

Documentar para melhor conservar: O uso de produtos consolidantes e hidrófugos em intervenções de conservação em monumentos portugueses construídos em pedra

Documenting for a better conservation: The use of consolidants and water repellents in conservation interventions of stone Portuguese monuments

M. Pamplona

Centro de Petrologia e Geoquímica do Instituto Superior Técnico,
Av. Rovisco Pais Pais, 1049-001 Lisboa, pamplona@mail.ist.utl.pt

M. J. Melo

Departamento de Conservação e Restauro e REQUIMTE-CQFB, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa, Campus da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal

L. A. Aires-Barros

Centro de Petrologia e Geoquímica do Instituto Superior Técnico,
Av. Rovisco Pais Pais, 1049-001 Lisboa

A. Dionísio

Centro de Petrologia e Geoquímica do Instituto Superior Técnico,
Av. Rovisco Pais Pais, 1049-001 Lisboa

Resumo

O presente artigo tem por objectivo fazer um levantamento da informação existente sobre os produtos consolidantes e hidrófugos aplicados em intervenções de conservação em monumentos portugueses. O levantamento teve por base fontes documentais dos arquivos da ex-Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEMN) e ex-Instituto Português do Património Arquitectónico (IPPAR) relativas ao período entre 1952 e 2002. Verificou-se que em 30 % das intervenções não se sabe quais foram os produtos empregues e que nos restantes casos apenas nas intervenções mais recentes é rigorosa a documentação. Os resultados também dão conta de um uso generalizado de alcoxissilanos. Dada a importância da documentação relativa às intervenções efectuadas no passado, é proposta uma ficha para a documentação dos tratamentos de consolidação e hidrofugação.

Palavras-chave

Monumentos; Pedra; Tratamentos; Documentação; Consolidantes; Hidrófugos.

Abstract

The present article intends to gather the available information about consolidants and water repellents, which were applied in restoration campaigns in Portuguese monuments. The survey was based on documents from the ex-DGEMN (General Directorate for National Buildings and Monuments) and ex-IPPAR (Portuguese Institute for Architectonic Heritage) archives, concerning the period between 1952 and 2002. It was noticed that in 30% of the interventions the information about the used product was lacking and from the other cases, only in the most recent interventions rigorous documentation was found. Results also show a generalised used of alkoxy silanes. Owing to the importance of documentation past restoration interventions, a data-sheet for documenting the use of consolidants and water repellents is proposed

Keywords

Monuments; Stone; Treatments; Documentation; Consolidants; Water repellents.

■ Introdução

No passado, a pedra foi um material de eleição para a construção de monumentos. Os critérios para a sua selecção basearam-se por vezes em valores estéticos ou de trabalhabilidade, sem dar necessariamente prioridade à sua durabilidade como material de construção [1].

Um monumento é um sistema dinâmico que reage a um vasto leque de agentes de alteração e, assim, é necessário compreender cada factor isoladamente e relacioná-lo com o todo de modo a lidar com a problemática da sua alteração [1].

Para além das suas características naturais há outros aspectos que influenciam a durabilidade das pedras, como sejam: a técnica de construção do edificado (sobretudo tendo em conta a disposição do leito em rochas sedimentares); o passado histórico e o uso presente do edifício (especificamente o acesso e a afluência turística); os agentes de alteração natural que induzam variações de temperatura e humidade; e conteúdo de poluentes/particulado atmosférico [2]. Este último factor, com a industrialização, tem vindo a ganhar um impacto dramático na maioria das grandes obras construídas em pedra [3]. Igualmente significativas são as intervenções de conservação que possam ter provocado efeitos nefastos e a falta de manutenção [4].

A Conservação e Restauro pretende diminuir os efeitos da deterioração através do controle das causas de alteração. As formas de alteração, patologias, são geralmente tratadas através de intervenções curativas, como substituição, limpeza, consolidação, protecção, reforço, dessalinização, ataque biológico, etc., enquanto as causas de alteração são geralmente abordadas com intervenções preventivas. No caso dos monumentos, prevenir envolve essencialmente acções de gestão de riscos e verificação regular do estado de conservação e manutenção, quer da estrutura, quer do estado das superfícies.

Nas intervenções curativas os produtos consolidantes e hidrófugos comerciais têm sido vastamente aplicados. Os consolidantes têm por objectivo reforçar a pedra que apresenta desintegração granular e está mecanicamente enfraquecida devido à perda de cimento intergranular [5]. Os hidrófugos pretendem reduzir a capacidade que a pedra tem de absorver água no estado líquido, de forma a prevenir a deposição de sujidades, o decaimento [6] e a colonização biológica [7], mas sem eliminar a pos-

sibilidade de ocorrência de trocas de água na forma de vapor. A água para além de ser um dos principais agentes de alteração de pedras porosas, exercendo um papel importante em muitos mecanismos de alteração (químicos, físicos e biológicos), constitui ainda veículo de transporte de outros agentes de alteração, como sejam, por exemplo, os poluentes atmosféricos e os sais solúveis [8].

Até ao século XIX eram usados na consolidação e protecção de monumentos materiais naturais como o óleo de linho, as resinas naturais, as gomas e as ceras [9]. No século XIX, com o desenvolvimento da química moderna, esses materiais começaram a ser gradualmente substituídos por materiais sintéticos, orgânicos e inorgânicos.

Na 2.^a metade do século XIX, principalmente na Alemanha e na Grã-Bretanha, investiu-se em investigação aplicada para a conservação de monumentos e transferiu-se o conhecimento obtido para os países vizinhos, como a França [10]. A partir do início do século XX, também nos EUA se patentearam produtos para a consolidação e protecção da pedra. Na década de 50 já era prática corrente o uso de polímeros sintéticos na conservação da pedra em vários países, nomeadamente: Áustria, Bélgica, Holanda, Suíça, Itália, Índia, Canadá, Grécia, Rússia, Polónia, República Checa e Espanha [10].

O Quadro 1 sumariza o uso histórico de produtos consolidantes ou hidrófugos para a conservação da pedra até ao presente. Nesse quadro a coluna relativa a *uso documentado* diz respeito à mais antiga data de utilização documentada de produtos de conservação para tratamento de pedra, surgindo por vezes entre parênteses na coluna *material* o tipo de produto referenciado.

O uso destes produtos origina vários efeitos nocivos, notados já na década de 1850 nas Catedrais de Chartres e de Paris [16]. Em 1963 foi reconhecido que “desde 1840 tem havido uma longa sucessão de produtos de tratamento propostos para a conservação da pedra [...] mas até à data nenhum produto de tratamento conheceu ainda significativa medida de sucesso [...], tendo feito mais mal do que bem” [10, p. 264]. Segundo Torraca, esses insucessos devem-se em parte ao uso de novos materiais sem previamente serem sujeitos a um juízo crítico e aos necessários testes, especialmente no que diz respeito às suas propriedades de envelhecimento [9]. Estudos sistemáticos com o objectivo de avaliar a durabilidade de produtos de tratamento aplicados em pedra tiveram início na década de 1920 [10]. A partir de então,

Quadro 1 Produtos de tratamento com função consolidante ou hidrófuga usados para a conservação de pedra.

	Material	Função conservativa	Desenvolvido	Uso documentado em conservação de pedra	Referências
Antiguidade	óleos	consolidante e hidrofugante	?	meados do séc. XV	[10]
	colas (animais e vegetais)	consolidante e hidrofugante	?	1855	[10]
	ceras naturais	consolidante	?	1855	[10]
	água de cal	camada sacrificial	?	1863	[10, 11]
Século XIX	water glas (siliconatos)	consolidante	1818 Fuchs	1847	[10, 11]
	siliconato de potássio	consolidante	1847 Kuhlmann	1855	[10]
	fluossilicato de alumínio	consolidante	1861 Crookes	1861	[10, 11]
	cera de parafina	hidrofugante	Laurie & Ranken	1883	[10, 12]
	fluossilicato de Mg, Zn	consolidante e hidrofugante	1883 Kessler	1890's	[10]
	água de barita + solução de sílica	consolidante	1862 Church	1904	[10]
Século XX	nitrocelulose	consolidante	?	1926	[13]
	alcoxissilanos (TEOS)	consolidante e hidrofugante	1846 Ebelmen	1861	[5]
	acrílicos (PMMA)	consolidante e protector	1928	1950	[10]
	poliésteres	consolidante	1912	1951	[10, 12]
	alquilalcoxissilanos	consolidante e hidrofugante	1947	1956	[5]
	vinílicos (acetato de polivinilo)	consolidante	?	1961	[10]
	epóxidas	consolidação estrutural e colagem	1948	1967	[13]
	poliuretano	consolidante	1937	1971	[12, 14]
	perfluorpoliéter	hidrofugante	?	1979	[15]

aos poucos, o desempenho dos produtos ao longo do tempo passou a ser um critério importante na selecção de um produto de tratamento [17].

Alguns autores sugerem que dada a variabilidade das rochas e dos agentes e mecanismos que promovem o seu decaimento, é improvável que os materiais utilizados actualmente (especificamente produtos consolidantes) possam *de per se* solucionar os complexos problemas da conservação [12, 18, 19]. Em relação aos produtos hidrófugos Wendler referiu que “em muitos casos, a impregnação foi levada a cabo para prevenir mais poluição numa fachada recentemente limpa (ou nova), sem ter em consideração a capacidade de absorção e a composição mineralógica da pedra” [20, p. 182].

De um modo geral, os materiais usados em conservação e especificamente os consolidantes e hidrófugos para pedra “têm um tempo de vida limitado, para além do qual a substituição deveria ser prevista” [9, p. 225]. Esta é uma das razões por que a deontologia de conservação da pedra defende o uso de materiais estáveis que permitam novos tratamentos no futuro [21].

Documentar o estado de conservação da pedra antes e depois do tratamento e durante o seu envelhecimento é, por isso, fundamental [18], quer para se tirar vantagem das experiências anteriores [22], quer para se conhecer melhor o comportamento ao longo do tempo dos materiais usados pelos conservadores [23].

Dada a escassez de informação disponível sobre os tratamentos consolidantes e hidrófugos realizados no passado em monumentos portugueses, neste estudo pretende-se apresentar os dados a esse respeito obtidos através da pesquisa realizada nos arquivos de instituições que tiveram importantes responsabilidades na conservação do património edificado. Complementarmente, propõe-se uma ficha para a documentação dos tratamentos consolidantes e hidrófugos.

■ **Uso de produtos consolidantes e hidrófugos no tratamento de monumentos em pedra em Portugal**

■ ■ **Metodologia de pesquisa documental**

O levantamento de intervenções realizadas em monumentos portugueses com emprego de produtos consolidantes e hidrófugos teve por base informação dos arquivos da ex-Direcção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEMN) e do ex-Instituto Português do Património Arquitectónico (IPPAR), instituições estas que se fundiram em 2007, originando o Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico, I. P. (IGESPAR, I. P.).

A pesquisa documental iniciou-se com a consulta da base de dados disponibilizada *online* pela ex-DGEMN (<http://www.monumentos.pt>), onde é possível consultar uma ficha resumida de cada monumento afecto à instituição, ficha essa que contém um campo para a *intervenção realizada*. Através da pesquisa nesse campo, usando palavras-chave como *consolidação da pedra* ou *desagregação*, seleccionaram-se os casos que foram alvo de posterior consulta detalhada.

Os processos completos dos monumentos seleccionados foram analisados procurando nos registos financeiros e nos relatórios de conservação executados pelas empresas responsáveis informações que pudessem ser relacionadas com os tratamentos da pedra e o tipo de consolidante ou hidrófugo utilizado. Informação oral, recolhida através de entrevista a funcionários da ex-DGEMN e do ex-IPPAR e aos conservadores-restauradores responsáveis pelas intervenções mais recentes, foi tida em consideração.

Nalguns processos de arquivo, mais antigos e mais lacónicos, a aplicação de um tratamento consolidante ou hidrófugo foi percebida pela sua localização específica – por exemplo, nos elementos decorativos dos portais. Noutros casos a função do tratamento foi descrita mais pormenorizadamente, como, por exemplo, para tratar a *corrosão da pedra*. Considerou-se em tais monumentos ter sido aplicado um produto para tratamento de pedra com identidade *não identificada*. Noutros processos de arquivo notou-se que o termo consolidação designava acções de reforço estrutural e não significava a consolidação de blocos de pedra, pelo que tais casos não foram considerados.

Procurou-se esclarecer os detalhes relativos à aplicação de produtos consolidantes e hidrófugos como a data e local de aplicação, o produto aplicado, o modo e a quantidade aplicada e ainda determinar a existência de observações ou de testes efectuados após o tratamento.

■ ■ **Resultados e discussão**

O Quadro 2 resume os resultados obtidos através da pesquisa de arquivo, registando para cada intervenção, além dos dados relativos ao monumento (nome, localização e tipo de pedra), o agente consolidante ou hidrófugo aplicado (tipo ou nome comercial) e o ano e o local de aplicação.

As intervenções inserem-se no período compreendido entre 1952 e a data da realização do presente levantamento, 2002. A mais antiga intervenção foi realizada na Igreja de São Vicente de Abrantes (n.º IPA: PT03.14.011.30.002), onde *silexore* foi aplicado para fixar as cantarias dos altares laterais. Numa carta que consta do processo, datada de 13/19/1953, refere-se que o produto em causa deu “excelentes resultados na fixação das cantarias em desagregação” comportando-se, passado um ano, como “qualquer silicone”, isto é, um alcoxissilano “em idênticas circunstâncias”.

Dos 42 monumentos tratados, 11 são em granito e localizam-se na zona norte do país e os restantes são em rocha carbonatada e localizam-se no centro e no sul (Fig. 1).

Do total de intervenções consultadas, verificou-se que 30 % estão muito fracamente documentadas pois não se sabe o tipo de produto utilizado para o tratamento de pedra; e que 13 % estão fracamente documentadas por referirem apenas o tipo de produto utilizado sem mais

Quadro 2 Uso de consolidantes e hidrófugos em monumentos portugueses segundo a documentação dos arquivos da ex-DGEMN e do ex-IPPAR.

Nome	Localização	Pedra	Informação acerca da intervenção efectuada no passado				
			Produto	Especificação	Data	Área de aplicação	Nível de documentação
Porta Especiosa	Coimbra	c	não identificado	-	~1920	Fachada	Pa
Igreja S.Vicente de Abrantes ¹	Abrantes	c	silicone*	S	1952	Altares laterais	Pa
Igreja de S. Francisco de Paula	Lisboa	rc	consolidação de pedra	-	1964 + 1983	Torres sineiras	Pa
Convento de Celas ¹	Coimbra	c	não identificado	-	1966	Colunas claustro	Pa
Igreja da Conceição Velha	Lisboa	c	silicone*	-	1968	Fachada	Pa
Igreja de S. Francisco	Porto	g	não identificado	-	1973	Paramentos exteriores	Pa
Igreja Matriz de Moncorvo	Bragança	g	silicone*	-	1975 + 1980	Torres e Fachadas	Pa
Igreja de Bravães	Viana do Castelo	g	não identificado	-	1975	3 pórticos	Pa
Mosteiro do Grijó	Vila Nova de Gaia	g	não identificado	-	1975	Colunas claustro	Pa+LNEC (1990, 2001)
Cruz de Portugal - cruzeiro	Silves	c	consolidação e hidrofugação	-	1982	Cruzeiro	Pa+LNEC (1982)
Igreja de S. António	Faro	c	consolidação de pedra	-	1982	Paramentos	Pa
Igreja Matriz de Vila do Conde	Vila do Conde	g	silicone*	-	~1983	Portal	Pa+FEUP (2003)
Igreja S.Vicente de Abrantes ²	Abrantes	c	não identificado	-	1984	Altares laterais	Pa+LNEC (1985)
Igreja de S. Pedro de Rates	Vila do Conde	g	silicone*	-	1984	Portais Oeste e Sul	Pa+FEUP (2002/3)
Torre da Quintela	Vila Real	g	silicone*	-	1984	Fachada	Pa
Mosteiro de Alcobaça	Alcobaça	c	polisiloxano (hidrófugo)	A	1990	Fachadas	Pa
Palácio Nacional da Pena ¹	Sintra	c	polisiloxano (hidrófugo)	Vi	1990	Paramentos	Pa
Igreja de S. Domingos	Lisboa	rc	consolidação pontual de pedra	-	1990	Fachada principal	Pa
Mosteiro dos Jerónimos ¹	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	Vi	1991	Portal Sul	Pa
Palácio Nacional de Queluz	Lisboa	rc	polisiloxano (hidrófugo)	Vi	1992	Fachada Poente	Pa
Torre dos Clérigos	Porto	g	polisiloxano (hidrófugo)	-	1993	Torre	Pu DGEMN
Igreja de Sta Cruz	Coimbra	c	polisiloxano +TEOS+acrílica	WckT1+PB+WckHL+D	1994	Fachada	Pa+Pu IPPAR
Igreja da Atalaia	Entroncam ento	c	polisiloxano (hidrófugo)	Vi	1994	Fachadas e Portal	Pa
Palácio Nacional da Ajuda	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	A	1995	Jardim das Damas	Pa
Igreja do Loreto	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	A	1996	Fachada	Pa
Convento de Cristo	Tomar	c	polisiloxano (hidrófugo)	CTS1	1996	Terraços	Pa
Igreja da Penha Longa	Lisboa	rc	consolidação de pedra	-	1996	Paramentos	Pa

Igreja da Penha Longa	Lisboa	rc	consolidação de pedra	-	1996	Paramentos	Pa
Igreja da Batalha	Batalha	c	polisiloxano +TEOS	CTS1+CTS2	1997	Terraços	Pa
Convento de Celas ²	Coimbra	c	polisiloxano +TEOS+acrílica+epóxida	WckT ₁ + WckT ₂ + Ep+PB	1997	Áreas de teste - Colunas claustro	Pa+PhD
Casa de Sub Ripas	Coimbra	c	polisiloxano +TEOS+acrílica+epóxida	WckT ₁ + WckT ₂ + Ep+PB	1997	Áreas de teste - Interior	Pa+PhD
Sala Conc. Cient. Universidade	Coimbra	c	polisiloxano +TEOS+acrílica+epóxida	WckT ₁ + WckT ₂ + Ep+PB	1997	Áreas de teste - Arcos	Pa+PhD
Igreja da Madalena	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	A	1997	Fachada	Pa+Stat.
Torre de Belém	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	WckT ₁ + Ep+PB	1997	Áreas de teste -Torre	Pu IPPAR
Igreja do Convento de Frades	Setúbal	rc	consolidação de pedra	-	1997	Capela lateral	Pa
Igreja dos Mártires	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	A	1998	Fachada	Pa+Stat.
Panteão Nacional	Lisboa	c	polisiloxano +TEOS	A+WckT2	1998	Áreas da Fachada	Pa
Forte de S. Julião da Barra	Lisboa	c	polisiloxano +TEOS+acrílica+epóxida	WckT ₁ + WckT ₂ + Ep+PB	1998	Áreas de teste- Fachadas Sul e Oeste	Pa+PhD
Igreja de S. Tomé Abambres	Mirandela	g	polisiloxano (hidrófugo)	CIN	1998	Parede e lajedo Norte	Pa
Palácio Nacional da Pena ²	Sintra	c	tetraetilortossilicato (TEOS)	WckT1	1998	Claustro	Pa+Comp.
Sé da Guarda	Guarda	g	hidrófugo não identificado	-	1999	Ameias	Pa
Palácio das Necessidades	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	ICR	1999	Fachadas	Pa+Stat.
Igreja Matriz de Cantanhede	Coimbra	c	polisiloxano (hidrófugo)	CTS1	2001	Portal e Torre	Pa
Teatro Nacional S. Carlos	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	A	2001	Geral + florão	Pa
Igreja Matriz de S. Pedro	Coimbra	c	limpeza e tratamento de pedra	-	2001	Paramentos	Pa
Mosteiro dos Jerónimos ²	Lisboa	c	polisiloxano (hidrófugo)	WckT ₁ + WckT ₂ + Ep+PB	2002	Áreas de teste - Claustro	Pa+Pu IPPAR
Igreja da Moimenta	Vinhais	g	polisiloxano (hidrófugo)	CIN	2002	Torres sineiras	Pa

Os índices 1 e 2 indicam que dado monumento tem mais do que uma intervenção documentada.

Silicone é uma expressão que, desde os anos 20, é frequentemente usada para designar polisiloxanos.

Legenda

Pedra: c = calcário; rc = rocha carbonatada; g = granito

Nível de documentação: Pa = processo de arquivo; Pu = publicação; LNEC = relatório do LNEC (ano) ; FEUP = relatório da FEUP (ano); PhD = tese doutoramento do IST; Stat. = relatório da empresa Statua; Comp. = relatório da empresa Compósito

Especificação do produto utilizado: S = Silexore; A = Aguasil – Bui; Vi = Vrint 2500; WckT₁ = Tegovakon V - Wacker Chemie; PB = Paraloid B72 - Röhm & Haas; WckHL = HL100 - Wacker Chemie; D = Dry Film 104 - General Electric; CTS1 = Silo 111 - CTS España; CTS2 = Estel 100 CTS - España; WckT₂ = Tegovakon T - Wacker Chemie; Ep = Epóxida 2101 – Eurostac; CIN = Dipinvisibile – CIN; ICR = ICR 17 - Cotto e Pietra

especificações. Por outro lado, 42 % das intervenções estão bem documentadas, havendo indicação do tipo de produto usado, nome comercial e método de aplicação.

Os restantes 15% correspondem a intervenções muito bem documentadas, havendo indicação da quantidade de produto consumida por área e apresentação de resulta-

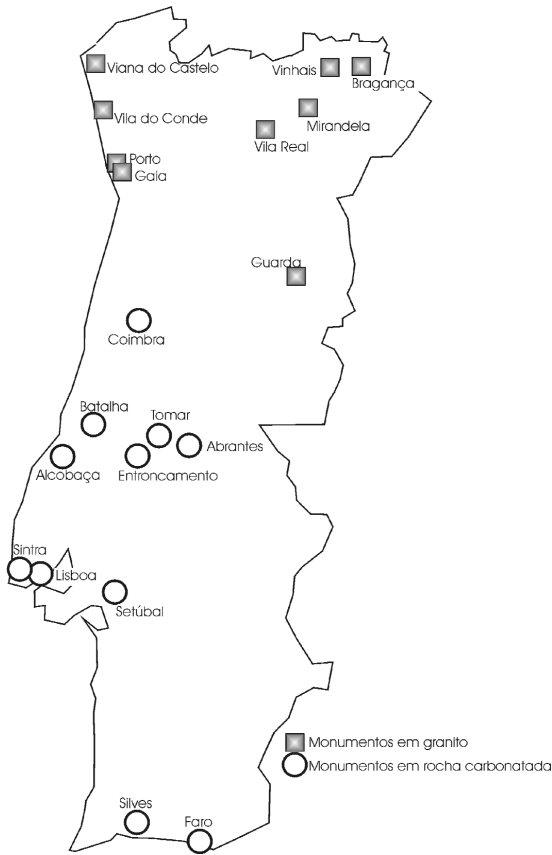


Fig. 1 Concelhos onde se situam os monumentos referidos no Quadro 2.

dos de caracterização da pedra obtidos *in situ* e em laboratório. Estas intervenções foram, no entanto, realizadas em áreas de teste localizadas.

Constatou-se também que a documentação é mais detalhada nos anos mais recentes. Possivelmente nas intervenções mais antigas as entidades gestoras dos monumentos estavam pouco sensibilizadas para a eventual perigosidade dos tratamentos com produtos consolidantes ou hidrófugos e a necessidade de estudos de durabilidade e, portanto, para a importância da documentação detalhada das intervenções. No entanto, esta situação não é exclusiva de Portugal já que também noutros países a prática da conservação nem sempre tem sido documentada, seja a curto prazo [5], seja a longo prazo [1].

A partir dos anos 90 a documentação inclui a referência ao tipo de produto e ao seu nome comercial – o que

representa uma melhoria significativa em termos da prática de documentação. No entanto, a composição química da formulação continua omissa, ainda que na ocasião ela pudesse ser facilmente conseguida solicitando a ficha de segurança do produto. Esta informação é crucial pois a formulação e o princípio activo de um produto podem mudar e o nome comercial manter-se.

Os casos com melhor documentação envolveram a participação de instituições como o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), a Faculdade de Engenharia do Porto (FEUP), o Instituto Superior Técnico (IST), a Universidade Nova de Lisboa (UNL), a DGEMN e o IPPAR. São relativas a intervenções mais recentes e representam um grande avanço na área da conservação de pedra, no sentido em que se associou a prática conservativa, a ciência da conservação e a gestão do património.

Henriques [24] refere que, até cerca de 2000 a maioria das intervenções de conservação em Portugal não previa apoio científico e quando este era solicitado o seu contributo revelava-se lacunar ou irrelevante. Esta situação provavelmente era semelhante à dos outros países. Por exemplo, em 1989, Torraca referia que os estudos científicos raramente tinham qualquer influência no processo de tomada de decisão [9] e, em 1986, Sneath enfatizava a problemática da transferência de conhecimento científico para o restaurador [12].

No entanto, há que referir que muito antes de 2000 já se tinham desenvolvido em Portugal iniciativas que pretendiam aproximar a prática da conservação do trabalho de investigação laboratorial. Em 1961, o LNEC publicou uma memória sobre a alteração da pedra em que é descrito o estado da arte a respeito dos produtos de conservação [25]. Esse estudo tinha por objectivo testar e eleger um consolidante adequado ao tratamento de calcários brandos aplicados em esculturas e monumentos da região de Coimbra, tendo sido testados o silicato de sódio e o silicone (alcoxissilano) em amostras calcárias provenientes de Portunhos. A escolha desses dois produtos resultou de estes se encontrarem disponíveis e se apresentarem entre os que então se consideravam mais promissores.

Mais tarde, em 1972, foi constituído o Grupo Português de Conservação de Pedras em Edificações (GTP/COPE) que estabeleceu colaboração com a DGEMN, o LNEC, o Laboratório do Instituto José de

Figueiredo (actualmente Laboratório José de Figueiredo, do Instituto dos Museus e da Conservação, IMC), o Laboratório de Mineralogia e Petrologia do Instituto Superior Técnico (LAMPST) e o Centro de Geologia das Universidades de Lisboa [26]. O GTP/COPE surgiu por sugestão da UNESCO, do ICOMOS, do ICOM e do ICCROM. Estas instituições na ocasião “solicitaram a cooperação dos organismos de vários países para promoverem o estudo científico e sistemático” da alteração da pedra dos monumentos, mentorando o desenrolar dos trabalhos em monumentos portugueses [26]. Desde então, a ciência para a conservação na área da pedra tem sido desenvolvida no LNEC e em diversas universidades do País.

A pesquisa documental realizada permitiu concluir que em 30 % dos casos não se sabe que produtos foram usados com o objectivo de consolidar ou hidrofugar a pedra e que em 70 % dos casos foram empregues alcoxissilanos, frequentemente designados por silicone. Em 15 % destes casos (10 % do total), para além dos alcoxissilanos, foram também usadas resinas acrílicas e epoxídicas; estes materiais foram empregues em áreas de teste (blocos de pedra). Estes resultados dão conta, portanto, de um uso generalizado de alcoxissilanos, já que os mesmos foram empregues em todos os casos em que há informação sobre os produtos. A Fig. 2 dá conta do número de casos documentado por década.

Deve notar-se que algumas publicações indicam uma durabilidade de 7-8 anos para os alcoxissilanos [9] e que

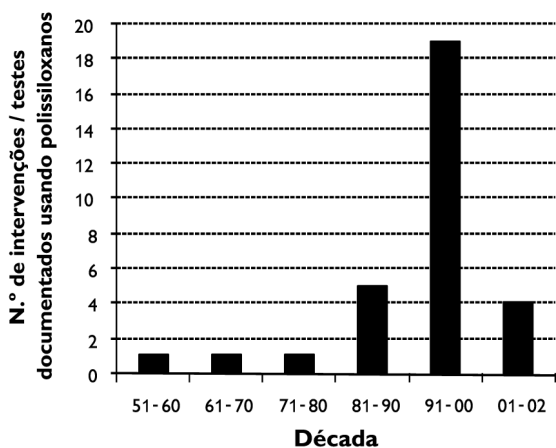


Fig. 2 Frequência do uso de alcoxissilanos nas intervenções registadas no Quadro 2, segundo a década.

após 10-15 anos ocorre um decréscimo notável da sua eficácia [20, 27], embora algum efeito hidrófugo possa ainda permanecer [27]. Por isso a manutenção e verificação da eficácia de um tratamento consolidante ou hidrófugo ao longo do tempo deve ser uma prática mais considerada pelos gestores responsáveis pela conservação do património. Em Portugal, ainda no decorrer dos trabalhos, foram programadas acções de manutenção no caso das intervenções efectuadas na Igreja de Santa Cruz em Coimbra [28], na Torre de Belém [29] e no Mosteiro dos Jerónimos [30].

■ Proposta de ficha para documentação dos tratamentos

Tendo em consideração que grande parte da documentação existente nos arquivos portugueses em que foi realizada a pesquisa apresenta lacunas importantes a respeito da informação registada e, por outro lado, tendo em conta que a “precisa documentação e continuada monitorização das estruturas tratadas permanece uma via insubstituível de obter informação sobre a durabilidade dos produtos de tratamento” [23, p. 97] e que essa informação é igualmente útil para a selecção do melhor produto na eventualidade de um novo tratamento [31], na Fig. 3 apresenta-se uma proposta do nível de informação que deve ser compilado por empresas de restauro e certificado por equipas de fiscalização durante o progresso dos trabalhos em estaleiro.

Esta proposta, adaptada de Snethlage [32], considera que a durabilidade dos produtos de tratamento de pedra é dependente não só do princípio activo e da sua formulação, mas também das condições de aplicação [22, 23, 27]. Consequentemente, além da informação sobre o tipo de produto, a marca comercial, a sua formulação e o princípio activo, considera também as condições climáticas, o modo de aplicação, o consumo por área e o mapeamento das áreas tratadas. As informações sobre as condições climáticas são relevantes pois a água é fundamental para o processo de hidrólise dos alcoxissilanos, influenciando a sua velocidade de reacção. Em relação ao método e procedimento de aplicação, estes influenciam a profundidade e a distribuição do produto pelo material poroso.

Complementarmente e sempre que haja testes de caracterização das propriedades da pedra, antes e após o tratamento, tal informação deve ser adicionada ao

N.º	Categoria	Descrição	Certificação sim/não	Exemplo
1	Empresa			Nome da empresa
2	Execução			Período de trabalho
3	Dados climatéricos			Temperatura, humidade relativa, regime pluvial
4	Ações de protecção do edifício			Cobertura de andaimes, materiais sintéticos e janelas protegidas
5	Método de aplicação			Pincelagem, pulverização
6	Material			Fabricante e descrição química precisa
7	Procedimento de aplicação			Tipo (sequencial, contínuo, descontinuo), duração e n.º de aplicações
8	Consumo			l/m ²
9	Documentação			Fotos, planos com indicação das áreas tratadas
10	Validação			Todas as entradas da tabela devem ser certificadas com "sim"
	Monumento:			Data:
	Responsável pela intervenção:			Responsável pela certificação:

Fig. 3 Informação a ser registada durante intervenções de conservação de monumentos em pedra que usem produtos consolidantes e hidrófugos (adaptado de Sneathage [32]). A coluna "descrição" deve ser preenchida pela empresa executante e a coluna "certificação" deve ser atestada pela equipa de fiscalização.

processo. Este tipo de situação só se verifica quando há colaboração científica com entidades que se dedicam à investigação, pelo que é desejável que exista colaboração entre instituições.

■ Conclusão

Avaliar o desempenho de produtos consolidantes e hidrófugos aplicados no passado é uma tarefa importante no domínio da conservação do património arquitectónico, nomeadamente para melhorar a qualidade dos tratamentos a aplicar no presente e ajudar a desenvolver novos produtos e métodos de aplicação. Para uma avaliação coerente e científica é necessária informação pormenorizada e rigorosa. Neste trabalho conclui-se que, em geral, ainda não existe suficiente informação disponível sobre esta matéria, ainda que nalguns casos a documentação seja boa. Os resultados obtidos através da pesquisa de arquivo levam à conclusão de que nos últimos 50 anos houve claramente uma propensão para o uso de alcoxissilanos em monumentos portugueses.

■ Agradecimentos

Marisa Pamplona agradece à Fundação para a Ciência e Tecnologia a bolsa de doutoramento SFRH/BD/10543/2002 no âmbito do POCI 2010. Sincero agradecimento é devido ao Eng.º Vasco Costa e ao Dr. Eliseo Summavielle por autorizarem a divulgação dos resultados obtidos nos arquivos da ex-DGEMN e do ex-IPPAR. Agradece-se em especial ao Arq. Barbosa Colen e ao Arq. Manuel Seleiro as valiosas sugestões e ao Dr. Filipe Pinto o apoio inestimável na pesquisa de arquivo.

■ Referências

- Baer, N., 'Introduction' in *Science, Technology and European Cultural Heritage: proceedings of the European symposium, Bologna, Italy, 13-16 June 1989*, ed. N. S. Baer, C. Sabioni, A. I. Sors, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford (1991) xxxi – xxxii.
- Aires-Barros, L., *As rochas dos monumentos portugueses: tipologias e patologias*, IPPAR, Lisboa (2001).
- Amoroso, G.; Fassina, V., *Stone decay and conservation: atmospheric pollution, cleaning, consolidation and protection*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam (1983).
- Del Monte, M., 'The cultural heritage: causes of damage' in *Science, Technology and European Cultural Heritage: proceedings of the European symposium, Bologna, Italy, 13-16 June 1989*, ed. N. S. Baer, C. Sabioni, A. I. Sors, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford (1991) 78–89.

- 5 Wheeler, G., *Alkoxysilanes and the consolidation of stone*, Getty Trust Publications, Los Angeles (2005).
- 6 Charola, A. E., 'Water repellents and other "protective" treatments: a critical review', *International Journal Restoration Buildings Monuments* **9** (1) (2003) 3-22.
- 7 van Hees, R. P. J.; van der Klugt, L. J. A. R.; De Witte, E.; De Clerq, H.; Binda, L.; Baronio, G., 'Test methods for the evaluation of the in situ performance of water-repellent treatments' in *Surface treatment of building materials with water repellent agents: proceedings of the 1st int. sym., Delft, 9-10 November 1995*, ed. A. J. M. Siemes; L.G..W.Verhoef; F. H. Wittmann, Delft university of technology, Delft (1995) 14/1-14/16.
- 8 Dionísio, A.; Aires-Barros, L.; Basto, M. J., 'A degradação das rochas do património cultural construído: o caso das rochas carbonatadas', *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* **93** (2004) 61-68.
- 9 Torraca, G., 'The application of science and technology to conservation practice' in *Science, Technology and European Cultural Heritage: proceedings of the European symposium, Bologna, Italy, 13-16 June 1989*, ed. N. S. Baer, C. Sabioni, A. I. Sors, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford (1991) 221-232.
- 10 Lewin, S. Z., 'Supplement: the preservation of natural stone, 1839-1965, an annotated bibliography', *Art and Archaeology, Technical Abstracts* **6** (1) (1966) 183-277.
- 11 Herm, C.; Pfefferkorn, S.; Snethlage, R., 'Historische Verfahren und Handelsmarken in der Steinkonservierung 1840 bis 1940' in *Denkmalpflege und Naturwissenschaft - Natursteinkonservierung II*, ed. R. Snethlage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart (1998) 9-26.
- 12 Snethlage, R., 'Stone conservation - review and perspectives' in *Advanced Methods and Techniques for the Study of Stone Decay, Cleaning and Conservation: proceedings of the ICOMOS Group Petrography, Pavia, 17-19 September 1986*, ed. F. Veniale; U. Zezza, Litografica Abbatense snc, Milano (1986) 139-149.
- 13 Horie, C. V., *Materials for conservation*, Butterworth & Co., London (1987).
- 14 Hempel, K.; Moncrieff, A., 'Summary of work on marble conservation at the Victoria and Albert Museum Conservation Department up to August 1971' in *The treatment of Stone: proceedings of the meeting of the joint committee for the conservation of stone, Bologna, 1-3 October 1971*, ed. R. Rossi-Manaresi; G. Torraca, Centro per la Conservazione delle Sculture all'aperto, Bologna (1972) 165-181.
- 15 Franchi, R.; Frediani, P.; Galli, G.; Manganelli Del Fà, C.; Matteoli, U.; Tiano, P., 'Use of fluorinated products as water repellents: study of their behaviour on stone material' in *Deterioration and Conservation of Stone: proceedings of the 3rd International Congress, Venice, 24 -27 October 1979*, Università degli studi, Istituto di chimica industriale, Padova (1982) 327-331.
- 16 Amoroso, G.; Camaiti, M., *Scienza dei materiali e restauro. La pietra: dalle mani degli artisti e degli scalpellini a quelle dei chimici macro molecolari*. Allinea, Firenze (1997).
- 17 Feller, R. L., *Accelerated aging - photochemical and thermal aspects*, Getty Trust Publications, Los Angeles (1994).
- 18 Lewin, S. Z., 'Recent experience with chemical techniques of stone preservation' in *The treatment of Stone: proceedings of the meeting of the joint committee for the conservation of stone, Bologna, 1-3 October 1971*, ed. R. Rossi-Manaresi; G. Torraca, Centro per la Conservazione delle Sculture all'aperto, Bologna (1972) 139-144.
- 19 Tabasso, M. Laurenzi, 'Dalle prove in laboratorio all'applicazione in cantiere: i materiali lapidei' in *The Silicates in Conservative Treatments, tests, improvements and evaluations of consolidating performance: proceedings of the International Congress, Turin, 13-15 February 2002*, LOG editrice, Genova (2004) 103-109.
- 20 Wendler, E., 'New materials and approaches for the conservation of stone' in *Saving our architectural heritage*, ed. N. S. Baer; R. Snethlage, John Wiley & Sons, Chichester (1997) 181-196.
- 21 Sasse, H. R.; Snethlage, R., 'Methods for the evaluation of stone conservation treatments' in *Saving our architectural heritage*, ed. N. S. Baer; R. Snethlage, John Wiley & Sons, Chichester (1997) 223-243.
- 22 Riederer, J., 'The conservation of German stone monuments' in *The treatment of Stone: proceedings of the meeting of the joint committee for the conservation of stone, Bologna, 1-3 October 1971*, ed. R. Rossi-Manaresi; G. Torraca, Centro per la Conservazione delle Sculture all'aperto, Bologna (1972) 105-138.
- 23 Delgado Rodrigues J.; Charola A. E., 'General Report on water repellents' *Science and Technology for Cultural Heritage* **5** (1) (1996) 93-103.
- 24 Henriques, F. M. A., 'A conservação em Portugal: balanço e perspectivas' *Monumentos* **12** (2000) 90-95.
- 25 Gomes, R. J., 'Nota sobre o problema da alteração da pedra em monumentos de interesse histórico e artístico' *Memória do Laboratório Nacional de Engenharia Civil* **165** (1961) 1-7.
- 26 *Conservação de pedras em edificações - medidas contra a alteração da pedra*, Imprensa Nacional Casa da Moeda (1983).
- 27 Snethlage, R.; Wendler, E.; Sattler, L., 'The application of laboratory processes and studies to real structures' in *Science, Technology and European Cultural Heritage: proceedings of the European symposium, Bologna, Italy, 13-16 June 1989*, ed. N. S. Baer, C. Sabioni, A. I. Sors, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford (1991) 255-268.
- 28 *Igreja de Santa Cruz de Coimbra: história, conservação e restauro da fachada e arco triunfal*, Instituto Português do Património Arquitectónico, Lisboa (2001).
- 29 *Torre de Belém: intervenção de conservação exterior*, Instituto Português do Património Arquitectónico, Lisboa (2000).
- 30 *Mosteiro dos Jerónimos: a intervenção de conservação do claustro*, Instituto Português do Património Arquitectónico, Lisboa (2006).
- 31 Fassina, V., 'Il ritrattamento delle superfici consolidate: problematiche sulla reversibilità di alcuni interventi realizzati in passato' in *Reversibilità? Concezione e interpretazione nel restauro: memorie del convegno, Turin, 12-13 April 2002*, UTET, Turin (2002) 113-120.
- 32 Snethlage, R., *Leitfaden Steinkonservierung 2, überarbeitete und erweiterte Auflage, Planung von Untersuchungen und Maßnahmen zur Erhaltung von Denkmälern aus Naturstein*, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart (2005).