

## CLASSIFICAÇÃO GEOMECÂNICA SMR DOS TALUDES ROCHOSOS DA BR-471 NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE CANGUÇU – RS

LÉO VIEIRA<sup>1</sup>; PAOLA BRUNO ARAB<sup>2</sup>; CATARINA RODRIGUES DO AMARAL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – leo.vieira.14@aberdeen.ac.uk

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – paola.arab@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – catarina.amaral\_@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Os estudos de caracterização da estabilidade de taludes rochosos, tanto na construção civil quanto na mineração, são de notável relevância, uma vez que acidentes causados pela ruptura destes podem trazer consequências socioeconômicas e ambientais irreparáveis. Portanto, em obras de construção, manutenção ou ampliação de rodovias, em que a construção de taludes é imprescindível, faz-se necessária uma investigação geológico-geotécnica para a averiguação da estabilidade dos maciços nos trechos a serem trabalhados.

Vale lembrar que a ideia de taludes rochosos serem naturalmente resistentes por serem compostos de material sólido é equivocada. A competência de um talude vai além de sua composição. Há outros fatores importantes a serem considerados como, por exemplo, as estruturas geológicas, o estado e a redistribuição das tensões, as condições das águas subterrâneas, a geometria das escavações, a aceleração dinâmica devido ao desmonte com explosivos e as condições climáticas (STACEY, 1971). Quando esses fatores se somam, torna-se complexa a análise da estabilidade de taludes.

DUNCAN & CHRISTOPHER (2005) listam os cinco principais tipos de escorregamento em maciço rochoso, a saber: (i) ruptura planar, que ocorre ao longo de uma descontinuidade pré-existente no maciço; (ii) ruptura em cunha, produzida pelo deslizamento em cunha de um bloco originado pelo encontro de duas descontinuidades; (iii) ruptura por tombamento, quando as descontinuidades apresentam mergulho contrário à inclinação do talude e direção colateral a este; (iv) ruptura circular, que ocorre quando as descontinuidades não controlam o comportamento mecânico do maciço e, por fim (v) movimento de blocos rochosos, que podem ser do tipo queda de blocos, rolamento de blocos ou deslocamento.

São corriqueiras as notícias de interdição, bloqueios e acidentes causados por escorregamento em maciços rochosos no Rio Grande do Sul. Manchetes como “*Alagamentos e deslizamentos causam bloqueio em rodovias do RS*” (G1-RS, 2015) e “*BR-116, em Nova Petrópolis, volta a ser bloqueada; outras dez rodovias estão interditadas*” (NH, 2017) vem se repetindo ao longo dos anos no estado, indicando que estudos relacionados a essa temática são necessários.

A BR-471, uma das principais rodovias do Rio Grande do Sul, localizada na mesorregião do Sudeste Rio-grandense, possui importância ímpar por ligar as zonas agrícolas da microrregião de Pelotas – maior produtora de pêssego para a indústria de conserva do Brasil (IBGE, 2006) e grande produtora de arroz e soja – ao porto de Rio Grande, o quarto em movimentação de cargas no país (ANTAQ et al., 2016).

Acidentes como aqueles anteriormente citados, caso ocorressem ao longo da BR-471, causariam grandes danos sócio-econômicos. Felizmente, tais acidentes podem ser evitados a partir de uma análise criteriosa de estabilidade de

Neste contexto, uma das metodologias aplicadas a essa finalidade, e ainda pouco explorada em território nacional, são as classificações geomecânicas, que geram bases para formulações empíricas na elaboração de projetos de engenharia geotécnica. Uma das classificações geomecânicas que tem demonstrado melhores resultados em projetos de estabilização de taludes é a *Slope Mass Rating - SMR* (ROMANA, 1985), a qual é lograda a partir da *Rock Mass Rating - RMR* (BIENIAWSKI, 1973), uma classificação amplamente usada para obras de escavação subterrânea.

Os trabalhos de campo serão realizados no mês de setembro de 2018. Uma detalhada classificação geomecânica será realizada segundo as normas da ISRM (1981) e servirão de suporte para a classificação SMR. Para tal, como já descrito anteriormente, é necessário, primeiro, classificar o maciço segundo a RMR.

A RMR se baseia em cinco parâmetros: (i) a resistência do maciço rochoso ainda intacto, (ii) RQD, (iii) o espaçamento entre as descontinuidades, (iv) a condição das descontinuidades e (v) a circulação de água por entre as descontinuidades e/ou poros do maciço rochoso.

ROMANA (1985) adaptou a RMR adicionando fatores de ajuste que levam em consideração tanto a orientação relativa entre as fraturas e o talude bem como o método de escavação adotado. A relação entre ambas é dada pela equação a seguir:

$$SMR = RMR + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

em que F1 (varia entre 0,15 – 1) é a relação entre o paralelismo das fraturas e a direção do talude, F2 (varia entre 0,15 – 1) o ângulo de mergulho das fraturas no modo de rompimento planar, F3 (<0) a relação entre o mergulho das fraturas e do talude e F4 é um fator empírico relacionado ao método de escavação.

Os valores de SMR variam de 0, quando o talude é completamente instável, a 100, quando não há risco de rompimento do talude. Ainda segundo a avaliação dos valores de SMR obtidos, sugerem-se algumas obras (tabela 1) que tem por objetivo reforçar e estabilizar o talude.

**Tabela 1 – Obras de contenção sugerida de acordo com o SMR calculado. Fonte: Adaptado de ROMANA (1985)**

SMR →	0	10	15	20	30	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100
RETALUDAMENTO		ESCAVAÇÃO DE NOVO TALUDE														
DRENAGEM		DRENAGEM SUPERFICIAL OU PROFUNDA														
CONCRETAGEM			CONCRETO ARMADO, CONCRETO PROJETADO OU TALUDE ATIRANTADO													
REFROÇO				PARAFUSO ÂNCORA												
PROTEÇÃO						VALA E/OU REDE DE CONTENÇÃO										
SEM OBRAS											SEM REDIMENSIONAMENTO					

Portanto, serão descritas, ao longo de uma *scanline* (PRIEST & HUDSON, 1981), as feições geológicas das discontinuidades e da rocha intacta que compõem os taludes rochosos da região do município de Canguçu. A caracterização litológica das discontinuidades, padronizada pela ISRM (1978), é composta por dez parâmetros, a saber: a) orientação; b) espaçamento; c) persistência; d) rugosidade; e) resistência das paredes; f) abertura; g) preenchimento; h) condições de percolação; i) número de família; j) tamanho dos blocos. A coleta dos parâmetros será realizada em campo e o processamento destes, em escritório. Portanto, será calculado um SMR para cada família de discontinuidades contidas num determinado maciço rochoso e, a partir disso, serão escolhidos os valores de SMR mais representativos para cada seção de talude estudada.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Por meio dos trabalhos desta pesquisa de iniciação científica, espera-se que, com o auxílio do sistema de classificação geomecânica SMR, seja possível reunir informações confiáveis e concretas sobre os maciços rochosos (taludes da BR-471) a fim de sugerir (a) as obras de contenção mais indicadas ao tipo de maciço que for descrito e (b) as obras de manutenção que mais se adequam ao quesito custo-benefício de um projeto.

### **4. CONCLUSÕES**

Em lógica decorrência dos fatos narrados, fica claro que o estudo de um talude teoricamente instável é uma tarefa difícil e que demanda cautela nos trabalhos de campo, uma análise criteriosa e bom senso na engenharia, no intuito de entender a importância relativa dos diversos fatores de instabilidade que agem sobre o maciço rochoso.

### **5. AGRADECIMENTOS**

À FAPERGS pelo auxílio financeiro e institucional referentes ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PROBIC, Edital FAPERGS 05/2018.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários), FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo) e CIESP (Centro das Indústrias do Estado de São Paulo), 2016. **Anuário estatístico aquaviário**. p. 34.

BIENIAWSKI, Z. T. *Engineering classification of jointed rock masses*. **Transactions of South Africa Institute of Civil Engineers**. 1973. Vol. 15, p. 355-344.

DUNCAN, C. W., CHRISTOPHER, W. M. **Rock Slope Engineering: Civil and Mining**. 4ª Ed. USA e Canadá: Taylor & Francis e-Library, 2005.

G1-RS. VASCONCELLOS, H. **Alagamentos e deslizamentos causam bloqueio em rodovias do RS**. 08 out. 2015. Acessado em: 03 jul. 2018. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/10/alagamentos-e-deslizamentos-causam-bloqueios-de-rodovias-no-rs.html>.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). 2006. **Censo Agropecuário**. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação.

ISRM (INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS). *Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses*. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts**. 1978. Vol. 15, p. 319-368.

NH – JORNAL NOVO HAMBURGO. **BR – 116, em Nova Petrópolis, volta a ser bloqueada; outras dez rodovias estão interditadas**. 09 jun. 2017. Acessado em 03 jul. 2018. Disponível em: [https://www.jornalnh.com.br/\\_conteudo/2017/06/noticias/regiao/2124481-br-116-em-nova-petropolis-volta-a-ser-bloqueada-veja-lista-de-rodovias-interditadas.html](https://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2017/06/noticias/regiao/2124481-br-116-em-nova-petropolis-volta-a-ser-bloqueada-veja-lista-de-rodovias-interditadas.html).

PRIEST, S. D. & HUDSON, J. A. *Estimation of discontinuity spacing and trace length using scanline surveys*. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts**. 1981. Vol. 18, p. 183-197.

ROMANA, M. *New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes*. **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ROLE OF ROCK MECHANICS - ISRM**. 1985. Zacatecas, p. 49-53.

STACEY, T. R., 1970. *The stresses surrounding open-pit mine slopes*. Planning open pit mines. **JOHANNESBURG SYMPOSIUM**. Published by A. A. Balkema, Amsterdam, 1971, p. 199-207.