



DURABILIDADE DO BETÃO APARENTE COM PROTEÇÃO *ANTIGRAFFITI*

Elsa Neto^{1a}, Ana Souto^{2b}, Aires Camões^{1c}, Arlindo Begonha^{3d} e Paulo Cachim^{4e}

¹C-TAC, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, 4800-058 Guimarães, Portugal

²Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, 4800-058 Guimarães, Portugal

³Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal

⁴Departamento de Engenharia Civil/Labest, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

^aelsaneto@ua.pt; ^ba51310@alunos.uminho.pt; ^caires@civil.uminho.pt; ^dabegonha@fe.up.pt; ^epcachim@ua.pt

Resumo

O património em betão aparente, grande parte construído no século vinte e com um crescente reconhecimento do seu valor e da importância da sua preservação, é suscetível às agressões por *graffiti*. A durabilidade do betão armado depende da sua composição e das características da sua superfície pelo que é fundamental conhecer quais os efeitos dos sistemas de proteção *antigrffiti* na durabilidade do betão e contribuir para uma metodologia adequada à preservação deste património. Neste contexto, desenvolveu-se um programa experimental para analisar as alterações das propriedades que protegem a superfície do betão dos mecanismos de deterioração, antes e após o tratamento de proteção *antigrffiti*, com a proteção *antigrffiti* e os *graffiti* e após a sua remoção. Os resultados mostram que os *graffiti*, a proteção aos *graffiti* e a remoção dos *graffiti* afetam as características da superfície do betão.

Palavras-chave: *património, preservação, proteção antigrffiti, durabilidade.*

CONCRETE DURABILITY WITH *ANTIGRAFFITI* PROTECTION

Abstract

The heritage of fair-faced concrete, largely built in the twentieth century and nowadays recognized as heritage to be protected, is susceptible to attacks by *graffiti*. Durability of concrete depends on the composition and characteristics of the surface, whereby it is essential to study the effects of *anti-graffiti* protection systems on the durability of concrete and adopt the appropriate methodology to preserve this heritage. Thus, an experimental program was developed for analyzing changes in durability

indicators and surface properties that protect concrete from deterioration covering the following possibilities: (i) concrete without protection before and after application of spray paint, (ii) concrete with protection before and after application of spray paint and (iii) after paint removal were studied. The obtained results show that the applied *graffiti*, the *graffiti* protection, and the *graffiti* removal affect surface characteristics.

Keywords: heritage, preservation, *antigrffiti* protection, durability.

1 Introdução

O fenómeno dos *graffiti* tem vindo a crescer nos últimos anos e constitui atualmente um problema económico e social de vulto. O prazer de degradar, o desbravar do interdito e o desafiar as autoridades constituem, *grasso modo*, os fatores determinantes da vida do *graffiter* [1]. Em qualquer País existe património sujeito ao estilo agressivo dos *graffiti* e na Europa existem mais de 3.500.000 monumentos protegidos afetados apesar das medidas preventivas que vão sendo implementadas [2].

O património em betão aparente é suscetível às agressões por *graffiti*, particularmente gravosas em superfícies porosas mais vulneráveis à interação da tinta com o substrato. Para além do aspeto estético, a interação das tintas com a superfície e os métodos de remoção utilizados, baseados na aplicação de produtos químicos ou métodos físicos e mecânicos, nem sempre resultam na remoção completa dos *graffiti* aplicados em superfícies de betão [4], [5]. Com o objetivo de mitigar estas agressões, desenvolveram-se produtos de proteção *antigrffiti* que constituem uma barreira protetora contra o vandalismo, geram superfícies de baixa energia repelentes da água e do óleo, dificultam a aderência das pinturas ao substrato facilitando a sua remoção ou impedem a sua penetração nos poros do material. Contrariamente, o revestimento de proteção deve ter uma boa aderência à superfície do betão, sendo necessário uma grande tensão superficial do suporte relativamente ao revestimento de proteção *antigrffiti* [6], [7].

A durabilidade do betão armado depende, principalmente, da composição e das propriedades da camada superficial [9] e será tanto maior quanto menor for a sua capacidade de absorção de água, menor o grau de carbonatação e menor a permeabilidade aos cloretos [10]. Devido às suas propriedades hidrofóbicas, os produtos de proteção aos *graffiti* podem também proteger temporariamente o betão das ações ambientais, atuando como uma barreira entre o ambiente e a superfície do betão e prevenindo ou atrasando a entrada de substâncias nocivas [11]. Para assegurar uma proteção eficiente da superfície do betão, os produtos de proteção devem ainda

ter elevada permeabilidade ao vapor de água, baixa permeabilidade ao dióxido de carbono e à água, boa adesão ao substrato, boa ponte de fissuração e boa resistência aos álcalis [12], [13].

Neste sentido, desenvolveu-se um programa experimental para analisar e comparar o efeito de dois tratamentos de proteção *antigraffiti*, um permanente e outro sacrificial, sobre betão aparente convencional (CONV) e de elevado desempenho (BED) e avaliar parâmetros indicadores de durabilidade nas seguintes condições: betão sem proteção antes e após a aplicação da tinta em *spray* e o betão com proteção antes e após a aplicação da tinta em *spray* e após a remoção da tinta.

2 Materiais e Métodos

2.1 Betão

O betão CONV e o BED têm a composição discriminada na Tabela 1 e foram produzidos numa Central da Betão Liz (grupo CIMPOR).

Tabela 1. Composição dos betões (dosagens para 1m³ de betão)

Betão	Ligante (L)	Cimento	Adição CV	Areia fina	Areia média	Brita 1	Brita 2	Água (A)	Plast.	SP	A/L
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[A]	[kg]	[kg]	
CONV	320	210	110	320	590	520	480	150	1,92	2,56	0,52
BED	480	340	140	230	430	600	510	154	2,88	3,84	0,36

Os materiais utilizados para as composições CONV e BED foram os seguintes: cimento do tipo CEM II/A-L 42,5R, areia fina 0/2 e areia média 0/4, brita calcária 1 (6/12) e 2 (16/22), cinzas volantes (CV), um adjuvante plastificante (Plast.) e um superplastificante (SP).

Para caracterização das composições de betão no estado fresco realizou-se o ensaio de abaixamento de acordo com a NP EN 12350-2 [16], sendo os valores obtidos, respetivamente, 130 (CONV) e 190 mm (BED). Para caracterização do betão no estado endurecido, foi avaliada a resistência à compressão às idades de 7, 14, 28 e 90 dias de acordo com a NP EN 12390-3 [17]. O BED atingiu aos 7 dias uma resistência à compressão cerca de 85% superior à do betão convencional; aos 28 dias a resistência à compressão do CONV atigiu o valor 35,6 MPa e o BED o valor 63,1 MPa ; aos 90 dias a resistência à compressão do BED atingiu o valor 72,2 MPa e, à mesma idade, o CONV apresentou uma resistência à compressão de 49,3 MPa.

2.2 Tinta para pintura dos graffiti

A simulação dos *graffiti* foi efetuada com tinta em *spray* de cor preta da *Ironlack*[®], disponível no mercado e de utilização corrente pela comunidade dos *graffiters*. É uma tinta acrílica de elevada opacidade, muito pigmentada e de secagem rápida. Na embalagem vem indicada a seguinte composição: butilo-glicol, acetona, acetato de etilo, acetato de butilo e dióxido de titânio. A composição desta tinta é favorável à execução da pintura dos *graffiti* em grandes áreas devido à secagem rápida e fixação completa do produto ao suporte poroso, sendo também a cor de utilização mais vulgarizada. A tinta foi pulverizada sobre a superfície dos provetes com inclinação de 45° e à distância de 15 cm.

2.3 Sistemas de proteção antigraffiti

Consideraram-se dois sistemas *antigraffiti* com características químicas diferentes: um sistema permanente (AGS₁) e um sistema sacrificial (AGS₂), ambos indicados para proteção de materiais porosos e praticamente isentos de compostos sólidos voláteis, conforme especificado na respetiva ficha técnica do produto. Os produtos selecionados foram aqueles que, numa análise prévia, se verificou ficar praticamente inalterada a superfície do betão.

O AGS₁ é caracterizado como um fluoralquilsiloxano de base aquosa, indicado para modificar as propriedades da superfície de materiais porosos, como o betão, em superfícies de baixa energia, com elevado poder de repelir a água e o óleo, sendo a remoção das tintas efetuada com um produto químico. Para a sua aplicação procede-se da seguinte forma: aplica-se diretamente na superfície do betão o primário, uma solução de base aquosa hidrofóbica; após 24 h de secagem, aplica-se o produto *antigraffiti*, em três demãos com intervalo de secagem entre demãos de 2 horas; a última demão do produto seca após 4 horas, no entanto, a superfície adquire o efeito completo de proteção após 72 h; de acordo com a ficha técnica, este sistema suporta 10 ciclos de remoção da tinta dos *graffiti*. A remoção da tinta é efetuada com um gel que se aplica na área a intervir durante 20 minutos, em movimentos circulares, sem deixar secar o produto; em seguida procede-se à lavagem da superfície com água à pressão máxima de 12 bar, sendo o comportamento idêntico para ambos os tipos de betão. Conforme se pode observar na Fig. 1 a tinta em *spray* adere com dificuldade na superfície do betão com a proteção permanente AGS₁, devido às suas propriedades óleo e hidrofóbicas.



Figura 1. Processo de remoção da tinta em *spray* da superfície do betão com proteção.

O AGS₂ é caracterizado por uma cera dispersa de base aquosa que contém 10-15% de cera ativa, sendo a remoção das tintas efetuada apenas com água quente. O consumo em superfícies de betão é de cerca de 120 a 150 g/m², por demão. Aplica-se diretamente sobre a superfície do betão em 3 demãos, com trincha e com intervalos de secagem de 2 horas. De acordo com a ficha técnica do produto, a superfície fica protegida da água e resistente aos *graffiti* após 4 horas da aplicação da última demão e adquire o efeito completo de proteção após 72 horas. Este produto, para além das suas propriedades de proteção aos *graffiti*, é caracterizado por garantir proteção contra a poluição e penetração de humidade na superfície do betão, sendo permeável ao vapor de água. A remoção da tinta dos *graffiti* é efetuada com projeção de água quente a 90°C e à pressão de 90 a 110 bar. Para que a superfície continue protegida é necessária nova aplicação do produto na área de intervenção após a remoção da tinta dos *graffiti*. Na Fig. 2, pode observar-se o destacamento da película do produto com a tinta. A tinta é removida em simultâneo com o produto de proteção, o que exige nova aplicação do produto para proteção aos *graffiti*, sendo o procedimento idêntico para ambos os tipos de betão testados.



Figura 2. Processo de remoção da tinta da superfície do betão com proteção sacrificial AGS₂.

2.4 Ensaio

Os ensaios, desenvolvidos no Laboratório de Materiais de Construção da Universidade do Minho, têm como objetivo avaliar o efeito dos dois tratamentos de proteção *antigrffiti*, da tinta dos *graffiti* e da sua remoção nos indicadores de durabilidade do betão.

Os indicadores de durabilidade do betão [18] foram analisados em ambas as composições CONV e BED, considerando a sua proteção aos *graffiti* com os sistemas AGS₁ e AGS₂ e para as condições anteriormente referidas: o betão sem proteção *antigrffiti* (S/P), antes e após a aplicação da tinta em *spray* (S/P+G), e o betão com proteção *antigrffiti* (C/P), antes e após a aplicação da tinta em *spray* (C/P+G) e após remoção da tinta (C/P+G+R). Os ensaios realizados foram os seguintes: absorção de água por capilaridade, com base no descrito na especificação LNEC E 393 [19]; absorção de água por imersão à pressão atmosférica (LNEC E394 [20]); penetração de CO₂ com base na LNEC E 391 [23] e na Fpr CEN /TS 12390-12 [24]. Antes da aplicação dos produtos *antigrffiti*, os provetes de betão foram secos numa estufa ventilada a 105±5°C durante aproximadamente uma semana até atingirem a condição de massa constante. Os provetes do CONV e do BED foram pintados, respectivamente, 8 e 4 meses após serem betonados.



Figura 3. Ensaio de absorção de água por capilaridade à pressão atmosférica.

3 Resultados e discussão

3.1 Absorção de água por capilaridade à pressão atmosférica

Os coeficientes de absorção capilar obtidos no ensaio de absorção de água por capilaridade à pressão atmosférica para o betão CONV e para o BED, sem proteção aos *graffiti* e com a proteção AGS₁ e AGS₂, estão indicados na Tabela 2.

Os ensaios de absorção de água por capilaridade à pressão atmosférica permitiram registar a respetiva cinética de absorção capilar, expressa pela relação entre a massa de água absorvida por unidade de área em função da raiz quadrada do tempo. Os coeficientes de absorção capilar

foram determinados com base nessas curvas, considerando apenas as primeiras 7 horas de ensaio, recorrendo ao método dos mínimos quadráticos e apresentam-se na Fig. 4. As aproximações revelaram-se adequadas, sendo disso demonstrativo o facto de os respetivos coeficientes de correlação linear, R^2 , terem atingido valores muito elevados, superiores a 94,7%.

Tabela 2 – Valores dos coeficientes de absorção capilar [$\text{kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$].

Betão	Betão sem proteção <i>antigrffiti</i>		Betão com proteção <i>antigrffiti</i>					
	S/P	S/P+G	Permanente AGS ₁			Sacrificial AGS ₂		
			C/P	C/P+G	C/P+G+R	C/P	C/P+G	C/P+G+R
CONV	3,67	1,82	1,74	1,13	1,84	9,60	7,99	2,40
BED	3,19	1,29	1,20	7,85	1,53	7,99	7,01	1,57

Por observação da Fig. 5, é possível verificar que no betão sem proteção aos *graffiti* o valor da absorção de água por capilaridade do betão CONV foi superior ao do BED. Após a aplicação da tinta em *spray*, há uma diminuição da absorção de água por capilaridade em ambos os betões, mantendo-se o valor da absorção de água por capilaridade no CONV superior ao verificado no BED.

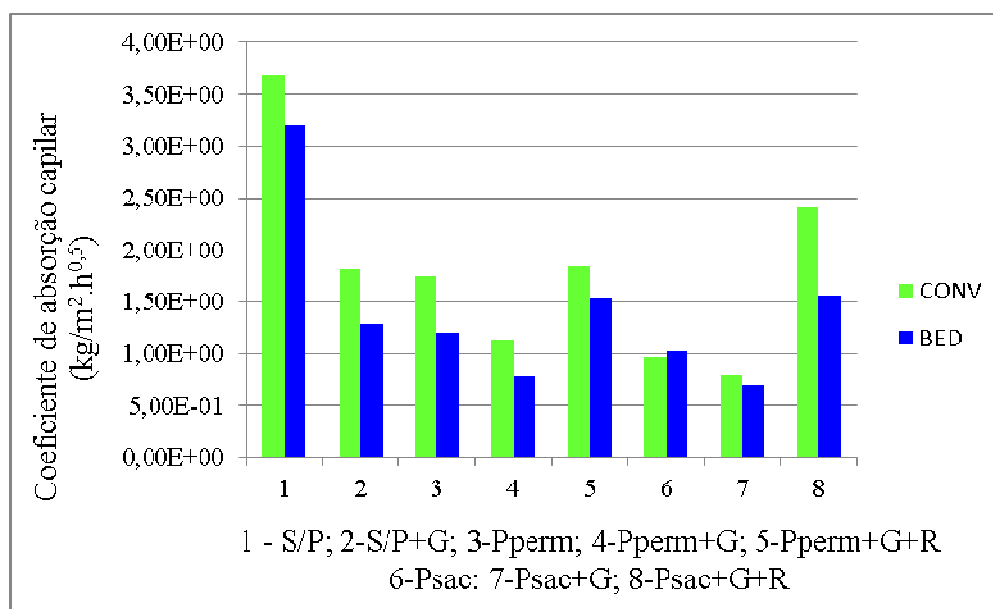


Figura 4. Resultados do ensaio de absorção de água por capilaridade à pressão atmosférica.

No betão com proteção, verifica-se o seguinte: os valores de absorção de água por capilaridade no CONV com proteção permanente são ligeiramente superiores aos observados com a proteção sacrificial; no BED, verificam-se valores da absorção de água por capilaridade muito próximos para ambas as proteções, permanente e sacrificial.

No betão com proteção *antigrffiti* e tinta em *spray*, verifica-se que a absorção de água por capilaridade diminuiu no CONV e no BED quer para a proteção permanente quer para a sacrificial. Verificam-se ainda, no CONV e no BED, valores da absorção de água por capilaridade inferiores com a proteção sacrificial comparativamente aos observados com a proteção permanente.

Após a remoção da tinta em *spray*, o CONV e o BED apresentaram valores mais elevados da absorção de água por capilaridade, atingindo mesmo valores superiores aos obtidos inicialmente para o betão com proteção, de forma mais expressiva para o CONV com proteção sacrificial.

É, no entanto, importante referir que os coeficientes de capilaridade após a remoção da tinta vão para valores mais próximos dos valores de referência (betão sem proteção) principalmente com a proteção sacrificial, mas ainda significativamente inferiores. Assim, parece que a operação de remoção não degradou a superfície. Talvez com operações cíclicas de pintura e remoção isso possa vir a ocorrer.

3.2 Absorção de água por imersão à pressão atmosférica

Os valores obtidos no ensaio de absorção de água por imersão para o CONV e para o BED, sem proteção aos *graffiti* e com a proteção AGS₁ e AGS₂, estão indicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores dos coeficientes de absorção de água por imersão A_{im} [%].

Betão	Betão sem proteção <i>antigrffiti</i>		Betão com proteção <i>antigrffiti</i>					
			Permanente AGS ₁			Sacrificial AGS ₂		
	S/P	S/P+G	C/P	C/P+G	C/P+G+R	C/P	C/P+G	C/P+G+R
CONV	11,9	12,0	8,0	11,6	7,2	7,3	10,4	6,8
BED	10,7	11,5	7,2	9,4	7,2	6,4	10,0	6,2

No betão sem proteção aos *graffiti*, verifica-se que a absorção de água por imersão é ligeiramente superior no CONV comparativamente ao BED, mantendo-se esta tendência após a aplicação da tinta em *spray*.

Após a proteção do betão, verifica-se em ambos os betões (CONV e BED) uma diminuição de cerca de 3 a 4% da absorção de água por imersão comparativamente ao betão sem proteção, mantendo-se a maior tendência para absorção de água no betão convencional. Verifica-se ainda em ambos os betões, CONV e BED, uma menor tendência de absorção de água com a proteção sacrificial comparativamente à proteção permanente.

No CONV e no BED com proteção e pintura com a tinta em *spray* verifica-se, quer para a proteção permanente quer para a sacrificial, um aumento da absorção de água por imersão, atingindo valores próximos da absorção de água do betão sem proteção (Fig. 5).

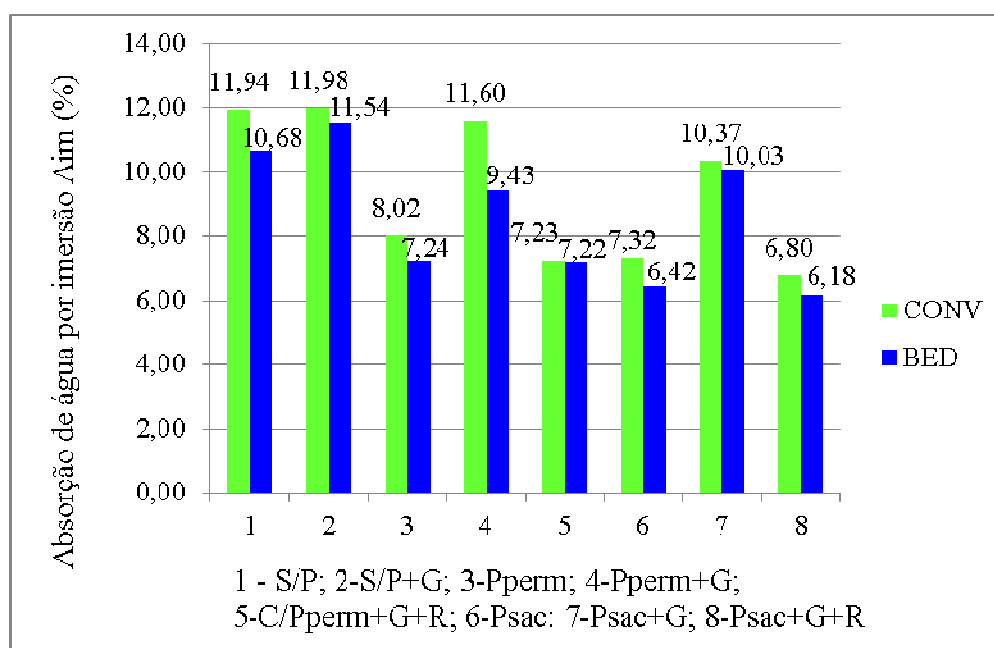


Figura 5. Resultados do ensaio de absorção de água por imersão à pressão atmosférica.

Após a remoção da tinta em *spray* verifica-se no CONV e no BED, com proteção permanente e sacrificial, que a absorção de água é idêntica à situação inicial do betão com proteção. A tendência para maior absorção de água por imersão pelo betão com proteção após a aplicação da tinta em *spray* é devida às características hidrofílicas da tinta.

3.3 Penetração de CO₂

Os valores da profundidade de carbonatação obtidos no ensaio de determinação da resistência à carbonatação dos betões nas diferentes condições apresentam-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores da profundidade de carbonatação [mm].

Betão	Dias	Betão sem proteção <i>antigráfiti</i>		Betão com proteção <i>antigráfiti</i>					
				Permanente AGS ₁			Sacrificial AGS ₂		
		S/P	S/P+G	C/P	C/P+G	C/P+G+R	C/P	C/P+G	C/P+G+R
CONV	70	14,64	12,41	15,09	14,35	15,95	12,64	8,3	17,17
	85	15,94	13,56	16,33	14,78	16,69	14,09	9,88	18,44
BED	70	7,38	8,12	8,91	6,48	11,36	5,33	3,68	9,93
	85	10,47	9,98	9,01	7,93	12,61	6,16	5,52	11,11

Os gráficos da Fig. 6 e da Fig. 7 indicam a variação da profundidade de carbonatação ao longo do tempo de exposição do betão ao CO₂, considerando o CONV e o BED nas diferentes condições superficiais analisadas.

Assim, para o mesmo tempo de exposição, verifica-se que:

- no betão sem proteção aos *gráfiti* a profundidade de carbonatação atinge um valor inferior no BED comparativamente ao valor obtido no CONV e o seu valor diminui ligeiramente em ambos os betões após aplicação da tinta em *spray*;
- após a proteção *antigráfiti*, há uma diminuição da profundidade de carbonatação em ambos os betões, mantendo-se o valor inferior no BED comparativamente ao obtido no CONV. Em ambos os betões, o valor da profundidade de carbonatação é inferior no betão com proteção sacrificial comparativamente ao valor obtido para o mesmo betão com proteção permanente;
- no CONV e no BED com proteção *antigráfiti* e tinta preta em *spray* há uma diminuição da profundidade de carbonatação comparativamente ao mesmo betão mas apenas com proteção *antigráfiti*. Verifica-se, também, que a profundidade de carbonatação tem valor inferior no betão com proteção sacrificial e tinta comparativamente ao mesmo tipo de betão com proteção permanente e tinta;
- após a remoção da tinta em *spray* no betão com proteção *antigráfiti* verifica-se, quer para a proteção permanente quer para a sacrificial, um aumento da profundidade de carbonatação. Para o mesmo tempo de exposição, a profundidade de carbonatação no betão após remoção da tinta atinge valores próximos dos obtidos para o mesmo betão apenas com a proteção

antigráfiti permanente e, no caso do betão com proteção sacrificial, atinge valores superiores aos obtidos para o mesmo tipo de betão sem qualquer protecção.

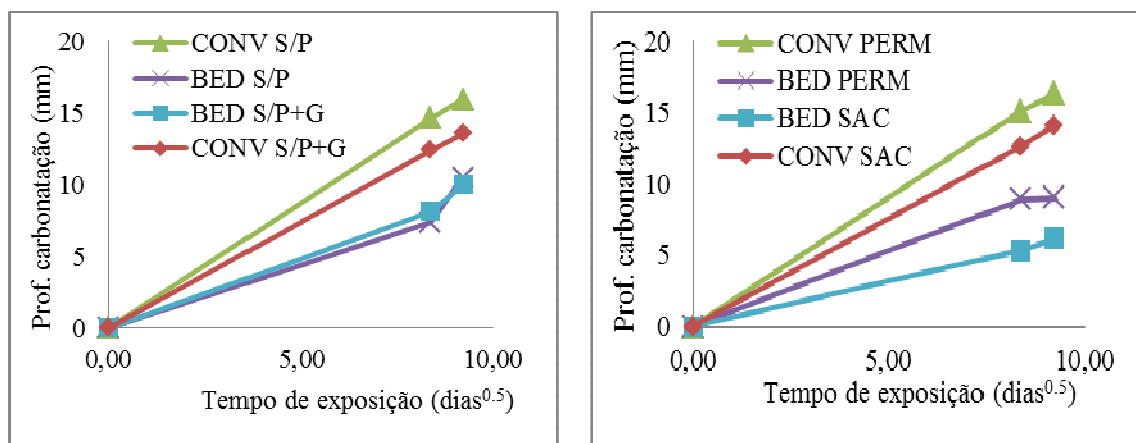


Figura 6. Variação da profundidade de carbonatação ao longo do tempo, betão sem protecção e com *gráfiti* e com protecção *antigráfiti*.

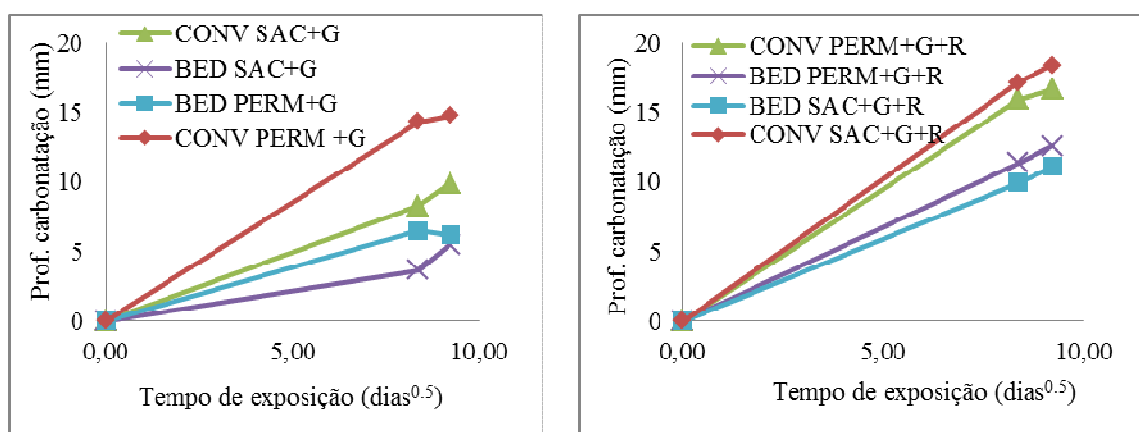


Figura 7. Variação da profundidade de carbonatação ao longo do tempo, betão com protecção *antigráfiti* e *gráfiti* e após a remoção dos *gráfiti*.

4 Conclusões

O produto *antigráfiti* penetra nos poros do betão principalmente por absorção capilar. Se os poros do betão estão preenchidos com água a força de absorção capilar é desprezável o que significa que é difícil atingir um grau de penetração do produto aceitável sob estas condições. A razão A/L é um parâmetro indicador da porosidade e, como tal, a estrutura do betão CONV ($A/L=0,52$) deverá ser mais porosa que a do BED ($A/L=0,36$), sendo, portanto, expectável que a penetração do produto seja mais difícil no caso do BED.

A análise dos resultados obtidos nos ensaios concluídos permitiu aferir o seguinte:

- a proteção *antigrffiti* e a tinta dos *graffiti* protegem o betão da entrada de água para o seu interior e facilitam a remoção dos *graffiti* sem alterar as propriedades relacionadas com a absorção de água à pressão atmosférica da sua superfície, para um ciclo de remoção, verificando-se um melhor desempenho para a proteção permanente;
- a aplicação da tinta em *spray* sobre a superfície do betão diminui a absorção de água por capilaridade, no CONV e no BED, principalmente no betão sem proteção;
- quanto à absorção de água por imersão, verificou-se que após a aplicação da tinta em *spray* sobre a superfície do betão com proteção, no CONV e no BED, houve um aumento significativo, atingindo valores quase idênticos aos verificados no betão sem proteção. A ocorrência desta situação será devida às características da tinta que pode provocar retenção de água na superfície do betão;
- a proteção *antigrffiti* diminui a penetração da água por capilaridade, que será tanto maior quanto maior for a sua porosidade. O CONV tem maior tendência para absorção de água por capilaridade que o BED, dado que a estrutura do betão CONV ($A/L = 0,52$) é mais porosa que a do BED ($A/L = 0,36$);
- a proteção *antigrffiti* também diminui a absorção de água por imersão, no CONV e no BED, sendo o comportamento dos betões idêntico para ambos os produtos de proteção *antigrffiti*;
- os valores da absorção de água por capilaridade do CONV e do BED antes da aplicação da tinta em *spray* e após a sua remoção são idênticos no caso do betão com proteção permanente, enquanto que com proteção sacrificial os valores foram próximos do betão sem proteção;
- a proteção *antigrffiti* do betão não impede a penetração de CO_2 mas diminui a profundidade de carbonatação para o mesmo tempo de exposição, com valor inferior para a proteção sacrificial;
- a tinta em *spray* aplicada sobre a superfície do betão, sem proteção e com proteção *antigrffiti*, também diminui a penetração de CO_2 ;
- contrariamente, observa-se no CONV e no BED que a remoção da tinta aumenta a tendência de penetração de CO_2 para valores idênticos aos observados no betão sem proteção o que significa que, neste caso, o processo de remoção alterou a estrutura porosa da superfície de betão.

5 Referências

- [1] Levisohn, Cedar. Street Art. Tate Publishing. Eds. 2009.
- [2] Lozano, J. Sebastián. Catálogos nacionales de patrimonio de Europa: una visión en conjunto, II Jornadas Europeas de Patrimonio Cultural, Madrid, 2001.
- [3] Matsui, I, Onda, A., Shinozaki, S., Kyo, E., Nagai, K., Yuasa, N. Method of Removing Graffiti from the Surface of Concrete. Key Engineering Materials. Vols 302-303(2006). pp 363-370.
- [4] Garcia,O., Rodrigez-Maribona,I., Laschewsky,A., Dworak,A., Hoffmann., Vanhellemont,Y., Giavarini,C., Strupi Suput,J., Boron,H., Revilla,M.P. and Brea,B. (2006). Development of a new antigraffiti system, based on tradicional concepts, preventing damage of architectural heritage. Proceedings of the 7th Conference “SAUVEURS”. SAFEGUARDED CULTURAL HERITAGE. Understanding & Viability for the Enlarged Europe. Prague, Czech Republic, (2006), pag.111-115.
- [5] Carmona-Quiroga, P., Martinez-Ramirez, S., Sobrados, I. & Blanco-Varela, M.. Interaction between two anti-graffiti treatments and cement mortar (paste). Cement and Concrete Research 40 (2010), pp. 723-730.
- [6] Resende, João Alexandre (2010). Análise dos efeitos de produtos preventivos e corretivos anti-graffiti no granito do Porto. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.
- [7] Saidi, Salima et Geribaldi, Serge (2001). Polymères contre graffiti. L'ACTUALITÉ QUE. Mars (3) 2001, p3-14.
- [8] Johansson, A., Janz, M., Silfwerbrand, J. & Trägårdh, J. Moisture Diffusion Coefficient of Impregnated Concrete, Proceedings, Hydrophobe IV – 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials, Stockholm, Sweden, April 12-13, Aedificatio Publishers (2005), pp79-90.
- [9] Kreijger, P.C. (1984). The skin of the concrete. Composition and properties. Materials and Structures, 17275-283.
- [10] Basheer L, Kroop J and Cleland DJ 2001. Assessment of the durability of concrete from its permeation properties: a review. Construction and Building Materials, vol. 15, n° 2-3, pp. 93-103.
- [11] Swamy, R. N., Suryavanshi, A. K. and Tanikawa, S.. Protective ability of an acrylic-based surface coating system against chloride and carbonation penetration into concrete. ACI Materials Journal 95 (1998), 101-112.
- [12] Hammer, Tor Arne and Plesser, Thale Sofie Wester. Effect of surface treatment on chloride ingress and carbonation in concrete structures-State of the art. COIN Project report 3 (2008).
- [13] Stadelmann,V.F. Acrylic and styrene/acrylic polymers. Handbook of coatings for concrete. Whittles Publishing. (2002).Caithness, pp.21-34.
- [14] Standke, B., Jenkner, P.K., Sorger, R. (1999). Easy-to-clean and Anti-Graffiti Surfaces: New Invisible Coatings on Porous Mineral, with Fluoralkylsilane Systems. Degussa-Huls AG, Germany.

-
- [15] Carmona-Quiroga, P., Martinez-Ramirez, S., Sobrados, I. & Blanco-Varela, M. (2010). Interaction between two anti-graffiti treatments and cement mortar (paste). *Cement and Concrete Research* 40 (2010), pp723-730.
- [16] NP EN 12350-2.2009, Ensaio do betão fresco-Parte 2:ensaio de abaixamento.Lisboa:IPQ.11p.
- [17] NP EN 12390-3.2009, Ensaio do betão endurecido-Parte 6:resistência à compressão de provetes.Lisboa:IPQ.21p.
- [18] Camões, Aires e Costeira, André (2012).Durabilidade de Betões Reforçados com Fibras de Aço. BE-2012-Encontro Nacional de Betão Estrutural. Porto - 24, 25 e 26 de Outubro de 2012.
- [19] LNEC E393.1993,Betões. Determinação da absorção de água por capilaridade. LNEC: Lisboa. 2p.
- [20] LNEC E394.1993,Betões.Determinação da absorção de água por imersão. Ensaio à pressão atmosférica.Lisboa:LNEC.2p.
- [21] RILEM TC.154-EMC.2003, Electrochemical techniques for measuring metallic corrosion half-cell potential measurements-potential mapping on reinforced concrete structures. *Materials Structures*, vol. 36, p.p.461-471.
- [22] LNEC E463.2004, Determinação do coeficiente de difusão dos cloretos por ensaio de migração em regime não estacionário. Lisboa:LNEC.7p.
- [23] LNEC E391.1993,Betões-Determinação da resistência à carbonatação.
- [24] Fpr CEN /TS 12390-12.Testing hardened concrete – Part 12: Determination of the potential carbonation resistance of concrete: Accelerated carbonation method.