

Referências bibliográficas

AL-FARES *et al.* (2002), **Analysis of the karst aquifer structure of the Lamalou area with ground penetrating radar.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 51, pp. 97-106.

ANNAN, A. P., COSWAY, S. W. (1992), **Ground penetrating radar survey design.** Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems, Vol. 2, pp. 329-352.

ANNAN, A. P., COSWAY, S. W., REDMAN, J.D. (1991), **Water table detection with ground penetrating radar.** International Congress of Society of Exploration Geophysical, n° 61, pp. 494-496.

AQUINO, W. F., DEHAINI, J., MENDES, J. M. B. (1998), **Geo-radar para detecção de contaminação por hidrocarboneto.** Anais do II Workshop de Geofísica Aplicada. Rio Claro, S.P.

ARANHA *et al.* (2002), **The use of GPR for characterizing underground weathered profiles in the sub-humid tropics.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 49, pp. 195-210.

ARARUNA Jr *et al.* (2004), **Relatório desenvolvido pelo Núcleo de Geotecnia Ambiental da PUC-Rio.**

ARARUNA Jr *et al.* (2005), **Relatório desenvolvido pelo Núcleo de Geotecnia Ambiental da PUC-Rio.**

ASTM International. Designation D 6780-02, **Standard Test Method for water content and density of soil in place by TDR.**

ASTM. Designation D 6565-00, **Standard Test Method for determination of water (moisture) content of soil by the TDR method.**

ATEKWANA, E. A., SAUCK, W. A., WERKEMA JR, D. D. (2000), **Investigations of geoelectrical signatures at a hydrocarbon contaminated site.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 44, pp. 167-180.

BENSON, A. K. (1995), **Applications of ground penetrating radar in assessing some geological Hazards: examples of groundwater contamination, faults, cavities.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 33, pp. 177-193.

BERES, M., HAENI, F. P. (1991), **Application of ground penetrating radar methods in hidrogeologic studies.** Ground Water, Vol. 29, n° 3, pp. 375-386.

BIRKEN, R., VERSTEEG, R. (2000), **Use of four-dimensional ground penetrating radar and advanced visualization methods to determine subsurface fluid migration**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 43, pp. 215-226.

BOTELHO, M. A. B., MACHADO, S. L., DOURADO, T. C., AMPARO, N. S. (2003), **Experimentos laboratoriais com GPR (1GHz) em corpos arenosos para analisar a influência da água e de hidrocarbonetos na sua velocidade de propagação**. 8º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica. SBGF.

CARCIONE, J. M., MARCAK, H., SERIANI, G., PADOAN, G. (2000), **GPR modeling study in a contaminated area of Krzywa Air Base (Poland)**. Geophysics, Vol. 65, n° 2, pp. 521-525.

CARCIONE, J. M., SERIANI, G. (2000), **An electromagnetic modelling tool for the detection of hydrocarbons in the subsoil**. Geophysical Prospecting, Vol. 48, pp. 231-256.

CASTRO, D. L., BRANCO, R. M. G. C. (2003), **4-D ground penetrating radar monitoring of a hydrocarbon leakage site in Fortaleza (Brazil) during its remediation process: a case history**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 54, pp. 127-144.

CHICOTA, R. (2003), **Avaliação no campo de um TDR segmentado para determinação da umidade do solo**. Dissertação de mestrado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo.

CORSEUIL, H. (2000), **Results of a natural attenuation field experiment for an ethanol-blended gasoline spill**. Proceedings of the 2000 petroleum hydrocarbon and organic chemicals in ground water, Anaheim, CA, USA, pp. 24-31.

DANIELS, D. J., ROBERTS, R., VENDL, M. (1995), **Ground penetrating radar for the detection of liquid contaminants**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 33, pp. 195-207.

DAVIS, J. L., ANNAN, A. P. (1989), **Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy**. Geophysical Prospecting, Vol. 37, pp. 531-551.

DOMINIC, D. F., EGAN, K., CARNEY, C., WOLFE, P. J., BOARDMAN, M. R. (1995), **Delineation of shallow stratigraphy using ground penetrating radar**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 33, pp. 167-175.

DOOLITTLE, J. A., COLLINS, M. E. (1995), **Use of soil information to determine application of ground penetrating radar**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 33, pp. 101-108.

ELIS, V. R. (2004), **Geofísica aplicada ao estudo da poluição de solos e águas subterrâneas**, VI Escola de Verão de Geofísica, 67p.

EPA, **Innovations in site characterization: Geophysical investigation at hazardous waste sites**, Publication EPA, EPA/542/R/00/03, 2000, 158 p.

FINE, P., GRABER, E. R., YARON, B. (1997), **Soil interactions with petroleum hydrocarbons: Abiotic processes**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 10, pp. 133-153.

GRANDJEAN, G., GOURRY, J. C., BITRI, A. (2000), **Evaluation of GPR techniques for civil-engineering applications: study on a test site**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 45, pp. 141-156.

GRASMUECK, M. (1996), **3-D ground-penetrating radar applied to fracture imaging in gneiss**. Geophysics, Vol. 61, n^o 4, pp. 1050-1064.

GREENHOUSE, J., BREWSTER, M., SCHNEIDER, G., REDMAN, D., ANNAN, P., OLHOEFT, G., LUCIUS, J., SANDER, K., MAZZELLA, A. (1993), **Geophysics and solvents: the Borden experiment**. The Leading EDGE, pp. 261-267.

GREENHOUSE, J., GUDJURGIS, P., SLAINE, D., (1995), **Applications of surface geophysics to environmental investigations**. Reference notes for an EEGS Short Course, 173p.

GROTE *et al.* (2005), **Evaluation of infiltration in layered pavements using surface GPR reflection techniques**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 57, pp. 129-153.

HUBBARD, S., GROTE, K., KOWALSKY *et al.* (2003), **High-Resolution estimation of near-subsurface water content using surface GPR ground wave information**.

JUNIOR, G.O.J. (2003), **Desempenho do reflectômetro no domínio do tempo na detecção de variações de umidade do solo**. Dissertação de mestrado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo.

KIM, C., DANIELS, J. J., GUY, E. D., RADZEVICIUS, S. J., HOLT, J. (2000), **Residual Hydrocarbons in a Water-Saturated Medium: A detection strategy using ground penetrating radar**. Environmental Geosciences, Vol. 7, pp. 169-176.

KRUK, A. V., SLOB, E. C. (2004), **Reduction of reflections from above surface objects in GPR data**. Journal of Applied Geophysics, Vol. 55, pp. 271-278.

Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

MARTINEZ, A., BYRNES, A. P. (2001), **Modeling dielectric-constant values of geologic materials: An aid to ground-penetrating-radar data collection and interpretation.** Earth Sciences, Bulletin 247, part 1.

MELLETT, J. S. (1995), **Ground penetrating radar applications in engineering environmental, management and geology.** Journal Applied Geophysics, Vol. 33, pp. 157-166.

NABUCO, P. C. (2004). **Comunicação pessoal.**

NUNES, C. M. F. (2002), **Aplicações do GPR (Ground Penetrating Radar) na caracterização de perfis de alteração de rochas gnáissicas do Rio de Janeiro,** dissertação de mestrado, DEC, PUC-Rio, RJ.

OLHOEFT, G. R. (1984), **Application and limitations of ground penetrating radar.** Annual International Meeting and Exploration of Society of Exploration Geophysicists, Atlanta, n^o 54, pp. 147-148.

OLHOEFT, G. R. (1996), **Application of ground penetrating radar.** International Conference on Ground penetrating Radar, 6th. Sendai, Japan, pp. 1-3.

ORLANDO, L., MARCHESI, E. (2001), **Georadar as a tool to identify and characterize solid waste dump deposits.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 48, pp. 163-174.

ÖSTERREICHER-CUNHA, P. (2004), **Monitoramento de bioventilação em solo indeformado contaminado com gasolina e etanol.** Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

POLIVAVOV, H. (1998), **Caracterização química, mineralógica, física e geotécnica de perfis de intemperismo desenvolvidos de gnaisses no Rio de Janeiro.** Tese de doutorado em geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PORSANI, J. L. (1999), **Ground penetrating radar (GPR): Proposta metodológica de emprego em estudos geológico-geotécnicos nas regiões de Rio Claro e Descalvado – SP.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro – SP. 145 p.

PRADO *et al.* (2003), **Estudos com GPR (Ground Penetrating Radar) visando a detecção de vazamentos da rede hidráulica em subsuperfície na cidade de São Paulo.** 8^o Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica. SBGF.

Radan 6 for Windows 2000 and XP Professional (2004), **User's Manual.** Geophysical Survey Systems, Inc.

RAMAC/GPR (1998), MalaGeoscience.

REDMAN, J. D., DERYCK, S. M., ANNAN, A. P. (1991), **Detection of LNAPL pools with GPR: theoretical modelling and surveys of a controlled spill.** Sensors & Software, Inc (Internal Report, PEMD # 155). 12 p.

REPPERT, P. M., MORGAN, F. D., TOKSÖZ, M. N. (2000), **Dielectric constant determination using ground-penetrating radar reflection coefficients.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 43, pp. 189-197.

SAARENKETO, S. (1998), **Electrical properties of water in clay and silty soils.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 10, pp. 73-78.

SANTAMARINA, J. C. (2001), **Soils and waves.** John Wiley and Sons, 488 p.

SAUCK, W. A. (2000), **A model for the resistivity structure of LNAPL plumes and their environs in sandy sediments.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 44, pp. 151-165.

SAUCK, W. A., ATEKWANA, E. A., NASH, M. S. (1998), **High Conductivities Associated with an LNAPL Plume Imaged by Integrated Geophysical Techniques.** Journal of Environmental and Engineering Geophysics, Vol.2, n^o 3, pp. 203-212.

SCAIFE, J. E., ANNAN, A. P. (1991), **Ground Penetrating Radar: a powerful, high resolution tool for mining engineering and environmental problems.** Sensors & Software, Inc (Internal Report, PEMD # 59). 24 p.

SCHELLENTRAGER, G. W., DOOLITTLE, J. A., CALHOUN, T. E., WETTSTEIN, C. A. (1988), **Using ground penetrating radar to update soil survey information.** Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 52, pp. 746-752.

SILVA *et al.* (2004), **Resistivity and ground-penetrating radar images of fractures in a crystalline aquifer: a case study in Caiçara farm – NE Brazil.** Journal of Applied Geophysics, Vol. 56, pp. 295-307.

SILVA, E. L., GERVÁSIO, E. S. (1999), **Uso do instrumento TDR para determinação do teor de água em diferentes camadas de um latossolo roxo distrófico.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol. 3, n^o 3, pp.417-420.

SUN, J., YOUNG, R. A. (1995), **Recognizing surface scattering in ground penetrating radar data.** Geophysics, vol. 60, n^o 5, pp. 1378-1385.

TECNOSLO (1997), **Relatório Geotécnico para Projeto do Parque Gráfico do Jornal O Globo.**

TOMMASELLI, J. T. G., BACCHI, O. O. S. (2001), **Calibração de um equipamento de TDR para medida de umidade de solos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, Vol.36, pp. 1145-1154.

TOPP, G. C.; DAVIS, J. L., ANNAN, A. P. (1980), **Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines**. Water Resources Research, Vol. 16, n^o 3, pp. 574-582.

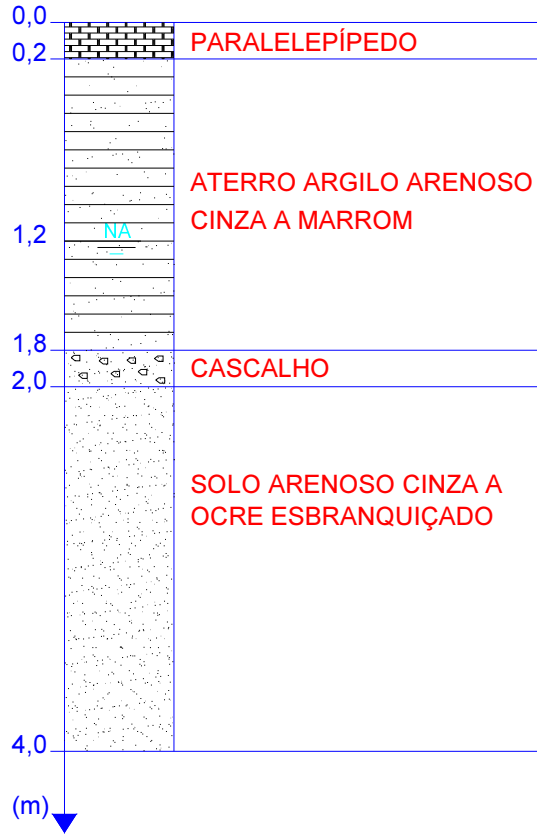
VAITSMAN, D. S. (2005). **Comunicação pessoal**.

WARD, S. H., HOHMANN, G. W. (1987), **Electromagnetic theory for geophysical applications**. Investigations in Geophysics, no 3. Electromagnetic Methods in Applied Geophysics. Society of Exploration Geophysicists, Ed. Misac N. Nabighian, Vol. 1, pp. 131-311.

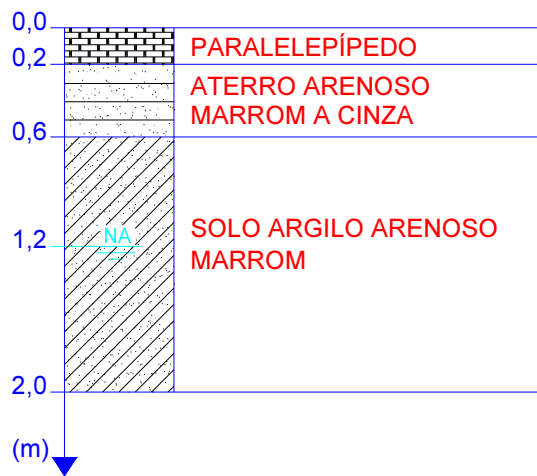
Anexos

Anexo A – Sondagens na base de combustíveis em SP/SP


SONDAGEM C108



SONDAGEM C137



Anexo B.1 – Sondagens em base de combustíveis SD/MG

 Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro Departamento de Engenharia Civil										
SP - FUR0 No. 001					COTA: -					
PENETRACAO		CONSISTENCIA				COTA EM RELACAO AO RN	AMOSTRA	PROFUN-DIDADE DA CAMADA (m)	REVESTIMENTO Ø = 63,5 mm AMOSTRADOR { INTERNO Ø = 34,9 mm EXTERNO Ø = 50,8 mm PESO: 65 kg - ALTURA DE QUEDA: 75 cm	FORAM UTILIZADAS 7,00 METROS DE HASTE
No GOLPES 30 CM		MOLE	MEDIA RIJA	MUITO RIJA	DURA					
No DE GOLPES		GRAFICO				NIVEL DE AGUA			CLASSIFICACAO DO MATERIAL	
1a e 2a	2a e 3a	10	20	30	40					
						N.A.			ATERRO (SAIBRO)	
							0.57		ARGILA SILTOSA VERMELHA	
							0.72		SILTE ARENOSO MARROM DE GRANUL. VARIADA	
							1.05		SILTE ARENOSO COM ESCORIA	
							1.79		SILTE ARENOSO MICACEO - MARROM AVERMELHADO	
							2.42		SILTE ARGILOSO, CDR ESCURA (FORTE ODDOR DE HIDROCARBONETO DE PETROLEO)	
							3.54		SILTE ARGILOSO, CDR ESCURA (MAT. MICACEO PARCIALMENTE ALTERADO)	
							4.03		ARGILA SILTOSA, CDR ESCURA	
							5.44		PEDREGULHO (MAT. ROCHOSO GRANUL. DIVERSIFICADA)	
							5.84		ARGILA SILTOSA, CDR ESCURA	
							7.00		LIMITE DA SONDAGEM	
COORDENADAS: (UTM) N = 0650839 E = 7625402										
COMPACIDADE										
FDBA	POLCO COMPACTA	MEDIANAMENTE COMPACTA		COMPACTA						
PROFUNDIDADE DO NIVEL D'AGUA N.A. - 2.06 m										
ESCALA 1:100		DATA 29/06/2004		DESENHO No. SD-01		REFERENCIA				
DESENHISTA MICHELLE SOUZA			ENGENHEIRO JOSÉ TAVARES ARARUNA JUNIOR							
CLIENTE DÍNAMO										
LOCAL SANTOS DUMONT, MG										




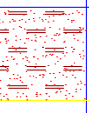
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Departamento de Engenharia Civil

SP - FURTO No. 002		COTA: -	
PENETRACAO No GOLPES 30 CM 1a E 2a PENETRACOES 2a E 3a PENETRACOES		CONSISTENCIA MOLE MEDIA RUA MUITO RUA DURA	
No DE GOLPES 1a e 2a 2a e 3a		COTA EM RELACAO AD RN NIVEL DE AGUA	
GRAFICO 10 20 30 40		AMOSTRA PROFUN- DIDADE DA CAMADA (m)	
REVESTIMENTO Ø = 63,5 mm AMOSTRADOR { INTERNO Ø = 34,9 mm EXTERNO Ø = 50,8 mm PESO: 65 kg - ALTURA DE QUEDA: 75 cm		FORAM UTILIZADAS 7,00 METROS DE HASTE	
CLASSIFICACAO DO MATERIAL			
PISO DE CONCRETO ASFÁLTICO			
0,40 LIMITE DA SONDAGEM			
COORDENADAS: (UTM) N = 0650913 E = 7625405			
ESCALA 1:200		DATA 29/06/2004	DESENHO No. SD-02
DESENHISTA MICHELLE SOUZA		ENGENHEIRO JOSÉ TAVARES ARARUNA JUNIOR	
CLIENTE DINAMO			
LOCAL SANTOS DUMONT, MG			
COMPACIDADE EDFA POUCO COMPACTA MEDIANAMENTE COMPACTA COMPACTA		PROFUNDIDADE DO NIVEL D'ÁGUA N.A. - NÃO ALCANÇADO	



Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Departamento de Engenharia Civil



SP - FURTO No. 003		COTA: -	
PENETRACAO No GOLPES 30 CM 1a e 2a PENETRACOES 3a e 3a PENETRACOES		CONSISTENCIA MOLE MEDIA RILJA MUITO RILJA DURA	
No DE GOLPES 1a e 2a 2a e 3a		COTA EM RELACAO AO RN NIVEL DE AGUA	
GRAFICO 10 20 30 40		AMOSTRA PROFUN-DIDADE DA CAMADA (m)	
10 20 30 40		REVESTIMENTO Ø = 63,5 mm AMOSTRADOR { INTERNO Ø = 34,9 mm EXTERNO Ø = 50,8 mm PESO: 65 kg - ALTURA DE QUEDA: 75 cm	
10 20 30 40		FORAM UTILIZADAS 7,00 METROS DE HASTE	
10 20 30 40		CLASSIFICACAO DO MATERIAL	
10 20 30 40		PISO DE CONCRETO ASFÁLTICO	
10 20 30 40		0,40 LIMITE DA SONDAGEM	
10 20 30 40		COORDENADAS: (UTM) N = 0650893 E = 7625403	
10 20 30 40		ESCALA 1:200 DATA 29/06/2004 DESENHO No. SD-03 REFERENCIA	
10 20 30 40		DESENHISTA MICHELLE SOUZA ENGENHEIRO JOSÉ TAVARES ARARUNA JUNIOR	
10 20 30 40		CLIENTE DINAMO	
10 20 30 40		LOCAL SANTOS DUMONT, MG	
10 20 30 40		N.A. - NÃO ALCANÇADO	

		Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro							
		Departamento de Engenharia Civil							
SP - FURTO No. 004				COTA: -					
PENETRACAO No GOLPES 30 CM 1a E 2a PENETRACOES 2a E 3a PENETRACOES		CONSISTENCIA MOLE MEDIA RILJA MUITO RILJA DURA		COTA EM RELACAO AD RN NIVEL DE AGUA	AMOSTRA 	PROFUN- DIDADE DA CAMADA (m)	REVESTIMENTO Ø = 63,5 mm AMOSTRADOR { INTERNO Ø = 34,9 mm EXTERNO Ø = 50,8 mm PESO: 65 kg - ALTURA DE QUEDA: 75 cm	FORAM UTILIZADAS 7,00 METROS DE HASTE	
No DE GOLPES 1a e 2a 2a e 3a		GRAFICO 10 20 30 40							CLASSIFICACAO DO MATERIAL
					0,40	AREIA SILTOSA MICACEA AMARELO/AVERMELHADA SOLO RESIDUAL COM ESTRUTURA RELIQUIAR IMPENETRÁVEL			
		COMPACIDADE F.D.F.A. POUCO COMPACTA MEDIANAMENTE COMPACTA COMPACTA				COORDENADAS: (UTM) N = 0650894 E = 7625334			
		PROFUNDIDADE DO NIVEL D'ÁGUA N.A. - NÃO ALCANÇADO				ESCALA 1:200	DATA 29/06/2004	DESENHO No. SD-04	REFERENCIA
						DESENHISTA MICHELLE SOUZA		ENGENHEIRO JOSÉ TAVARES ARARUNA JUNIOR	
						CLIENTE DINAMO			
						LOCAL SANTOS DUMONT, MG			

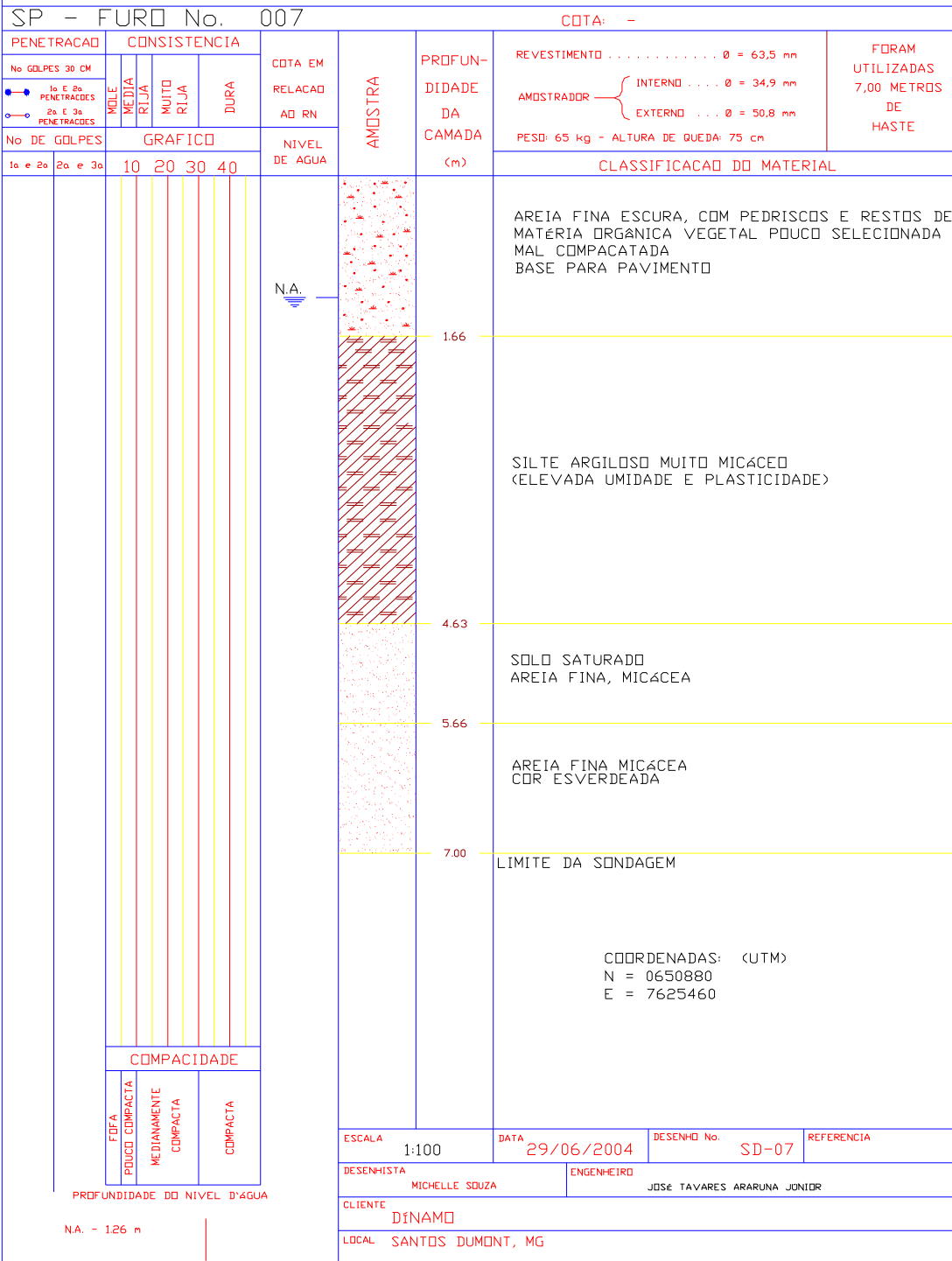


Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Departamento de Engenharia Civil

SP - FURO No. 005				COTA: -						
PENETRACAO		CONSISTENCIA		COTA EM RELACAO AO RN	AMOSTRA	PROFUN- DIDADE DA CAMADA (m)	REVESTIMENTO Ø = 63,5 mm	FORAM UTILIZADAS 7,00 METROS DE HASTE		
No GOLPES 30 CM		MOLE MEDIA RILJA MUITO RILJA DURA					AMOSTRADOR { INTERNO Ø = 34,9 mm EXTERNO Ø = 50,8 mm			
No DE GOLPES		GRAFICO		NIVEL DE AGUA	AMOSTRA	PROFUN- DIDADE DA CAMADA (m)	CLASSIFICACAO DO MATERIAL			
1a e 2a 2a e 3a		10 20 30 40								
				N.A.	AMOSTRA	0.90	ATERRO (SAIBRO)			
						1.41	SILTE ARENOSO (AREIA FINA), COM PEDREGULHOS E ESCÓRIA (COQUE)			
				N.A.	AMOSTRA	2.52	SILTE ARGILOSO MARROM AVERMELHADO			
						3.24	SILTE ARGILOSO, COR ESCURA COM OCORRÊNCIA ALTAMENTE DIVERSIFICADA DE ESCÓRIA (FORTE ODDOR DE HIDROCARBONETO DE PETRÓLEO)			
				N.A.	AMOSTRA	5.22	SILTE ARGILOSO, COR ESCURA (ÍNDICIO DE CONTAMINAÇÃO POR DERIVADO DE PETRÓLEO)			
						5.84	AREIA FINA MICÁCEA ENVOLVENDO GRANDE QUANT. DE ESCÓRIA DE TAMANHOS VARIADOS CONTAMINADOS			
				N.A.	AMOSTRA	7.00	AREIA FINA SILTOSA, ALTAMENTE MICÁCEA COR AMARELADA			
							LIMITE DA SONDAGEM			
						COORDENADAS: (UTM) N = 0650808 E = 7625402				
		COMPACIDADE								
		FOFA POUCO COMPACTA MEDIANAMENTE COMPACTA COMPACTA								
PROFUNDIDADE DO NIVEL D'ÁGUA										
N.A. - 2.95 m										
ESCALA		1:100		DATA		29/06/2004		DESENHO No. SD-05		REFERENCIA
DESENHISTA				MICHELLE SOUZA		ENGENHEIRO		JOSÉ TAVARES ARARUNA JUNIOR		
CLIENTE				DÍNAMO						
LOCAL				SANTOS DUMONT, MG						

		Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro Departamento de Engenharia Civil										
SP - FUR0 No. 006				COTA: -								
PENETRAÇÃO		CONSISTÊNCIA			COTA EM RELACAO AO RN	AMOSTRA	PROFUN- DIDADE DA CAMADA (m)	REVESTIMENTO Ø = 63,5 mm AMSTRADOR { INTERNO Ø = 34,9 mm EXTERNO Ø = 50,8 mm PESO: 65 kg - ALTURA DE QUEDA: 75 cm		FORAM UTILIZADAS 7,00 METROS DE HASTE		
No GOLPES 30 CM		MOLE	MEDIA	RIJA				MUITO RIJA	DURA		CLASSIFICACAO DO MATERIAL	
No DE GOLPES												
1a e 2a PENETRAÇES		GRAFICO				NIVEL DE AGUA	AREIA FINA HOMOGÊNEA, COR ESCURA (BASE PARA PAVIMENTO) SILTE ARGILOSO C/QUANTIDADE VAR. DE BLOCOS DE ROCHA (ATERRO MAL SELECIONADO) OCORRÊNCIA DE OBJETO DE METAL (COBRE) OXIDADO, COR ESVERDEADA ARENO SILTOSO, COR ESCURA SATURADO (FORTE ODDOR DE HIDROCARBONETO DE PETRÓLEO) MATERIAL DE GRANULOMETRIA VARIADA, COR ESCURA, OCORRÊNCIA DE ESCÓRIA (COQUE) OCORRÊNCIA DE CASCALHO, AUMENTO NA VARIACAO DA GRANULOMETRIA (SOLO ALUVIONAR) LIMITE DA SONDAGEM					
2a e 3a PENETRAÇES		10 20 30 40							N.A. 	COORDENADAS: (UTM) N = 0650841 E = 7625423		
1a e 2a		COMPACIDADE				ESCALA 1:100		DATA 29/06/2004		DESENHO No SD-06	REFERENCIA	
2a e 3a		POUCO COMPACTA		MEDIANAMENTE COMPACTA		DESENHISTA MICHELLE SOUZA		ENGENHEIRO JOSÉ TAVARES ARARUNA JUNIOR				
		COMPACTA		COMPACTA		CLIENTE DÍNAMO						
						LOCAL SANTOS DUMONT, MG						
						PROFUNDIDADE DO NIVEL D'ÁGUA N.A. - 2.48 m						

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Departamento de Engenharia Civil



Anexo B.2 – Planilha de cálculo do gradiente hidráulico

Hydraulic Gradient

Gradient Calculation from fitting a plane to as many as fifteen points

$$a x_1 + b y_1 + c = h_1$$

$$a x_2 + b y_2 + c = h_2$$

$$a x_3 + b y_3 + c = h_3$$

...

$$a x_{15} + b y_{15} + c = h_{15}$$

where (x_i, y_i) are the coordinates of the well and
 h_i is the head

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15$

The coefficients a, b, and c are calculated by a least-squares fitting of the the data to a plane

The gradient is calculated from the square root of $(a^2 + b^2)$ and the angle from the arctangent of a/b or b/a depending on the quadrant

Example Data Set 1
Example Data Set 2
Calculate
Clear

Save Data
Recall Data
Go Back

Site Name

Date
Current Date

Calculation basis

Coordinates

I.D.	x-coordinate	y-coordinate	head <input style="width: 20px;" type="text" value="m"/>
<input style="width: 40px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="0650839"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="7625402"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="2.06"/>
<input style="width: 40px;" type="text" value="2"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="0650808"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="7625402"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="2.95"/>
<input style="width: 40px;" type="text" value="3"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="0650841"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="7625423"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="2.48"/>
<input style="width: 40px;" type="text" value="4"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="0650880"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="7625460"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="1.26"/>

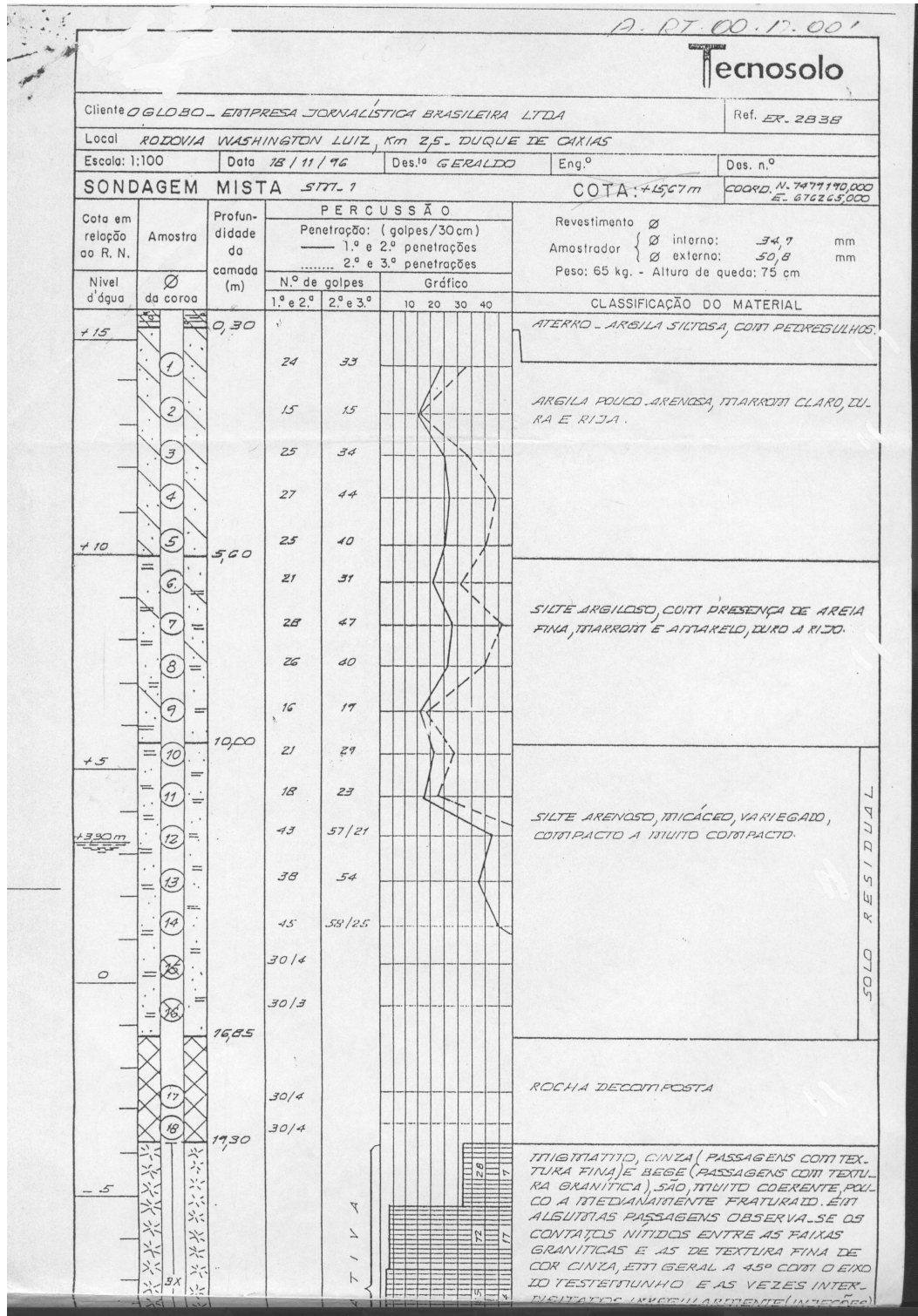
Number of Points Used in Calculation

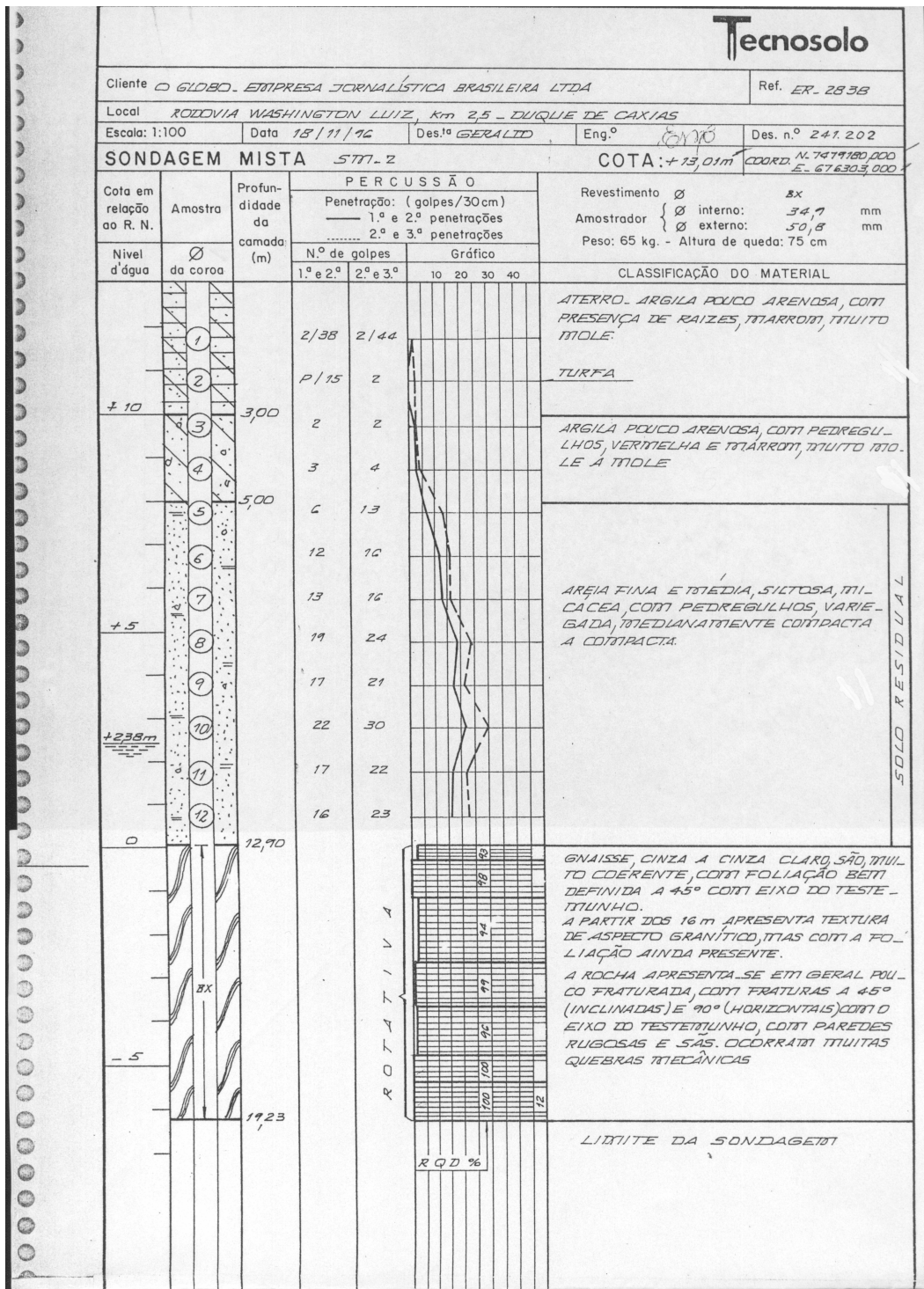
Gradient Magnitude (i)

Flow direction as degrees from North (positive y axis)

Coefficient of Determination (R²)

Anexo C.1 – Sondagens a percussão em PG do Globo





Anexo C.2 – Sondagens a trado em PG do Globo

