

Contributos para o renascimento do betão aparente. O caso dos ligantes obtidos por activação alcalina

Texto de F. Pacheco Torgal* e Said Jalali**

O presente artigo aborda a questão do desenvolvimento tecnológico de uma nova família de materiais ligantes usualmente designados como ligantes activados alcalinamente. Estes materiais caracterizam-se por uma elevada durabilidade e menores emissões de carbono que o cimento portland permitindo perspectivar novas potencialidades para o uso de betões aparentes.

O uso do betão aparente (ou à vista) constituiu uma tendência da arquitectura no período 60-70 designada por Brutalismo^[1] (béton brut). Nela se destacam os arquitectos Peter and Alison Smithson com a sua opção por estruturas despidas de qualquer revestimento, mas mais mediaticamente a obra do mestre Le Corbusier, para quem o uso de betão aparente se assumia como material de eleição (Figura 1).

Figura 1 – Unité d'habitation em Marselha



Sabe-se hoje contudo que o betão aparente à base de cimento portland, apresenta uma vida útil relativamente curta, facto que condiciona bastante o seu uso. Na verdade são inúmeros os casos de deterioração precoce de estruturas de betão armado. Mehta ^[2] refere um caso de deterioração de estacas 12 anos após a sua construção e também um caso de um túnel no Dubai que concluído em 1975, teve de ser completamente reparado em 1986. Gjorv ^[3] indica um estudo sobre pontes construídas na Noruega após 1970 em que 25% apresentavam deterioração por corrosão de armaduras. Ferreira ^[4] cita estudos que

indicam que 40% das cerca de 600000 pontes existentes nos Estados Unidos estariam afectadas pela corrosão, com um custo de reparação de aproximadamente 50 biliões de dólares. A vulnerabilidade deste material fica a dever muito ao material ligante (cimento portland), que apresenta uma elevada quantidade de cal, facilmente susceptível de ataque químico, situação agravada pela incapacidade do cimento portland em conseguir uma boa aderência aos agregados o que induz níveis de permeabilidade relativamente elevados, facilitando o ingresso de água, gases e substancias agressivas, que provocam fenómenos de carbonatação e de corrosão das armaduras. Além disso a produção de cimento, não é possível sem a emissão de CO_2 através da descarbonização do calcário (CaCO_3), quando incinerado conjuntamente com argilas a aproximadamente 1450°C , para a produção do clínquer, gerando 0,55 toneladas de CO_2 de origem química durante a produção de 1 tonelada de cimento, a que acrescem 0,39 tonelada de CO_2 por tonelada de cimento devidos ao uso de combustíveis fósseis para a produção de energia necessária ao fabrico deste material, o que equivale a afirmar simplifadamente que durante a produção de 1 tonelada de cimento se produz igualmente 1 tonelada de CO_2 . Já os ligantes obtidos por activação alcalina e também conhecidos por ligantes geopoliméricos, são responsáveis por um nível de emissões muito menor e caracterizam-se ainda por uma elevada durabilidade. Os ligantes obtidos por activação alcalina podem utilizar como matéria-prima qualquer material inorgânico constituído por sílica e alumina, preferencialmente que tenha sido sujeito a um tratamento térmico, que o torne um material amorfo (mais reactivo). Desta forma podem ser utilizados como matérias-primas para os ligantes geopoliméricos, cinzas escórias, ou até mesmo resíduos de minas e pedreiras, mesmo contendo metais alcalinos. No âmbito dos trabalhos de Doutoramento do primeiro autor, respeitantes ao desenvolvimento de ligantes obtidos por activação alcalina de resíduos de minas, foi possível sintetizar um ligante activado alcalinamente, com elevadas resistências iniciais, baixa absorção e elevada durabilidade ^[5-8]. No entanto e atendendo a que actualmente não existe qualquer beneficio económico substancial quer para a utilização de ligantes com menos emissões de carbono, mais duráveis ou contendo resíduos minerais, constata-se que o fabrico de ligantes obtidos a partir da activação alcalina de lamas residuais de minas apresenta um custo superior aos dos ligantes tradicionais, facto que se prende com o custo relativamente elevado das soluções alcalinas de activação à base de hidróxidos e silicatos. É no entanto expectável que a longo prazo esta situação se possa inverter, muito por força do aumento do custo dos ligantes tradicionais devido à contabilização do custo de emissões de carbono ^[9].



Figura 2 – Argamassa de ligante activado alcalinamente a partir de resíduos de minas

Apesar desse facto, pensa-se que a cor deste material quando endurecido, entre cor de tijolo a rosa, (Figura 2) pode ser encarada como uma opção estética que seja privilegiada em detrimento do seu custo. Uma outra hipótese mais económica, será no entanto a de utilizar um material com um núcleo de betão de cimento portland revestido posteriormente com ligante activado alcalinamente. Esta hipótese é viável sem necessidade das conhecidas operações de abrasão da superfície do betão, devido à invulgar aderência entre os ligantes activados alcalinamente e os betões correntes ^[10]. Este material apresenta além disso vantagens em termos de acabamento, muito superiores às dos betões tradicionais, pois como endurece mais depressa permite a execução de relevos sem os conhecidos problemas de remoção de cofragem associados aos betões correntes ^[11], além disso como no estado fresco o material ligante se encontra num estado de dissolução, isso vai permitir que ele se adapte muito bem a qualquer irregularidade do molde, pelo que após a sua descofragem o material mostra na sua superfície, rigorosamente aquilo que é a textura do molde. Pelo que este material pode assim constituir-se como um verdadeiro estímulo ao renascimento da utilização de betão aparente como opção arquitectónica.

***Investigador do C-TAC (Sustainable Construction Group), Universidade do Minho**
**** Professor Associado com Agregação na Universidade do Minho**

Bibliografia

- [1] Fuão, Fernando Freitas - Brutalismo, a última trincheira do movimento moderno. Arquitectos, Texto Especial 036, ISSN 1809-6298, Dezembro de 2000.
- [2] Mehta, P.K. - Concrete in marine environment. Elsevier Science Publishers, (1991) New York USA
- [3] Gjørsv, O.E. – Steel corrosion in concrete structures exposed to Norwegian marine environment. ACI Concrete International (1994) 35-39
- [4] Ferreira, Rui Miguel – Avaliação de ensaios de durabilidade de betão. Tese de Mestrado (2000) Escola de Engenharia da Universidade do Minho
- [5] Torgal, F. M. Alves S. P.;Castro Gomes, J. P.;Jalali, Said - Geopolymeric Binder Using Tungsten Mine Waste In Proceedings of Geopolymer 2005 World Congress, pp.93-98. S. Quentin, France
- [6] Torgal, F. M. Alves S. P.;Castro Gomes, J. P.;Jalali, Said - Investigations on mix design of tungsten mine waste geopolymeric binders. Construction and Building Materials. Vol.22 (2008) 1939-1949
- [7] Torgal, F. M. Alves S. P.;Castro Gomes, J. P.;Jalali, Said - Properties of tungsten mine waste geopolymeric binder. Construction and Building Materials Vol.22 (2008) 1201-1211
- [8] Torgal, F. M. Alves S. P.;Castro Gomes, J. P.;Jalali, Said - Alkali-activated Tungsten Mine Waste mud Binder versus OPC concrete. Acid and abrasion resistance. Alkali-Activated Materials- Research, Production and Utilization 3rd International Conference.pp.693-700, Praga, República Checa 2007
- [9] Torgal, F. M. Alves S. P.;Castro Gomes, J. P.; Jalali, Said - Cimento Portland versus ligantes geopoliméricos: Considerações económicas sobre as implicações do mercado de carbono no custo dos betões. Engenharias 2005, pp.305-308, Universidade da Beira Interior, Covilhã.
- [10] Torgal, F. M. Alves S. P.;Castro Gomes, J. P.; Jalali, Said - Adhesion characterization of tungsten mine waste geopolymeric binder. Influence of OPC concrete substrate surface treatment. Construction and Building Materials Vol. 22 (2008) 154-161
- [11] ITeCons, Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção – Betão à vista 10 princípios para um bom resultado. Curso C20 Aprender com os erros. Como evitar 50 dos erros mais correntes no projecto e construção. FCTUC Janeiro de 2007.