



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo**

MODELO ELASTOPLÁSTICO

**PMI 3309 - Mecânica de Rochas Aplicada à Mineração II
Prof. Eduardo César Sansone**

MODELO ELASTOPLÁSTICO



DEFORMAÇÕES PLÁSTICAS

Mecanismos de deformação plástica podem acontecer em rochas em ESCALA MICROSCÓPICA, incluindo: microfissuramento, esmagamento de grãos e plasticidade em cristais.

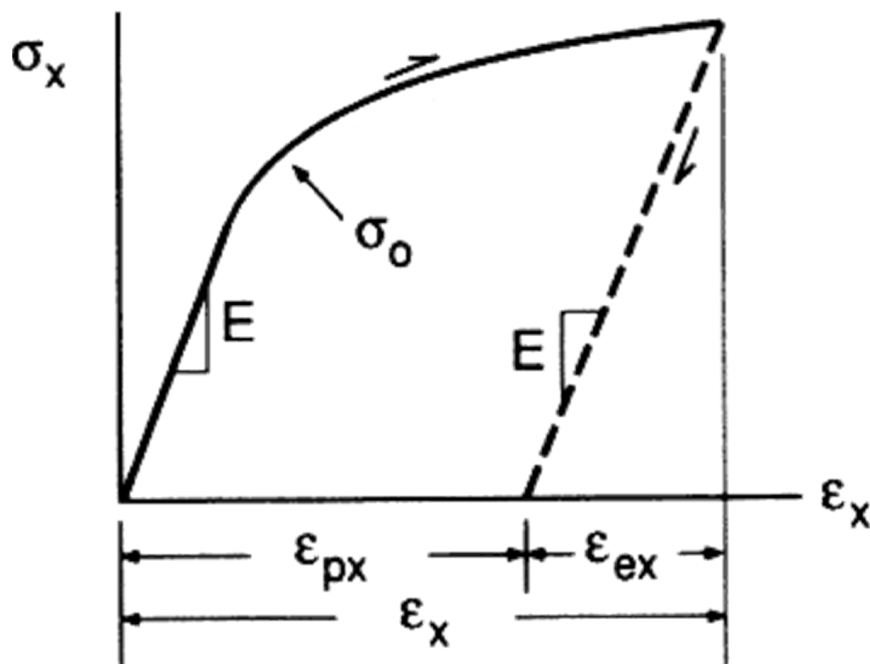
Em maciços rochosos, deformações plásticas em ESCALA MACROSCÓPICA são O deslizamento em descontinuidades e a rotação e o esmagamento localizado de blocos de rocha.



Em virtude da deformação plástica ser acompanhada de mudanças permanentes na estrutura da rocha, estas deformações não podem ser definidas exclusivamente em termos do estado atual de tensões.

As deformações plásticas dependem da HISTÓRIA DE CARREGAMENTO.

3



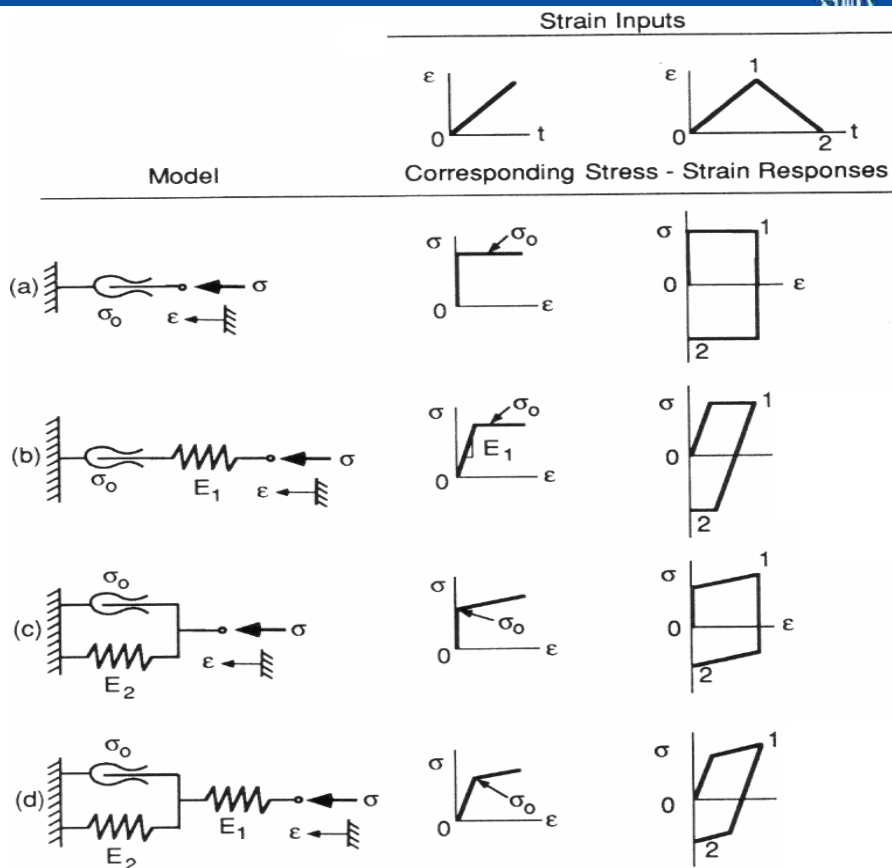
Componentes plástico e elástico da deformação total na direção X

4



Assim análises através da teoria da plasticidade enfocam carregamentos incrementais de componentes de deformação elástica e plástica:

$$\{\dot{\epsilon}\} = \{\dot{\epsilon}_e\} + \{\dot{\epsilon}_p\}$$



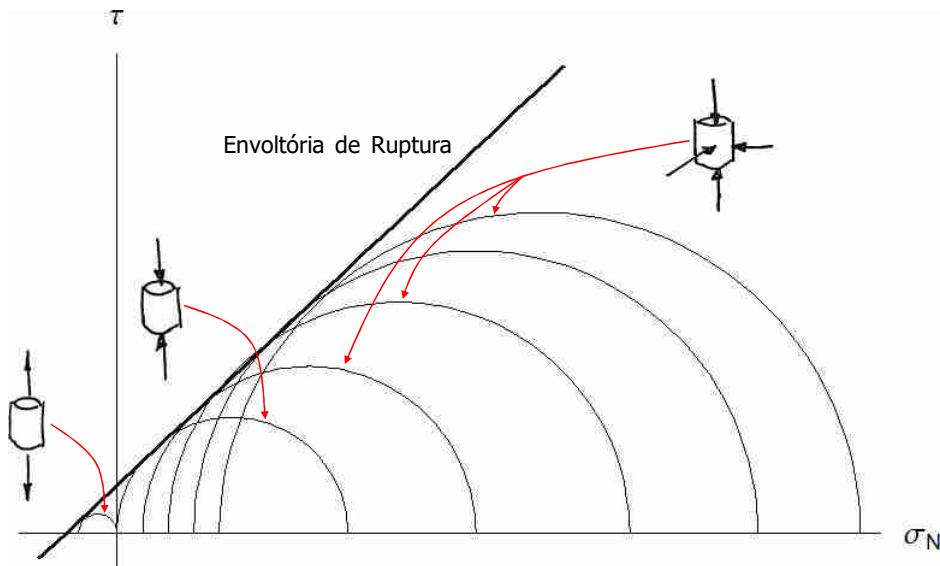
Modelos: a) perfeitamente plástica, b) perfeitamente elastoplástica, c) rígido com endurecimento e d) elastoplástica com endurecimento



Uma questão importante é a definição do estado de tensões em que se dará a modificação do padrão de comportamento:

Comportamento Elástico → Comportamento Plástico

O estado de tensões em que ocorrerá a plastificação da rocha ou a ruptura da rocha será caracterizado por critério de ruptura.



Critério de ruptura ou plastificação

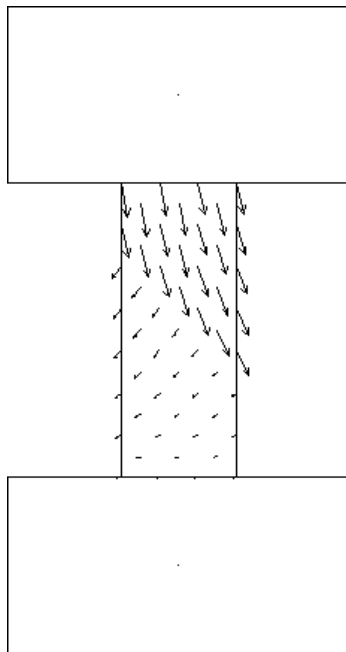
7



EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MODELO ELASTOPLÁSTICO

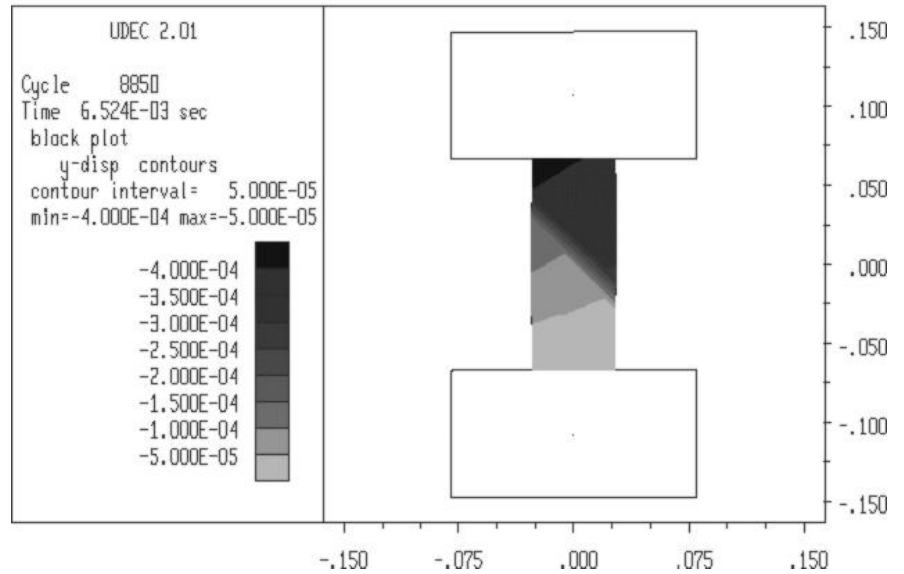


Modelo numérico de corpo de prova constituído de material elastoplástico com as mesmas características do modelo apresentado anteriormente.



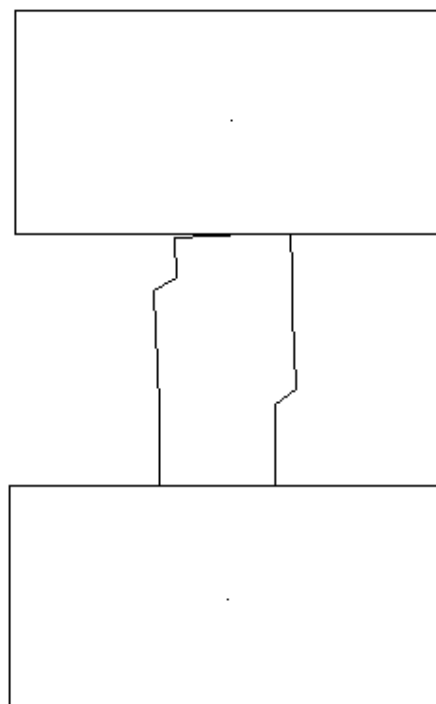
Vetores de Deslocamento na Amostra

Job Title : Ensaio de Compressao - Modelo Elastoplastico
From File : plot.dat



Deslocamentos na Direção Y

9



Corpo de prova deformado (deformações exageradas)



Job Title : Ensaio de Compressao - Modelo Elastoplastico
From File : ensaio'.sav

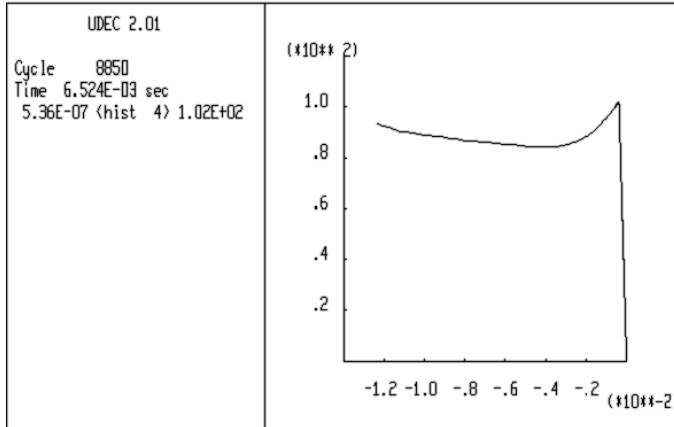


Gráfico $\sigma \times \varepsilon_C$

Job Title : Ensaio de Compressao - Modelo Elastoplastico
From File : ensaio'.sav

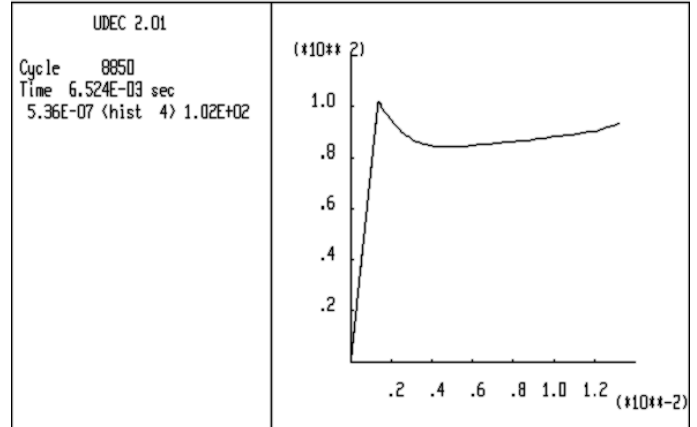


Gráfico $\sigma \times \varepsilon_A$

11

REFERÊNCIAS



BRADY, B. H. G.; BROWN, E. T. Rock mechanics for underground mining. London, Chapman & Hall, 1994.

DESAI, C. S.; SIRIWARDANE, H. J. Constitutive laws for engineering materials with emphasis on geologic materials. New Jersey, Prentice-Hall, 1984.

GOODMAN, R. E. Introduction to rock mechanics. New York, Wiley, 1980.

JAEGER J. C.; COOK, N. G. W. Fundamentals of rock mechanics. Chapman and Hall, 3 ed, London 1976.



OBRIGADO!

Contato:
Prof. Eduardo César Sansone
esansone@usp.br