

**Referências bibliográficas**

- 1 AOKI, N. and VELLOSO, D. A. **An Aproximate method to estimate the bearing capacity of piles.** Proceedings, 5th. Pan American CSMFE, Buenos Aires, vol. 1, pp. 367-376. 1975.
- 2 AOKI, N., MENEGOTTO, M.L. e CINTRA, J.C.A. **Probabilidade de Ruína como Critério para Definir o Coeficiente de Segurança a ser Usado na Previsão da Carga Admissível de Fundações por Estacas.** XII COBRAMSEG, ABMS, vol. 3, p.p.1471-1481. 2002.
- 3 BENEGAS, H. Q. **Previsões para a curva carga-recalque de estacas a partir do SPT.** Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, COPPE-UFRJ. 1993.
- 4 BENSON, C.H., ZHAI, H AND SALWA, M.R.. **Statistical Sample for Construction of Soil Liners.** Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 120 (10), p.p. 1704-1724. 1994
- 5 BENSON, C.H., DANIEL, D.E. and BOUTWEL, G. P. **Field Performance of Compacted Clay Liners.** Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE Vol. 125, Nº 5, p.p. 390-403. 1999.
- 6 BERGADO, D.T. AND ANDERSON, L.R. **Stochastic Analylisis of Pore Pressure Uncertainty for the Probabilistic Assessment of the Safety of Earth Slopes.** Soil and Foundations, Japão, vol. 25 (2), p.p. 87-105. 1985.
- 7 BERGADO, D.T., PATRON, B.C. and YOUYONGWATANA, W. **Reanalysis of Embankment Failures on Soft Ground Using Empirical Autocorrelations. Probabilistics Methods in Geotechnical Engineering,** Li/Lo Editors, p.p. 259-266. 1993.
- 8 BILFINGER, W. e HACHICH, W. **Influência do Comprimento na Variabilidade da Resistência Axial Última de Estacas.** XIII COBRAMSEG, ABMS, vol. 2, p.p. 817-820. 2006.
- 9 BISHOP, A. W. **The use of slip circle in the stability analysis of earth slopes.** Geotechnique, Inglaterra, v. 5, n. 1, p.p. 7-17. 1955.
- 10 BOWLES, J. E. **Foundation Analysis and Design.** 4<sup>th</sup>. Edition, McGraw-Hill Book Co., New York. 1988.
- 11 BUSSAB, W.O. e MORETTIN, P.A. **Estatística Básica.** 5º Ed., Editora Saraiva, São Paulo, Brasil. 2006.

- 12 CHOWDHURY, R. N. **State-of-the-Art-Report on Recent Developments in Landslides Studies: Probabilistic Methods**. 4<sup>th</sup>. International Symposium of Landslides, Toronto, Canada. 1984.
- 13 CHOWDHURY, R. N. **Successive Failures – A Probabilistic Approach**. Procedures of the XI ICSMFE, 1/C/5, p.p. 819-825, San Francisco, E.U.A. 1985.
- 14 CHOWDHURY, R. N. **Evaluating Risk**. Ground Engineering. Inglaterra. May, 1994, p.p. 35-40. 1994.
- 15 CHRISTIAN, J. T., LADD, C. C. e BAECHER, G. B. **Reliability Applied to Slope Stability Analysis**. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, vol. 120 (12), p.p. 2180-2207. 1992.
- 16 CINTRA, J.C.A., AOKI, N. e ALBIERO, J.H. **Tensão Admissível em Fundações Diretas**. Ed. Rima, São Carlos, Brasil. 2003.
- 17 CODUTO, D. P. **Foundation Design Principles and Practices**, 2nd. Ed., New Jersey: Prentice-Hall, Inc, USA. 2001.
- 18 CORDEIRO, D. D. **Obtenção de Parâmetros Geotécnicos de Areias por meio de Ensaio de Campo e Laboratório**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES. 2004.
- 19 COULOMB, C. A. **Essai sur une Application des Règles des Maximis et Minimis à quelques Problèmes de Statique Relatifs à l'Architecture**. Mém. Acad. Royal Prés. Divers savants. Vol. 7. Paris, 1776.
- 20 DÉCOURT, L. e QUARESMA, A.R. **Capacidade de Carga de Estacas a partir de Valores de SPT**, 6º COBRAMSEF, ABMS, Rio de Janeiro, vol. 1, p.p. 45-53. 1978.
- 21 DELL'AVANZI, E. **Confiabilidade e Probabilidade em Análises de Estabilidade de Taludes**. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 1995.
- 22 DELL'AVANZI, E. e SAYÃO, A.S.F.J. **Avaliação da Probabilidade de Ruptura de Taludes**. 11º COBRAMSEF, ABMS, Brasília, vol. 2, p.p. 1289-1295. 1998.
- 23 DUNCAN, J. M. **Factors of Safety and Reliability in Geotechnical Engineering**. Spencer J. Buchanan Lecture, Texas A&M University, USA. 1999.
- 24 FALABELLA, J.V. **Análises Probabilísticas da Estabilidade de Taludes e Contensões**. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2006.

- 25 FARIAS, M.M. e ASSIS, A.P. **Uma Comparação entre Métodos Probabilísticos Aplicados a Estabilidade de Taludes.** 11º COBRAMSEG, ABMS, Brasília, vol. 2, p.p. 1305-1313. 1998.
- 26 FELLENIUS, W. **Calculation of the Stability of Earth Dams.** Transactions 2<sup>nd</sup> Congress on Large Dams, Washington, D. C., USA, vol. 4, pp. 445-459. 1936.
- 27 FENTON, G.A. and GRIFFITHS, D.V. **Probabilistic Foundation Settlement Spatially Random Soil,** Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 128(5), p.p. 381-390. 2002.
- 28 GARZONIO, C.A. **Variability of the Geotechnical Properties of Plio-Pleistocene Clays (Ancona-Italy).** Proc. of the XII ICSMFE, vol. 2, p.p. 823-829, Rio de Janeiro, Brasil. 1989.
- 29 GEOSLOPE Slope /W Manual, Geoslope, Calgary, Canada. 1995.
- 30 GUEDES, M. C. S. **Considerações sobre Análises Probabilísticas de Estabilidade de Taludes.** Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 1997.
- 31 HANSEN, J. B.. **A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity.** Danish Geotechnical Institute, Copenhagen, Bul. N° 28, 21 pp. 1970.
- 32 HARR, M. E. **Reliability-Based Design in Civil Engineering.** Henry M. Shaw Lecture, Department of Civil Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC, 68 pp. 1984.
- 33 HARR, M. E. **Reliability- Based Design in Civil Engineennng.** McGraw-Hill, Inc., U.S.A. 1987.
- 34 HASOFER, A.M. and LIND, N.C. **Exact and Invariant Second Moment Code Format.** Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, vol. 100, p.p. 111-121. 1974.
- 35 HOOPER, J.A. and BUTLER, F.G. **Some Numerical Results Concerning the Shear Strength of London Clay.** Géotechnique, vol. 16(4), p.p. 282-304. 1966.
- 36 JANBU, N.. **Slope Stability Computations. Embankment Dam Engineering,** Casagrande Volume, J. Wiley and Sons, U.S.A., pp. 47-86. 1973.
- 37 KULHAWI, F. H.. **On the Evaluation of Soil Properties.** ASCE Geotechnical Special Publication, N°31, p.p. 95-115. 1992.
- 38 LACASSE, S. and NADIN, F. **Uncertainties in Characterizing Soil Properties.** Norwegian Geotechnical Institute Publication, N° 201, Oslo, p.p. 49-75. 1997.

- 39 LEE, I. K., WEEKS, W. and INGLES, O. G. **Geotechnical Engineering**. Ed. Pitman, Marshfield, U.S.A. 1983.
- 40 LAMBE, T.W. e WHITMAN, R.V. **Soil Mechanics**. Ed. J. Wiley and Sons, New York. 1969.
- 41 LAPROVITERA, H. **Reavaliação de Método Semi-empírico de Previsão de Capacidade de Carga de Estacas a partir de Banco de Dados**. Dissertação de Mestrado, COPPE-UFRJ. 1988.
- 42 LIMA, L.S.A. **Uma Metodologia para Análise Probabilística de Estabilidade de Taludes**. Tese de mestrado, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1991.
- 43 LUMB, P. **The Variability of Natural Soils**. Canadian Geotechnical Journal, vol. 3(2), p.p. 74-79. 1966.
- 44 LUMB, P. **Statistical Methods in Soil Investigation**. 5<sup>th</sup>. Australia - N. Zeland Conference on SMFE - Auckland, N.Z. 1967.
- 45 LUMB, P. **Safety Factors and the Probability Distribution of Soil Strength**. Canadian Geotechnical Journal, vol. 7, n° 3, p.p. 225-242. 1970.
- 46 LUMB, P. **Application of Statistics in Soil Mechanics**. Soil Mechanics: New Horizons, Ed. I.K. Lee, Butterworth, London. 1974.
- 47 MATSUO, M. and KURODA, K. **Probabilistics Approach to Design of Embankments**. Soil and Foundations, Japão, vol. 14(2), p.p. 1-17. 1974.
- 48 MEYERHOF, G. G. **Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations**. Canadian Geotechnical Journal, vol. 1, n°. 1, p.p.16-26. 1963.
- 49 MORLÁ-CATALÁN, J. e CORNELL, C. A. **Earth Slope Reliability by a LevelCrossing Method**. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 102 (GT6), p.p. 591-604. 1976.
- 50 MORGENSTERN, N. R. **Stability Charts for Earth Slopes During Rapid Drawdown**. Geotchnique. Vol. 13, n° 2, p.p. 121-133. 1963.
- 51 MORGENSTERN, N. R. and PRICE, V.E. **The Analysis of the Stability of General Slip Surfaces**. Geotchnique. Vol. 15, n° 1, p.p. 79-93. 1965.
- 52 NETER, J., WASSERMAIN, W. e WHITMORE, G. A., **Applied Statistics**. Allyn and Bacon, Inc., Boston, E.U.A., segunda edição. 1982.
- 53 PACHECO, M. P.. **Conceitos de Probabilidade e Análise de Risco em Estudos e Projetos de Geotecnia**. Proc. IX COBRAMSEF, ABMS, vol. 3, p.p. 37-56, Salvador, Brasil. 1990.

- 54 RANKINE, W. J. M. **On the Stability of Loose Earth**. Phil. Trans. Roy. Soc. London, Vol. 147. 1857.
- 55 RIBEIRO, R.C.H. **Probabilidade e Confiabilidade em Geotecnia de Fundações Superficiais**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2000.
- 56 ROSENBLUETH, R.Y. **Point Estimates for Probability Moments**. Proc. of the National Academy of Sciences, Mathematics Section, vol. 72 (10), p.p. 3812-3814. 1975.
- 57 SANDRONI, S. S. e SAYÃO, A. S. F. J. **Avaliação Estatística do Coeficiente de Segurança de Taludes**. 1ª Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Taludes, Rio de Janeiro, ABMS, vol.2, 523-535. 1992.
- 58 SANDRONI, S. S., SANTANA, F. C., RAMOS, J. M. S. e SAYÃO, A. S. F. J. **Talude Rompido em Solo Saprolítico de Micaxisto na Mina do Cauê**. 1ª Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Taludes, Rio de Janeiro, ABMS, vol. 1, 285-292. 1992.
- 59 SCHMERTMANN, J. H. **Static Cone to Compute Static Settlement Over Sand**. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, vol. 96 (SM 3), 1011-1043. 1970.
- 60 SCHMERTMANN, J. H., HARTMAN, J. P. and BROWN, P. R. **Improved Strain Influence Factor Diagrams**. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 104 (GT8), 1131-1135. 1978.
- 61 SMITH, G. N. **Probabilistic and Statistics in Civil Engineering**. Collings Professional and Technical Books, London, U. K. 1986.
- 62 S.R.H.-CE **Dados da Barragem de Benguê**, inaugurada em 2000. Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará. Website [www.atlas.srh.ce.gov.br/obras/acudes/estado.asp](http://www.atlas.srh.ce.gov.br/obras/acudes/estado.asp) acessado em Julho de 2007. 2007.
- 63 TERZAGHI, K. and PECK, R. B. **Soil Mechanics in Engineering Practice**. 1st. Edition, John Willey and Sons, New York, 566p. 1948.
- 64 TERZAGHI, K. and PECK, R. B. **Soil Mechanics in Engineering Practice**. 2. ed, John Willey and Sons, New York, 729p. 1967.
- 65 VANMARCKE, E. H. **Probabilistic Modeling of Soil Profiles**. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 103 (GT11), 1227-1246. 1977-A.
- 66 VANMARCKE, E. H. **Reliability of Earth Slopes**. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 103 (GT11), 1247-1265. (1977-B).

- 67 VELLOSO, D. A., LOPES, F. R. **Fundações**. 2<sup>a</sup> Edição, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro. 1997.
- 68 VESIC, A. S. **Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations**. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, vol. 99, SM 1, p.p. 45-73. 1973.
- 69 VESIC, A. S. **Principles of Pile Foundation Design**. Soil Mechanics Series, Nº 38, School of Engineering, Duke University, Durham, NC, 48 pp. 1975.
- 70 WHITMAN, R. V. **Evaluating Calculated Risk in Geotechnical Engineennng**. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 110 (2), 145-188. 1984.

## Apêndice 1 - Valores da função distribuição acumulada normal

Tabela 9.1. Valores da função distribuição acumulada normal

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-(1/2)t^2} dt$$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998									
4.0	0.99997									
5.0	0.999997									
6.0	0.99999999									

# 10

## Apêndice 2 - Cálculos dos recalques

Tabela 10.1. Valores de recalques para  $\alpha=5$ , previstos através do método de Schmertmann (1978)

PILARES		SAPATAS	RECALQUES (mm)							
Nº	CARGA (kN)	TENSÃO (KPa)	CPT1A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT2A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT3A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT4A	$(\rho - E[\rho])^2$
P1	1000	200	12,67	7,42	14,85	0,54	21,04	6,25	16,39	0,89
P2	2500	200	23,4	64,10	24,71	112,28	32,77	202,48	27,89	154,83
P3	2000	200	20,51	26,18	22,49	70,16	30,32	138,76	25,52	101,47
P4	2300	200	22,38	48,81	23,93	96,36	31,91	178,75	27,05	134,63
P5	4400	200	28,64	175,46	28,26	200,11	36,62	326,87	31,87	269,72
P6	2600	200	23,87	71,85	25,06	119,82	33,17	214,02	28,27	164,43
P7	2200	200	21,81	41,17	23,5	88,10	31,43	166,14	26,59	124,17
P8	3600	200	27,16	138,45	27,42	177,05	35,82	298,58	30,84	236,95
P9	2400	200	22,91	56,49	24,33	104,37	32,36	190,98	27,48	144,79
P10	1500	200	16,45	1,12	19,19	25,77	26,65	65,77	21,97	42,55
P11	2100	200	21,19	33,60	23,03	79,50	30,91	153,01	26,09	113,27
P12	2200	200	21,81	41,17	23,5	88,10	31,43	166,14	26,59	124,17
P101	150	200	3,95	130,96	3,61	110,33	4,25	204,22	3,16	150,97
P102	150	200	3,95	130,96	3,61	110,33	4,25	204,22	3,16	150,97
P103	150	200	3,95	130,96	3,61	110,33	4,25	204,22	3,16	150,97
P104	150	200	3,95	130,96	3,61	110,33	4,25	204,22	3,16	150,97
P105	300	200	5,85	91,08	6,09	64,38	7,31	126,12	5,33	102,35
P106	200	200	4,53	118,02	4,33	95,72	4,98	183,89	3,76	136,58
P107	200	200	4,53	118,02	4,33	95,72	4,98	183,89	3,76	136,58
P108	150	200	3,95	130,96	3,61	110,33	4,25	204,22	3,16	150,97
P109	150	200	3,95	130,96	3,61	110,33	4,25	204,22	3,16	150,97
P110	200	200	4,53	118,02	4,33	95,72	4,98	183,89	3,76	136,58
P111	150	200	3,95	130,96	3,61	110,33	4,25	204,22	3,16	150,97
		Média parcial	13,5		14,1		18,5		15,4	
		E[ $\rho$ ]	15,394							
		V[ $\rho$ ]	129,12							
		s	11,363							



Tabela 10.2. Valores de recalques para  $\alpha=6$ , previstos através do método de Schmertmann (1978)

PILARES		SAPATAS	RECALQUES (mm)							
Nº	CARGA (kN)	TENSÃO (KPa)	CPT1A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT2A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT3A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT4A	$(\rho - E[\rho])^2$
P1	1000	200	10,56	5,15	12,38	0,38	17,53	4,34	13,66	0,62
P2	2500	200	19,50	44,51	20,59	77,97	27,31	140,61	23,24	107,52
P3	2000	200	17,09	18,18	18,74	48,72	25,27	96,36	21,27	70,46
P4	2300	200	18,65	33,89	19,94	66,91	26,59	124,13	22,54	93,49
P5	4400	200	23,87	121,85	23,55	138,97	30,52	226,99	26,56	187,30
P6	2600	200	19,89	49,89	20,88	83,21	27,64	148,63	23,56	114,19
P7	2200	200	18,18	28,59	19,58	61,18	26,19	115,38	22,16	86,23
P8	3600	200	22,63	96,14	22,85	122,95	29,85	207,35	25,70	164,55
P9	2400	200	19,09	39,23	20,28	72,48	26,97	132,63	22,90	100,55
P10	1500	200	13,71	0,77	15,99	17,89	22,21	45,67	18,31	29,55
P11	2100	200	17,66	23,33	19,19	55,21	25,76	106,25	21,74	78,66
P12	2200	200	18,18	28,59	19,58	61,18	26,19	115,38	22,16	86,23
P101	150	200	3,29	90,94	3,01	76,62	3,54	141,82	2,63	104,84
P102	150	200	3,29	90,94	3,01	76,62	3,54	141,82	2,63	104,84
P103	150	200	3,29	90,94	3,01	76,62	3,54	141,82	2,63	104,84
P104	150	200	3,29	90,94	3,01	76,62	3,54	141,82	2,63	104,84
P105	300	200	4,88	63,25	5,08	44,71	6,09	87,59	4,44	71,08
P106	200	200	3,78	81,96	3,61	66,48	4,15	127,70	3,13	94,85
P107	200	200	3,78	81,96	3,61	66,48	4,15	127,70	3,13	94,85
P108	150	200	3,29	90,94	3,01	76,62	3,54	141,82	2,63	104,84
P109	150	200	3,29	90,94	3,01	76,62	3,54	141,82	2,63	104,84
P110	200	200	3,78	81,96	3,61	66,48	4,15	127,70	3,13	94,85
P111	150	200	3,29	90,94	3,01	76,62	3,54	141,82	2,63	104,84
		Média parcial	11,2		11,8		15,5		12,9	
		E[ $\rho$ ]	12,83							
		V[ $\rho$ ]	89,66							
		s	9,47							

Tabela 10.3. Valores de recalques para  $\alpha=10$ , previstos através do método de Schmertmann (1978)

PILARES		SAPATAS	RECALQUES (mm)							
Nº	CARGA (kN)	TENSÃO (KPa)	CPT1A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT2A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT3A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT4A	$(\rho - E[\rho])^2$
P1	1000	200	6,34	1,85	7,43	0,14	10,52	1,56	8,20	0,22
P2	2500	200	11,70	16,03	12,36	28,07	16,39	50,62	13,95	38,71
P3	2000	200	10,26	6,54	11,25	17,54	15,16	34,69	12,76	25,37
P4	2300	200	11,19	12,20	11,97	24,09	15,96	44,69	13,53	33,66
P5	4400	200	14,32	43,87	14,13	50,03	18,31	81,72	15,94	67,43
P6	2600	200	11,94	17,96	12,53	29,95	16,59	53,51	14,14	41,11
P7	2200	200	10,91	10,29	11,75	22,02	15,72	41,54	13,30	31,04
P8	3600	200	13,58	34,61	13,71	44,26	17,91	74,65	15,42	59,24
P9	2400	200	11,46	14,12	12,17	26,09	16,18	47,75	13,74	36,20
P10	1500	200	8,23	0,28	9,60	6,44	13,33	16,44	10,99	10,64
P11	2100	200	10,60	8,40	11,52	19,87	15,46	38,25	13,05	28,32
P12	2200	200	10,91	10,29	11,75	22,02	15,72	41,54	13,30	31,04
P101	150	200	1,98	32,74	1,81	27,58	2,13	51,05	1,58	37,74
P102	150	200	1,98	32,74	1,81	27,58	2,13	51,05	1,58	37,74
P103	150	200	1,98	32,74	1,81	27,58	2,13	51,05	1,58	37,74
P104	150	200	1,98	32,74	1,81	27,58	2,13	51,05	1,58	37,74
P105	300	200	2,93	22,77	3,05	16,10	3,66	31,53	2,67	25,59
P106	200	200	2,27	29,50	2,17	23,93	2,49	45,97	1,88	34,15
P107	200	200	2,27	29,50	2,17	23,93	2,49	45,97	1,88	34,15
P108	150	200	1,98	32,74	1,81	27,58	2,13	51,05	1,58	37,74
P109	150	200	1,98	32,74	1,81	27,58	2,13	51,05	1,58	37,74
P110	200	200	2,27	29,50	2,17	23,93	2,49	45,97	1,88	34,15
P111	150	200	1,98	32,74	1,81	27,58	2,13	51,05	1,58	37,74
		Média parcial	6,7		7,1		9,3		7,7	
		E[ $\rho$ ]	7,70							
		V[ $\rho$ ]	32,28							
		s	5,68							

Tabela 10.4. Valores de recalques para  $\alpha=5$ , previstos através do método de Schmertmann (1978), utilizando-se duas tensões admissíveis

PILARES		SAPATAS	RECALQUES (mm)							
Nº	CARGA (kN)	TENSÃO (KPa)	CPT1A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT2A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT3A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT4A	$(\rho - E[\rho])^2$
P1	1000	200	12,67	11,30	14,85	0,03	21,04	3,22	16,39	0,17
P2	2500	200	23,4	54,28	24,71	100,88	32,77	182,93	27,89	141,96
P3	2000	200	20,51	20,05	22,49	61,21	30,32	122,66	25,52	91,10
P4	2300	200	22,38	40,29	23,93	85,82	31,91	160,41	27,05	122,65
P5	4400	200	28,64	158,96	28,26	184,79	36,62	301,90	31,87	252,64
P6	2600	200	23,87	61,43	25,06	108,03	33,17	193,91	28,27	151,16
P7	2200	200	21,81	33,38	23,5	78,04	31,43	148,48	26,59	112,67
P8	3600	200	27,16	123,83	27,42	162,66	35,82	274,74	30,84	220,96
P9	2400	200	22,91	47,30	24,33	93,39	32,36	172,01	27,48	132,36
P10	1500	200	16,45	0,17	19,19	20,47	26,65	54,84	21,97	35,94
P11	2100	200	21,19	26,60	23,03	69,96	30,91	136,08	26,09	102,31
P12	2200	200	21,81	33,38	23,5	78,04	31,43	148,48	26,59	112,67
P101	150	300	5,54	110,09	4,75	98,33	5,74	182,38	4,29	136,54
P102	150	300	5,54	110,09	4,75	98,33	5,74	182,38	4,29	136,54
P103	150	300	5,54	110,09	4,75	98,33	5,74	182,38	4,29	136,54
P104	150	300	5,54	110,09	4,75	98,33	5,74	182,38	4,29	136,54
P105	300	300	7,46	73,48	7,15	56,49	8,22	121,55	6,21	95,36
P106	200	300	6,18	97,07	5,55	83,10	6,6	159,89	4,88	123,10
P107	200	300	6,18	97,07	5,55	83,10	6,6	159,89	4,88	123,10
P108	150	300	5,54	110,09	4,75	98,33	5,74	182,38	4,29	136,54
P109	150	300	5,54	110,09	4,75	98,33	5,74	182,38	4,29	136,54
P110	200	300	6,18	97,07	5,55	83,10	6,6	159,89	4,88	123,10
P111	150	300	5,54	110,09	4,75	98,33	5,74	182,38	4,29	136,54
		Média parcial	14,2		14,7		19,2		16,0	
		Média	16,03							
		variância	114,93							
		s	10,72							

Tabela 10.5. Valores de recalques para  $\alpha=6$ , previstos através do método de Schmertmann (1978), utilizando-se duas tensões admissíveis

PILARES		SAPATAS	RECALQUES (mm)							
Nº	CARGA (kN)	TENSÃO (KPa)	CPT1A	( $\rho$ - $E[\rho]$ ) <sup>2</sup>	CPT2A	( $\rho$ - $E[\rho]$ ) <sup>2</sup>	CPT3A	( $\rho$ - $E[\rho]$ ) <sup>2</sup>	CPT4A	( $\rho$ - $E[\rho]$ ) <sup>2</sup>
P1	1000	200	10,56	7,85	12,38	0,02	17,53	2,24	13,66	0,12
P2	2500	200	19,50	37,70	20,59	70,06	27,31	127,04	23,24	98,58
P3	2000	200	17,09	13,92	18,74	42,51	25,27	85,18	21,27	63,27
P4	2300	200	18,65	27,98	19,94	59,60	26,59	111,39	22,54	85,17
P5	4400	200	23,87	110,39	23,55	128,33	30,52	209,65	26,56	175,45
P6	2600	200	19,89	42,66	20,88	75,02	27,64	134,66	23,56	104,97
P7	2200	200	18,18	23,18	19,58	54,19	26,19	103,11	22,16	78,25
P8	3600	200	22,63	85,99	22,85	112,96	29,85	190,79	25,70	153,45
P9	2400	200	19,09	32,85	20,28	64,86	26,97	119,45	22,90	91,92
P10	1500	200	13,71	0,12	15,99	14,21	22,21	38,08	18,31	24,96
P11	2100	200	17,66	18,47	19,19	48,58	25,76	94,50	21,74	71,05
P12	2200	200	18,18	23,18	19,58	54,19	26,19	103,11	22,16	78,25
P101	150	300	4,62	76,45	3,96	68,28	4,78	126,65	3,58	94,82
P102	150	300	4,62	76,45	3,96	68,28	4,78	126,65	3,58	94,82
P103	150	300	4,62	76,45	3,96	68,28	4,78	126,65	3,58	94,82
P104	150	300	4,62	76,45	3,96	68,28	4,78	126,65	3,58	94,82
P105	300	300	6,22	51,03	5,96	39,23	6,85	84,41	5,18	66,22
P106	200	300	5,15	67,41	4,63	57,71	5,50	111,04	4,07	85,49
P107	200	300	5,15	67,41	4,63	57,71	5,50	111,04	4,07	85,49
P108	150	300	4,62	76,45	3,96	68,28	4,78	126,65	3,58	94,82
P109	150	300	4,62	76,45	3,96	68,28	4,78	126,65	3,58	94,82
P110	200	300	5,15	67,41	4,63	57,71	5,50	111,04	4,07	85,49
P111	150	300	4,62	76,45	3,96	68,28	4,78	126,65	3,58	94,82
		Média parcial	11,9		12,2		16,0		13,3	
		Média	13,36							
		variância	79,81							
		s	8,93							

Tabela 10.6. Valores de recalques para  $\alpha=10$ , previstos através do método de Schmertmann (1978), utilizando-se duas tensões admissíveis

PILARES		SAPATAS	RECALQUES (mm)							
Nº	CARGA (kN)	TENSÃO (KPa)	CPT1A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT2A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT3A	$(\rho - E[\rho])^2$	CPT4A	$(\rho - E[\rho])^2$
P1	1000	200	6,34	2,83	7,43	0,01	10,52	0,81	8,20	0,04
P2	2500	200	11,70	13,57	12,36	25,22	16,39	45,73	13,95	35,49
P3	2000	200	10,26	5,01	11,25	15,30	15,16	30,67	12,76	22,78
P4	2300	200	11,19	10,07	11,97	21,46	15,96	40,10	13,53	30,66
P5	4400	200	14,32	39,74	14,13	46,20	18,31	75,47	15,94	63,16
P6	2600	200	11,94	15,36	12,53	27,01	16,59	48,48	14,14	37,79
P7	2200	200	10,91	8,35	11,75	19,51	15,72	37,12	13,30	28,17
P8	3600	200	13,58	30,96	13,71	40,67	17,91	68,68	15,42	55,24
P9	2400	200	11,46	11,83	12,17	23,35	16,18	43,00	13,74	33,09
P10	1500	200	8,23	0,04	9,60	5,12	13,33	13,71	10,99	8,98
P11	2100	200	10,60	6,65	11,52	17,49	15,46	34,02	13,05	25,58
P12	2200	200	10,91	8,35	11,75	19,51	15,72	37,12	13,30	28,17
P101	150	300	2,77	27,52	2,38	24,58	2,87	45,59	2,15	34,14
P102	150	300	2,77	27,52	2,38	24,58	2,87	45,59	2,15	34,14
P103	150	300	2,77	27,52	2,38	24,58	2,87	45,59	2,15	34,14
P104	150	300	2,77	27,52	2,38	24,58	2,87	45,59	2,15	34,14
P105	300	300	3,73	18,37	3,58	14,12	4,11	30,39	3,11	23,84
P106	200	300	3,09	24,27	2,78	20,78	3,30	39,97	2,44	30,78
P107	200	300	3,09	24,27	2,78	20,78	3,30	39,97	2,44	30,78
P108	150	300	2,77	27,52	2,38	24,58	2,87	45,59	2,15	34,14
P109	150	300	2,77	27,52	2,38	24,58	2,87	45,59	2,15	34,14
P110	200	300	3,09	24,27	2,78	20,78	3,30	39,97	2,44	30,78
P111	150	300	2,77	27,52	2,38	24,58	2,87	45,59	2,15	34,14
		Média parcial	7,1		7,3		9,6		8,0	
		Média	8,02							
		variância	28,73							
		s	5,36							

# 11

## Apêndice 3 - Cálculos de média e variância de FS, pelos métodos do Segundo Momento e das Estimativas Pontuais, para o muro de arrimo analisado no Capítulo 5, com diversas posições de nível d'água

Tabela 11.1. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 4,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		1,48								
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i / \Delta x_i$	$(\Delta FS_i / \Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência	
$\phi^{\circ}$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,059	0,05294	69,89	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	-0,002	-0,026	0,00079	1,05	
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,021	0,021	0,00004	0,06	
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,296	2,964	0,02196	29,00	
$\Sigma$								0,0757	100,0	

Tabela 11.2. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 4,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		1,44								
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i / \Delta x_i$	$(\Delta FS_i / \Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência	
$\phi^{\circ}$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,054	0,04503	67,94	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	-0,002	-0,022	0,00061	0,92	
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,021	0,021	0,00004	0,06	
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,287	2,870	0,02060	31,07	
$\Sigma$								0,0663	100,0	

Tabela 11.3. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 3,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		1,36								
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i / \Delta x_i$	$(\Delta FS_i / \Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência	
$\phi^{\circ}$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,000	0,048	0,03480	64,63	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	-0,001	-0,018	0,00039	0,72	
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,020	0,020	0,00004	0,07	
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,273	2,729	0,01862	34,58	
$\Sigma$								0,0538	100,0	

Tabela 11.4. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 3,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		1,28							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi^{\circ}$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,000	0,040	0,02464	59,83
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	-0,001	-0,013	0,00020	0,49
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,018	0,018	0,00003	0,08
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,255	2,554	0,01631	39,60
$\Sigma$								0,0412	100,0

Tabela 11.5. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 2,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		1,18							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi^{\circ}$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,000	0,032	0,01614	53,49
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	-0,001	-0,008	0,00007	0,25
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,017	0,017	0,00003	0,09
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,236	2,360	0,01393	46,16
$\Sigma$								0,0302	100,0

Tabela 11.6. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 2,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		1,08							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi^{\circ}$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,000	0,025	0,00986	45,70
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	0,000	-0,003	0,00001	0,06
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,016	0,016	0,00002	0,11
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,216	2,161	0,01167	54,12
$\Sigma$								0,0216	100,0

Tabela 11.7. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 1,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		0,98							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Variação $\Delta x_i$	Variação de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,000	0,019	0,00564	36,83
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	0,000	0,000	0,00000	0,00
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,014	0,014	0,00002	0,13
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,196	1,964	0,00965	63,04
$\Sigma$								0,0153	100,0

Tabela 11.8. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 1,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		0,89							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Variação $\Delta x_i$	Variação de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,000	0,014	0,00302	27,54
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	0,000	0,003	0,00001	0,11
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,013	0,013	0,00002	0,15
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,178	1,778	0,00791	72,20
$\Sigma$								0,0110	100,0

Tabela 11.9. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 0,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		0,80							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Variação $\Delta x_i$	Variação de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,000	0,010	0,00150	18,73
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	0,000	0,005	0,00003	0,43
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,012	0,012	0,00001	0,16
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,161	1,606	0,00645	80,67
$\Sigma$								0,0080	100,0



Tabela 11.10. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água na superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

E[FS]		0,72								
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência	
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,000	0,007	0,00067	11,25	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,07	0,000	0,007	0,00006	0,94	
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,010	0,010	0,00001	0,18	
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	0,1	0,145	1,450	0,00525	87,63	
							$\Sigma$	0,0060	100,0	

Tabela 11.11. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 4,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]		1,91								
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência	
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0170	-0,085	0,11039	74,47	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	0,006	0,032	0,00126	0,85	
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,028	-0,028	0,00007	0,05	
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-3,821	-3,821	0,03650	24,63	
							$\Sigma$	0,1482	100,0	

Tabela 11.12. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 4,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]		1,83								
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência	
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0152	-0,076	0,08881	72,17	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	0,005	0,027	0,00086	0,70	
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,026	-0,026	0,00007	0,06	
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-3,650	-3,650	0,03331	27,07	
							$\Sigma$	0,1230	100,0	

Tabela 11.13. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 3,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]		1,70							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi'$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0128	-0,064	0,06318	68,23
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	0,004	0,019	0,00044	0,48
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,024	-0,024	0,00006	0,06
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-3,401	-3,401	0,02891	31,23
$\Sigma$								0,0926	100,0

Tabela 11.14. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 3,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]		1,55							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi'$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0103	-0,051	0,04048	62,48
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	0,002	0,011	0,00015	0,24
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,022	-0,022	0,00005	0,08
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-3,106	-3,106	0,02411	37,21
$\Sigma$								0,0648	100,0

Tabela 11.15. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 2,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]		1,40							
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi'$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0079	-0,039	0,02381	54,85
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	0,001	0,004	0,00002	0,05
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,020	-0,020	0,00004	0,09
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-2,795	-2,795	0,01953	45,00
$\Sigma$								0,0434	100,0

Tabela 11.16. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 2,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]		1,25							
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de $FS_i$	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0058	-0,029	0,01305	45,62
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	0,000	-0,001	0,00000	0,01
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,018	-0,018	0,00003	0,11
$tg\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-2,491	-2,491	0,01552	54,26
$\Sigma$								0,0286	100,0

Tabela 11.17. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 1,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]		1,10							
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de $FS_i$	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0042	-0,021	0,00673	35,45
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	-0,001	-0,005	0,00004	0,19
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,016	-0,016	0,00002	0,13
$tg\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-2,208	-2,208	0,01219	64,24
$\Sigma$								0,0190	100,0

Tabela 11.18. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 1,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]		0,98							
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de $FS_i$	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0029	-0,015	0,00327	25,35
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	-0,002	-0,008	0,00008	0,62
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,014	-0,014	0,00002	0,15
$tg\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-1,953	-1,953	0,00953	73,87
$\Sigma$								0,0129	100,0

Tabela 11.19. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado a uma profundidade de 0,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]									
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0020	-0,010	0,00149	16,42
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	-0,002	-0,010	0,00012	1,30
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,012	-0,012	0,00002	0,17
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-1,727	-1,727	0,00745	82,12
$\Sigma$								0,0091	100,0

Tabela 11.20. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com nível d'água situado na superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

E[FS]									
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,2	-0,0013	-0,006	0,00062	9,39
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,2	-0,002	-0,011	0,00014	2,13
$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	-0,011	-0,011	0,00001	0,18
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	-1,529	-1,529	0,00584	88,30
$\Sigma$								0,0066	100,0

Tabela 11.21. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 4,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,88
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,96
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,38
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,54
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,87
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,16
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,43
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,53
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,17
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,12
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,59
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,42
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,37
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,94
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,13
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,60
E[FS]					1,506
V[FS]					0,078

Tabela 11.22. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 4,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )	
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,81
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,88
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,35
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,48
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,80
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,13
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,40
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,47
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,14
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,09
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,52
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,38
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,34
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,86
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,10
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,53
E[FS]					1,455
V[FS]					0,068

Tabela 11.23. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 3,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,71	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,76	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,30	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,40	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,69	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,08	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,34	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,39	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,10	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,05	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,42	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,33	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,29	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,74	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,06	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,44	
					E[FS]	1,380
					V[FS]	0,055

Tabela 11.24. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 3,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{concreto}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,58	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,61	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,23	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,29	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,57	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,03	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,27	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,28	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,04	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,00	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,31	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,25	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,22	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,60	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,01	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,32	
					E[FS]	1,288
					V[FS]	0,042

Tabela 11.25. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 2,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,44	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,46	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,16	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,18	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,43	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,96	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,18	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,17	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,97	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,94	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,18	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,17	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,15	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,45	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,95	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,19	
					E[FS]	1,187
					V[FS]	0,030

Tabela 11.26. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 2,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,31	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,31	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,08	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,07	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,29	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,89	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,09	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,06	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,90	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,88	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,06	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,08	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,07	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,30	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,88	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,07	
					E[FS]	1,084
					V[FS]	0,022

Tabela 11.27. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 1,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,17	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,17	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,00	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	0,96	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,16	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,82	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,01	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	0,95	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,82	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,81	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	0,94	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,00	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	0,99	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,15	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,82	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	0,95	
					E[FS]	0,984
					V[FS]	0,015

Tabela 11.28. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 1,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,05	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,04	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	0,92	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	0,86	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,04	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,75	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	0,92	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	0,85	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,75	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,75	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	0,84	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	0,91	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	0,91	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,03	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,75	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	0,85	
					E[FS]	0,889
					V[FS]	0,011



Tabela 11.29. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 0,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	0,94	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	0,92	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	0,85	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	0,77	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	0,93	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,68	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	0,84	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	0,76	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,69	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,69	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	0,75	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	0,83	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	0,84	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	0,91	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,69	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	0,75	
					E[FS]	0,803
					V[FS]	0,008

Tabela 11.30. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado na superfície do terrapleno e empuxos de Rankine

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	0,84	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	0,82	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	0,78	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	0,69	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	0,83	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,62	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	0,77	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	0,68	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,63	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,63	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	0,66	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	0,76	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	0,77	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	0,81	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,64	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	0,67	
					E[FS]	0,724
					V[FS]	0,006

Tabela 11.31. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 4,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	2,47	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	2,56	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,75	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	2,02	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	2,45	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,47	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,81	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	2,00	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,48	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,42	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	2,08	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,80	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,73	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	2,54	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,43	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	2,10	
					E[FS]	1,944
					V[FS]	0,152

Tabela 11.32. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 4,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	2,34	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	2,41	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,69	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,91	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	2,32	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,42	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,75	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,90	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,43	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,37	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,96	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,73	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,67	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	2,39	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,38	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,97	
					E[FS]	1,852
					V[FS]	0,125

Tabela 11.33. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 3,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	2,15	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	2,20	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,60	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,76	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	2,13	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,33	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,64	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,75	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,35	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,30	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,78	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,63	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,58	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	2,18	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,31	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,80	
					E[FS]	1,719
					V[FS]	0,094

Tabela 11.34. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 3,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,94	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,96	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,49	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,59	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,92	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,23	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,52	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,57	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,24	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,21	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,59	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,51	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,48	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,94	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,22	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,60	
					E[FS]	1,564
					V[FS]	0,065

Tabela 11.35. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 2,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,72	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,72	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,37	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,41	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,70	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,13	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,39	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,39	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,14	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,11	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,40	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,38	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,36	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,71	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,12	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,41	
					E[FS]	1,403
					V[FS]	0,044

Tabela 11.36. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 2,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,51	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,50	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,25	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,24	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,50	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	1,02	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,26	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,23	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	1,03	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	1,01	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,21	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,24	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,24	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,48	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	1,02	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,23	
					E[FS]	1,247
					V[FS]	0,029

Tabela 11.37. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 1,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,32	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,30	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,13	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	1,08	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,31	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,91	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,13	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	1,07	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,92	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,92	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	1,05	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,12	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,12	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,29	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,93	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	1,06	
					E[FS]	1,104
					V[FS]	0,019

Tabela 11.38. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 1,0m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS	
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )		
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,15	
2	17,741	34,036	0,55	23,864	1,13	
3	19,939	26,204	0,55	23,864	1,02	
4	19,939	34,036	0,45	23,864	0,94	
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,14	
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,82	
7	17,741	26,204	0,55	23,864	1,01	
8	19,939	34,036	0,45	23,236	0,94	
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,83	
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,83	
11	17,741	34,036	0,45	23,236	0,91	
12	17,741	26,204	0,55	23,236	1,00	
13	19,939	26,204	0,55	23,236	1,01	
14	17,741	34,036	0,55	23,236	1,12	
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,83	
16	17,741	34,036	0,45	23,864	0,92	
					E[FS]	0,975
					V[FS]	0,013

Tabela 11.39. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado a uma profundidade de 0,5m em relação à superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	
1	19,939	34,036	0,55	23,864	1,01
2	17,741	34,036	0,55	23,864	0,98
3	19,939	26,204	0,55	23,864	0,92
4	19,939	34,036	0,45	23,864	0,83
5	19,939	34,036	0,55	23,236	1,00
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,73
7	17,741	26,204	0,55	23,864	0,90
8	19,939	34,036	0,45	23,236	0,82
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,74
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,74
11	17,741	34,036	0,45	23,236	0,79
12	17,741	26,204	0,55	23,236	0,89
13	19,939	26,204	0,55	23,236	0,91
14	17,741	34,036	0,55	23,236	0,97
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,75
16	17,741	34,036	0,45	23,864	0,80
E[FS]					0,862
V[FS]					0,009

Tabela 11.40. Média e Variância de FS, pelo método das Estimativas Pontuais, com nível d'água situado na superfície do terrapleno e empuxos de Coulomb

Combinação	Valores dos Parâmetros				FS
	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	tg $\delta$	$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	
1	19,939	34,036	0,55	23,864	0,89
2	17,741	34,036	0,55	23,864	0,85
3	19,939	26,204	0,55	23,864	0,83
4	19,939	34,036	0,45	23,864	0,73
5	19,939	34,036	0,55	23,236	0,88
6	17,741	26,204	0,45	23,236	0,65
7	17,741	26,204	0,55	23,864	0,81
8	19,939	34,036	0,45	23,236	0,72
9	17,741	26,204	0,45	23,864	0,66
10	19,939	26,204	0,45	23,236	0,67
11	17,741	34,036	0,45	23,236	0,69
12	17,741	26,204	0,55	23,236	0,80
13	19,939	26,204	0,55	23,236	0,82
14	17,741	34,036	0,55	23,236	0,85
15	19,939	26,204	0,45	23,864	0,68
16	17,741	34,036	0,45	23,864	0,70
E[FS]					0,763
V[FS]					0,007

## 12

### Apêndice 4 - Cálculos de média e variância de FS, pelo método do Segundo Momento, variando-se a dimensão B para o muro de arrimo analisado no Capítulo 5

Tabela 12.1. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com B=4m e empuxos de Rankine

E[FS]									
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi'$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,061	0,0579	70,6
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,3	-0,008	-0,028	0,0009	1,1
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,023	0,023	0,0001	0,1
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	3,046	3,046	0,0232	28,2
							$\Sigma$	0,0821	100,0

Tabela 12.2. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com B=4,5m e empuxos de Rankine

E[FS]									
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi'$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,063	0,0605	70,5
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,3	-0,009	-0,030	0,0011	1,2
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,024	0,024	0,0001	0,1
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	3,114	3,114	0,0242	28,2
							$\Sigma$	0,0859	100,0

Tabela 12.3. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com B=5m e empuxos de Rankine

E[FS]									
Parâmetros $x_i$	Média	Coeficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi'$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,064	0,0632	70,4
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,3	-0,009	-0,031	0,0012	1,3
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,025	0,025	0,0001	0,1
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	3,182	3,182	0,0253	28,2
							$\Sigma$	0,0898	100,0

Tabela 12.4. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com B=5,5m e empuxos de Rankine

E[FS]		1,62							
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,066	0,0660	70,3
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,3	-0,010	-0,033	0,0013	1,4
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,027	0,027	0,0001	0,1
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	3,250	3,250	0,0264	28,2
$\Sigma$								0,0938	100,0

Tabela 12.5. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com B=6m e empuxos de Rankine

E[FS]		1,66							
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,067	0,0687	70,3
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,3	-0,010	-0,035	0,0015	1,5
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,028	0,028	0,0001	0,1
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	3,318	3,318	0,0275	28,1
$\Sigma$								0,0978	100,0

Tabela 12.6. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com B=6,5m e empuxos de Rankine

E[FS]		1,69							
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,068	0,0716	70,2
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,3	-0,011	-0,037	0,0016	1,6
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,030	0,030	0,0001	0,1
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	3,386	3,386	0,0287	28,1
$\Sigma$								0,1020	100,0

Tabela A12.7. Média e Variância de FS, pelo método do Segundo Momento, com B=7m e empuxos de Rankine

E[FS]		1,73							
Parâmetros $x_i$	Média	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão	Variância	Varição $\Delta x_i$	Varição de FS <sub>i</sub>	$\Delta FS_i/\Delta x_i$	$(\Delta FS_i/\Delta x_i)^2 \cdot V[x_i]$	% de Influência
$\phi$ (°)	30,12	0,13	3,916	15,332	0,01	0,001	0,070	0,0745	70,1
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,84	0,06	1,099	1,208	0,3	-0,012	-0,038	0,0018	1,7
$\gamma_{\text{concreto}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	23,55	0,01	0,314	0,099	1	0,031	0,031	0,0001	0,1
tg $\delta$	0,5	0,10	0,050	0,003	1	3,454	3,454	0,0298	28,1
$\Sigma$								0,1062	100,0