

## 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

### **Geomecânica aplicada à mineração de jazidas sedimentares**

Responsável: Prof. Dr. André Cezar Zingano

Carga horária: 35 horas

Pré-requisito: Mecânica das Rochas

#### **Súmula/Ementa**

Conceitos básicos; comportamento de rocha e maciço rochoso em escavação subterrânea; classificação e propriedades do maciço rochoso aplicado a rochas sedimentares; geometrias de escavação de galerias em minas de carvão; tipos de suporte e reforço de maciço rochoso; projeto de sustentação de teto; dimensionamento de pilares; instrumentação; subsidência; métodos avançados de projeto de dimensionamento de pilares e reforço de teto.

#### **Objetivos**

Apresentar os fundamentos de caracterização geomecânica do maciço rochoso que forma o sistema piso-pilar-teto com o objetivo de fazer o projeto de dimensionamento de pilares e reforço do teto de galerias em minas de carvão; aplicação de métodos numéricos em projetos de sustentação de galerias em mineração de carvão; controle por meio de instrumentação.

#### **Conteúdo programático**

Dia:

1. Conceitos básicos de mecânica das rochas e aplicação em escavação subterrânea de carvão, classificação e propriedades do maciço rochoso, classificação RMR e CMRR aplicadas ao carvão
2. Comportamento de rochas e maciços rochosos em escavações subterrâneas de carvão, distribuição de tensões em maciços rochosos, métodos de lavra de carvão;
3. Geometrias de escavação de galerias em minas de carvão; tipos de suporte e reforço de maciço rochoso, características e capacidade de suporte dos tipos de suporte; projeto de suporte e reforço de teto em mina de carvão, baseados nas classificações geomecânicas
4. Dimensionamento de pilares de carvão; instrumentação;
5. Subsidência;

#### **Métodos de trabalho**

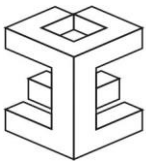
Aulas expositivas teóricas. Exercícios aplicativos. Projetos individuais.

#### **Avaliação**

Projeto de escoramento de teto e dimensionamento de pilares (50%) e Seminário (50%)

#### **Referências bibliográficas**

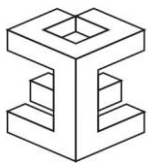
Babcock, C., 1981, *Review of pillar design equation including the effects of constraint*, First Conference on



## 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**

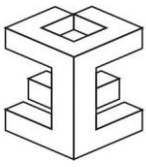
- Ground Control in Mining, Editor in Chief Syd Peng, p.23-34, Morgantown, West Virginia, USA
- Barron, K., 1984, ***An analytical approach to the design of coal pillar***, CIM Bulletin, August-1984, vol.77, pp.73-77.
- Bieniawski, Z.T., 1968, ***The effect of specimen size on strength of coal***, Int. J. of Rock Mech. and Mining Sci., vol.5, pp.325-335.
- Bieniawski, Z.T., 1981, ***Improved design of coal pillars for U.S. mining conditions***, First Conference on Ground Control in Mining, Editor in Chief Syd Peng, p.13-22, Morgantown, West Virginia, USA
- Biswas, K. e Peng, S.S., 1999, ***Study of weathering action on coal pillars and its effects on long-term stability***, SME – Mining Engineering, January, pp.71-76.
- Bogert, H; Jung, S.J. and Lim, H.W., 1997, ***Room and pillar stope design in highly fractured area***, Int. J. Rock Mech. & Min. Sci. 34:3-4, Paper n° 145.
- 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.
- Dusseault, M.B. e Fordham, C.J., 1993, ***Time-dependent behavior of rocks***, in: Comprehensive Rock Engineering, vol.3, cap.6, Editor-Chefe John Hudson, Pergamon Press, Londres, Inglaterra.
- Gale, W. J., 1992, ***A Pillar Design Approach***, in Proceedings of the Workshop on Coal Pillar Mechanics and Design (Santa Fe, June, 1992), pp. 188-195. A. T. Iannacchione et al., Compilers. U.S. Bureau of Mines, Information Circular 9315.
- Holland, C.T., 1964, ***The strength of coal in mine pillars***, Proceedings of 6<sup>th</sup> Symposium on Rock Mechanics, University of Missouri, Rolla, pp.450-466, USA.
- Holland, C.T., 1963, ***Pillar design for permanent and semi-permanent support of the overburden in coal mines***. Proceedings of the 9<sup>th</sup> Canadian Rock Mechanics Symposium, Montreal, December, 1973, pp.114-139.
- Hsiung, S.M. and Peng, S.S., 1987, ***Control of Floor Heave with Proper Mine Design — Three Case Studies***, Mining Science and Technology, Vol.4, No.3, pp.257-272.
- Hustrulid, W.A., 1976, ***A review of coal pillar strength formulas***, Rock Mechanics, vol.8, pp.115-145.
- Mark, C. e Chase, F.E., 1993, ***Analysis of retreat mining pillar stability (ARMPS)***, Proc. of New Tech. For Ground Control in Retreat Mining, Pittsburg, PA, Dep. Of Health and Human Service – NIOSH, publication n°97-122, IC-9446, pp.17-34.
- Mark, C., 1999, ***Empirical methods for coal pillar design***, Proceedings of the Second International Workshop on Coal Pillar Mechanics and Design. Department of the Interior, Bureau of Mines, IC9448, pp.145-154, Pittsburgh, PA, EUA.
- Van der Merwe, N., 1999, ***New strength formula for coal pillars in South Africa***, Proceedings of the Second International Workshop on Coal Pillar Mechanics and Design. Department of the Interior, Bureau of Mines, IC9448, pp.163-171, Pittsburgh, PA, EUA.
- Molinda, G.M. e Mark, C., 1993, ***The coal mine roof rating: a practical rock mass classification for coal mines***, Proceedings of the 12<sup>th</sup> Conf. On Ground Control in Mining, ed. by S.S. Peng, WV Univ., pp.92-103, Morgantown, WV
- Molinda, G.M. e Mark, C., 1994, ***Coal mine roof rating (CMRR): a practical rock mass classification for coal mines***, US Bureau of Mines, IC-9387, 37pp.



## 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

- Peng, S.S., 1986, ***Coal mine ground control***, John Wiley & Sons, 491p., Nova York, EUA.
- Peng, S., 1989, ***Some basic problems in coal mine ground control***, SME – Mining Engineering Journal.
- Peng, S.S., e Dutta, D., 1992, ***Evaluation of various pillar design methods***, Proc. of the Workshop on Coal Pillar Mechanics and Design, US Bureau of Mines, IC-9315, pp.269-276.
- Peng, S.S., 1998, ***Roof bolting adds stability to weak strata – how does roof bolting work or not work***, Coal Age, December.
- Peng, S.S., 2006, ***Longwall Mining, 2ª Edição***, S.S. Peng Editor, Morgantown Printer, 650 pag, EUA
- Peng, S.S., 2007, ***Ground Control Failure – a Pictorial View***, S.S. Peng Editor, Morgantown Printer, 350 pág., EUA
- Salamon, M.D.G. e Munro, A.H.A., 1967, ***A study of the strength of coal pillar***. J. S. African Institute of Mining and Metallurgy, vol.68, pp.55-67, Johannesburg, África do Sul.
- Salamon, M.D.G. e Oravec, K.I., 1976, ***Rock mechanics in coal mining***, Chamber of Mines of South Africa, 119p., África do Sul.
- Salamon, M.D.G., 1992, ***Strength and stability of coal pillar***, Proc. of the Workshop on Coal Pillar Mechanics and Design, US Bureau of Mines, IC-9315, pp.94-121.
- Silva, L.A.A. e Stellin Jr., A., 1989, ***Contribuição ao dimensionamento de pilares em mina subterrânea de manganês***, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Dep. De Engenharia de Minas, Brasil.
- Unal, E., 1983, ***Design guidelines and roof control standards for coal mine roofs***, Ph.D. thesis, Pennsylvania State University, University Park, 355pp.
- Wagner, H., 1974, ***Determination of the complete load-deformation characteristics of coal pillar***, Proceedings 3<sup>rd</sup> International Congress on Rock Mechanics, vol.2, pp.1076-1082, Section B, ISRM, Denver.
- Wilson, A.H., 1972, ***A hypothesis concerning pillar stability***, The Mining Engineer, v. 131, pp.409-417.
- Wilson, A.H., 1981, ***Stress and stability in coal ribsides and pillars***, First Conference on Ground Control in Mining, Editor in Chief Syd Peng, p.1-12, Morgantown, West Virginia, USA
- Zingano, A.C.; 2002; ***Caracterização Geomecânica para o dimensionamento de pilares de carvão***; Tese de Doutorado, 210pp, PPG3M – UFRGS, Brasil
- Zingano, A.C.; Koppe, J.C. e Costa, J.F., 1998, ***Pillar Design in Amethyst Underground Mining***, SARock's 98 – Design and Construction in Mining, Petroleum and Civil Engineering, Ayres da Silva, LA.; Quadros, EF.; Gonçalves, H.HS. (eds), pp. 261-268, Santos, Brazil.
- Zingano, A.C., 2001, ***Relatório Sobre Mapeamento Estrutural Pilares do Eixo da Mina do Barro Branco - Empresas Rio Deserto Ltda.***, DEMIN – UFRGS, 12p., Porto Alegre, Brasil.
- Zingano, Koppe e Costa, 2006, ***Pillar Reinforcement or Rib Support***, 25<sup>st</sup> 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***, 24<sup>st</sup> 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, 2005, ***Alterabilidade de rochas ornamentais. A importância das propriedades tecnológicas na seleção de revestimentos externos***, I Congresso Internacional de Rochas Ornamentais e II Simpósio Brasileiro, realizado em Guarapari (ES), de 20 a 23 de fevereiro de 2005.



## 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](mailto:fle@fle.org.br)

- Weiss, Zingano, Koppe e Costa, 2004, ***Classificação Geomecânica em Projetos de Reforço do Teto em Mineração de Carvão***, REM – Revista da Escola de Minas de Ouro Preto, 57(2): 93-99, ISSN 0370-4467, Brasil.
- Zingano, Koppe e Costa, J.F., 2004, ***Violent pillar collapse – a case study***, 23<sup>st</sup> 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***, 21<sup>st</sup> 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***, 26<sup>st</sup> 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..
- Zorzi, L., Agostini, I.M. e Gonzatti, C., 1991, ***Metodologia para dimensionamento de pilares em minas de carvão do sul do Brasil***, Boletim Técnico n°23, CIENTEC, Porto Alegre, Brasil