

ARTIGO REF: 6588

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTELIGENTE PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO DE ESTRUTURAS EM BETÃO

José Neves¹, Guida Gomes¹, Joaquim Macedo¹, Henrique Vicente^{1,2(*)}

¹Universidade do Minho, Centro Algoritmi - Braga, Portugal

²Universidade de Évora, Depart. de Química - Évora, Portugal

(*)*Email*: hvicente@uevora.pt

RESUMO

Apesar da sua origem remota, o betão é considerado um material moderno, utilizado na maioria das construções atuais. O betão é um material composto formado por material granular mais ou menos grosseiro (i.e., areias ou britas) incorporado numa matriz de material rígido (cimento ou ligante) que preenche o espaço entre as partículas do agregado unindo-as [Li, 2011]. Em termos de propriedades, o betão exibe uma elevada resistência à compressão, mas, em termos de tração, apresenta baixa resistência. Para evitar este ponto fraco, o betão costuma ser reforçado com materiais como o aço o que, por sua vez, origina outros problemas como, por exemplo, a corrosão. O betão exibe um baixo coeficiente de expansão térmica e sofre processos de retração durante a fase de maturação [Larosche, 2009]. Outra limitação fundamental está relacionada com a elevada sensibilidade relativamente às condições com que é produzido e aplicado. Na verdade, existem um grande número de variáveis que afetam a sua qualidade. A falta de atenção para com estas variáveis torna-o mais vulnerável e é tida como uma das principais razões pela qual o tempo de vida de muitas estruturas contemporâneas ser mais curta do que o esperado [Penttala, 2009]. O betão é um material relativamente sensível que se degrada ao longo do tempo, mesmo quando produzido e aplicado adequadamente. Por esta razão, as estruturas em betão sofrem um envelhecimento natural causado por fatores ambientais (e.g., chuva, sol, vento, poluição) e pela utilização.

A deterioração das estruturas de betão pode ser agrupada de diferentes modos (e.g., em termos do tipo de danos, causas, mecanismos de ataque, frequência de defeitos, prejuízos financeiros ou custos de reparação) [Kovler & Chernov, 2009]. No presente estudo é adotada a classificação baseada nas causas do ataque, sendo estas agrupadas em ataques químicos, físicos, biológicos e mecânicos. Os fatores químicos incluem processos como a carbonatação, o ataque por cloretos, por sulfatos e as reações álcalis-agregado. Os fatores físicos abrangem os ciclos de congelamento/descongelamento, a retração, a fissuração e a exposição a temperaturas extremas. Os fatores biológicos, por seu lado, incluem os efeitos de agentes biológicos como microrganismos, fungos, algas e musgos. Por fim, os fatores mecânicos dizem respeito a processos de abrasão, erosão e cavitação [Kovler & Chernov, 2009]

A resolução de problemas relacionados com a degradação de betão requer uma estratégia proactiva e multidisciplinar, sendo necessário considerar diferentes fatores cujas relações entre si são, por vezes, desconhecidas e onde os dados disponíveis são, em muitos casos, incompletos, contraditórios e/ou desconhecidos. Neste contexto, o desenvolvimento de modelos para avaliar a degradação do betão pode ser uma forma de resolver ou minimizar o problema. O presente trabalho introduz um sistema computacional para avaliar a degradação de betão, centrado na Programação em Lógica [Fernandes et al., 2016] e complementado com

a estrutura computacional, que assenta em Raciocínio Baseado em Casos (RBC) [Richter & Weber, 2013].

O Raciocínio Baseado em Casos é uma metodologia de resolução de problemas, permitindo resolver novos problemas com a reutilização de conhecimentos adquiridos a partir de experiências passadas. Apesar dos resultados promissores, os atuais sistemas de RBC não são completos nem suficientemente adaptáveis a todos os domínios. Em alguns casos não permitem que o utilizador escolha a função de similaridade, o que se traduz numa limitação. Além disso, os sistemas existentes de RBC têm limitações relacionadas com a capacidade de lidar, de forma explícita, com informação desconhecida, incompleta e/ou contraditória. Na verdade, este constrangimento é particularmente comprometedor em problemas reais, onde a informação nem sempre é completa. Na tentativa de resolver os problemas relacionados com a informação incompleta, Neves et al. (2016) introduziram um novo ciclo para o RBC que inclui uma fase de normalização onde se tem em consideração a Qualidade da Informação e o Grau de Confiança de cada caso, permitindo representar, no plano cartesiano, os casos armazenados no repositório e, através de métodos de aprendizagem não supervisionada, reduzir o espaço de procura e agilizar o processo de recuperação. Esta metodologia permite lidar explicitamente com informação incompleta, dando resposta a uma das principais limitações do ciclo convencional do RBC. Além do anteriormente exposto, esta abordagem permite a otimização dos casos recuperados sempre que a solução sugerida não esteja em conformidade com os objetivos pretendidos.

O modelo proposto foi testado com uma amostra real que continha 221 casos. Os dados disponíveis foram divididos em subconjuntos mutuamente exclusivos, através do método da validação cruzada com dez iterações. A acuidade do modelo, medida em termos de percentagem de acertos relativamente ao número de casos apresentados, foi de 89,1 %. A sensibilidade e a especificidade do modelo foram, respetivamente, 88,5% e 89,9%, enquanto os valores preditivos positivo e negativo foram, respetivamente, 91,5% e 86,4%, o que permite afirmar que o modelo proposto tem um bom desempenho na avaliação do estado de degradação de estruturas em betão.

REFERÊNCIAS

- [1]-Fernandes, A., Vicente, H., Figueiredo, M., Neves, M. & Neves, J., An Adaptive and Evolutionary Model to assess the Organizational Efficiency in Training Corporations, Lecture Notes on Computer Science, 10018, (2016) 415-428.
- [2]-Kovler, K. & Chernov, V., Types of damage in concrete structures, in Failure, distress and repair of concrete structures, N. Delatte, Ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2009) pp. 32-56.
- [3]-Larosche, C., Types and causes of cracking in concrete structures, in Failure, distress and repair of concrete structures, N. Delatte, Ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2009) pp. 57-83.
- [4]-Li, Z., Advanced Concrete Technology, New Jersey: John Wiley & Sons (2011).
- [5]-Penttala, V., Causes and mechanisms of deterioration in reinforced concrete, in Failure, distress and repair of concrete structures, N. Delatte, Ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2009) pp. 3-31.
- [6]-Richter, M. M. & Weber, R. O. Case-Based Reasoning: A Textbook, Berlin: Springer, 2013.