

Referências bibliográficas

- ABDEL-GHAFFAR, A.M. and SCOTT, R.F. - **Analysis of earth dam response to earthquakes**, JGED, ASCE, Vol. 105, No. GT12, 1979, pp.1379-1403.
- ALVA, J e CASTILLO, J. **Peligro Sísmico en el Perú**, CISMID-Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 19 pag. 1993.
- AMOROSI, A., BOLDONI D., SASSO M., LOLLINO P. **Sull'analisi dela risposta sísmica locale mediante codici di calcolo numerici**. Proc. Of IARG 2007 Salerno, Italy. 2007.
- ANCOLD. **Current technical practices for design, construction, operation and maintenance of large dams in Australian National Committee on Large Dams**, 1969.
- BATHE, K.J., and E.L. WILSON. **Numerical Methods in Finite Element Analysis**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1976.
- BYRNE, P.M., CHEUNG, H. and YAN, L. - **Soil Parameters for deformation analysis of sands** version 2, Department of Civil Engineering. University of British Columbia, Vancouver, 1986.
- BUSTAMANTE, T., **Avaliação do Comportamento Dinâmico de um Muro de Gravidade, Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. PUC-Rio, 2010.
- CASTILLO, J. y ALVA, J. - **Peligro Sísmico en el Perú, VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones**, Lima, 1993, pp.409-431.
- CEDERGREN, H. R. **Seepage, Drainage and Flow nets**. 2.ed. New York – Estados Unidos: John Wiley and Sons, 1977. pp. 86-280.
- CLEVINGER, W. A. When is foundation seepage unsafe? Inspection, Maintenance and Rehabilitation of Old Dams. **Proceedings of the Engineering Foundation Conference**. Torun: American Society of civil Engineers (ASCE), New York – Estados Unidos, 1973, pp. 570-583.
- CLOUGH, R. and WOODWARD, R. - **Analysis of embankment stresses and deformations**, JSMFD, ASCE, No. SM4, 1967, pp.529-549.

- CONSULTORES RECRETA PRC/ECI-C y A-CPS, **Estudio Definitivo del Embalse Recreta**, 1983.
- CRUZ, P. T. **100 Barragens Brasileiras: Casos Históricos, Materiais de Construção e Projeto**. São Paulo: Oficina de Textos, 1996. 647p.
- DAKOULAS, P. - **Nonlinear response of dams founded on alluvial deposits in narrow canyons**, JSDEE, Vol. 9, No. 6, 1990, p.301-312.
- DOBRY, R. AND VUCETIC, M. **Dynamic properties and seismic response of soft clay deposits**. Proceedings, International Symposium on Geotechnical Engineering of Soft Soils, Mexico City, Vol.2, 1987. P. 51-87.
- FELL R., MC.GREGOR P., STAPLEDON D., **Geotechnical engineering of embankment dams**, 1992.
- FRAIHA NETO, S. – **Estudo do comportamento da barragem de Xingó objetivando uma contribuição à validação experimental de modelos teóricos de análise**, Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, 1996.
- GAZETAS, G. - **Seismic response of earth dams: some recent developments**, JSDEE, Vol. 6, No. 1, 1987, pp.2-47.
- GOODMAN, L.E. and BROWN, C.B. **Dead Load Stresses and the Instability of slopes**, J. Soil Mech. Fdn. Eng. Div., ASCE, 89, NSMS, pp103-104, 1963.
- HERRERA, F. - **Modelagem do Comportamento Pós-Sismo de uma Barragem de Rejeito**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Católica do Rio de Janeiro, 2003, 220 p.
- IBAÑEZ, JP, **Modelagem constitutiva para solos com ênfase em solos não saturados**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Católica do Rio de Janeiro, 2003, 228 p.
- ICOLD, CIGB – **Static Analysis of Embankment Dams**, Bulletin 53, 1986.
- ITASCA Consulting Group Inc. **FLAC**, version 5.0 Manual. Minneapolis, 2005.
- JIRYAEI, M. **The effect of Geometry Dimensions on the Earthquake Response of the Finite Element Method**. World Academy of Science, Engineering and Technology. Pag 206-210. 2010.
- JUSTIN, J. D. – **Earth Dam Projects**. Wiley, New York, p.1, 1936
- KRAMER, S.L. (1996). **Geotechnical Earthquake Engineering**. Prentice - Hall, New Jersey, 1996, p. 653.

- KUHLEMEYER, R. L.; LYSMER, J. Finite Element Method Accuracy for Wave Propagation Problems. **Journal of the Soil Mechanics & Foundation Division, ASCE**, v. 99, n. SM5, 1973, p. 421-427.
- LAW, TEAM-CHIE. **Deformations of earth dams during construction**, Ph.D. Thesis, University of Alberta, Edmonton, 1975.
- LEON MONTOYA CASTILLO, S. (2003) **Modelagem estática e sísmica da barragem de terra de Pomacocha, Perú**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Católica do Rio de Janeiro, 133 p.
- MAKDISI, F., KAGAWA, T. and SEED, H.B. - **Seismic response of earth dams in triangular canyons**, JGED, ASCE, Vol. 108, No. GT10, pp.1328-1337. 1982.
- MARSAL, R.J. and RAMIREZ, L. - **Performance of El Infiernillo dam**, JSMFD, ASCE, Vol.93, No. SM4, pp.265-298. 1967.
- MEJIA, L. and SEED, H.B. - **Comparison of 2-D and 3-D dynamic analysis of earth dam**, JGED, ASCE, Vol. 109, No. 11, pp.1383-1398,1982.
- NAYLOR, D. J. - **Constitutive laws for static analysis of embankment dams**, Proc. 1st International Workshop on Applications of Computational Mechanics in Geotechnical Engineering, Rio de Janeiro, 1991, pp.289-316.
- NAYLOR, D.J., PANDE, G. SIMPSON, B. and TABB, R. - **Finite element in geotechnical engineering**, Pineridge Press Rub., Swansea, 1981.
- NAYLOR, D. J., TONG, S. L. and SHAHKARAMI, A. - **Numerical modelling of saturation shrinkage. Numerical Models in Geomechanics**, Elsevier, 1989, pp.636-648.
- NIETO, A., CAMACHO, J.,RUIZ, E., **Determinación de parâmetros para los modelos elastoplásticos Mohr Coulomb y Hardening Soil en suelos Arcillosos**, Revista Ingenierías Universidad de Medellin, vol 8, No.15, pp.75-91-Colombia, 2009.
- NOBARI, E.S. and DUNCAN, J.M. - **Effect of reservoir filling on stress and movements in earth and rockfill dams**, Report TE 72-1, Department of Civil Engineering, University of California, Berkeley, 1972.
- OLDECOP, L.A. - **Analisis del comportamiento de la presa de Ullum ante movimientos sísmicos destructivos**, Instituto de Investigaciones Antisísmicas "Ing. Aldo Bruschi", Universidad Nacional de San Juan, Argentina, 1992.

- PARRA, D. - **Modelagem numérica do comportamento estático e sísmico de barragens de terra**, Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, 1996.
- PEREZ, F.C. **Análise de Ameaça e Resposta Sísmica de uma Pilha de Rejeito**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, 2013.
- PEREIRA, J.H.F. **Simulação da construção e do primeiro enchimento do reservatório de barragens zonadas de terra e enrocamento pelo método dos elementos finitos**. Dissertação de Mestrado. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1986, 150p.
- PLAXIS 2D 2010 & 2011, **Material Model Manual**, BRINKGREVE, R.B.J., SWOLFS, W.M., ENGIN E., Website: www.PLAXIS.nl, Netherlands, Delft.
- PREVOST, J.H., ABDEL-GHAFFAR, A.M. and LACY, S.J. - **Non linear dynamic analyses of an earth dam**, JGED, ASCE, Vol. 111, No. 7, 1985, pp.882-897.
- REIS, A., **Análise das condições de fluxo na barragem de Curuá-Uma, Para**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Católica do Rio de Janeiro, 167 p.
- ROMANEL, C. - **Métodos Numéricos e Mecânica de Solos em Engenharia Civil**, Notas de aula, Curso de Mestrado em Engenharia Civil: Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, 2011-2012.
- ROWE, P. W. **The stress-dilatancy relation for static equilibrium of an assembly of particles in contact**. *Proc. Roy. Soc. A*. No.269, 1962. pp 500-527, 1962.
- SABOYA JR., F. - **Análise do comportamento de barragens de enrocamento com face de concreto durante o período de construção e enchimento**, Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, 1993.
- SANCHEZ, R., **“Caracterización constitutiva de las arenas limosas de Diagonal Mar”**., Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica, Universidad Politècnica de Catalunya, UPC. Barcelona, 2004.
- SANDRONI, S. **Barragens**, Notas de aula, Curso de Mestrado em Engenharia Civil: Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, 2012.
- SAUTER, F. **Introducción a la Sismología**, Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1989.

- SHANZ, T., VERMEER P., BONNIER P., **The hardening soil Model: Formulation and verification**, Laboratory of Soil Mechanics, Bahaus-University Weimar, Germany, 1997.
- SHARMA, K.G. and DESAI, C.S. - Analysis and implementation of thin-layer element for interface and joints, JEM, ASCE, Vol. 118, No. 12, 1992, pp.2442-2462.
- SABOYA, F.JR. and BYRNE, P.M. - **Parameters for stress and deformation analysis of rockfill dams**, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 30, No. 4, 1993, pp. 690-701.
- SEED, H.B. and IDRIS, I.M. - **Influence of soils conditions on ground motions during earthquakes**, JSMFD, ASCE, Vol. 95, No. SM1, pp.99-137. 1969.
- SEED, H.B. and IDRIS, I.M. - **Soil moduli and damping factors for dynamic response analysis**, Report No. EERC 70-10, University of California, Berkeley, 1970.
- SEED, H.B., MAKDISI, I.F. and DE ALBA, P. - Performance of earth dams during earthquakes, JGED, ASCE, Vol. 104, No. GT7, 1978, pp.967-998.
- SEED, H.B. WONG, R.T., IDRIS, I.M. and TOKIMATSU, K. - **Moduli and damping factors for dynamic analysis of cohesionless soils**, Report No. EERC 84-14, University of California, Berkeley, 1984.
- SHERARD, J.L. (1953), "Influence of Soil Properties and Construction Methods on the Performance of Homogeneous Earth Dams", USBR, Tech Memo no 645, Denver.
- SOUZA PINTO, C. **Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas**. São Paulo: Oficina do texto, 2000. 247p.
- SUN, J.I., GOLESORKHI, R. and SEED, H.B. - **Dynamic moduli and damping ratios for cohesive soils**, Report No. EERC 88-15, University of California, Berkeley, 1988.
- VEIGA PINTO, A. A. - **Previsão do comportamento estrutural de barragens de enrocamento**, Tese para Especialista, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1983.
- VISONE, C, BILOTTA E., SANTUCCI F. **Remarks on site response analysis by using PLAXIS dynamic module**, Department of Geotechnical Engineering, University of Naples Federico II, Naples, Italy. Pag. 14-18. 2008.

- VUCETIC, M. and DOBRY, R. **Effect of soil plasticity on cyclic response.**
Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 117, No. 1 pp 89-107. 1991.
- WHITE, W, VALLIAPPAN, S. and LEE, I.K. - **Unified boundary for finite dynamics models**, JEMD, ASCE, Vol. 103, No. EM5, 1977, pp.949-964.
- ZEN, K., UMEHARA, Y., and HAMADA, K. **Laboratory tests and in-situ seismic survey on vibratory shear modulus of clayey soils with different plasticities. Proceedings**, Fifth Japan Earthquake Engineering Symposium, Tokyo, 1978, p 721-728.

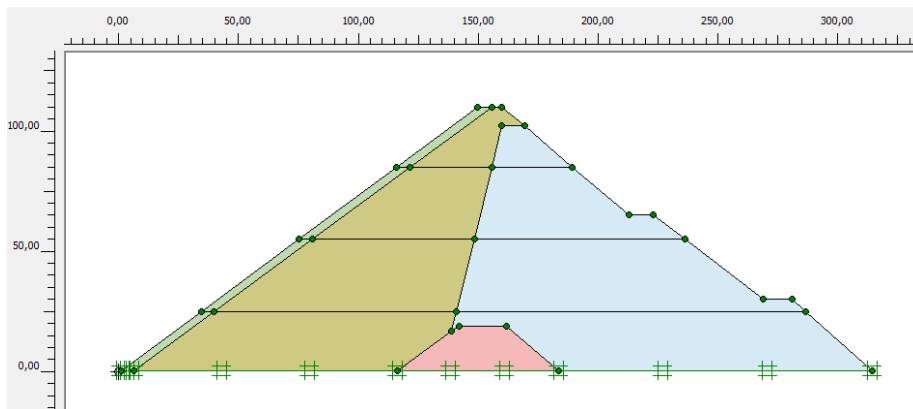
ANEXO

Aferição da metodologia de cálculo dos deslocamentos com dados de uma barragem instrumentada

Para aferição da metodologia para o cálculo dos deslocamentos, além da validação apresentada no item 5.2.1.3, se fez a comparação dos resultados previstos calculados e os resultados observados na barragem de solo com face de cimento, Xingó (Fraiha, 1996) instrumentada.

Seção de análise

Seção instrumentada E40+00 com uma altura máxima de 110m que contém células de recalque e extensômetros horizontais.



Materiais e parâmetros

Na seção de análise a barragem apresenta 4 tipos de materiais, os quais apresentam os parâmetros do modelo hiperbólico da tabela a seguir, a partir de estes parâmetros se calcularam os parâmetros do modelo elástico mostrados na segunda tabela.

Parâmetros		I	II	III	IV	V
γ_m	(kN/m ³)	24	22	22	22	22
γ_{sat}	(kN/m ³)	24,5	22,5	22,5	22,5	22,5
K		400	300	194	136	100
K_{ur}		850	520	380	360	200
n		0,7	0,7	0,55	0,5	0,5
m		0,35	0,35	0,3	0,25	0,25
c		0	0	0	0	0
ϕ_0		41	38	44,9	41,8	41,8
$\Delta\phi$		4	4	5,3	4,7	6,7
R_f		0,7	0,8	0,7	0,65	0,6

Parâmetros do modelo hiperbólico-Barragem Xingó (Fraiha, 1996)

Parâmetros		I	II	III	IV	V
γ_m	(kN/m ³)	24	22	22	22	22
γ_{sat}	(kN/m ³)	24,5	22,5	22,5	22,5	22,5
E_{ur} = E		78000	54000	37830	27540	21000
c		0	0	0	0	0
ϕ_0		41	38	44,9	41,8	41,8
v_{ur}		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Parâmetros para o modelo elástico a partir dos do modelo hiperbólico-Barragem Xingó.

Comparando os deslocamentos verticais observados na instrumentação de campo e previstos a partir do programa Plaxis, na figura a seguir, se observa que os deslocamentos obtidos com o procedimento de cálculo tem muita similitude com os lidos durante a instrumentação, com uma pequena variação em magnitude a media altura.

