

DETERMINAÇÃO “IN SITU” DA DEFORMABILIDADE DE ALUVIÕES NO LOCAL DA BARRAGEM DE CRESTUMA*

Large load tests on the alluvial soil of Crestuma dam site

por

EMANUEL MARANHA DAS NEVES**

RESUMO – A partir dos resultados de ensaios de penetração efectuados nas aluviões arenosas do local da barragem de Crestuma, aplica-se uma via de cálculo que permite determinar a compressibilidade abaixo da “profundidade crítica”. Comparam-se os valores obtidos com os deduzidos de ensaios de carga de grandes dimensões realizados posteriormente.

SYNOPSIS – The geotechnical survey of the alluvial cohesionless soil of Crestuma dam site included penetration soundings. Based on this work a method that enables the determination of the compressibility below “critical depth” is applied to the test results. The compressibilities almost agree with those obtained from large “in situ” load tests subsequently performed.

A barragem de Crestuma situar-se-á no rio Douro a poucos quilómetros da foz e o projecto prevê para este aproveitamento hidroeléctrico a execução de pilares que, fundados no solo aluvionar, servem de apoio às comportas e lages (Fig. 1).

Era assim importante conhecer a deformabilidade dos materiais aluvionares da fundação constituídos principalmente por areias médias e grosseiras com alguns burgaus. Perto da margem direita e junto ao “bed-rock” localiza-se uma bolsada de lodos (Fig. 2).

* Trabalho apresentado à “Conference on Settlement of Structures”, Cambridge University, Abril 1974.

** Especialista em Geotecnia, LNEC.

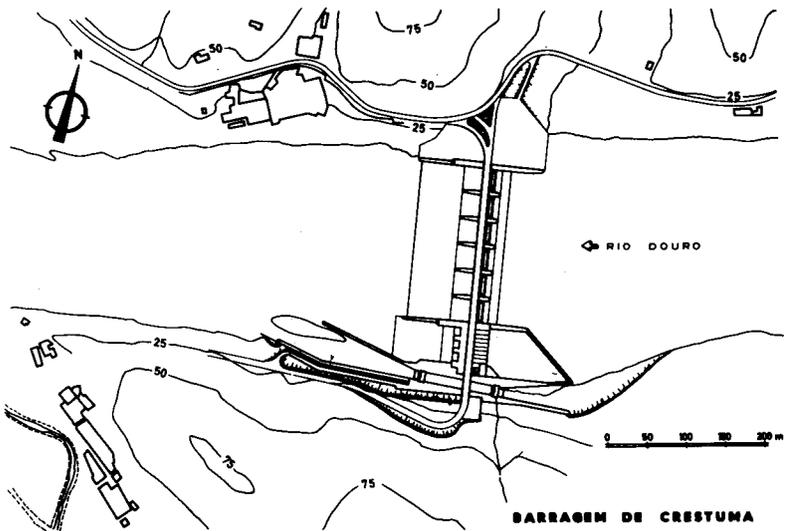


Fig. 1

LOCAL DA BARRAGEM DE CRESTUMA

ESTRATIGRAFIA DO SOLO ALLUVIONAR

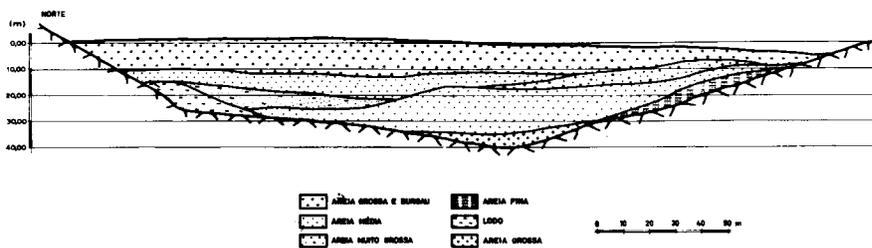


Fig. 2

Foram efectuados numerosos ensaios de penetração estática e dinâmica. Na Fig. 3 apresentam-se as curvas 1 e 2, as quais limitam a faixa onde caíram 85% dos resultados e indicam elevada dispersão. Estão também representados, a título de exemplo, os gráficos dum ensaio de penetração estática (P17) e da média dos ensaios SPT admitindo a correlação $R_p = 18N$ entre a resistência à penetração R_p e o número N de pancadas (Meigh e Nixon, 1961). Verifica-se que para as profundidades interessadas pela fundação $R_p \approx 100 \text{ kg/cm}^2$ valor que, de acordo com uma interpretação clássica*, dá para o terreno em causa um valor de E (módulo de deformabilidade vertical) compreendido entre 150 e 300 kg/cm^2 e constante em profundidade. Mas, muito embora R_p se mantenha constante, não é aceitável que E o seja, isto é, comportando-se como grandeza independente do estado de tensão.

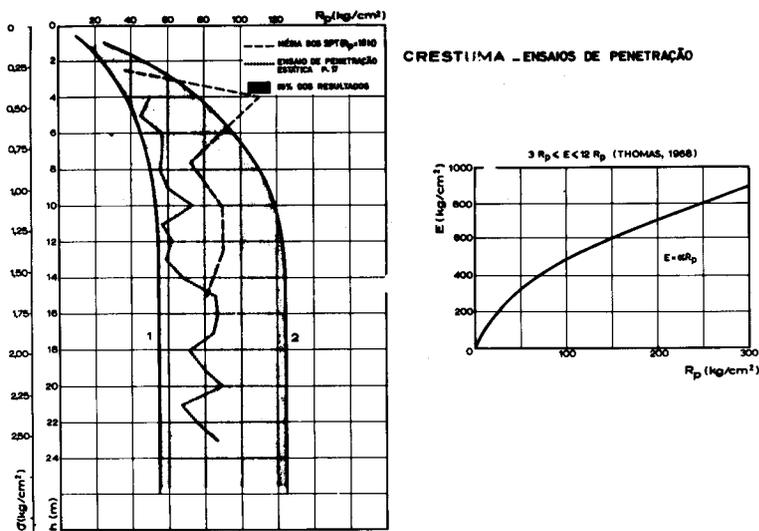


Fig. 3

Folque (1973), adoptando a correlação de Thomas (1968) (representada na Fig. 3) e admitindo que o módulo de deformabilidade volumétrico x evolui, segundo

* Citam-se por exemplo os trabalhos de Buisman (1943), De Beer e Martens (1956), De Beer (1965), Webb (1969) e Schmertmann (1970).

Ko e Scott (1967), proporcionalmente à raiz cúbica do estado de tensão média, propôs um método que permite determinar a compressibilidade das areias situadas abaixo da profundidade crítica.

A partir da função $E = \alpha R_p$ (Fig. 3) reproduzem-se na figura 4 as curvas 1 e 2 de evolução da deformabilidade com a tensão “overburden” até à profundidade crítica. Na mesma figura se vê que, representando graficamente essas curvas na forma $E = k (\sigma^{1/3}) = (k/k_1) \times$ (é admissível considerar constante o coeficiente de Poisson), se obtêm rectas que passam pela origem. Pode assim extrapolar-se para tensões superiores às correspondentes à profundidade crítica e obter-se os respectivos módulos de deformabilidade.

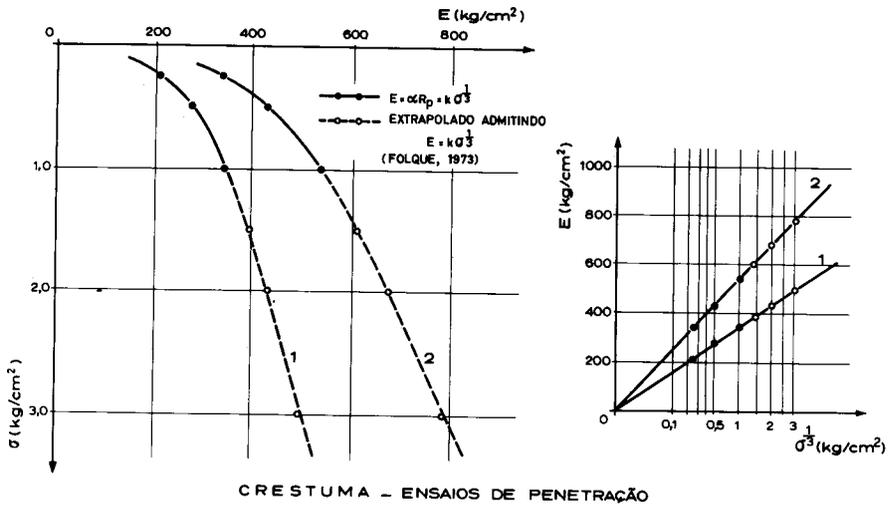


Fig. 4

No caso presente obtém-se, para as profundidades em causa, valores de E que oscilam entre 500 e 800 kg/cm² bastante superiores aos deduzidos por métodos clássicos.

Para confirmação planeou-se a realização de ensaios de carga envolvendo grandes áreas (30 x 30 e 45 x 30 m) e com medição dos assentamentos das formações localizadas abaixo da cota de fundação. Os dispositivos de medida desses assentamentos eram constituídos por varões de aço colocados verticalmente e ligados a uma placa instalada, à profundidade desejada, no interior de furos de sondagem.

Antes de retirar o revestimento do furo os varões eram envolvidos numa manga de plástico de elevada deformabilidade vertical e que impedia o posterior contacto do solo com os varões. Na Fig. 5 apresenta-se uma vista geral do primeiro aterro de carga.



Fig. 5

Os assentamentos medidos após a aplicação das cargas ($\approx 0,6 \text{ kg/cm}^2$) estabilizaram rapidamente e não reflectiram efeitos de maré.

Na Fig. 6 apresenta-se um corte transversal da zona Norte do vale aluvionar com a localização dos aterros de carga e dispositivos de medida bem como os valores de E obtidos. Como pode verificar-se pela respectiva ordem de grandeza, os resultados obtidos indicam deformabilidades que se ajustam melhor aos valores resultantes da aplicação do método proposto por Folque.

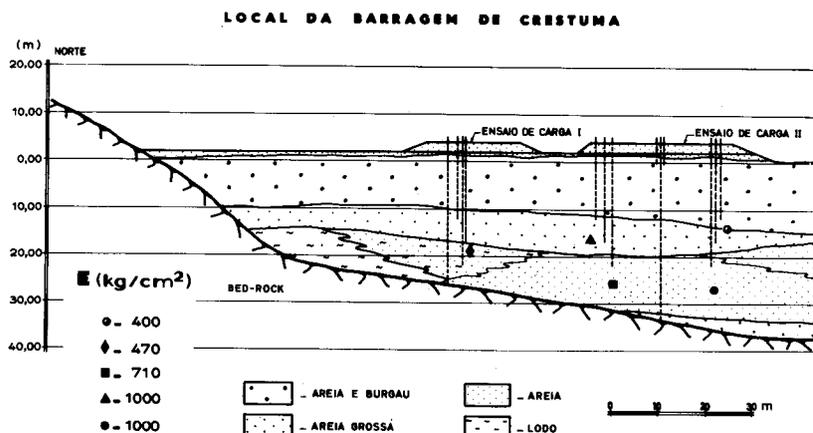


Fig. 6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUISMAN, A. K., (1943) – “Grondmechanica” 2.^a ed. Delft.
- De BEER, E. e MARTENS, A., (1956) – “Method of computation of an upper limit for the influence of heterogeneity of sand layers in the settlement of bridges” Proc. 4th Int. Conf. Soil Mech. and Found. Engng, London, Vol. 1, p 257.
- De BEER, E., (1965) – “Bearing capacity and settlement of shallow foundations on sand” Proc. Symp. Bearing Capacity and Settlement of Foundations, Duke University.
- FOLQUE, J., (1973) – “Compressibilidade de areias determinada por ensaios de penetração”, Geotecnia, 6, p 19.
- KO, HON-Y e R. SCOTT, (1967) – “Deformation of a sand in hidrostatic compression”, ASCE, SM3, May, 1967.
- MEIGH, A. C. e I. K. NIXON, (1961) – “Comparison on situ tests for granular soils”, Proc. 5th Int. Conf. Soil Mech. and Found. Engng., Paris, Vol. 1, p 499.
- MEYERHOF, G. G., (1965) – “Shallow foundations” J. Soil Mech. an Found. Engng. Div. A.S.C.E., Vol. 91, SM2, March, p 21.
- SCHMERTMANN, J. H., (1970) – “Static cone to compute static settlement over sand” J. Soil Mech. and Found. Engng. Div., A.S.C.E., Vol. 96, SM3, p 1011.
- THOMAS, D., (1968) – “Deep sounding test results and the settlement of spread footings on normally consolidated sands” Géotechnique, Vol. 18, Dec., p 472.
- WEBB, D. L., (1969) – “Settlement of structures on deep alluvial sand sediments in Durban, South Africa” Brit. Geotechnical Soc. Conf. on In Situ Investigations in Soils and Rocks, London, p 133.