

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/320811846>

Análise de Resultados de Instrumentação de Monitoramento de Encosta Natural em Caso Coroa Grande – RJ

Conference Paper · November 2017

CITATIONS

0

READS

14

4 authors:



[Marcos Fábio Porto de Aguiar](#)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tec...

78 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

SEE PROFILE



[Giullia Carolina de Melo Mendes](#)

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



[Samuel Castro Prado](#)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tec...

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



[Francisco Heber Lacerda de Oliveira](#)

Universidade Federal do Ceará

65 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS À AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS E AEROPORTUÁRIOS [View project](#)

Análise de Resultados de Instrumentação de Monitoramento de Encosta Natural em Caso Coroa Grande – RJ

Marcos Fábio Porto de Aguiar

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, Brasil,
marcosfpa@hotmail.com

Giullia Carolina de Melo Mendes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, Brasil,
giucmendes@gmail.com

Samuel Castro Prado

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, Brasil,
samuelcastroprado@hotmail.com

Francisco Heber Lacerda de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, Brasil,
samuelcastroprado@hotmail.com

RESUMO: O presente trabalho visa apresentar estudo de movimentos em encostas naturais no sudeste brasileiro com análise de resultados obtidos por instrumentação, em um período de quatro anos, em encosta da Serra do Mar, região de Coroa Grande, Itaguaí-RJ. Foi realizada pesquisa de informações geológico-geotécnicas na área de estudo, assim como relatórios de instrumentação geotécnica de monitoramento e dados pluviométricos com análise dos resultados considerando o referencial teórico e estudos atuais. A instrumentação foi composta por inclinômetros, piezômetros tipo Casagrande e medidor de nível d'água. Os resultados obtidos foram comparados com dados de precipitação, coletados por meio de consultas aos órgãos competentes. Durante esse período, pôde-se observar que a superfície crítica ou de cisalhamento configurou-se na superfície de contato do colúvio com o solo residual, com profundidade variando entre 4,5m e 5,0m. De acordo com os resultados apresentados no medidor de nível d' água, a variação máxima do nível freático foi de 0,57m e a superfície de cisalhamento localiza-se em solo saturado, mesmo no período seco. O estudo de velocidade de deslocamento, no período de monitoramento, comprovou que o movimento ocorrido na região estudada varia de muito lento a extremamente lento, verificando-se variações de velocidade de deslocamento horizontal, que para este caso de estudo, são influenciadas pelo regime de chuva. Apesar das variações horizontais verificadas, a disposição dos gráficos que relacionam velocidade de deslocamento e tempo, não indicou tendências à ruptura por fluência, mesmo apresentando acelerações das velocidades de deslocamento nas estações chuvosas. O movimento observado, nesse caso de estudo é, considerando sua pior situação, de baixo poder destrutivo. Tendo em vista as análises realizadas, pode-se concluir que a instrumentação precedida da adequada investigação do subsolo em encostas é de grande importância para a ocupação ou utilização racional destas áreas para diversas finalidades, podendo assim prever possíveis catástrofes e, dessa forma, evitá-las.

PALAVRAS-CHAVE: Movimentação em encostas naturais, Instrumentação de monitoramento, Estabilidade de encostas.

1 INTRODUÇÃO

Com a identificação de construções em encostas e proximidades, como residências, vias, dutos e demais equipamentos de infraestrutura, torna-se relevante estudos relacionados com a movimentação de encostas naturais. Além da verificação e monitoramento da dinâmica das áreas de encostas, é fundamental o estudo de sua constituição, bem como a investigação do subsolo e do comportamento das águas subterrâneas e precipitações, fatores que interferem na estabilidade dos maciços terrosos e rochosos.

Tendo como objetivo a região Sudeste, especificamente a faixa litorânea do Estado do Rio de Janeiro, o presente trabalho propõe-se a mostrar, através de um estudo de caso, a análise de resultados obtidos em 3 anos de instrumentação instalada em encosta na Serra do Mar, em Coroa Grande, Município de Itaguaí no Estado do Rio de Janeiro.

2 ENCOSTAS NATURAIS

As encostas naturais caracterizam-se por superfícies inclinadas que unem áreas de diferentes altitudes. De acordo com sua formação geológica e inclinação, as encostas comportam-se de maneiras diferentes no decorrer do tempo quando sujeitas a interferências externas, como a ação da água, por exemplo. Para o caso da região Sudeste do Brasil, verifica-se geralmente, nas encostas, um perfil composto na superfície por solo residual, nas camadas mais profundas por rocha e, em muitas situações, identifica-se presença de colúvio e talus (GUIDICINI E NIEBLE, 1983).

2.1 Ruptura de Solos Residuais e Coluvionares

Na maioria dos casos envolvendo deslizamentos de encostas em solos residuais, a ruptura ocorre de forma brusca, ao contrário do que ocorre nos colúvios saturados. Em consequência disso, muitos acidentes são registrados no Brasil em encostas de solos residuais (VARGAS, 1999). Isso é consequência do comportamento tensão x deformação destes solos. Para condições de

tensões no campo, esses materiais alcançam a resistência máxima para pequenas deformações (comportamento frágil), com súbita redução após este pico. Nos solos coluvionares, a condição de ruptura é alcançada após grandes deformações (comportamento plástico), o que explica os grandes movimentos que se observa nos colúvios antes de ocorrer um deslizamento de grandes proporções (SOUZA NETO *et al.*, 2001).

2.2 Movimentação de Encostas

Na literatura especializada, existem numerosas classificações dos deslizamentos de terra, seguindo critérios variados. Destas, a de maior clareza e objetividade, de acordo com Brunsten e Prior (1984), é a classificação de deslizamentos apresentada por Varnes (1978), cujo critério enfatiza o tipo do movimento e o tipo do material (solo ou rocha). Os movimentos podem ser: queda, tombamento, escorregamento ou deslizamento, espelhamento, corrida, fluência e rastejo.

De acordo com Terzaghi (1950), são duas as formas de desencadear movimentos em encostas: causas externas e causas internas. As causas externas resultam no crescimento das tensões de cisalhamento. Estas tensões crescem ao longo da superfície de ruptura até o momento de sua ocorrência. Já as causas internas resultam na diminuição da resistência do material. Além destas, pode existir também um grupo intermediário, com a combinação das duas causas anteriores.

2.3 Métodos de Estabilização de Encostas

Existem diversos métodos que contribuem para estabilização ou melhoria da segurança de encostas, sendo estes utilizados para minimizar ou neutralizar os efeitos dos mecanismos de instabilização. Os métodos de estabilização são classificados resumidamente como sendo: modificação da geometria do talude, drenagem, estruturas de contenção e reforço interno.

2.4 Velocidade de Movimento

A Figura 1 apresenta uma escala modificada de classes de velocidades de movimentos de massas

proposta, inicialmente, por Varnes (1978). Uma interpretação foi realizada através da analogia de Morgenstern (1985) com a escala de intensidade de terremoto de Mercalli.

Classe de velocidade	Descrição	Velocidade (mm/seg)	Velocidade típica
7	Extremamente rápido	5×10^3	5 m/seg
6	Muito rápido	5×10^1	3 m/min
5	Rápido	5×10^{-1}	1,8 m/h
4	Moderado	5×10^{-3}	13 m/mês
3	Lento	5×10^{-5}	1,6 m/ano
2	Muito lento	5×10^{-7}	16 mm/ano
1	Extremamente lento		

Figura 1. Escala de movimento de massa modificada de Cruden e Varnes (1996) *apud* Lacerda (2003).

Para o caso específico de escorregamentos, sabe-se que corridas de detritos rápidas e pequenas podem causar grande destruição quando comparada com grandes movimentos de massa com velocidades moderadas. Isso leva a conclusão que a medida do risco de um escorregamento deve incluir área atingida e velocidade.

Um parâmetro difícil de medir em escorregamentos sem instrumentação adequada é a distorção interna da massa deslocada, sendo este de grande importância, pois as estruturas sobre massa em movimento, geralmente são danificadas em proporção com as distorções internas em suas fundações.

3 FLUÊNCIA – “CREEP”

A fluência é, segundo Terzaghi (1936), um movimento contínuo e imperceptível que ocorre com velocidade média menor que um pé por década, isto é, em torno 10^{-6} mm/seg. Velocidades de movimentos ainda mais baixas podem ser identificadas através de instrumentação adequada (KOSTAK E CRUDEN, 1990).

3.1 Aspectos do Comportamento de Encostas na Fluência

Vários pesquisadores trataram da fluência em solos relacionando com movimento em encostas, dentre eles: Saito e Uezawa (1961), Saito (1965, 69, 80), Saito e Yamada (1973) e Kawamura (1985). Estes estudos foram desenvolvidos para previsão do tempo de ruptura por fluência. A Figura 2 relaciona graficamente as tensões normais efetivas e cisalhantes, mostrando três diferentes áreas nas quais os estados de tensões de um talude podem se situar, assim como obteve Suklje (1969) de ensaios triaxiais.

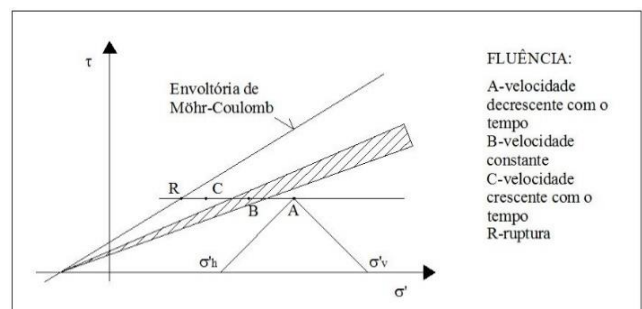


Figura 2. Esquema das faixas características de fluência como observado nos ensaios triaxiais (SUKLJE, 1969).

Na região inferior, a velocidade de deformação por fluência decresce com o tempo, e o talude é estável; na região média, a velocidade de deformação por fluência é constante e a massa de solo movimentada continuamente; na região superior, a velocidade de deformação por fluência cresce com o tempo e o talude pode romper.

Observa-se na Figura 3 que, ao relacionar-se deformação com tempo, estas desenvolvem-se, no gráfico, podendo ser caracterizadas em três estágios: fluência primária, fluência secundária e fluência terciária. O primeiro estágio ou de fluência primária, corresponde ao trecho da curva onde a velocidade de deformação tende a diminuir ou até mesmo tornar-se nula com o tempo. O segundo estágio ou de fluência secundária corresponde a um trecho aproximadamente linear com inclinação constante. O terceiro e último estágio ou de fluência terciária caracteriza-se por apresentar deformações crescentes de forma exponencial até a ruptura.

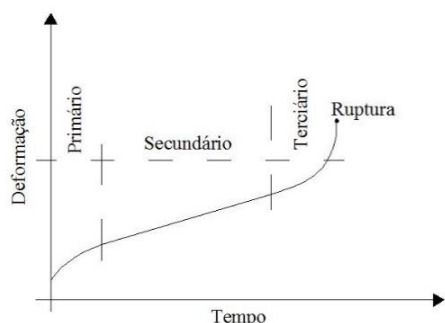


Figura 3. Estágios da fluência (GUIMARÃES E SPADA,1997).

De acordo com Guimarães e Spada (1997), três métodos de Saito (1961, 69 e 80) podem ser citados, pois são tidos como referência no assunto, tendo sido desenvolvidos a partir de ensaios de fluência realizados em solos de várias partes do mundo e considerando dados de rupturas por escorregamento ocorridos em ferrovias japonesas. Saito e Uezawa (1961) apresentaram resultados de ensaios de fluência em gráfico, em que o tempo até a ruptura por fluência foi traçado em escala logarítmica, com a velocidade de deformação também em escala logarítmica. No gráfico, os resultados dos ensaios localizavam-se em um trecho aproximadamente retilíneo, podendo-se obter, então, a equação a seguir:

$$\log t_r = c - m \cdot \log \varepsilon \quad (1)$$

Sendo, t_r : tempo até a ruptura; C, m: constantes; ε : velocidade de deformação.

A partir de dados disponíveis, a equação 1 foi reescrita, como segue:

$$\log t_r = 2,33 - 0,916 \cdot \log \varepsilon \quad (2)$$

Sendo, t_r dado em minutos e ε dado em 10^{-4} por minuto.

Em 1969, Saito melhorou seu método e apresentou um novo modelo partindo da equação 2. O primeiro método é válido somente para a fluência secundária e com a nova proposta, o tempo transcorrido até a ruptura pode ser determinado considerando também o terceiro estágio de fluência da curva $\varepsilon \times t$. Saito chegou, então, à expressão abaixo:

$$\Delta l = l_0 a \cdot \log \frac{t_r - t_0}{t_r - t} \quad (3)$$

Sendo, Δl : deslocamento; $l_0 a$: constante; t_0 : tempo em que $\varepsilon = 0$; t_r : tempo de ruptura por fluência; $(t_r - t)$: tempo restante para ruptura. Essa equação permite a utilização de medidas de deslocamento e não de deformação.

Devido ao fato de que esta solução contém três constantes que precisam ser conhecidas; $l_0 a$, t_r e t_0 , o autor apresentou processos gráficos que resolvem essa indeterminação. O segundo e o terceiro método de Saito (1969 e 80) propõem, a partir da equação 3, métodos gráficos, que relacionam deformação e tempo, para obtenção do tempo restante para ruptura por fluência em encostas. Nos exemplos de utilização dos métodos em casos reais, estes apresentaram razoável acurácia (VIEIRA, 1997).

4 INVESTIGAÇÃO DE ÁREA DE ENCOSTA EM MOVIMENTO

Devido à complexidade de fenômenos envolvidos, a compreensão do comportamento de uma encosta natural em movimento exige uma criteriosa investigação do caso, que pode envolver, dependendo da situação, trabalhos de campo e de laboratório durante muito tempo.

De acordo com Johnson e DeGraff (1988), é de grande importância a correta formulação da investigação, que envolve dois componentes básicos: identificação da questão, isto é, uma clara definição do propósito da investigação, e definição dos aspectos da investigação, como extensão, área, profundidade e duração.

5 INSTRUMENTAÇÃO DE ENCOSTA

De uma forma geral, a instrumentação de obras e áreas de risco significa sistematizar as observações sobre o comportamento das mesmas sendo uma prática de grande importância (GUIDICINI E NIEBLE, 1983). Para o caso de encostas naturais, a maioria da instrumentação existente se baseia no controle de movimentação. As medidas de deformação são relacionadas com o tempo e lançadas em

gráficos.

5.1 Inclínômetro

O inclinômetro é um medidor de inclinação composto de haste cilíndrica (torpedo), cabo do torpedo, unidade de leitura e tubo flexível (Figura 4). A medida da inclinação do tubo em intervalos constantes possibilita a obtenção dos deslocamentos horizontais.

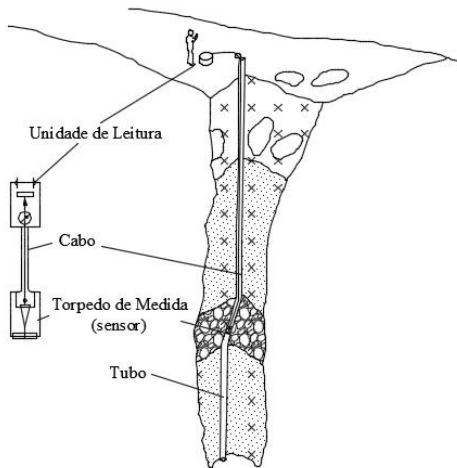


Figura 4. Esquema de utilização e componentes do inclinômetro removível (SCHULTZE E MUHS, 1967).

Um dado importante obtido através dos resultados do inclinômetro é a distorção. Segundo Oliveira (1999) a distorção é dada por:

$$Distor(\%) = 1000\% \cdot \arctg\left(\frac{\delta_{h1} - \delta_{h2}}{z_1 - z_2}\right) \quad (4)$$

Onde, δ_{h1} e δ_{h2} são os deslocamentos horizontais nas profundidades z_1 e z_2 , respectivamente.

A partir da determinação da distância horizontal (deflex), distorção (distor) e resultante (result) para cada ponto da profundidade total medido no tubo do inclinômetro, faz-se uma representação gráfica. Com a representação dos vários valores de deslocamento dos eixos “A” e “B”, em épocas diferentes a uma determinada profundidade, obtém-se o sentido da movimentação ocorrida no período.

5.2 Piezômetro Casagrande

Os piezômetros medem carga piezométrica nas cotas de instalação, sendo o piezômetro tipo

Casagrande o mais simples e mais utilizado, composto de um tubo, o qual em sua extremidade inferior possui um elemento cerâmico ou de plástico poroso, podendo este elemento ser substituído por furos no próprio tubo do piezômetro. O tubo é colocado no solo até a profundidade onde se pretende obter a poro-pressão. Na Figura 5 encontra-se o esquema gráfico do instrumento (BRUNSDEN E PRIOR, 1984).

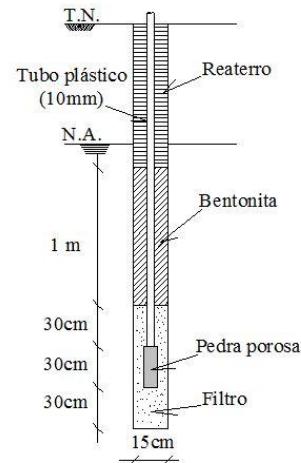


Figura 5. Esquema do piezômetro tipo Casagrande (TURNER E SCHUSTER, 1996).

5.3 Medidor de Nível de Água

Os indicadores ou medidores de nível d’água medem a posição da superfície do lençol freático, sendo compostos de tubo contendo furos, que deve ser colocado em perfuração no solo e envolvido em material de filtro (Figura 6).

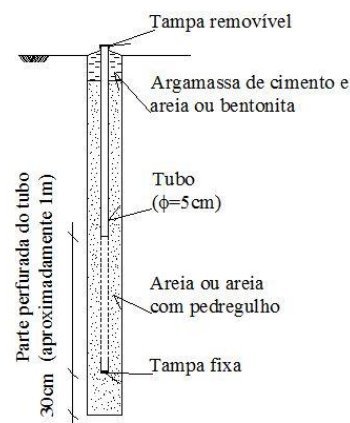


Figura 6. Esquema do medidor de nível d’água (AGUIAR, 2008).

6 INSTRUMENTAÇÃO DE ENCOSTA – CASO COROA GRANDE - RJ

Apresenta-se, a seguir, um exemplo com dados obtidos através de instrumentação com 2 (dois) inclinômetros, 1 (um) piezômetro e 1 (um) medidor de nível d'água de encosta na Serra do Mar, no município de Itaguaí no Estado do Rio de Janeiro. A região de encosta estudada e a área instrumentada encontram-se na Figura 7. O período de monitoramento é de 1988 a 1991.

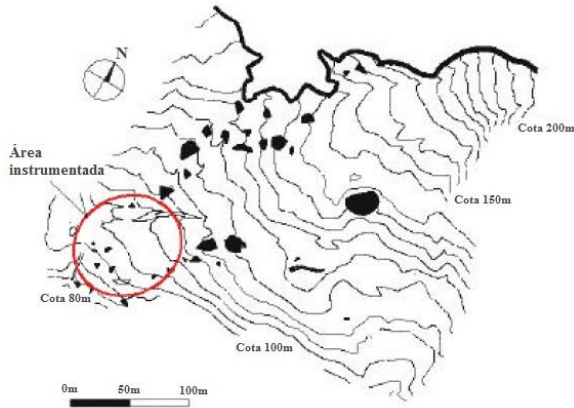


Figura 7. Região de estudo com indicação da área instrumentada.

Na Tabela 1, encontra-se a instrumentação utilizada em cada período de monitoramento.

Tabela1: Instrumentação.

Instrumento	Período
Inclinômetro SI-6	Junho 1988 a junho de 1991
Inclinômetro SI-8	Junho 1988 a abril de 1991
Piezômetro PZ-1	Junho de 1988 a maio 1991
Medidor de nível d'água MNA-4	Junho de 1988 a janeiro 1990

A Figura 8 mostra o perfil geotécnico da área instrumentada com a indicação da instrumentação por inclinômetros (SI-6 e SI-8), piezômetro (PZ-1) e medidor de nível d'água

(MNA-4).

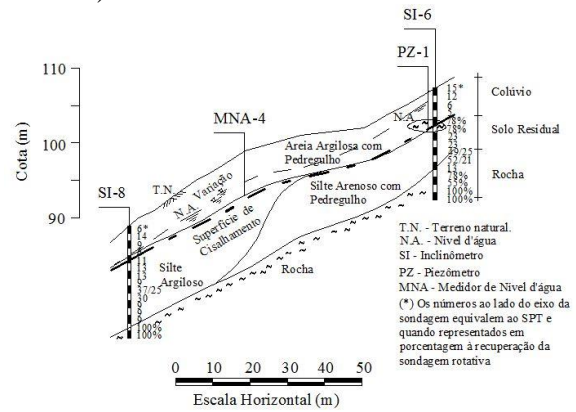


Figura 8. Perfil da região instrumentada com a indicação de nível freático e superfície de cisalhamento.

A figura 9 apresenta os resultados obtidos no inclinômetro SI-6.

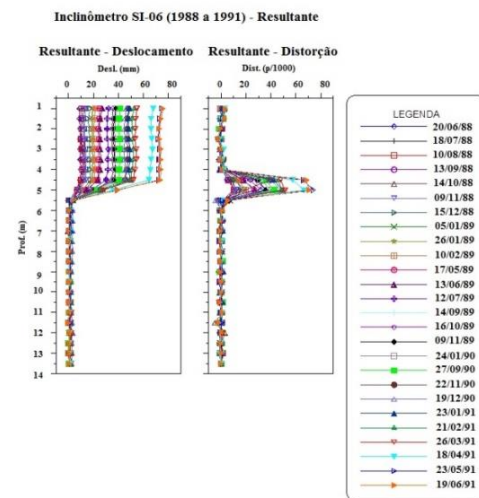


Figura 9. Representação gráfica dos deslocamentos da resultante no inclinômetro SI-6.

As velocidades de deslocamento, identificadas no inclinômetro SI-6, em relação ao tempo de instrumentação encontra-se na Figura 10.

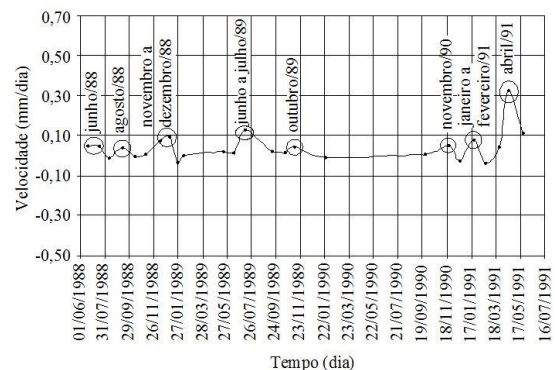


Figura 10. Velocidade de deslocamento com o tempo no inclinômetro SI-6.

São apresentadas, a seguir, as Figuras 11 a 13, com os valores de cargas piezométricas, nível d'água e precipitações (estações de Santa Cruz e Mandanha de acordo com SERLA-RJ), identificando-se os valores de pico.

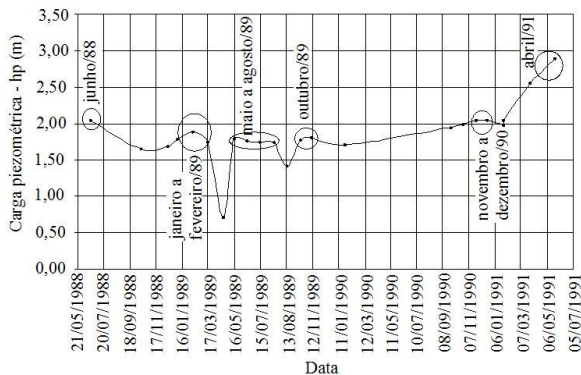


Figura 11. Picos de carga piezométrica de junho de 1988 a junho de 1991.

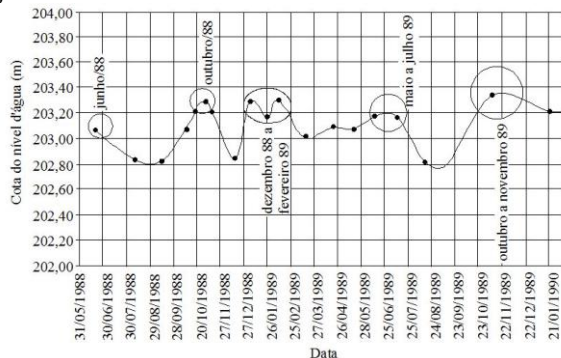


Figura 12. Picos do nível freático de junho de 1988 a janeiro de 1990.

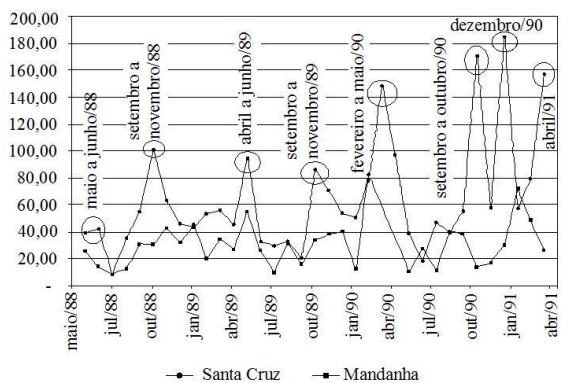


Figura 13. Precipitações nas estações de Santa Cruz e Mandanha (SERLA-RJ).

6.1 Resultados

De acordo com os resultados da instrumentação na região, em todo o período de monitoramento, pôde-se observar que a superfície crítica ou de cisalhamento configurou-se na superfície de contato do colúvio com o solo residual, com

profundidade variando de 4,5m a 5,0m. De acordo com os resultados observados no medidor de nível d'água, no período de estudo, a variação máxima do nível freático foi de 0,57m e a superfície de cisalhamento localiza-se em solo saturado, mesmo no período seco. Os valores de cargas piezométricas e nível d'água elevam-se com o aumento dos valores de precipitações. O estudo da velocidade de deslocamento comprovou que o movimento ocorrido na região estudada varia de muito lento a extremamente lento (CRUDEN E VARNES, 1996).

Analisando-se individualmente cada intervalo entre medições, observa-se, mesmo na pior situação, que a movimentação da massa de solo é por fluência (TERZAGHI, 1950), porém, considerando o período completo de observação, verificou-se variações de velocidade de deslocamento horizontal, que de acordo com os resultados, são influenciadas pelo regime de chuvas. Isto indica, de acordo com Lacerda (2003), que a massa de solo movimenta-se por rastejo. A direção da tendência de movimento com a direção do eixo "A" é de 80° para o inclinômetro SI-6 e de 58° para o inclinômetro SI-8.

7 CONCLUSÕES

O período de monitoramento da encosta, estudado neste trabalho, foi de junho de 1988 a junho de 1991. O movimento observado no caso mostrado é, considerando sua pior situação, de baixo poder destrutivo. Algumas estruturas permanentes podem ficar intactas durante o movimento. Casos comprovados mostram situações com movimentos na mesma faixa de velocidade e sem danos significativos.

Identificou-se uma influência, com relação direta, da quantidade de chuva nas cargas piezométricas, assim como na velocidade de deslocamento. Como se observa, a instrumentação precedida de adequada investigação do subsolo em encostas é de grande importância, contribuindo para a segurança em situações de ocupação ou utilização racional destas áreas para diversas finalidades. Com as informações, pode-se inclusive, prever-se uma possível catástrofe, que em diversas situações

poderiam ter sido evitadas.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa do autor 2.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, M. F. P. (2008). Estudo da Estabilidade de um Colúvio na Serra do Mar por Elementos Finitos. *Tese de Doutorado. COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.*
- Brunsdn, D.; Prior, C. B. (1984). Slope instability. *Wiltshire: John Wiley & Sons.* 619 p.
- Guidicini, G.; Nieble, C. M (1983). Estabilidade de taludes e de escavação. São Paulo: *Edgard Blücher.* 194 p.
- Guimarães, R. B.; Spada, J. L. G. (1997). Creep and prediction of slides in soils. *In: PAN-AM. SYMP. LANDSLIDES, 2 / COBRAE, 2., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS, 1997.* p. 353-362.
- Johnson, R. B.; Degraff, J. V. (1988). Principles of engineering geology. *New York: John Wiley and Sons.* 497 p.
- Kawamura, K. (1985). Methodology for landslide prediction. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 11., São Francisco. Proceedings... São Francisco.* v. 3, p. 1155- 1158.
- Kostak, B.; Cruden, D. M. (1990). The Moiré crack gauges on the crown of the frank slide. *Canadian Geotechnical Journal,* v. 27, n. 6, p. 835-840.
- Lacerda, W. A. (2003) Notas de aula da disciplina Estabilidade de Taludes – COC-741. *Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ,* 13 p.
- Morgenstern, N. R. (1985). Geotechnical aspects of environmental control. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 11. Rotterdam. Proceedings... Rotterdam: A. A. Balkema.* v. 1, p. 155-185.
- Oliveira, J. R. M. S. (1999). Controle de estabilidade em aterros sobre solos moles. *Tese (Mestrado em Engenharia Civil)-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,* 204 f.
- Saito, M. (1965). Forecasting the time of occurrence of a slope failure. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 6., Montreal. Proceedings... Montreal: ISSMGE.* v. 2, p. 537-541.
- Saito, M. (1969). Forecasting time of slope failure by tertiary creep. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 7., Mexico. Proceedings... Mexico: ISSMGE.* v. 2, p. 677-683.
- Saito, M. (1980). Semi logarithmic representation for forecasting slope failure. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES, New Delhi. Proceedings... New Delhi: ISSMGE.* v. 1, p. 321-324.
- Saito, M.; Uezawa, H. (1961). Failure of soils due to creep. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 5., Paris. Proceedings... Paris: ISSMGE.* v. 1, p. 315-318.
- Saito, M.; Yamada, G. (1973). Forecasting and results in the case of landslide at akabayama. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 8., Moscou. Proceedings... Moscou: ISSMGE.* v. 3, p. 325-327.
- Schultze, E.; Muhs, H. (1967). Bodenuntersuchungen für ingenieurbauten. *Berlin: Springer-Verlag.* 722 p.
- Superintendência Estadual de Rios e Lagoas do Rio de Janeiro (SERLA-RJ). Dados pluviométricos das estações de Mendanha no período de 1976 a 2000, e Santa Cruz no período de 1976 a 1993. *Rio de Janeiro.*
- Souza Neto, J. B.; Lacerda, W. A.; Coutinho, R. Q. (2001). Variabilidade nos parâmetros geotécnicos de alguns solos residuais brasileiros. *In: COBRAE, 3., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS.* p. 305-315.
- Suklje, L. (1969). Rheological aspects of soil mechanics. *New York: Wiley Interscience.* 571 p.
- Terzaghi, K. (1936). The shearing resistance of saturated soils and the angle between the planes of shear. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 1., Cambridge. Proceedings... Cambridge: ASCE.* p. D-7.
- Terzaghi, K. (1950). Mechanisms of Landslides, *Geotechnical Society of America, Berkeley,* pp. 83-125.
- Turner, A. K.; Schuster, R. L. (1996). Landslides-investigation and mitigation: special report 247. *In: Transportation Research Board, National Research Council. Washington DC: Academy Press.* p. 525-554.
- Vargas, M. (1999). Revisão histórico-conceitual dos escorregamentos da Serra do Mar. *Solos e Rochas,* v. 22, n. 1, p. 53-83.
- Varnes, D. J. (1958). Landslide types and processes. *In: ECKEL, E. B. (Ed.). Special report 29: landslides and engineering practice. Washington, DC: National Research Council.* p 20-47.
- Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes. *In: SCHUSTER, R. L.; KRIZEK, R. J. (Ed.). Special report 176: landslides: analysis and control. Washington, DC: National Research Council.* p 11-33.
- Vieira, A. (1997). Previsão do tempo de ruptura de taludes por creep: revisão crítica dos métodos de Saito e de Kawamura. *In: PAN-AM. SYMP. LANDSLIDES, 2 / COBRAE, 2., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS.* p. 493-509.