

## Referências bibliográficas

ABGE. **Geologia de engenharia**. OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A (editores). São Paulo: ABGE, 1998, 576p.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; CAREIRO, C. D. R. O lineamento de Além-Paraíba. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. **47**, Rio de Janeiro, 1975, (3/4): 575.

ARMELIN, J. L.; OLIVEIRA, R. B. Caracterização de Rochas do AHE-Simplício – Ensaio Geomecânicos. **Relatório técnico interno**. FURNAS Centrais Elétricas S.A., Goiânia - Goiás, 2007, 18p.

BIENIAWSKI, Z. T. **Engineering rock mass classification**. New York: John Wiley, 1989, 251p.

BLAIS, R. A.; CARLIER, P. A. Applications of geostatistics in ore evaluation. **Canadian Institute of Mining and Metallurgy**, Ore Reserve estimation and grade control, Montreal, 1968, special volume 9, p. 41-48.

CAMARGO, E. C. G. **Desenvolvimento, implementação e teste de procedimentos geoestatísticos (krigeagem) no sistema de processamento de informações georreferenciadas (spring)**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, São Paulo, 1997, 105p.

CAMPANHA, G. A. O lineamento de Além-Paraíba na área de Três Rios-RJ. **Revista Brasileira de geociências**. 1981, v. 11, p. 159-171.

CAMPANHA, G. A.; NEVES B. B. B. Frontal and oblique tectonics in the Brazilian Shield. **Episodes Journal of International Geoscience**, 2004, v. 27, n.4, p. 255-259.

DAMASCENO, C. S. R. **Modelagem geológica e geomecânica 3D e análises de estabilidade 2D da cava da mina de Morro da Mina, Conselheiro Lafaiete, MG, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008, 165p.

DELHOMME, J. P. **Kriging in hydrosciences**. Centre D`Informatique Geologique, Fontainebleau, France, 1976.

DEERE, D. U. *et al.* Design of surface and near surface construction in rock. **Proc. 8<sup>th</sup> Symposium on Rock Mechanics**. Minnesota, 1967, p. 237-302.

DEHLER, N. M.; MACHADO, R. Geometria e estrutural da Aba Sul da estrutura divergente do Rio Paraíba do Sul ao longo da seção Areal-Três Rios, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geociências**. 2002, v. 32, n. 4, p. 41-490.

FEIJÓ, R.L.; ERHLICH, M. Resultados de ensaios de arrancamento em grampos injetados em dois pontos do Município do Rio de Janeiro”. **3<sup>o</sup> COBRAE**, Rio de Janeiro, 2001, p. 517-524.

GOMES DA SILVA, A. M. B. **Condicionantes geológico-geotécnicos de escavação grampeada em solo residual de gnaiss**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006, 126p.

GONZAGA, G. G. **Análise da variabilidade espacial de propriedades mecânicas de um maciço gnáissico através de uma abordagem geoestatística**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996, 165p.

GOODMAN, R. E. **Introduction to rock mechanics**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1989. 562p.

GOODMAN, R. E.; BRAY, J. W. Toppling of rock slopes. **Proceedings Speciality Conference on Rock Engineering for Foundations and Slopes**. ASCE, Boulder, Colorado, v.2, 1976, p. 201-204.

HACK, R. *et al.* Three and more dimensional modelling in geo-engineering. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**. v.65, n.2, 2006, p.143-153.

HOEK, E. The second Glossop Lecture: Putting numbers to geology – an engineer’s viewpoint. **Quarterly Journal of Engineering Geology**. v. 32, n. 1, 1999, p. 1-19.

HOEK, E.; BRAY, J. W. **Rock slope engineering**. 3. ed. rev. London: Institution of Mining and Metallurgy, 1981. 358p.

HOEK, E.; READ J.; KARZULOVIC, A.; CHEN, Z. Y. Rock slopes in Civil and Mining Engineering. **International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, GeoEng2000**, Melbourne, 2000, p. 19-24.

HOULDING, S. W. **3D geoscience modelling, computer techniques for geological characterization**. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1994, 159p.

ISRM. Suggested methods for the quantitative descriptions of discontinuities in rock masses. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstr.** v. 15, 1978, p. 319-388.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, M. R. **Applied geostatistics**. Oxford University Press., Oxford, New York, 1989, 560p.

KANJI, M. A. Estabilidade de taludes rochosos em obras civis. **Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica - COBRAMSEG 2006**, 2006.

KRIGE, D. G. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. **Journal Chem. Metall. Min. Soc. S. África**. v. 52, n. 6, 1951, p. 119-139.

LAN, H.; MARTIN, C.D. (2007) A digital approach for integrating geotechnical data and stability analysis. **Proc. Of the 1st Canada – US Rock Mechanics Symp.**, Edit. Eberhardt, E., Stead, D. and Morrison, T., Taylor & Francis, 2007, vol. 1, p. 45-52.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: UNESP, 2003. 253p.

LANDIM, P. M . B.; STURARO, J. R.; MONTEIRO, R. C. Krigagem ordinária para situações com tendência regionalizada. **Texto didático**. Departamento de Geologia Aplicada, UNESP, Rio Claro, São Paulo, 2002, 12p.

LA POINTE, P. R. Analysis of the spacial variation in rock mass properties through geostatistics. **21<sup>nd</sup> U. S. Symposium on Rock Mechanics**. 1980, p. 570-580.

LA POINTE, P. R. Improved numerical modelling of rock masses through geostatistical characterization. **22<sup>nd</sup> U. S. Symposium on Rock Mechanics**. 1981, p. 386-391.

MARCHI, O. A. *et al.* Contribuição ao estudo de taludes em solos residuais. Estudo de caso: Ponte Nova-MG. **Anais do 11<sup>o</sup> CBGE**, ABGE, Florianópolis, 2005.

MARCHIORETO, A. Levantamento geofísico por imageamento elétrico na área de estudos de implantação do AHE-Simplício, região de Chiador e Além Paraíba – MG. **Relatório técnico interno**. FURNAS Centrais Elétricas S.A., Rio de Janeiro, 2006, 26p.

MARINHO, C. A. S. **Estudos geológico-geotécnicos do AHE Simplício**. Monografia de Graduação. Departamento de Geociências, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007, 88p.

MARTIN, C. D. Geology, technology and site characterization. **Proc. Of the 1st Canada – US Rock Mechanics Symp.**, Edit. Eberhardt, E., Stead, D. and Morrison, T., Taylor & Francis, 2007, p. 3-10.

MATHERON, G. Principles of geostatistics. **Econ. Geology**, 58, 1963, p. 1246-1266.

MATHERON, G. **The theory of regionalized variables and its applications**. Les Cahiers du centre de Morphology Mathématique, Fas. 5, C. G. Fontainebleau, 1971.

MILLER, S. M. Geostatistical analysis for evaluating special dependence in fracture set characteristics. **Apl of Comp. and Oper. Res. In Miner Ind. 16<sup>th</sup>**. Tucson, Publ. by Society of Mining Engineering. AIME, New York, 1979, p. 537-545.

NASCIMENTO, A. C. F. **Modelagem geométrica tridimensional de maciços rochosos e feições estruturais**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001, 79p.

NETO, A. V. C.; DAYAN, H.; VALENÇA, J. G., RAFAEL CABRAL, A. Geologia e estrutura da zona de cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e

adjacências, no trecho entre Três Rios (RJ) e Sapucaia (RJ). **Anais do 3º Simpósio de Geologia do Sudeste**. Rio de Janeiro, 1993, p. 194-200.

NOWAK, M.; VERLY, G. The practice of sequential gaussian simulation. **7<sup>th</sup> International Geostatistics Congress**. Netherlands. 2004, v. 1, p. 387-398.

PRETORIUS, J. P. G. The estimation of the experimental and basic of the observed variance of rock strength. **Rock Mechanics**, v. 13, 1980, p. 119-130.

PRIEST, S. D.; HUDSON, J. A. Estimation of discontinuity spacing and trace length using scanline surveys. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstr.** v. 18, 1981, p. 183-197.

RIZZOLI J. L.; DEVEUGHELE, M. **Valorization des Données Issues de la Reconnaissance Détaillée des Gisements de Sables et Gravieres Alluvionnaires**. Tese de Doutorado. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1976.

ROMANA, M. New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes. **Int. Symp. on the role of rock mechanics ISRM**. Zacatecas, 1985, pp 49-53.

ROMANA, M.; SERÓN, J.B.; MONTALAR, E. SMR Geomechanics classification: Application, experience and validation. **ISRM 2003–Technology roadmap for rock mechanics**. South African Institute of Mining and Metallurgy, 2003.

SILVEIRA, G. C.; LACERDA, W. A. Caracterização mineralógica dos solos residuais e coluvionares do escorregamento da encosta do Soberbo, RJ. **1º COBRAE**, Rio de Janeiro, 1993, vol. 2, p. 479-490.

SMITH, L.H. Plot arrangement for variety experiment with corn. **Proc. American Society Agronomie**. v. 5, n. 1, 1910, p. 84-89.

SPRINGER, F. O. **Ensaio de Arrancamento de Grampos em Solo Residual de Gnaise**, Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TURNER, A. K. Challenges and trends for geological modeling and visualization. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**. v.65, n.2, 2006, p.109-127.

VALERIANO, C. M. Reconhecimento geológico-estrutural da área da AHE Simplício (RJ). **Relatório técnico interno**, FURNAS Centrais Elétricas S. A., Rio de Janeiro, 2006, 18p.

VAZ, L. F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. **Solos e Rochas**. v. 19, n. 2, 1996, p. 117-136.

VIERIA, S. R. **Curso de geoestatística aplicada à ciência do solo, fitotecnia e entomologia**. Apostila didática. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias, Jaboticabal, São Paulo, 1997, 74p.

XAVIER, S. R. **Estudo geoestatístico do subsolo da Usina Nuclear de Angra 2, RJ**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999, 243p.

# Anexo A

## Perfis de sondagem recebidos

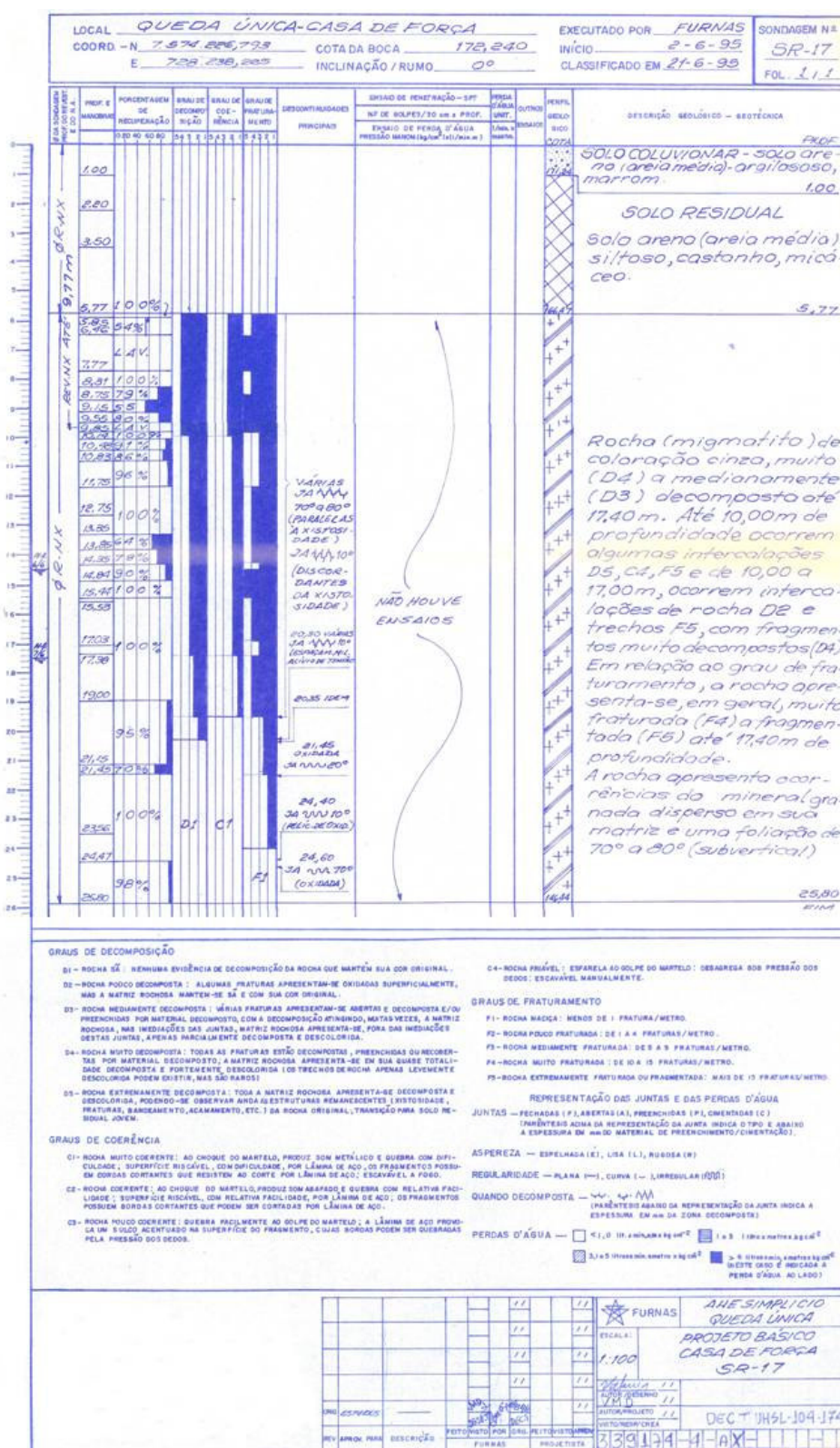


Figura A1 – Perfil descritivo de sondagem da campanha de 1995 a 1996 (FURNAS).

PRELIMINAR

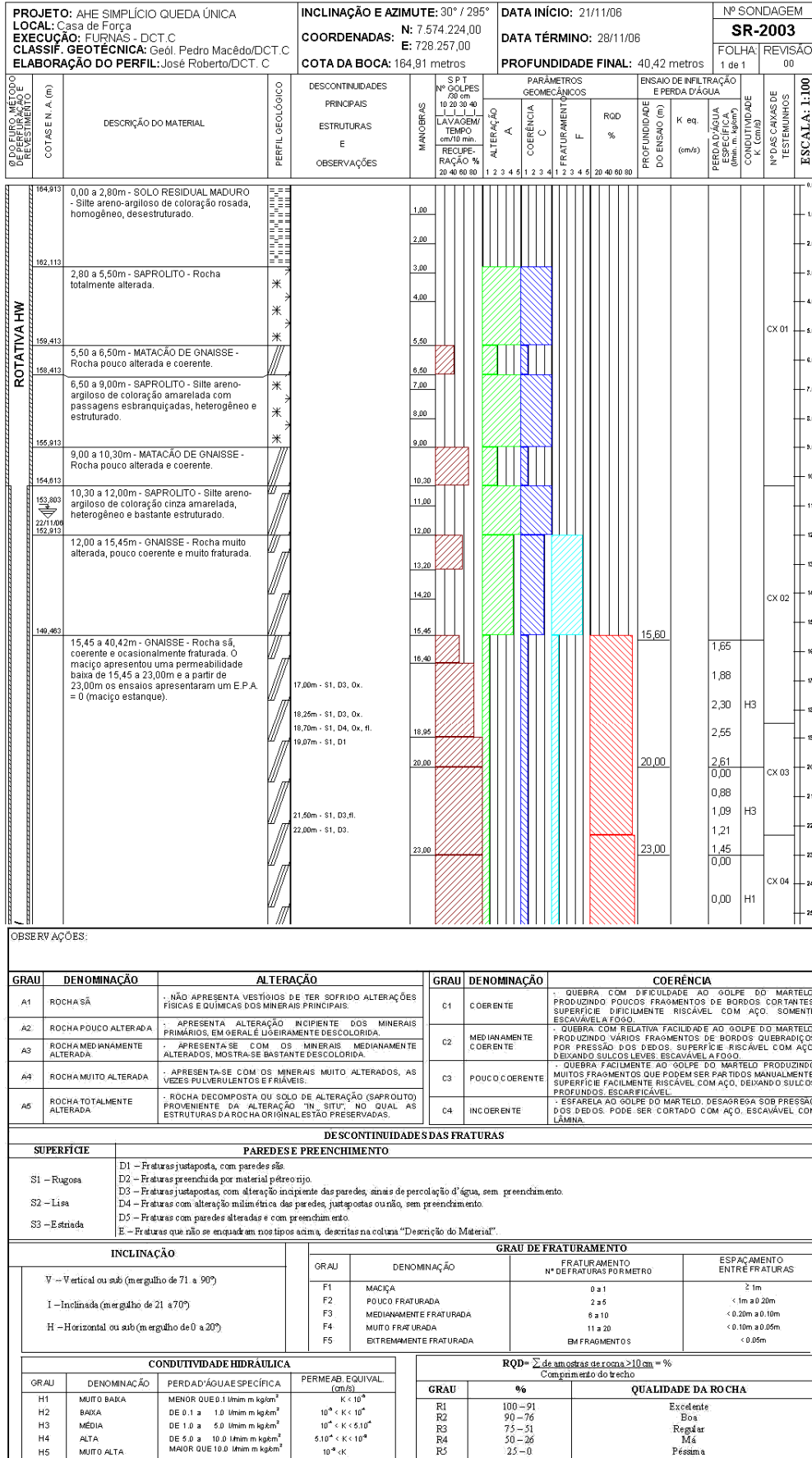


Figura A2 – Descrição de perfil de sondagem da campanha de 2006 a 2007 (FURNAS).



## Anexo B

### Tabela de classificação no sistema RMR-1989

Tabela B1a – Classificação no RMR-1989, parte a. (Bieniawski, 1989)

Resistência da rocha intacta	Índice puntiforme (MPa)	> 10	4 a 10	2 a 4	1 a 2	Utilizar comp. simples		
	Compressão simples (MPa)	> 250	100 a 250	50 a 100	25 a 50	5 a 25	1 a 5	<1
	<b>Peso</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
RQD (Rock Quality Designation) - (%)		90 a 100	75 a 90	50 a 75	25 a 50	< 25		
<b>Peso</b>		<b>20</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>3</b>		
Espaçamento de fraturas		> 2m	0,6 a 2m	20 a 60cm	6 a 20cm	< 6cm		
<b>Peso</b>		<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>		
Condições das fraturas		Superfícies muito rugosas; não contínuas; fechadas; paredes sãs	Superfícies pouco rugosas; abertura < 1mm; paredes pouco alteradas	Superfícies pouco rugosas; abertura < 1mm; paredes muito alteradas	Superfícies estriadas ou, preenchimento < 5mm ou, abertura de 1 a 5mm; contínuas	Preenchimento mole > 5mm ou, abertura > 5mm; contínuas		
<b>Peso</b>		<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>0</b>		
Água subterrânea	Infiltração em 10m de túnel	Nenhuma	< 10 l/min	10 a 25 l/min	25 a 125 l/min	>125 l/min		
	Relação (pressão d'água na fratura/tensão principal máxima)	0	< 0,1	0,1 a 0,2	0,2 a 0,5	> 0,5		
	Condições gerais	Completamente seco	Úmido	Molhado	Gotejando	Fluindo		
	<b>Peso</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>		

Tabela B1b – Classificação no RMR-1989, parte b (Bieniawski, 1989).

<b>Ajuste para orientação das descontinuidades</b>						
Direção e mergulho		Muito favorável	Favorável	Aceitável	Desfavorável	Muito desfavorável
Peso	Túneis e minas	0	-2	-5	-10	-12
	Fundações	0	-2	-7	-15	-50
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60
<b>Determinação das classes do maciço segundo a soma dos pesos</b>						
Peso		81 a 100	61 a 80	41 a 60	21 a 40	< 20
Nº da classe		I	II	III	IV	V
Descrição		Muito bom	Bom	Regular	Pobre	Muito pobre
<b>Significado das classes do maciço rochoso</b>						
Classe		I	II	III	IV	V
Tempo médio de auto-sustentação		20 anos	1 ano	1 semana	10 horas	30 min
vão da seção (m)		15	10	5	2,5	1
Coesão (KPa)		> 400	300 a 400	200 a 300	100 a 200	< 100
Ângulo de atrito ( ° )		> 45	35 a 45	25 a 35	15 a 25	< 15

## Anexo C

### Etapas de caracterização e classificação dos perfis de sondagem

Tabela C1 – Resumo das etapas de caracterização e classificação RMR-1989 do maciço ao longo do furo de sondagem SR-16.

SR-16															
prof MD	Coerên cia	Decomp	Alteração equiv.	Rugosidad e	Paredes e preench.	Nº frat/m	Esp. (cm)	RQD est (%)	Classificação RMR 1989						
									resist.	RQD	esp.	Cond.	Desc.	Agua	Orient.
12,32	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
12,87	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
12,93	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
15,32	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
15,37	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
15,93	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
15,98	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
16,38	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
16,43	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
16,64	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
16,69	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
17,41	C3	D4	A4	S1	D5	18	5,56	40	4	8	5	10	15	0	42
17,46	C2	D3	A3	S1	D4	13	7,69	57	4	13	8	20	15	0	60
21,43	C2	D3	A3	S1	D4	13	7,69	57	4	13	8	20	15	0	60