

# Um modelo discreto de partículas para análise da fractura em betão armado

## *A discrete particle model for fracture analysis of reinforced concrete*

### **Nuno Monteiro Azevedo**

Investigador Auxiliar  
LNEC  
Lisboa  
nazevedo@lnec.pt

### **J. Vieira de Lemos**

Investigador Coordenador  
LNEC  
Lisboa  
vlemos@lnec.pt

### **J. Rocha de Almeida**

Professor Associado  
FCT-UNL  
Monte da Caparica  
jr@fct.unl.pt

## **Resumo**

O método dos elementos discretos adoptando partículas para discretização do domínio tem sido utilizado no estudo do fenómeno da fractura em meios não homogéneos, como o betão e a rocha. Neste artigo, é proposto um modelo de análise para o betão armado no qual as armaduras são modeladas com elementos rígidos unidimensionais ligados por molas. Os elementos rígidos interagem com o betão, modelado por partículas circulares, através de uma interface de contacto. O modelo é validado com base em ensaios de flexão em viga a três pontos e a quatro pontos, sem armaduras de esforço transverso. No ensaio de flexão a 3 pontos o modelo dá uma boa aproximação do comportamento real em termos do processo de evolução da fractura e da relação carga-deslocamento. No ensaio de flexão a 4 pontos, verifica-se uma boa correlação com os resultados experimentais, nomeadamente o valor da carga última, o efeito de escala e a evolução do processo de fractura.

**Palavras-chave:** Elementos discretos, betão armado, fractura

## **Abstract**

The Discrete Element Method adopting particles for the domain discretization has been adopted in fracture studies of non-homogeneous continuous media such as concrete and rock. A model is proposed in which the reinforcement is modelled by 1D rigid-spring discrete elements. The rigid bars interact with the rigid circular particles that simulate the concrete through contact interfaces. The DEM enhanced model with reinforcement capabilities is evaluated using three point bending and four point bending tests experiments on reinforced concrete beams without stirrups. Under three point bending, the model is shown to reproduce the expected final crack pattern, the crack propagation and the load displacement diagram. Under four point bending, the model is shown to match the experimental ultimate load, the size effect and the crack propagation and localization.

**Keywords:** Discrete element, Reinforced concrete, Fracture