

## Referências Bibliográficas

ALGERMISSEN S. T. *et al.* Probabilistic estimates of maximum acceleration and velocity in rock in the contiguous United States, **U. S. Geological Survey**, Open-File Report 82-1033, Washington, D. C., 1982, p. 99.

ALMEIDA, A. D. **Análise probabilística de segurança sísmica de sistemas e componentes estruturais**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002, 148p.

AQUINO G. **Análise comparativa de métodos para previsão de liquefação dinâmica de solos**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

ARIAS J. **Estudo do Comportamento Dinâmico de Tanques de Armazenamento**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996, 181p.

ASHOK K.; CHUGH J.; LAWRENCE VON THUN. Pore pressure response analysis for earthquakes. **Canadian Geotechnical Journal**. v. 22, 1985, p. 466-476.

ATKINSON J. H.; BRANSBY P. L. **The Mechanics of Soils. An Introduction to Critical State Soil Mechanics**. McGraw – Hill Book Company (UK) Limited. University series in civil engineering, 1978.

BERROCAL J. **Sismicidade do Brasil**. Instituto astronômico e geofísico da universidade de São Paulo, 1984.

BRAY J. D. *et al.* Seismic Stability Procedures for solid-waste landfills. **Journal of Geotechnical Engineering, ASCE**, v. 121, n. 2, ISSN: 0733-9410, 1995, p. 139-151.

BYRNE P. M. A cyclic shear-volume coupling and pore pressure model for sand. In Proceedings: **Second International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics**, 1991, n. 1.24.

BYRNE P. M.; PARK S. S.; BEATY M. Seismic liquefaction: centrifuge and numerical modeling. **FLAC and Numerical Modeling in Geomechanics. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International FLAC Symposium**. Sudbury, Ontario, Canada. Ed. In Brummer *et al.* Lisse: Balkema, 2003, p. 321-333.

BYRNE P. M.; PARK S.; BEATY M.; SHARP M.; GONZALES, L.; ABDOUN T. Numerical modeling of liquefaction and comparison with centrifuge tests. **Canadian Geotechnical Journal**, v. 41, 2004, p. 193-211.

CARREÑO E. *et al.* Registro y tratamiento de acelerogramas. **Física de la Tierra**, 11, ISSN 0214-4557, 1999, p. 81-111.

CASAVARDE L.; VARGAS J. Zonificación sísmica del Perú. **II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente**. Organización de Estados Americanos y Pontificia Universidad Católica del Perú., Lima, Perú, 1980.

CASTILLO J.; HALLMAN D.; BYRNE P.; PARRA D. Non-linear dynamic analysis of heap leach pad under high phreatic levels. **4<sup>th</sup> International FLAC Symposium on Numerical Modeling in Geomechanics**. Ed. Hart & Varona, 2006, n. 04-07.

CASTILLO S. **Modelagem do Comportamento Estático e Sísmico da Barragem de Terra Pomacocha – Peru**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003, 133p.

COOKE, H. G. **Ground improvement for liquefaction mitigation at existing highway bridges**. Dissertation submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Civil Engineering, Blacksburg, VA, 2000, 372p.

CORNELL C. A. Engineering seismic risk analysis. **Bulletin of the Seismological Society of America**, v. 58, 1968, p. 1583-1606.

CUNDALL P. A simple hysteretic damping formulation for dynamic continuum simulations. **4<sup>th</sup> International FLAC Symposium in Numerical, 4<sup>th</sup> International FLAC Symposium on Numerical Modeling in Geomechanics**. Ed. Hart & Varona, 2006-a, n. 07-04.

CUNDALL P. A note concerning hysteretic damping in FLAC. **ITASCA Consulting Group**, Inc., Minneapolis, 2006-b, Memorandum, Ref. No. 2001-06.

DAWSON, E. M.; ROTH, W. H.; DRESCHER, A. Slope stability analysis by strength reduction. **Geotechnique**, v. 49, n. 6, 1999, p. 835-840.

DESAI C. S.; SIRIWARDANE H. **Constitutive laws for engineering materials with emphasis on geologic materials**. Prentice-Hall, Inc.1984, 468p.

DUNCAN, J. M.; WRIGHT S. G. **Soil Strength and Slope Stability**, John Wiley & Sons, Inc. 2005, 297p.

FEMA. Earthquake analyses and design of dams. **Federal Guidelines for Dam Safety**, 2005, 75p.

FIGUEIREDO, M. **Avaliação estatística de metodologia para determinação de espectros de respostas de projeto uniformemente prováveis**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004, 125p.

FINN, W. D. L. Dynamic response analyses of saturated sands. **Soil Mechanics – Transient and Cyclic Loads**. Edited by G. N. Pande and O. C. Zienkiewicz, John Wiley & Sons Ltd, 1982, p. 105-131.

FINN W. D. L.; YOGENDRAKUMAR M. TARA3-FL, **Program for analysis of liquefaction induced flow deformation**. Department of Civil Engineering, University of British Columbia, Vancouver, Canadá, 1989.

FINN, W. D. L. Evolution of dynamic analysis in geotechnical earthquake engineering. **TRB 99 Workshop on New Approaches to Liquefaction Analysis**, 1999, 18p.

GUI M.; CHIU H. Response of Renyi-Tan dam during the 921-Jiji earthquake. **4<sup>th</sup> International Conference on Earthquake Engineering**, Taipei, Taiwan, n. 027, 2006.

GUILLEN J. **Modelagem elasto-plástica da liquefação dinâmica de solos**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004, 137p.

GUILLEN J. **Estudo de Modelos Constitutivos para Previsão da Liquefação em Solos sob Carregamento Monotônico**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

HAN Y.; HART R. Application of a simple hysteretic damping formulation in dynamic continuum simulations. **FLAC and Numerical Modeling in Geomechanics, Proceedings of the 4<sup>th</sup> International FLAC Symposium**, Ed. Hart & Varona, 2006.

HAN Y.; CUNDALL P. A.; HART R. D. Automatic remeshing logic in large strain continuum simulations. **Itasca Consulting Group**, Inc., Minneapolis, MN, USA, Comunicação particular, 2008.

HARDIN, B.O; DRNEVICH, V. P. Shear modulus and damping in soils: design equations and curves. **Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division ASCE**, v. 98, n. SM7, 1972, p. 667-692.

HYNES-GRIFFIN M.; FRANKLIN A. Razionalizing the seismic coefficient method. **U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station**, Miscellaneous Paper GL-84-13, Vicksburg, MS. 1984.

HYNES M.; OLSEN R. Influence of confining stress on liquefaction resistance. **Proc. Int. Workshop on Phys and Mech. Of Soil Liquefaction**. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, 1999, p. 145-152.

IBAÑEZ J. **Modelagem Constitutiva para Solos com Ênfase em Solos não Saturados**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003, 241p.

ICOLD – Tailings dams and seismicity: Review and recommendations. **International Committee on Large Dams**, bulletin 98, 1995.

IDRISS, I. M.; SUN, J. I. **User's manual for SHAKE91**. University of California, Davis, California, 1992, 13p.

IDRISS, I. M.; BOULANGER, R. W. SPT- and CPT-based relationships for the residual shear strength of liquefied soils. **Earthquake Geotechnical Engineering, 4th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering** – Invited Lectures, K. D. Pitilakis, ed., Springer, The Netherlands, 2007, p. 1-22.

ISHIHARA K. Post-earthquake failure of a tailing dam due to liquefaction of the pond deposit. **In Proceedings of the International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering**, Rolla, Missouri, v. 3, 1984, p. 1129-1143.

ISHIHARA, K. Liquefaction and flow failure during earthquakes. Rankine Lecture. **Geotechnique**, v. 43, n. 3, 1993, p. 351-415.

**Itasca Consulting Group Inc.** FLAC, version 5.0 Manual. Minneapolis, 2005.

JAKY J. Pressure in soils, **2nd ICSMFE**, London, v. 1, 1948, p. 103-107.

JAMES M.; AUBERTIN M.; WILSON G. W. Evaluation of the dynamic stability of a tailing dam using FLAC. **4<sup>th</sup> International Symposium on Numerical Modeling in Geomechanics**. Itasca Consulting Group, Inc., Minneapolis, Ed. Hart & Verona, n. 04-04, 2006.

JOYNER, W. B.; BOORE D. M. Measurement, characterization, and prediction of strong ground motion. **Earthquake Engineering and Soil Dynamics II – Recent Advances in Ground Motion Evaluation**, ASCE, Geotechnical Special Publication 20, New York, 1988, p. 43-102.

KAVANZANJIAN *et. al.* **Geotechnical Earthquake Engineering for Highways** Volume I - Design Principles Report N. FHWA-SA-97-077, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC, 1997, 163p.

KOLSKY, H. **Stress waves in solids**. New York: Dover Publications, 1963

KRAMER, S. L. **Geotechnical Earthquake Engineering**. Prentice Hall Inc., 1996, 653p.

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.

LEPS, T. M. Review of shearing strength of rockfill. **Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE**, v. 96, n. 4, 1970, p. 1159-1170.

LI X. S.; MING H. Y.; CAI Z. Y. Constitutive modeling of flow liquefaction and cyclic mobility. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, 2003, v. 129, n. 12, p. 1119-1127.

MAKDISI, F. I.; SEED, H. B. A simplified procedure for estimating earthquake – induced deformation in dams and embankments. **Earthquake Engineering Research Center**, Report UCB/EERC-77/19, University of California, Berkeley, 1977, 66 p.

MARCUSON, W. F.; HYNES, M. E.; FRANKLIN, A. G. Evaluation and use of residual strength in seismic safety analysis of embankments. **Earthquake Spectra**, v. 6, n. 3, 1990, p. 529-572.

MARTIN G. R.; FINN W.D.; SEED H. B. Fundamentals of liquefaction under cyclic loading. **Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE**, v. 101, n. GT5, 1975, p. 423-438.

MARTIN, P. P.; SEED, H. B. Simplified procedure for effective stress analysis of ground response, **Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE**, v. 103, n. GT6, 1979, p. 739-58.

MORENO, R. A.; AGUILAR Z. Análises de riesgo sísmico de la ciudad de Moquegua usando sistemas de información geográfica. **XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil**. Capítulo de Ingeniería Civil Del Consejo Departamental de Loreto del Colegio de Ingenieros Del Perú, Iquitos, 2003.

MOROTE, C. **Estabilidade e Deformação de Taludes de Solo sob Carregamento Sísmico**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006, 136p.

MURRUGARRA D. **Modelagem Numérica do Comportamento Estático e Sísmico de Barragens de Terra**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996, 134p.

NATIONAL ASSOCIATION OF HOME BUILDERS (NAHB) RESEARCH CENTER. **New madrid seismic zone: overview of earthquake hazard and magnitude assesment based of fragility of historic structures**. Upper Marlboro, MD, 2003, 110p.

NEWMARK N. M.; HALL W. J. Procedures and criteria for earthquake-resistant design. **Building Practices for Disaster Mitigation**, Washington D. C., Building Science series 46, U. S. Department od Commerce, 1973, p. 209-236

OLSON, S.; STARK, T. Liquefied strength ratio from liquefaction flow failure case histories. **Canadian Geotechnical Journal**, v. 39, 2002, p. 629-647.

PARK S. S.; BYRNE P. M. Practical constitutive model for soil liquefaction. **Proceedings of the Ninth International Symposium on Numerical Models in Geomechanics - NUMOG IX'**, Ottawa, Canada, 2004, p. 181-186.

POULOS, S. J.; CASTRO G.; FRANCE J. W. Liquefaction evaluation procedure. **Journal of Geotechnical Engineering, ASCE**, v. 111, n. 6, 1985, p. 772-792.

QUISPE E. **Análise Dinâmica de un Aterro Reforçado com Geossintéticos**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008, 134p.

Rauch, A. **Personal Communication**. University of Texas, 1998.

Roehl, J. **Notas de aula de Dinâmica de Solos**. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SAUTER, F. **Introducción a la Sismología**, Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1989.

SEED, H. B.; MARTIN G. R. The seismic coefficient in earth dam design. **Journal of the Soil Mechanics & Foundation Division, ASCE**, v. 92, n. SM3, 1966, p. 25-58.

SEED, H. B.; IDRIS, I. M. Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analysis. **Earthquake Engineering Research Center**, Report. No. UCB/EERC-70/10, University of California, Berkeley, 1970, 18p.

SEED H. B.; MARTIN P. P.; LYSMER J. The generation and dissipation of pore water pressures during soil liquefaction. **Earthquake Engineering Research Center**, Report No. EERC 75-26, University of California, Berkeley, 1975, 27p.

SEED H. B. *et al.* Moduli and damping factors for dynamic analyses of cohesionless soils. **Journal of Geotechnical Engineering**, v. 112, n. 11, 1986, p. 1016-1032.

SEED H. B. *et al.* Re-evaluation of the Slide in the Lower San Fernando Dam in the Earthquakes of February 9<sup>th</sup>, 1971. **Earthquake Engineering Research Center**, Report UCB/EERC-88/04, University of California, Berkeley, 1988, 127p.

SEED, R. B.; HARDER, L. F. SPT-based analysis of cyclic pore pressure generation and undrained residual strength. **Proceedings of the H. Bolton Seed Memorial Symposium**, v. 2, 1990, p. 351-376.

SEED R. B. Engineering evaluation of post-liquefaction residual strengths. Lecture notes. Workshop on New Approaches to Liquefaction Analysis, **Transportation Research Board, Federal Highway Administration**, 1999.

SEED R. B. *et al.* A. Recent advances in soil liquefaction engineering: a unified and consistent framework. **Earthquake Engineering Research Center**, Report No. EERC 2003-06, University of California, Berkeley, 2003, 71p.

STARK, T. D.; MESRI, G. Undrained shear strength of liquefied sands for stability analysis. **Journal of Geotechnical Engineering, ASCE**, v. 118, n. 11, 1992, p. 1727-1747.

TEXEIRA W. *et al.* **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2000. 2<sup>a</sup> reimpressão, 2003. 558p.

TOYOTOSHI YAMANOUCHI; AKIRA SAKAI. Prediction of pore pressure based on internal state variables. **Fifth International Conference on Numerical Methods in Geomechanics**, Nagoya, 1985, p. 1401-1408.

VERDUGO R.; ISHIHARA K. The steady state of sandy soils. **Soils and Foundations**, v. 36, n. 2, 1996, p. 81-91.

YOUD, T. L. *et al.* Liquefaction resistance of soils: Summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on evaluation of liquefaction resistance of soils. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, v. 127, n. 10, 2001, p. 817-833.

## Apêndice

### Determinação da razão da Malha

Calculado por: FHL

#### Notas:

Esta planilha calcula a razão da entre zonas adjacentes e o número de zonas em uma região arbitrária. As regiões são divididas de acordo com o usuário com base na geometria modelada.

#### Procedimento:

1. Entre com a largura e a altura da região modelada
2. Entre com a largura e a altura da primeira zona
3. Experimente valores na razão de malha até a largura da última zona seja aproximadamente igual ao valor desejado
4. As zonas acumuladas correspondem ao número de zonas a ser modeladas;

#### RAZÕES HORIZONTAIS

##### QUADRANTE ESQUERDO [Rejeito]

Direção = Esquerda a direita

Largura da zona	280 m	Largura da primei	2,1
Razão de malha	1	Largura da última	3,7
Última zona	99		
# de zonas na região	99		
Zonas cumulativas	99		

##### QUADRANTE CENTRAL ESQUERDO [Aterro de material alu] QUADRANTE CENTRAL DIREITO [Enrocamento]

Direção = Esquerda a direita

Largura da zona	## m	Largura da primei	3,7
Razão de malha	1	Largura da última	3,7
Última zona	##		
# de zonas na região	51		
Zonas cumulativas	##		

Direção = Esquerda a direita

Largura da zona	75 m	Largura da primei	3,7
Razão de malha	1,02	Largura da última	5,0002
Última zona	167		
# de zonas na região	17		
Zonas cumulativas	167		

##### QUADRANTE DIREITO [NULO OU VAZIO]

Direção = Esquerda a direita

Largura da zona	123 m	Largura da primei	5
Razão de malha	1	Largura da última	5
Última zona	191		
# de zonas na região	24		
Zonas cumulativas	191		

#### RAZÕES VERTICAIS

**\*Atualize a razão da malha até que a largura da última zona seja igual ao valor desejado**

##### QUADRANTE SUPERIOR PREENCHIMENTO1 [REJEITO]

Direção =Inferior a superior

Largura da zona	121 m	Largura da primei	3,7
Razão de malha	1	Largura da última	2,12
Última zona	56		
# de zonas na região	42		
Zonas cumulativas	56		

##### QUADRANTE INFERIOR [Fundação]

Direção =Inferior a superior

Largura da zona	62 m	Largura da primei	5
Razão de malha	1	Largura da última	3,69
Última zona	14		
# de zonas na região	14		
Zonas cumulativas	14		



## Anexo

### Escala de Intensidade de Mercalli Modificada (Texeira *et al.*, 2003)

Grau	Descrição dos Efeitos	Aceleração (g)
I	Não sentido. Leves efeitos de período longo de terremotos grandes e distantes.	
II	Sentido por poucas pessoas paradas, em andares superiores ou locais favoráveis.	<0,003
III	Sentido dentro de casa. Alguns objetos pendurados oscilam. Vibração parecida à da passagem de um caminhão leve. Duração estimada. Pode não ser reconhecido como um abalo sísmico.	0,004 – 0,008
IV	Objetos suspensos oscilam. Vibração parecida à da passagem de um caminhão pesado. Janelas, louças, portas fazem barulho. Paredes e estruturas de madeira rangem.	0,008 – 0,015
V	Sentido fora de casa; direção estimada. Pessoas acordam. Líquido em recipiente é perturbado. Objetos pequenos e instáveis são deslocados. Portas oscilam, fecham, abrem.	0,015 – 0,04
VI	Sentido por todos. Muitos se assustam e saem às ruas. Pessoas andam sem firmeza. Janelas, louças quebradas. Objetos e livros caem de prateleiras. Reboco fraco e construção de má qualidade racham.	0,04 – 0,08
VII	Difícil manter-se em pé. Objetos suspensos vibram. Móveis quebram. Danos em construção de má qualidade, algumas trincas em construção normal. Queda de reboco, ladrilhos ou tijolos mal assentados, telhas. Ondas em piscinas. Pequenos escorregamentos de barrancos arenosos.	0,08 – 0,15
VIII	Danos em construções normais com colapso parcial. Algum dano em construções reforçadas. Queda de estuque e alguns muros de alvenaria. Queda de chaminés, monumentos, torres e caixas d'água. Galhos quebram-se das árvores. Trincas no chão.	0,15 – 0,30
IX	Pânico geral. Construções comuns bastante danificadas, às vezes colapso total. Danos em construções reforçadas. Tubulação subterrânea quebrada. Rachaduras visíveis no solo.	0,30 – 0,60
X	Maioria das construções destruídas até nas fundações. Danos sérios a barragens e diques. Grandes escorregamentos de terra. Água jogada nas margens de rios e canais. Trilhos levemente entortados.	0,60 – 1,0
XI	Trilhos bastante entortados. Tubulações subterrâneas completamente destruídas.	~1 - 2
XII	Destruição quase total. Grandes blocos de rocha deslocados. Linhas de visada e níveis alterados. Objetos atirados ao ar.	~ 2