

FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

Título: Modelagem numérica aplicada à engenharia de rochas

Responsável: Prof. Dr. André Cezar Zingano

Carga horária: 35 horas

Pré-requisito: Mecânica das Rochas

Súmula/Ementa:

Comportamento de rocha e maciço rochoso em escavação subterrânea e céu-aberto; determinação das propriedades geomecânicas de um maciço rochoso e modelos constitutivos; determinação de propriedades de descontinuidades e juntas; modelos contínuos e descontínuos; estruturas de contenção e determinação de suas propriedades; tensões; conceitos básicos de modelagem numérica por meio de métodos de elementos finitos e diferenças finitas; construção de modelos numéricos; aplicação de modelos numéricos em problemas geomecânicos, comportamento das rochas e maciço rochoso; aplicação em estudos de estabilidade de escavações subterrâneas e céu-aberto em duas e três dimensões.

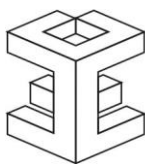
Objetivos:

Apresentar os fundamentos de caracterização geomecânica e determinação das propriedades de um maciço rochoso a partir de modelos constitutivos; definição e propriedades de estruturas de suporte; propriedades de juntas; aprender conceitos básicos de modelagem numéricas por meio dos métodos de elementos finitos e diferenças finitas; utilizar programas para a construção de modelos numéricos em aplicações e problemas de escavação subterrânea e céu-aberto.

Conteúdo programático:

Dia:

1. Comportamento de rocha e maciço rochoso em escavação subterrânea e céu-aberto, distribuição de tensões e deformações induzidas pela escavação; determinação das propriedades geomecânicas de um maciço rochoso e modelos constitutivos, cálculo das propriedades a partir dos modelos constitutivos de Hoek-Brown, Mohr-Coulomb, Druker-Prager e modificações desses modelos;
2. Estruturas de contenção e determinação de suas propriedades mecânica; modelos constitutivos de juntas e fraturas; aplicação dos modelos constitutivos em diferentes tipos de maciços rochosos e outros materiais
3. Conceitos básicos de modelagem numérica por meio de métodos de elementos finitos e diferenças finitas; matriz de rigidez e sistema de equações; exemplos básicos;
4. Construção de modelos numéricos; princípios de construção do modelo numérico, geometria e condições de contorno do modelo numérico;
5. Aplicação de modelos numéricos em problemas geomecânicos, comportamento das rochas e



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade Técnico Cultural Criada em 1965
Rua Matias José Bins 364 : Bairro Três Figueiras : CEP 91330-290
PORTO ALEGRE : RS : BRASIL
Fone: (51) **3286.4333 / 3286.4343** : E-mail: fle@fle.org.br

maciço rochoso; aplicação em estudos de estabilidade de escavações subterrâneas e céu-aberto; calibração de modelos a partir de medidas de campo (monitoramento).

Métodos de trabalho

Aulas expositivas teóricas. Exercícios aplicativos. Projetos individuais.

Avaliação

Escrever um artigo técnico sobre um estudo de caso ou estudo de comportamento de maciço ou modelos constitutivos e outros

Referências bibliográficas

- Manuais dos softwares FLAC 7.0, Plaxis 3D, Phase2 e programas públicos.
- Diversos artigos de modelagem numérica dos *proceedings* do International Conference on Ground Control In Mining, S.S. Peng Ed. Chefe, West Virginia University, Morgantown, USA.
- Duncan, M.E., Trueman, R. e Craig, M.S., 1995, *Two- and three-dimensional elasto-plastic analysis for coal pillar design and its application to highwall mining*. Int. J. of Rock Mech. and Min. Sci., vol.32, pp.215-225.
- Jing, L. e Hudson, J.A., 2002, *Numerical Methods in Rock Mechanics*, Int. J. of Rock Mech. & Min. Sci., Vol. 39, pp. 409-427, Pergamon Press.
- Jing, L., 2003, *A review of techniques, advances and outstanding issues in numerical modelling for rock mechanics and rock engineering*, Int. J. of Rock Mech. & Min. Sci., Vol. 40, pp. 283-253, Pergamon Press.
- Wagner, H., 1974, *Determination of the complete load-deformation characteristics of coal pillar*, Proceedings 3rd International Congress on Rock Mechanics, vol.2, pp.1076-1082, Section B, ISRM, Denver.
- Brady, B., and L. Lorig., 1988, *Analysis of Rock Reinforcement Using Finite Difference Methods*, Computers and Geotechnics, 5(2), pp. 123-149.
- Brady, T. M., and J. C. Johnson., 1989, *Comparison of a Finite-Difference Code to a Finite-Element Code in Modeling an Excavation in an Underground Shaft Pillar*, in Numerical Models in Geomechanics. Proceedings of NUMOG III, Niagara Falls, May 1989, pp. 608-619. London: Elsevier Applied Science
- Zingano, A.C., 2002, *Modelamento Geomecânico para o Dimensionamento de Pilares de Carvão*, Tese de doutorado, PPEGM – UFRGS, 206 pag.
- Zingano, Koppe e Costa, 2006, *Pillar Reinforcement or Rib Support*, 25st Int. Conf. on Ground Control in Mining; Peng, Mark, Khair and Heasley Editors, pp.347-353, Morgantown, WV, USA.
- Zingano, Koppe e Costa, 2005, *Modeling the Arc-effect of a Coal Mine Roof*, 24st Int. Conf. on Ground Control in Mining; Peng, Mark, Khair and Heasley Editors, pp. 155-161, Morgantown, WV, USA, August, 2005,
- Zingano, Koppe e Costa, J.F., 2004, *Violent pillar collapse – a case study*, 23st Int. Conf. on Ground Control in Mining; Peng, Mark, Khair and Heasley Editors, pp. 60-67, Morgantown, WV, USA.
- Zingano, Koppe e Costa, 2002, *Floor heave in shallow room-and-pillar mining*, 21st Int. Conf. on Ground Control in Mining; Peng, Mark, Khair and Heasley Editors, pp. 257-263, Morgantown, WV, USA.
- Zingano, Morsy, Peng e Kallu, 2007, *Comparison Among the Conventional Fully-Grouted Bolt, Combination Bolt, and One-Step Bolt using Numerical Modeling*, 26st Int. Conf. on Ground Control in Mining; Peng, Mark, Khair and Heasley Editors, Morgantown, pp. 257-263, WV, USA.
- Zingano, Koppe e Costa, 2007, *Pilar-barreira entre painéis de lavra para mina de carvão*, REM: Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, 60(2): 219-226, ISSN 0370-4467, Brasil.