

## Método de Confiabilidade Estrutural Aplicado a Fatores de Segurança para Verificação Probabilística da Estabilidade de Barragens de Terra

Tereza R. Mafioleti\*, Anselmo Chaves Neto<sup>†</sup> e Josiele Patias<sup>‡</sup>

\* Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.  
e-mail: mafioleti@utfpr.edu.br

<sup>†</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Centro Politécnico, Curitiba, Paraná, Brasil.  
e-mail: anselmo@ufpr.br

<sup>‡</sup> Itaipu Binacional, Divisão de Engenharia Civil e Arquitetura, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.  
e-mail: jpatias@itaipu.gov.br

### RESUMO

Uma proposta para a avaliação probabilística da estabilidade de barragens de terra, com base no método de análise de confiabilidade estrutural *First Order Reliability Method* (FORM) [1-2] aplicada ao fator de segurança (FS), é apresentada. Abordagens probabilísticas diferem das determinísticas por considerarem a aleatoriedade de algumas variáveis [3]. Dentre os resultados da aplicação do método proposto estão o índice de confiabilidade estrutural estimado e a probabilidade de ruptura estimada da barragem. O FS de Janbu [4] e o FS de Bishop [5] foram escolhidos para descrever o desempenho estrutural da barragem na análise probabilística. Acessos ao aplicativo SLOPE/W<sup>®</sup> [7] foram realizados, para o cálculo do FS, durante as execuções do algoritmo. Foi sugerida uma alternativa conforme [6], para o uso de funções recursivas, no caso o FS, no algoritmo FORM. As informações de uma seção da barragem de terra da Usina Hidrelétrica de Itaipu foram usadas para validação do algoritmo proposto. A porção da barragem, que compreende a referida seção, mostrou-se em boas condições de segurança, visto que o índice de confiabilidade estimado e a probabilidade de ruptura estimada estão em intervalos de valores considerados seguros pela literatura. O bom funcionamento do método de análise probabilística de estabilidade proposto foi comprovado.

### REFERÊNCIAS

- [1] A. H. S. Ang and W. H. Tang, *Probability Concepts in Engineering Planning and Design, Decision, Risk and Reliability*, John Wiley & Sons, Vol. II, (1984).
- [2] R. E. Melchers, *Structural Reliability: Analysis and Predictions*, John Wiley & Sons, (1987).
- [3] H. El-Ramly, N. R. Morgenstern and D.M. Cruden, “Probabilistic slope stability analysis for practice”, *Canadian Geotechnical Journal*, **39** (3), 665-683, (2002).
- [4] N. Janbu, “Slope Stability Computations”, In: Hirschfield R. C. and Poulos S. J., *Embankment-Dam Engineering*, John Wiley, (1973).
- [5] A. Bishop, “The use of the slip circle in the stability analysis of slopes”, *Geotechnique*, **5** (1), 7-17, (1955).
- [6] Y. Su, X. Li and Z Xie, “Probabilistic evaluation for the implicit limit-state function stability of a highway tunnel in China”, *Tunnelling and Underground Space Technology*, **26** (12), 422-434, (2010).
- [7] GEO-SLOPE International Ltd, *Stability Modeling with SLOPE/W 2007 Version*, GEO-SLOPE International Ltd, Third Edition, (2008).