de resistência mecânica superior àqueles em que o único ligante é o hemi-hidrato β . Note-se que não foi encontrada qualquer referência na literatura ao uso de anidrite em revestimentos deste tipo. Foi ainda detectado quartzo nas amostras IC3, IC4 e PCL1. Dada a qualidade do gesso usado, tida como fundamental para o sucesso da execução da técnica de *stucco-marmo*, [4-5], deduz-se que o quartzo terá sido adicionado intencionalmente.

Tabela 2. Composição mineralógica das amostras determinada por DRX.

Amostras	Compostos cristalinos identificados				
	Gesso	Anidrite	Calcite	Quartzo	Outros
IP1	++++	-	vtg	vtg	-
IP2	+++ /++++	vtg	vtg/+	vtg	Hematite (vtg)
IP3	++++	?	-	-	-
ISJ1	+++ /++++	+	-	-	-
ISJ2	+++ /++++	+	-	vtg	-
ISJ3	++++	+	-	vtg	Grafite (?)
ISJ4	++++	vtg +	-	-	-
IC1	+++ /++++	+	-	?	-
IC3	+++ /++++	vtg	vtg	+	-
IC4	+++	++	-	+	Grafite (vtg)
PB1	+++	++	-	vtg	Hematite (vtg)
TCB1	+++	++ /+++	-	vtg	-
PCL1	+++ /++++	+ /++	-	+	Goetite (vtg)
LB1	++	+++	-	-	-

(++++) composto predominante; (+++) proporção elevada; (++) proporção média; (+) proporção baixa; (vtg) quantidade vestigial; (-) não detectado; (?) dúvidas quanto à presença

Análise por DRX

Absorção de água por capilaridades

A absorção de água por capilaridade foi determinada em oito amostras e os resultados apresentam-se na Tabela 3 e na Figura 8.

Tabela 3. Resultados das propriedades físicas e mecânicas.

Amostra	CCC AOS 5 min (kg/m ² min ^{1/2})	MVA (kg/m ³)	Velocidade US (m/s)	MED (MPa)
IP1	0,23	1262	n.d.	n.d.
IP2	0,18	1419	2513	8065
IP3	0,32	1765	3125	15515
ISJ1	0,00	2011	2950	15750
ISJ3	0,01	1967	3289	19153
ISJ4	0,00	2040	3108	17740
IC2	0,01	n.d.	n.d.	n.d.
IC3	n. d.	1707	3172	15455
PCL1	n. d.	1889	4189	29838
TCB1	n. d.	1857	1563	4090
LB1	0,00	2008	3683	24520

(CCC) Coeficiente de capilaridade por contacto; (MVA) Massa volúmica aparente; (US) Ultra-sons; (MED) Módulo de elasticidade dinâmico; (n.d.) parâmetro não determinado devido a não adequação da amostra disponível (tamanho, forma, curvatura, etc.)

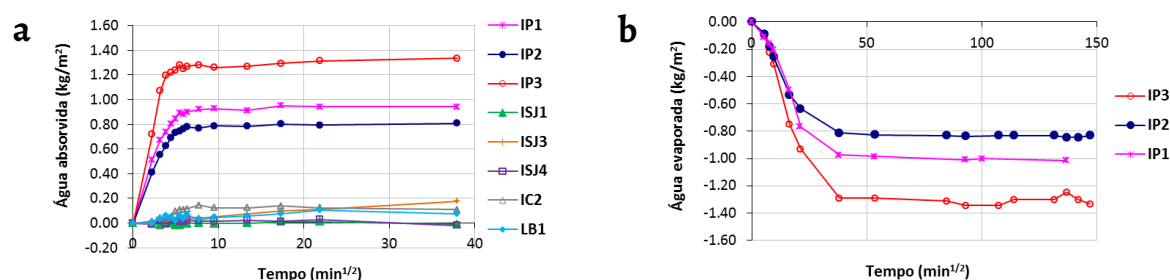


Figura 8. Curvas de absorção capilar (a) e secagem (b).

Apenas as amostras da Igreja dos Paulistas tiveram um comportamento aproximado ao que é habitual observar-se em amostras de estuques antigos correntes, tanto na absorção, como na secagem, embora os valores obtidos tenham sido bastante mais baixos [29]. A explicação para estes resultados reside no facto de estas amostras corresponderem a revestimentos preparados a partir do hemi-hidratado tipo β (e não a partir de um gesso multifásico), dando origem a matrizes menos densas e de maior porosidade, factos que são corroborados pelos respectivos valores de massa volúmica aparente (Tabela 3). O estado de conservação, tanto das superfícies (muito bom no caso da amostra IP3), como a eventual aplicação de produtos orgânicos que promovem o seu brilho (maioritariamente óleos e ceras), não são suficientes para impedir a absorção de água.

Nas amostras ISJ3, IC2 e LB1 detectou-se uma pequeníssima absorção capilar. Após a secagem, foi possível observar uma certa erosão das respectivas superfícies, o que poderá estar na origem dessa absorção. Isto provavelmente significa que as superfícies não resistiram totalmente à infiltração da água, mas as matrizes que constituem as amostras são tão densas que a absorção é insignificante. Nas restantes amostras (ISJ1 e ISJ4) esse valor é mesmo negligenciável.

Módulo de elasticidade dinâmico

Com excepção das amostras IP1 e IP2, as quais tiveram uma exposição prolongada à água, todas as outras amostras analisadas apresentaram valores de massa volúmica aparente e de módulo de elasticidade dinâmico muito superiores aos observados em amostras de estuques antigos correntes. No entanto, e uma vez mais, esses valores são da mesma ordem de grandeza dos encontrados nas duas amostras de *stucco-marmo* analisadas anteriormente [29] e são muito próximos dos do mármore natural (16000-25000 MPa) [30]. A explicação encontrada reside, uma vez mais, na natureza do ligante usado, i.e., o facto de se tratar muito provavelmente de um gesso multifásico, onde a anidrite está presente em quantidades superiores às de um gesso hemi-hidratado. Os poucos valores encontrados na literatura para amostras de *stucco-marmo* variam entre 6090 e 18620 MPa [9] e foram determinados pelo método da frequência de ressonância. Apesar de os autores não fazerem referência às fases do gesso presentes nas amostras analisadas, estes continuam a ser bastante mais elevados do que os obtidos em amostras de estuques preparados a partir de hemi-hidrato β , usando o mesmo método [31]. Middendorf e Knöfel [32] testaram misturas preparadas com 80 % de hemi-hidrato β e 20 % de anidrite e obtiveram valores de módulo de elasticidade dinâmico entre 11060 e 12780 MPa, ou seja, mais próximos dos das amostras IP3, ISJ1 e IC3, mas ainda muito abaixo dos das amostras PCL1 e LB1. Estes últimos são apenas comparáveis aos valores encontrados para gessos preparados a partir de hemi-hidrato α pelos mesmos autores (21350 MPa) e por Dalui et al. [33] (22000 MPa). O valor da amostra IP2, apesar de elevado, é cerca de metade dos das amostras IP3, ISJ1, ISJ4 e IC3, e um terço do da amostra LB1. A compacidade (Figura 6) e os principais constituintes das respectivas matrizes (Tabela 2) estarão na origem destas diferenças. Por último, o caso da amostra TCB1, que apresentou um módulo de elasticidade muito abaixo do esperado atendendo à sua composição e ao seu aparente bom estado de conservação, boa compacidade e massa volúmica aparente (Tabela 3). Como o método utilizado (método indirecto) se baseia na propagação de ondas ultra-sónicas junto à superfície dos materiais, este pode ser um indicador da presença de microfissuras, não visíveis a olho nu. De facto, nas restantes amostras este método poderá estar a inflacionar um pouco os valores obtidos uma vez que as amostras de *stucco-marmo* apresentam maior resistência junto à superfície, devido à técnica de aplicação.

Conclusões

Neste artigo abordam-se as principais questões de terminologia relativas aos revestimentos de fingidos de pedra com base em gesso, e gesso e cal, clarificando-se nomeadamente o significado da técnica de *stucco-marmo* e apresentam-se e discutem-se os resultados de ensaios de caracterização mineralógica, física e mecânica de 15 amostras de *stucco-marmo*, executadas entre os séculos XVIII e XX em edifícios Portugueses. No geral, as amostras encontravam-se em bom estado de conservação, tendo sido as exceções devidamente assinaladas e analisadas com base na observação visual em lupa binocular (dissolução parcial da matriz por exposição prolongada à água, perda de brilho superficial, riscos, deformação e/ou presença de sais). A análise mineralógica por DRX mostrou que todos os revestimentos foram executados com gesso de elevada qualidade, não se detectando praticamente impurezas. Na maior parte dos casos foi encontrada anidrite em quantidades significativas, indicando que o ligante usado (um gesso multifásico) resultou da calcinação da rocha gipsífera a temperaturas superiores às utilizadas para produzir os gessos comuns de construção (com base em sulfato de cálcio hemi-hidratado tipo β). Pensa-se que este procedimento terá sido intencional, uma vez que as pastas resultantes da amassadura deste tipo de gessos com água de cola (usada na produção de *stucco-marmo*) ficam ainda mais rijas e compactas do que as obtidas a partir de hemi-hidrato β . De facto, concluiu-se que, tanto o tipo de materiais usados (gesso, pigmentos e cola animal), como os procedimentos de aplicação das pastas obtidas, levam a um resultado final que vai muito para além da aparência estética. Pelo contrário, de todo o processo resultam materiais com características físicas e mecânicas muito aproximadas das dos materiais originais (p. ex., o mármore natural), como se pôde observar nos resultados de absorção de água por capilaridade (no geral, extremamente baixos, com coeficientes de capilaridade por contacto aos 5 minutos inferiores a $0,32 \text{ kg/m}^2\text{min}^{1/2}$), ou de módulo de elasticidade dinâmico extremamente altos (geralmente acima de 15000 MPa). No caso da absorção capilar, concluiu-se, ainda, que o tipo de fase do gesso, e conseqüente estrutura porosa da pasta resultante, influencia mais esta propriedade do que os tratamentos superficiais com produtos hidrofóbicos (óleos e ceras). Com excepção de duas amostras, onde foi encontrado quartzo, não se detectou a presença de agregados nas restantes matrizes.

Pretende-se que este conjunto de resultados contribua para aprofundar o conhecimento das técnicas e dos materiais usados na execução dos revestimentos em *stucco-marmo* em Portugal, para melhor fundamentar as tomadas de decisão em acções de conservação e restauro sobre este património e para o desenvolvimento de produtos compatíveis a usar nessas acções.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo financiamento da bolsa de pós-doutoramento da primeira autora (SFRH/BPD/121034/2016) e do projecto DB-Heritage – Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial (PTDC/EPH-PAT/4684/2014). Agradecem, ainda, ao Marco Aurélio, profissional da área do restauro de estuques, à Prof^a Eduarda Vieira e à empresa Mural da História pela cedência de algumas das amostras analisadas.

REFERÊNCIAS

1. Gárate-Rojas, I., *Artes de los Yesos. Yeserías e Estucos*, Munilla-Lería, Instituto Español de Arquitectura, MRRP, Universidad de Alcalá, Madrid (1999).
2. Gárate-Rojas, I., *Artes de la Cal*, ed. Munilla-Lería, 2^a ed., Instituto Español de Arquitectura, MRRP, Universidad de Alcalá, Madrid (2002).
3. Vieira, E., *Técnicas tradicionais de fingidos e de estuques no Norte de Portugal. Contributo para o seu estudo e conservação*, dissertação de mestrado, Universidade de Évora, Évora (2002), <http://hdl.handle.net/10174/14696>.
4. Arcolao, C., *Le Ricette del Restauro*, 2^a ed., Marsilio Editore, Venezia (1998).
5. Beard, G., *Stucco and Decorative Plasterwork in Europe*, Thames and Hudson, London (1983).
6. Hayles, D., *The Magic of Scagliola*, ed. K. Whitney & B. Magill (2015).

7. Reithmeir, C., 'Scagliola or stucco marble: Restoration of the altars in the church of Lichtenfels, Bavaria', *Transactions on the Built Environment* **15** (1995) 213-223.
8. Turco, T., *Il Gesso. Lavorazione, Trasformazione, Impieghi*, 2ª ed., Editore Ulrico Hoepli, Milano (2008).
9. Wittenburg, C.; Berner, M.; Weber, J.; Kozłowski, R.; Wouters, J.; Lamens, K.; Willers, U., *Baroque Artificial Marble - Environmental Impacts, Degradation and Protection*, ENVIART, Contract N° ENV 4-CT95-0103, *Protection and conservation of European cultural heritage. Research Report N° 9*.
10. Zecchini, A., *Arte della Scagliola sul Lario*, 5ª ed., Editore Ulrico Hoepli, Milano (2001).
11. Kozłowski, R.; Wittenburg, C.; Zeunert, A., 'Stucco marble in the Dukes Chapel in Krzeszów, Poland - Microclimate and degradation mechanisms', *Internationale Zeitschrift für Bauinstandsetzen und Baudenkmalpflege* **6**(4) (2000) 463-480.
12. 'Opificio delle Pietre Dure', *The Museums of Florence*, http://www.museumsinflorence.com/musei/opificio_delle_pietre_dure.html (acesso em 2019-10-25).
13. Colli, D.; Garuti, A.; Pelloni, R., *La Scagliola Carpigiana e L'illusione Barroca*, Artioli, Capri (1990).
14. Aguiar, J., *Estudos cromáticos nas intervenções de conservação em centros históricos*, dissertação de doutoramento, Universidade de Évora, Évora (1999), <http://hdl.handle.net/10174/11200>.
15. Vieira, E., *Técnicas tradicionais de stuccos em revestimentos de interior portugueses. História e tecnologia. Aplicação à conservação e restauro*, dissertação de doutoramento, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia (2008).
16. Martínez Fuentes, R., *El estuco. Técnica, conservación y restauración. Aplicación a la reintegración del mármol*, dissertação de doutoramento, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia (2003).
17. Báez, M. I.; García, M. J.; Vidal, L., 'Los estucos-mármol del Palacio del Congreso de los Diputados de Madrid. Parte II: Estudio técnico de los cuatro escritorios', *Pátina* **II**(13-14) (2006) 199-212.
18. Báez, M. I.; García, M. J.; Vidal, L., 'Los estucos-mármol del Palacio del Congreso de los Diputados de Madrid. Parte I: Estudio documental del salón de conferencias y los escritorios', *Pátina* **II**(13-14) (2006) 113-126.
19. González Yunta, F.; González Cortina, M.; Lasheras Merino, F., 'Influencia del tratamiento a fuego en las características del estuco tradicional con cal', *Informes de la construcción* **67**(537) (2015) 1-8, <https://doi.org/10.3989/ic.13.016>.
20. Füller, J., *Manual do Formador e Estucador*, 2ª ed., Livrarias Aillaud e Bertrand, Lisboa (n.d.).
21. Segurado, J. E. S., *Acabamentos das Construções*, Livrarias Aillaud e Bertrand, Lisboa (n.d.).
22. Wouters, J.; Van Bos, M.; Lamens, K., 'Baroque stucco marble decorations. I. Preparation of laboratory replicas and establishment of criteria for analytical evaluation of organic materials', *Studies in Conservation* **45**(2) (2000) 106-116, <https://doi.org/10.1179/sic.2000.45.2.106>.
23. Wouters, J.; Van Bos, M.; Lamens, K., 'Baroque stucco marble decorations. II. Composition and degradation of the organic materials in historical samples and implication for their conservation', *Studies in Conservation* **45**(3) (2000) 169-179, <https://doi.org/10.2307/1506763>.
24. Freire, T.; Silva, A. S.; Veiga, M. R.; Brito, J., 'The 19th century revivalisms in the Portuguese architecture: Characterization of the interior plaster coatings of Monserrate Palace in Sintra', in *Proceedings of the 4th Historic Mortars Conference HMC2016*, ed. I. Papayianni, M. Stefanidou & V. Pachta, Laboratory of Building Materials, Department of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Santorini (2016) 187-194.
25. Freire, M. T.; Silva, A. S.; Veiga, M. R.; Brito, J.; Schluetter, F., 'Natural or artificial? Multi-analytical study of a scagliola from Estoi Palace simulating imperial red porphyry', *Microscopy and Microanalysis* **22**(6) (2016) 1281-1303, <https://doi.org/10.1017/S1431927616011909>.
26. Veiga, M. R.; Magalhães, A.; Bosiljkov, V., 'Capillarity tests on historic mortar samples extracted from site. Methodology and compared results.', in *13th International Brick and Block Masonry Conference*, ed. D. Martens & A. Vermeltfoort, Eindhoven, Technische Universiteit Eindhoven (2004).
27. NP EN 12504-4:2007, 'Ensaio de betão nas estruturas. Parte 4: Determinação da velocidade de propagação dos ultra-sons', Instituto Português da Qualidade, Lisboa (2007).
28. Freire, M. T.; Silva, A. S.; Veiga, M. R.; Brito, J., 'Studies in ancient gypsum based plasters towards their repair: Mineralogy and microstructure', *Construction and Building Materials*, **196** (2019) 512-529, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.037>.
29. Freire, M. T.; Veiga, M. R.; Silva, A. S.; Brito, J., 'Studies in ancient gypsum based plasters towards their repair: Physical and mechanical properties', *Construction and Building Materials*, **202** (2019) 319-331, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.214>.
30. Sousa, R.; Sousa, H., 'Stability evaluation of marble stone cladding affected by bowing and wind pressure - A case study', in *Proceedings IRF2018: 6th International Conference Integrity-Reliability-Failure*, ed. J. F. Silva Gomes & S. A. Meguid, Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Lisboa (2018) 679-688.
31. Freire, M. T., 'Restoration of ancient Portuguese interior plaster coatings: Characterization and development of compatible gypsum-based products', dissertação de doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa (2016).
32. Middendorf, B.; Knöfel, D., 'Characterization of historic mortars from buildings in Germany and The Netherlands', in *Conservation of Historic Brick Structures*, eds. N. S. Baer, S. Fitz & R. A. Livingston, Routledge, London (1998) 178-196.
33. Dalui, S. K.; Roychowdhury, M.; Phani, K. K., 'Ultrasonic evaluation of gypsum plaster', *Journal of Materials Science* **31**(5) (1996) 1261-1263, <https://doi.org/10.1007/BF00353105>.

RECEBIDO: 2020.9.26

REVISTO: 2021.4.2

ACEITE: 2021.5.4

ONLINE: 2021.11.13



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>.