

## AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DE MACIÇO HOMOGÊNEO POR ABORDAGEM ISOSTÁTICA

ALAN FELIPE GONÇALVES DOS SANTOS<sup>1</sup>; MARIVAN DA SILVA PINHO<sup>2</sup>;  
TONISMAR DOS SANTOS PEREIRA<sup>3</sup>; LEANDRO SANZI AQUINO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – alanfgds@hotmail.com*

<sup>2</sup> *Universidade Federal de Pelotas – marivan.silva.pinho@ufpel.edu.br*

<sup>3</sup> *Universidade Federal de Pelotas – tonismar.pereira@ufpel.edu.br*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – aquino.leandro@ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Com o constante aumento da população mundial e a crescente demanda por produção e desenvolvimento, torna-se fundamental garantir uma gestão eficiente dos recursos hídricos. Para atingir esse objetivo, é essencial que sejam adotadas medidas de fiscalização e regularização do uso e armazenamento da água em geral, especialmente no âmbito da produção agrícola sustentável.

O uso dessas reservas de água está ligado ao tipo de produção e a quantidade consumida, estes fatores condicionam as características estruturais do armazenamento, pois estipulam uma capacidade mínima para ser armazenada. Para suprir essas necessidades são feitos estudos para avaliar a viabilidade de construção e principalmente a estabilidade dos maciços de terra construídos para reservatórios em fins agrícolas.

A construção de barragens de terra tem ganhado cada vez mais destaque devido ao seu impacto social, econômico e ambiental. Em virtude disso, o estudo da estabilidade se torna um item crucial dentro do escopo do projeto de barragens, dessa forma é fundamental obter o coeficiente de segurança associado a uma estrutura confiável.

O presente estudo tem como objetivo a aplicação de um método desenvolvido para análise de estabilidade de maciço de terra homogêneo, segundo uma abordagem isostática da estrutura.

### 2. METODOLOGIA

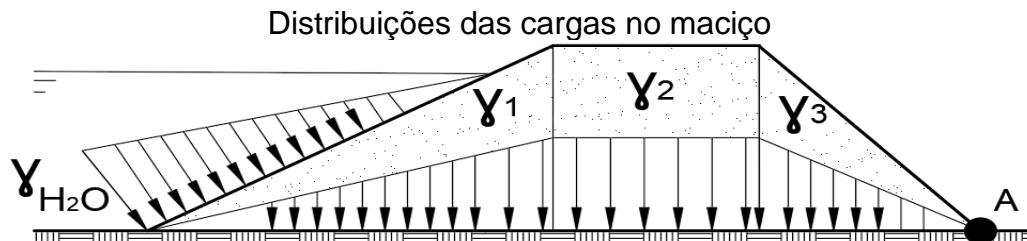
Para a determinação do coeficiente de segurança associado a estrutura pelo método desenvolvido foi necessário a pesquisa e adequação dos procedimentos de avaliação que já existem, estes específicos para análise de taludes. Um dos métodos é chamado de Bishop simplificado (1995) este considera, um fator de segurança que está relacionado com uma superfície, a qual representa a linha de deslizamento da massa do talude. Após a aplicação do método Bishop simplificado é necessário comparar com os seguintes critérios  $FS < 1$  risco instabilidade;  $FS = 1$  iminência de instabilidade;  $FS > 1$  estável.

O método estipula uma superfície circular crítica a partir do cálculo do fator de segurança (FS) associado a ela, e dessa forma determina a probabilidade relativa de um deslizamento do talude. Para a determinação da superfície circular adota-se a seguinte relação da atuação dos esforços dentro do talude e a margem da superfície.

$$FS = \frac{\tau(res)}{\tau(mob)}$$

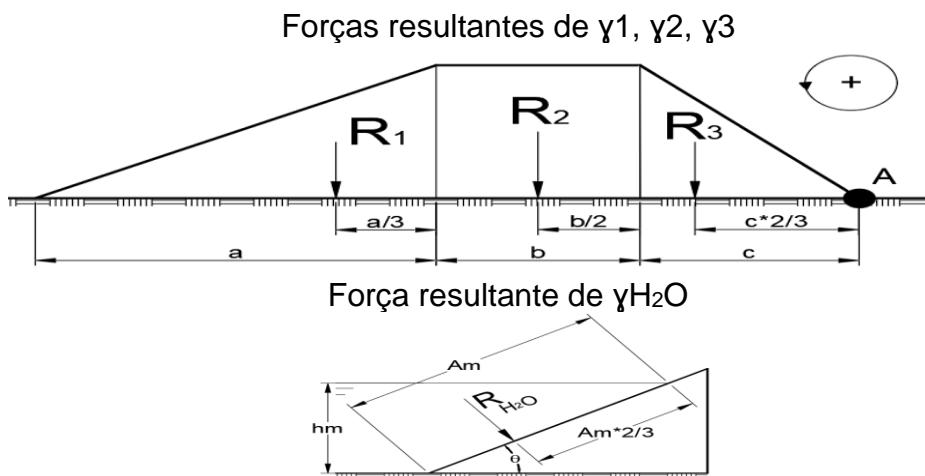
Onde os esforços com ação estabilizante são  $\tau(\text{res})$  e os mobilizantes  $\tau(\text{mob})$ . De modo análogo o método proposto tem a mesma consideração da relação dos esforços presentes na estrutura.

Para o desenvolvimento do método proposto adotou-se o seguinte embasamento de distribuição de esforços:



O modelo apresentado considera a ação do volume de água armazenado, o peso específico de cada parcela do maciço e o referencial de cálculo no ponto A. Adotando o sentido anti-horário como positivo, o sentido horário como negativo e a distância das forças resultantes aos eixos X e Y em A, se estabelece o critério de classificação das forças resultantes dos elementos  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$  e  $\gamma_{H2O}$ . Pela presença de água acumulada montante do maciço ocorre a força de subpressão ( $\gamma_{\text{sub}}$ ) distribuída ao longo de toda a base da estrutura, visto que a componente  $\gamma_{H2O}$  não tem sentido paralelo ou perpendicular aos eixos no ponto A é necessária sua decomposição nos sentidos X e Y.

Para todos os elementos  $\gamma$  são calculadas as resultantes pontuais relativas a cada esforço, seguindo por norma a relação para forças distribuídas inclinadas que se concentram a  $2/3$  do menor valor e para as forças distribuídas constantes no meio do comprimento. Tendo como resultado os seguintes diagramas:



Para determinação de FS pelo método proposto segundo a consideração dos esforços  $\tau(\text{res})$  e  $\tau(\text{mob})$  tem-se:

$$\tau(\text{mob}) = |MRxH_2O + MR_{\text{sub}}|$$

$$\tau(\text{res}) = MR1 + MR2 + MR3 + MRyH_2O$$

A equações consideram somente o perfil maior do maciço e são por definição por metro linear, os elementos  $MR1$ ,  $MR2$ ,  $MR3$ ,  $MRyH_2O$ ,  $MR_{\text{sub}}$  e  $MRxH_2O$  são dados pelo produto das dimensões de distribuição das forças pelo valor respectivo de peso específico.

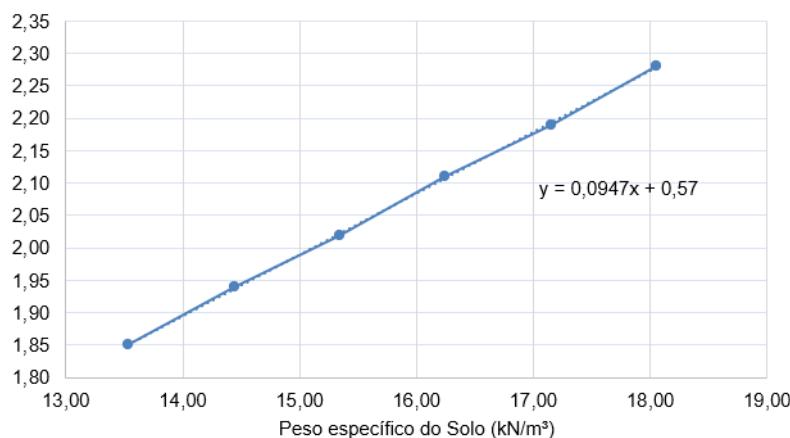
Foram adotadas 3 classes de solo para aplicação do método proposto sendo elas GC, CL e CH, cascalho argiloso com areia, argilas magras e argilas gordas respectivamente. Para a análise do comportamento de FS foi reduzido em 5%, 10%, 15%, 20% e 25% o peso específico do solo e manteve-se fixa as inclinações a montante e jusante assim como a altura total e largura de folga, distância entre a maior altura de água e o topo do maciço. Os valores de inclinação montante:jusante são 2,5:2, 3:2,5 e 3,5:2,5 para GC, CL e CH respectivamente segundo as recomendações dos autores COSTA & LANÇA (2001). O peso específico de cada classe de solo foram 18,05, 16,97 e 14,72 em  $\text{kN.m}^{-3}$  segundo PEREIRA (2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada classificação de solo foi gerado um gráfico que relaciona o peso específico com o fator de segurança associado segundo o método proposto e estima uma equação  $y = ax + b$  aproximada do comportamento.

Para o Solo GC obteve-se os seguintes resultados de FS:

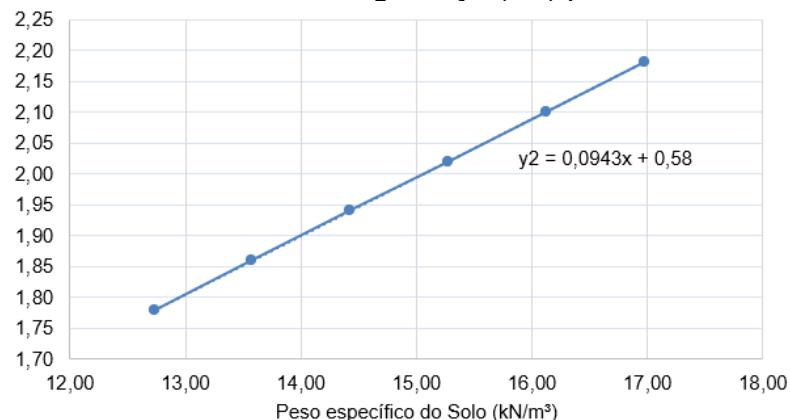
Fator de Segurança (FS) para GC



Os resultados apresentaram um comportamento linear que deu origem a equação y aproximada, que descreve a diminuição característica de FS para classe de solo GC.

Para o Solo de classe CL obteve-se os seguintes resultados de FS:

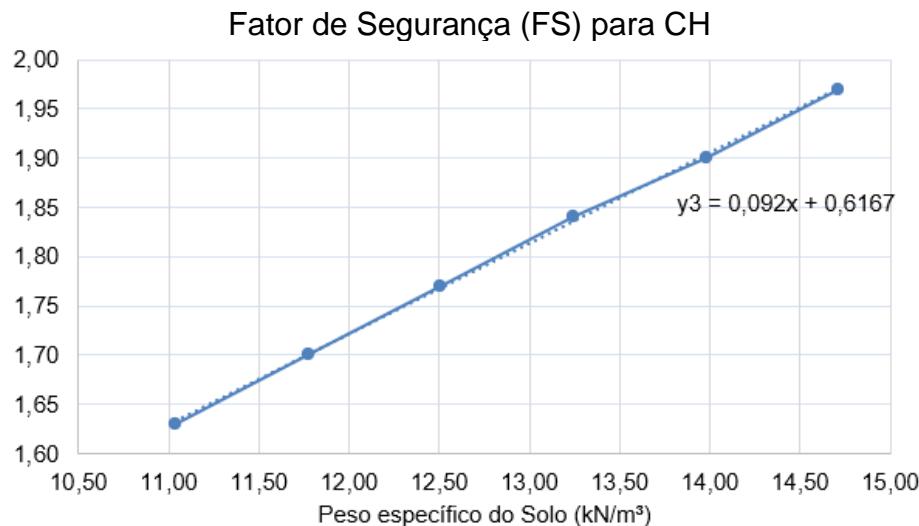
Fator de Segurança (FS) para CL





Do mesmo modo obteve-se para CL os valores de FS com redução linear descrita, aproximadamente, por  $y_2$  característicos.

Para o Solo de classe CH obteve-se os seguintes resultados de FS:



Por fim obteve-se a equação de  $y_3$  relativo ao solo CH, observou-se que  $y_1$  e  $y_2$  possuem os valores dos coeficientes  $a$  e  $b$  bastante semelhantes contudo,  $y_3$  tem uma considerável variação destes valores.

#### 4. CONCLUSÕES

O método proposto embasado nas considerações do método de Bishop Simplificado conseguiu determinar valores de FS dentro de intervalos avaliáveis segundo os critérios adotados.

Os coeficientes da equação  $y$  gerados pelo método tem um grande potencial avaliativo dos maciços sendo que estes estão associados com o tipo de solo.

O método ainda está em desenvolvimento e pode apresentar grande incompatibilidade com resultado de situações reais, tendo em vista isso uma verificação para a adição de coeficientes nas equações de grande importância.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, T.; LANÇA, R. Universidade do Algarve. Núcleo de hidráulica e ambiente. Barragens. Faro, 2001.

PEREIRA, Tonismar dos Santos et al. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de análise de estabilidade de taludes em barragens de terra. 2013.