

## COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE RUPTURA DE MOHR-COULOMB E HOEK-BROWN: APLICAÇÃO DE CASO

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Natália de Faria Silva<sup>1</sup> (natalia.f.faria@ufv.br), Cibele Clauver de Aguiar<sup>2</sup> (cibele.clauver@ufv.br),

Rafaela Ribeiro Gracelli<sup>3</sup> (rafaelagracelli@gmail.com)

Palavras-chave: Mecânica das rochas; critério de ruptura; Mohr-Coulomb; Hoek-Brown.

### Introdução

O estado de ruptura para rochas é de difícil definição, é necessário o conhecimento das características do maciço rochoso, tais como suas descontinuidades e propriedades geomecânicas, sendo ainda seu comportamento influenciado pela interação das características. Sendo seu comportamento importante no âmbito dos projetos de engenharia, são utilizados critérios de ruptura para estimar a resistência mecânica das rochas. O critério de ruptura mais conhecido para materiais granulares, proposto por Coulomb (1773), quando empregado em rochas, considera a força de atrito e a coesão do maciço rochoso para sua determinação. Outros critérios foram desenvolvidos com o tempo, como o de Hoek-Brown (1980) e Bieniawski (1989), que possibilitaram o incremento de outras características do estado do maciço, como a existência de descontinuidades e condição de sua superfície, além de fissuras preexistentes que podem influenciar na sua resistência.

### Objetivos

O presente trabalho objetiva comparar as metodologias de critério de ruptura de Hoek-Brown e Mohr-Coulomb, através das envoltórias de resistência obtidas a partir dos dados de ensaios triaxiais inseridos no software RocLab v.1, para dois tipos de rocha: arenito e mármore.

### Material e Métodos

O critério de Mohr-Coulomb assume o material como perfeitamente elástico-plástico, enquanto que o critério de Hoek-Brown assume o material como elástico frágil plástico, sendo essa adoção de características de escoamento e deformação da rocha uma das principais diferenças entre eles. O que faz com que até o ponto de ruptura ambos apresentem-se semelhantes, e a partir desse ponto passam a diferir (Figura 1).

Neste estudo foram utilizados dados fornecidos na disciplina de Mecânica das Rochas, da Universidade Federal de Viçosa de duas rochas: um arenito e um mármore. Além disso, foram utilizados outros parâmetros como o GSI (Geological Strength Index) que introduz na análise do critério de falhas o estado de condição da superfície e estrutura da rocha. Portanto quanto mais baixo seu valor, pior é a condição considerada do material.

Os dados de entrada no software são demonstrados a seguir na Tabela 1. Os parâmetros de resistência a compressão uniaxial, GSI, mi e o coeficiente de deformabilidade (E) (entra de acordo

com o MR), foram estipulados em função das faixas de valores disponibilizadas pelo software para cada tipo da rocha.

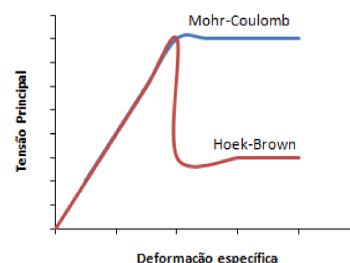


Tabela 1 - Dados de entrada das rochas arenito e mármore no software RocLab.

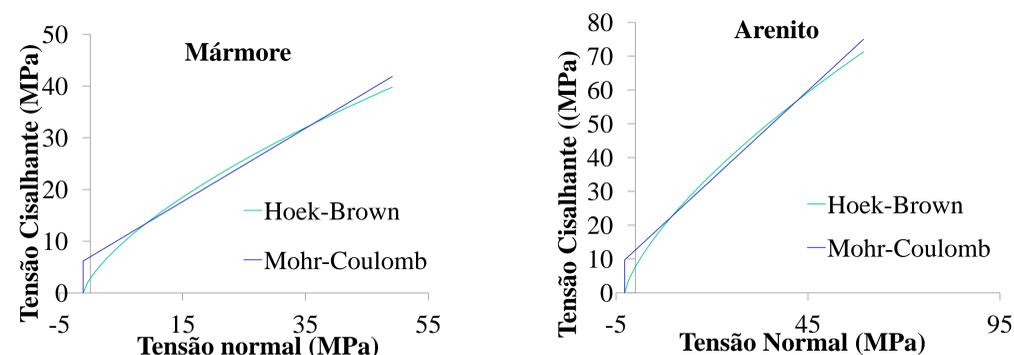
Parâmetro	Arenito	Mármore
Resistência à compressão (MPa)	100	100
GSI	90	70
MR	275	850
E (Mpa)	27500	85000
mi	17	9

Figura 1- Comportamentos característicos adotados dos critérios de Hoek-Brown e Mohr-Coulomb. (Fonte: Adaptado de Saiang et al., 2014).

A partir destes dados foi possível utilizar o software RocLab para a obtenção das envoltórias de resistência de ambas rochas e comparação entre os dois métodos: Mohr-Coulomb e Hoek-Brown.

### Resultados e Discussão

A seguir são observados os resultados obtidos na análise do RocLab v.1 para as rochas Arenito e Mármore.



É notável que as envoltórias obtidas para o mármore se diferenciam mais entre si. O software também apresenta os parâmetros de Mohr-Coulomb como resultados, sendo: Mármore -  $c=6,978$  Mpa e  $\phi=35,37^\circ$  / Arenito -  $c=12,600$  Mpa e  $\phi=46,36^\circ$ .

### Conclusões

Como o GSI do arenito é maior (por apresentar características mais próximas de uma rocha intacta) do que o do mármore (por ser metamórfico, foram consideradas algumas falhas), as envoltórias do mármore, comparando a de Mohr-Coulomb e Hoek-Brown apresentam maior diferenciação. As teorias empíricas assumem que existência de fissuras na rocha que agem como locais de concentração de tensões e facilitam o início das rupturas, por isso a menores tensões o critério de Hoek-Brown apresenta menores valores na envoltória de resistência.

### Bibliografia

- CHÁCARA, D. M. CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DO CRITÉRIO DE RUPTURA DE MOHR-COULOMB E O CRITÉRIO GENERALIZADO DE HOEK-BROWN. Monografia (graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Departamento de Engenharia de Minas. 2017.
- HOEK, E., BROWN, E.T. The Hoek-Brown failure criterion and GSI - 2018 edition. In: Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, v.11, p.445-463, 2019.
- SAIANG, D., GWYNN, X., MARSHALL, N. HOEK-BROWN VS. MOHR-COULOMB - RESULTS FROM A THREE-DIMENSIONAL OPENPIT/UNDERGROUND INTERACTION MODEL. SRK Consulting, 2014.