

# CARACTERIZAÇÃO À FRATURA DO OSSO DE BOVINO SOB SOLICITAÇÕES DE PURO MODO II USANDO O ENSAIO *END NOTCHED FLEXURE*

## FRACTURE CHARACTERIZATION OF BOVINE BONE UNDER PURE MODE II LOADING USING THE *END NOTCHED FLEXURE* TEST

F. A. M. Pereira<sup>1</sup>, M. F. S. F. de Moura<sup>2</sup>, N. Dourado<sup>1</sup>, J. J. L. Morais<sup>1</sup>, M. I. R. Dias<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CITAB/UTAD, Departamento de Engenharias, Quinta de Prados, 5001-801 Vila Real, Portugal

<sup>2</sup>DEMEGI, FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

<sup>3</sup>CITAB/UTAD, Departamento de Ciências Veterinárias, Quinta de Prados, 5001-801 Vila Real, Portugal

\*mfmoura@fe.up.pt

### Resumo

O objetivo deste trabalho consiste na caracterização à fratura do osso cortical de bovino no sistema de propagação TL, sob solicitações de puro modo II. Foi utilizado o ensaio ENF (*End-Notched Flexure*) recorrendo a uma miniaturização dos provetes habitualmente usados na caracterização à fratura em modo II de outros materiais. Realizaram-se ensaios experimentais que evidenciaram resultados consistentes apesar da variabilidade intrínseca dos materiais biológicos. Para a obtenção das curvas de Resistência usou-se um método baseado no comprimento de fenda equivalente que se revelou eficaz. Com o objetivo de validar esse método fez-se uma análise numérica recorrendo a elementos finitos, incorporando modelos coesivos que permitem simular a iniciação e a propagação de dano. Nestas simulações usou-se o valor médio da taxa crítica de libertação de energia ( $G_{IIc}$ ) obtido experimentalmente e verificou-se que a curva força-deslocamento e a curva de Resistência numéricas são bem representativas do espectro das curvas experimentais, o que valida a metodologia usada na caracterização à fratura do tecido ósseo em modo II.

**Palavras-chave:** Tecido ósseo; Caracterização à fratura em modo II; Ensaio ENF.

### Abstract

The objective of this work consists of fracture characterization of cortical bovine bone in the TL fracture system under pure mode II loading. The ENF (*End-Notched Flexure*) test was employed using miniaturized version of specimens utilized on mode II fracture characterization of other materials. The experimental tests provided consistent results despite the natural variability of biological materials. The Resistance-curves were successfully obtained by means of an equivalent crack length procedure. In order to validate the method, a finite element analysis including cohesive zone modelling that allows to simulate damage initiation and growth was performed. In these simulations the average value of fracture energy ( $G_{IIc}$ ) measured experimentally was used. It was observed that both, numerical load-displacement and Resistance-curves are well representative of experimental spectra which validates the proposed methodology used for fracture characterization of bone tissue under mode II loading.

**Keywords:** Bone tissue; Mode II fracture characterization; ENF tes