

# TABELAS ÚTEIS

## Telas soldadas nervuradas

Série	Designação	Espaçamento longitudinal (cm)	Espaçamento transversal (cm)	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro transversal (mm)	Seção longitudinal (cm <sup>2</sup> / m)	Seção transversal (cm <sup>2</sup> / m)	Apresentação	Largura (m)	Comprimento (m)	Kg / m <sup>2</sup>	Kg / peça
61	Q 61	15	15	3,4	3,4	0,61	0,61	ROLO	2,45	120	0,97	285,2
75	Q 75	15	15	3,8	3,8	0,75	0,75	ROLO	2,45	120	1,21	355,7
92	Q 92	15	15	4,2	4,2	0,92	0,92	ROLO	2,45	60	1,48	217,6
92	Q 92	15	15	4,2	4,2	0,92	0,92	PAINEL	2,45	6	1,48	21,8
92	T 92	30	15	4,2	4,2	0,46	0,92	ROLO	2,45	120	1,12	329,3
113	Q 113	10	10	3,8	3,8	1,13	1,13	ROLO	2,45	60	1,8	264,6
113	L 113	10	30	3,8	3,8	1,13	0,38	ROLO	2,45	60	1,21	177,9
138	Q 138	10	10	4,2	4,2	1,38	1,38	ROLO	2,45	60	2,2	323,4
138	Q 138	10	10	4,2	4,2	1,38	1,38	PAINEL	2,45	6	2,2	32,3
138	R 138	10	15	4,2	4,2	1,38	0,92	PAINEL	2,45	6	1,83	26,9
138	M 138	10	20	4,2	4,2	1,38	0,69	PAINEL	2,45	6	1,65	24,3
138	L 138	10	30	4,2	4,2	1,38	0,46	ROLO	2,45	60	1,47	216,1
138	T 138	30	10	4,2	4,2	0,46	1,38	ROLO	2,45	60	1,49	219
159	Q 159	10	10	4,5	4,5	1,59	1,59	PAINEL	2,45	6	2,52	37
159	R 159	10	15	4,5	4,5	1,59	1,06	PAINEL	2,45	6	2,11	31
159	M 159	10	20	4,5	4,5	1,59	0,79	PAINEL	2,45	6	1,9	27,9
159	L 159	10	30	4,5	4,5	1,59	0,53	PAINEL	2,45	6	1,69	24,8
196	Q 196	10	10	5	5	1,96	1,96	PAINEL	2,45	6	3,11	45,7
196	R 196	10	15	5	5	1,96	1,3	PAINEL	2,45	6	2,6	38,2
196	M 196	10	20	5	5	1,96	0,98	PAINEL	2,45	6	2,34	34,4
196	L 196	10	30	5	5	1,96	0,65	PAINEL	2,45	6	2,09	30,7
196	T 196	30	10	5	5	0,65	1,96	PAINEL	2,45	6	2,11	31
246	Q 246	10	10	5,6	5,6	2,46	2,46	PAINEL	2,45	6	3,91	57,5
246	R 246	10	15	5,6	5,6	2,46	1,64	PAINEL	2,45	6	3,26	47,9
246	M 246	10	20	5,6	5,6	2,46	1,23	PAINEL	2,45	6	2,94	43,2
246	L 246	10	30	5,6	5,6	2,46	0,82	PAINEL	2,45	6	2,62	38,5
246	T 246	30	10	5,6	5,6	0,82	2,46	PAINEL	2,45	6	2,64	38,8
283	Q 283	10	10	6	6	2,83	2,83	PAINEL	2,45	6	4,48	65,9
283	R 283	10	15	6	6	2,83	1,88	PAINEL	2,45	6	3,74	55
283	M 283	10	20	6	6	2,83	1,41	PAINEL	2,45	6	3,37	49,5
283	L 283	10	30	6	6	2,83	0,94	PAINEL	2,45	6	3	44,1
335	Q 335	15	15	8	8	3,35	3,35	PAINEL	2,45	6	5,37	78,9
335	L 335	15	30	8	6	3,35	0,94	PAINEL	2,45	6	3,48	51,2
335	T 335	30	15	6	8	0,94	3,35	PAINEL	2,45	6	3,45	50,7
396	Q 396	10	10	7,1	7,1	3,96	3,96	PAINEL	2,45	6	6,28	92,3
396	L 396	10	30	7,1	6	3,96	0,94	PAINEL	2,45	6	3,91	57,5
503	Q 503	10	10	8	8	5,03	5,03	PAINEL	2,45	6	7,97	117,2
503	L 503	10	30	8	6	5,03	0,94	PAINEL	2,45	6	4,77	70,1
503	T 503	30	10	6	8	0,94	5,03	PAINEL	2,45	6	4,76	70
636	Q 636	10	10	9	9	6,36	6,36	PAINEL	2,45	6	10,09	148,3
636	L 636	10	30	9	6	6,36	0,94	PAINEL	2,45	6	5,84	85,8
785	Q 785	10	10	10	10	7,85	7,85	PAINEL	2,45	6	12,46	183,2
785	L 785	10	30	10	6	7,85	0,94	PAINEL	2,45	6	7,03	103,3
1227	LA 1227	10	30	12,5	7,1	12,27	1,32	PAINEL	2,45	6	10,87	159,8
98	EQ 98	5	5	2,5	2,5	0,98	0,98	ROLO	1,2	60	1,54	110,9

**CARACTERÍSTICAS DAS BARRAS DE AÇO CA50A**  
 (Tensão de escoamento 50 kN/m<sup>2</sup> e Ruptura 55 kN/m<sup>2</sup>)

DIÂMETRO mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	PESO Kg/m
5	0,20	0,16
6,3	0,32	0,25
8	0,50	0,40
10	0,80	0,63
12,5	1,25	1,00
16	2,00	1,60
20	3,15	2,50
22	3,80	3,00
25	5,00	4,00
32	8,00	6,30

**Sugestão de traço por m<sup>3</sup> para aplicação em Concreto Projetado**  
 (fck provavelmente superior a 20 MPa, a ser verificado)

Cimento	335 Kg
Areia	1.143 Kg ~ 840 l
Pedrisco	854 Kg ~ 560 l
Fibras Metálicas (ou)	35 a 40 Kg
Fibras Plásticas	6 Kg

**Resultados de ensaios comparativos em Concreto Projetado aplicado por via seca e reforçado com fibras**

TIPO DE FIBRA	CONSUMO DE FIBRA NO CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> )	RUPTURA MÉDIA, TRACÇÃO NA FLEXÃO (mpa)	TENACIDADE Joule (Kn/mm)	TENACIDADE, FATOR MÉDIO (Mpa)
SINTÉTICA SHEIKAN 40 mm	6 Kg	4,91	12,65	1,84
AÇO STEEL JET 38 mm	37,5 Kg	5,12	13,18	1,91
AÇO SIMILAR DR 65/35	35 Kg	3,95	14,95	2,2

**Fórmula Decourt-Quaresma**

 Dimensionamento de Estacas  
 (só aplicar conforme orientação do autor)

 ATRITO LATERAL  
 CARGA DE TRABALHO  
 (kN/m)

$$q_{LAT} = \frac{(SPT + 1) \pi * D}{3 \sqrt{1,3}}$$

SPT	DIÂMETROS (mm) - d						
	100	150	200	220	250	300	400
2	4	6	8	9	10	12	16
4	6	9	11	12	14	17	23
6	7	11	15	16	18	22	29
8	9	13	18	20	22	27	35
10	11	16	21	23	26	31	42
12	12	18	24	27	30	36	48
14	14	21	27	30	34	41	55
16	15	23	31	34	38	46	61
18	17	25	34	37	42	51	68
20	19	28	37	41	46	56	74
22	20	30	40	44	50	60	81
24	22	33	44	48	54	65	87
26	23	35	47	51	58	70	93
28	25	38	50	55	62	75	100
30	27	40	53	59	67	80	106
32	28	42	56	62	71	85	113
34	30	45	60	66	75	89	119
36	31	47	63	69	79	94	125
38	33	50	66	73	83	99	132
40	35	52	69	76	87	106	139
42	36	54	73	80	91	109	145
44	38	57	76	83	95	116	151
46	40	59	79	87	99	118	158
48	41	62	82	90	103	123	164
50	43	64	85	94	107	128	171

PONTA  
CARGA DE TRABALHO  
(kN)

$$Q_{ponta} = \frac{A_p \times SPT \times K}{4}$$

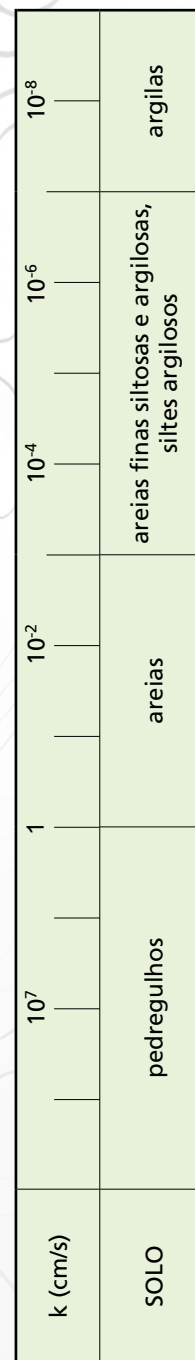
d (mm)	A <sub>p</sub> (cm <sup>2</sup> )
100	78,54
150	176,71
200	314,16
220	380,13
250	490,87
300	706,86
400	1.256,64

K = 12 ARGILA							
SPT	DIÂMETRO (mm)						
	100	150	200	220	250	300	400
10	2	5	9	11	15	21	38
14	3	7	13	16	21	30	53
18	4	10	17	21	27	38	68
22	5	12	21	25	32	47	83
26	6	14	25	30	38	55	98
30	7	16	28	34	44	64	113
34	8	18	32	39	50	72	128
38	9	20	36	43	56	81	143
42	10	22	40	48	62	89	158
46	11	25	45	55	71	102	181
50	12	27	47	57	74	106	188

K = 25 SILTE ARENOSO							
SPT	DIÂMETRO (mm)						
	100	150	200	220	250	300	400
10	5	11	20	24	31	44	79
14	7	15	27	33	43	62	110
18	9	20	35	43	55	80	141
22	11	24	43	52	67	97	173
26	13	29	51	62	80	115	204
30	15	33	59	71	92	133	236
34	17	38	67	81	104	150	267
38	19	42	75	90	117	168	298
42	21	46	82	100	129	186	330
46	24	53	94	114	147	212	377
50	25	55	98	119	153	221	393

K = 20 SILTE ARGILOSO (SOLOS RESIDUAIS)							
SPT	DIÂMETRO (mm)						
	100	150	200	220	250	300	400
10	4	9	16	19	25	35	63
14	5	12	22	27	34	49	88
18	7	16	28	34	44	64	113
22	9	19	35	42	54	78	138
26	10	23	41	49	64	92	163
30	12	27	47	57	74	106	188
34	13	30	53	65	83	120	214
38	15	34	60	72	93	134	239
42	16	37	66	80	103	148	264
46	18	41	72	87	113	163	289
50	20	44	79	95	123	177	314

K = 40 AREIA							
SPT	DIÂMETRO (mm)						
	100	150	200	220	250	300	400
10	8	18	31	38	49	71	126
14	11	25	44	53	69	9	176
18	14	32	57	68	88	127	226
22	17	39	69	84	108	153	276
26	20	46	82	99	128	184	327
30	24	53	94	114	147	212	377
34	27	60	107	129	167	240	427
38	30	67	119	144	187	269	478
42	33	74	132	160	206	297	528
46	36	81	145	175	226	325	578
50	39	88	157	190	245	353	628



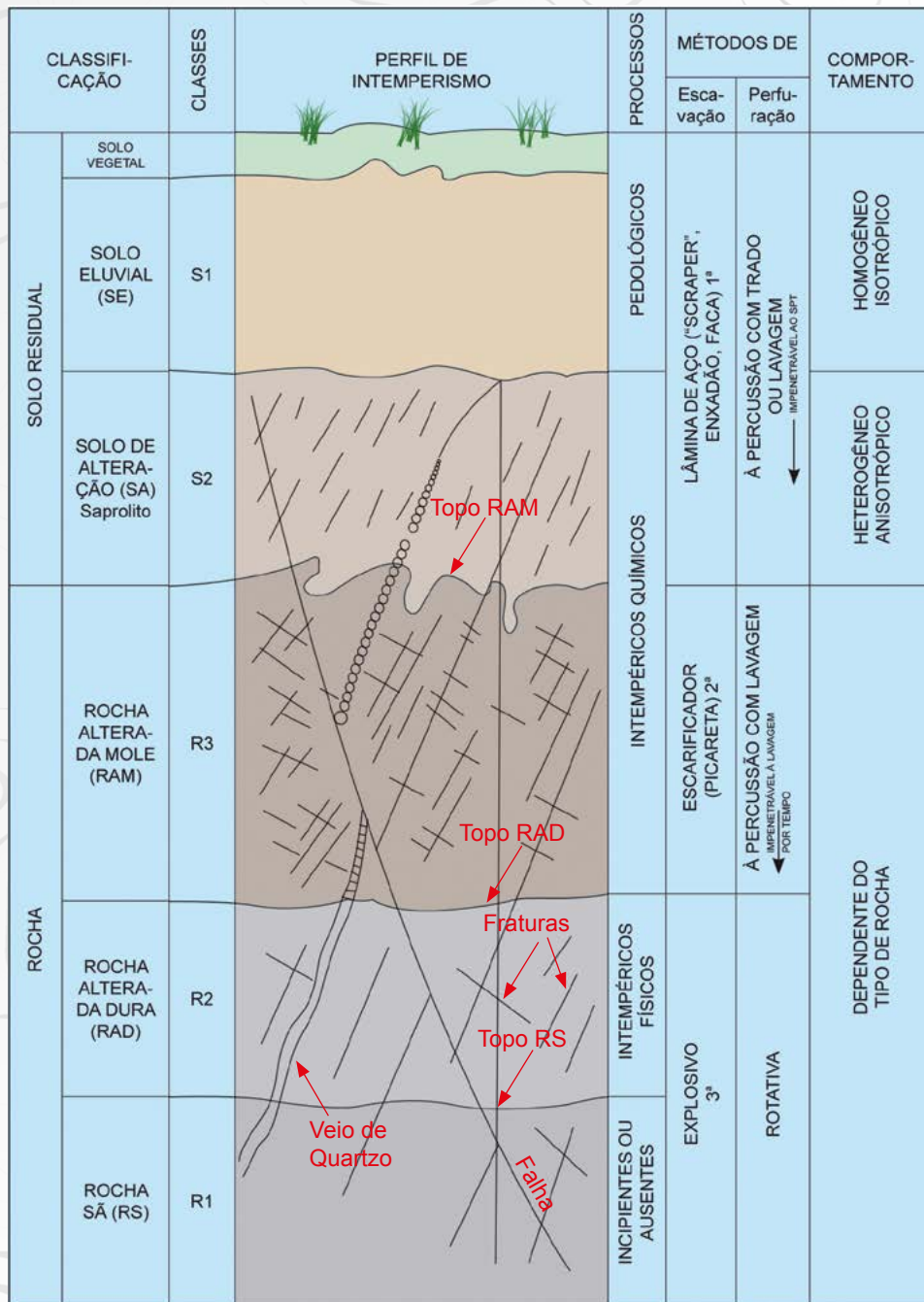
ESTIMATIVA DE PERMEABILIDADE (MELO E TEIXEIRA, 1967)

Escala dos tempos geológicos (Almeida e Ribeiro apud Oliveira e Brito, 1998)

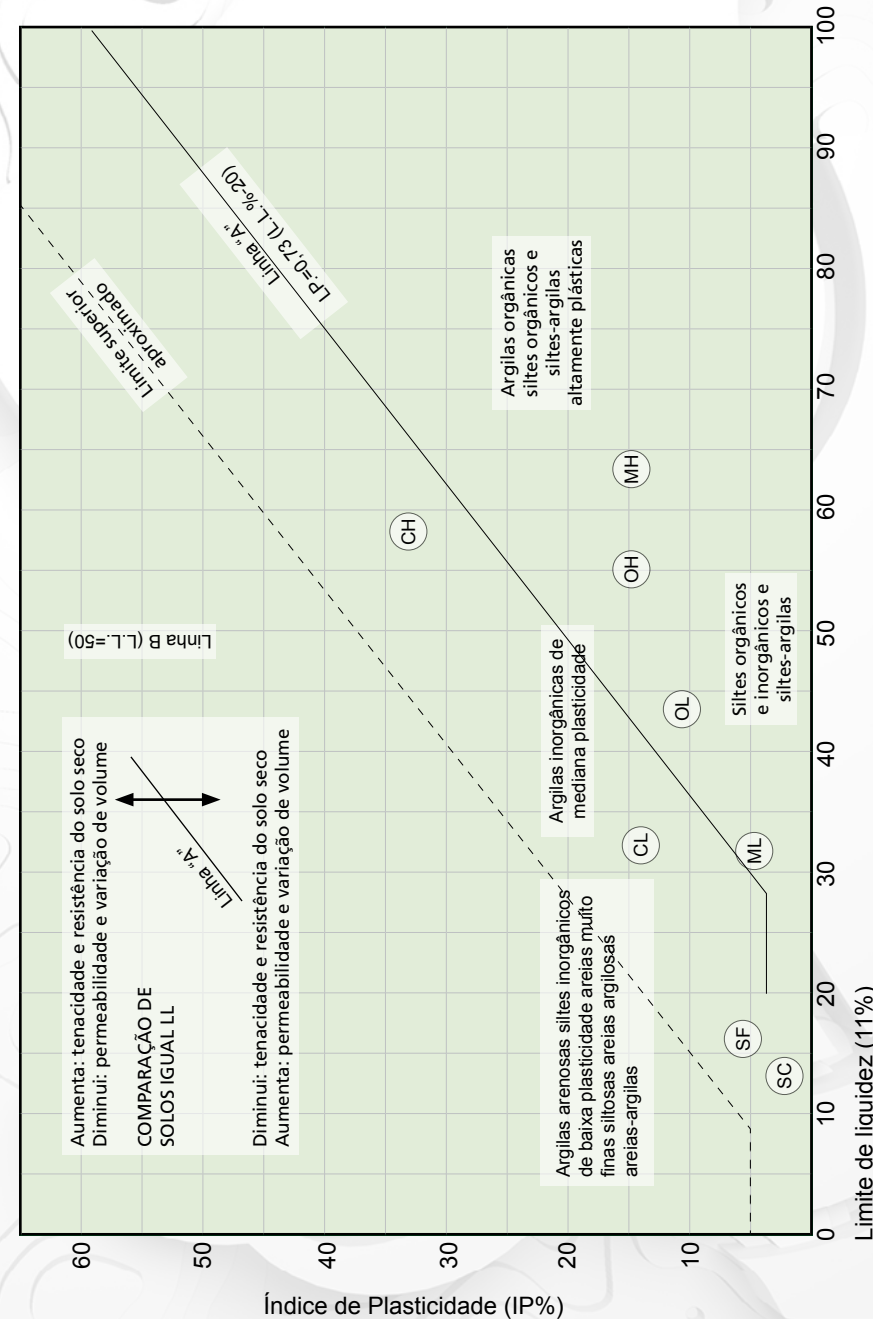
Eon.	Era	Período	Milhões de anos
Fanerozóico	Cenozóico	Neogeno*	1,6
		Paleogeno*	64,4
	Mesozóico	Cretáceo	140
		Jurássico	205
		Triássico	250
	Paleozóico	Permiano	290
		Carbonífero	355
		Devoniano	410
		Siluriano	438
		Ordoviciano	510
	Cambriano	540 (570)	
Proterozóico	Neoproterozóico	1.000	
	Mesoproterozóico	1.600	
	Paleoproterozóico	2.500	
Arqueano			4.500

\* Novas denominações para os períodos Quaternário e Terciário, que tiveram suas épocas redistribuídas.

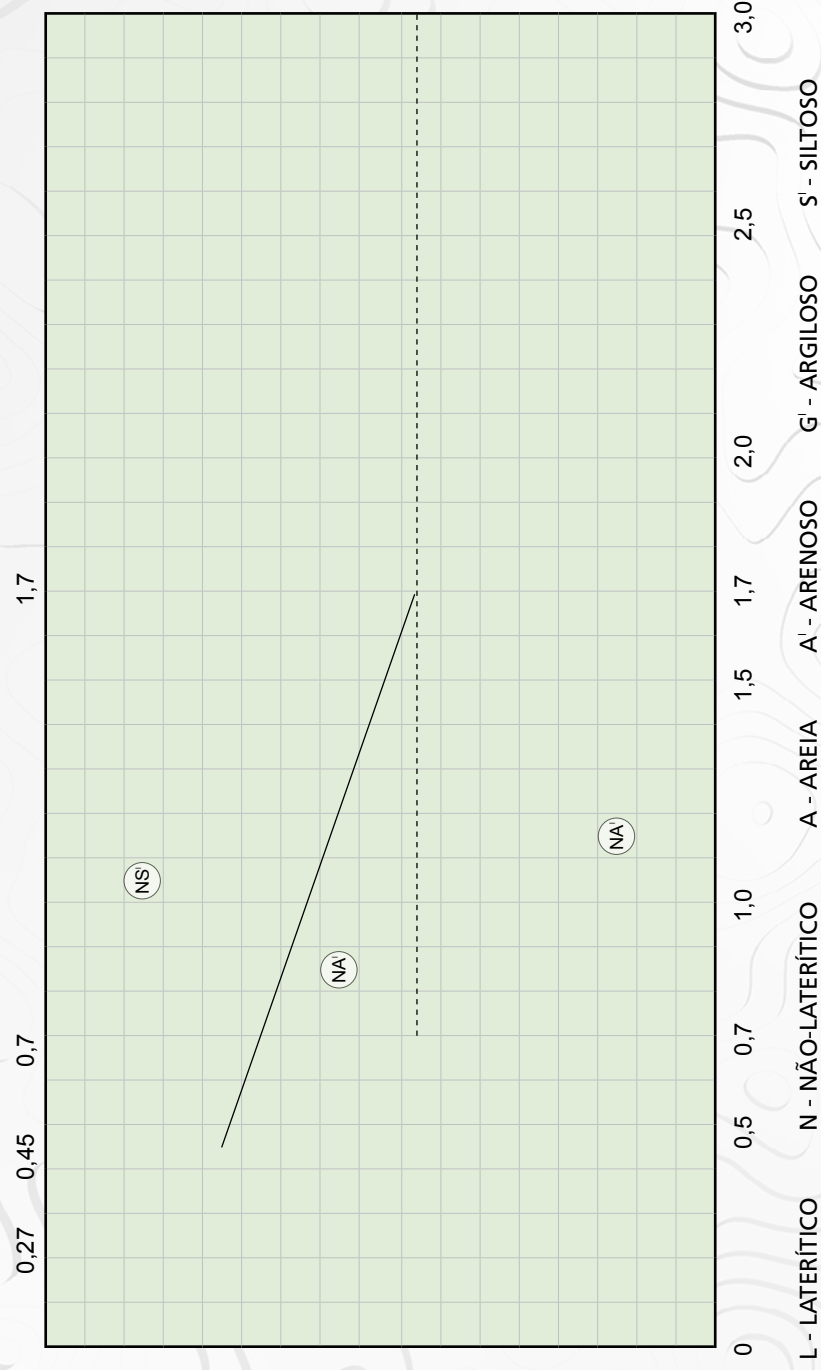
**Perfil de Intemperismo para Regiões Tropicais (Vaz, L., 1996)**



**Carta de plasticidade para classificação de solos finos pelo SUCS (Vargas, 1978 apud Oliveira e Brito, 1998)**

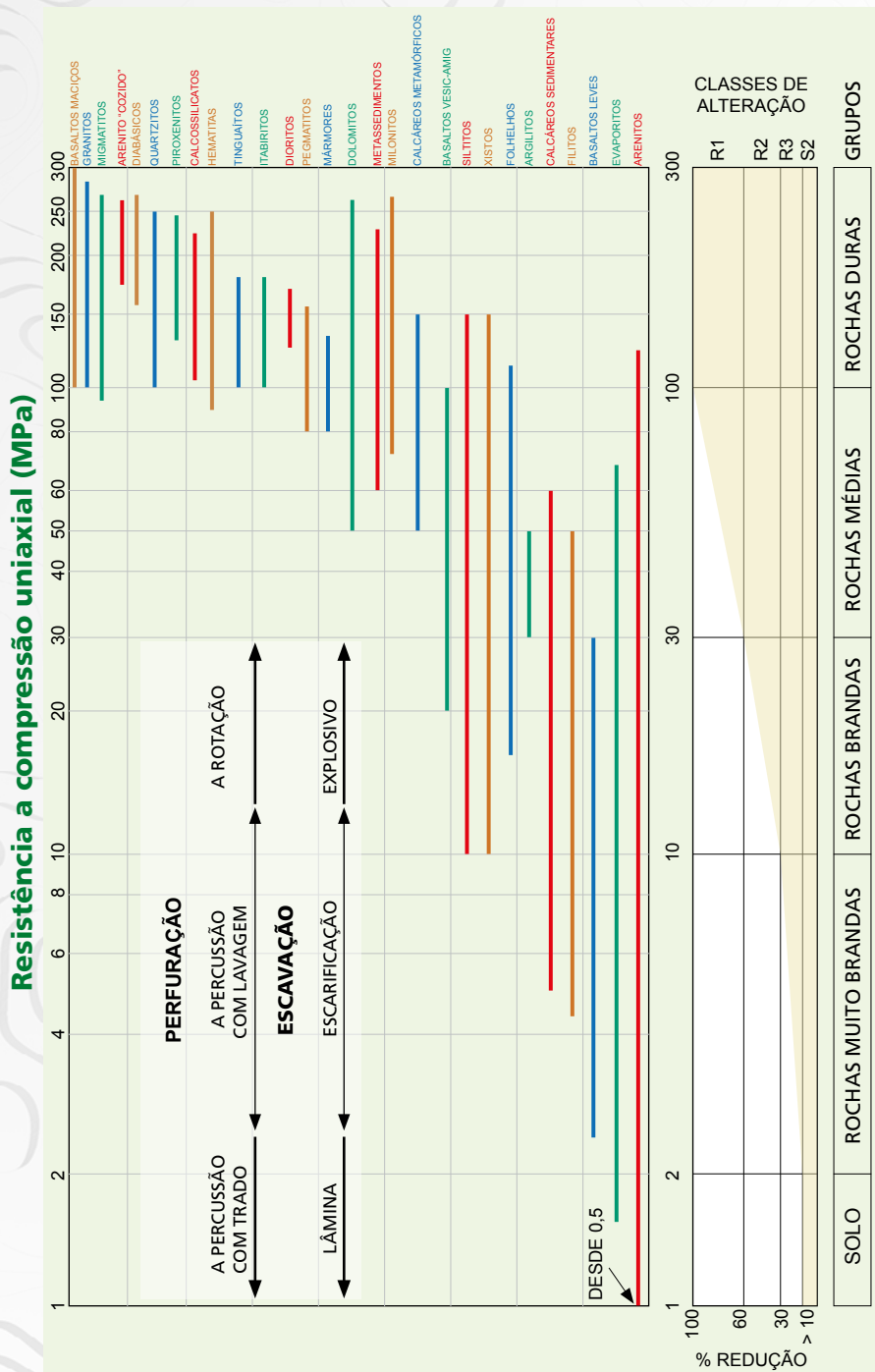


Carta para classificação de solos pelo sistema MCT (Nogami e Villebor, 1995 apud Oliveira e Brito, 1998)



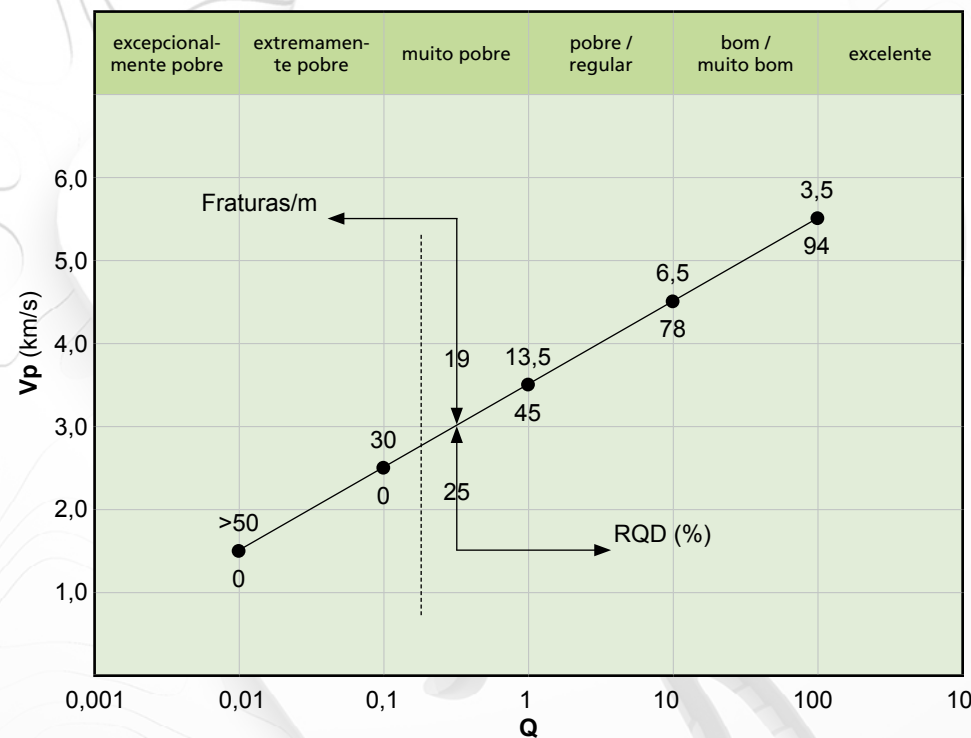
Graus de Coerência (ISRM, apud ABGE, 1983)

SIGLA	ROCHA	CARACTERÍSTICA	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO UNIAXIAL (MPa)
C5	Extremamente branda	Marcada pela unha	R <sub>0</sub> 0,25 - 1,0
	Muito branda	Esmigalha-se sob impacto da ponta do martelo de geólogo. Pode ser raspada por canivete.	R <sub>1</sub> 1,0 - 5,0
C4	Rocha Branda	Pode ser raspada por canivete, com dificuldade. Marcada por firme pancada com ponta do martelo de geólogo.	R <sub>2</sub> 5 - 25
C3	Medianamente resistente	Não pode ser raspada por canivete. Amostras podem ser fraturadas com um único golpe do martelo de geólogo.	R <sub>3</sub> 25 - 50
C2	Resistente	Amostras requerem mais de um golpe de martelo para fraturarem-se.	R <sub>4</sub> 50 - 100
C1	Muito resistente	Amostras requerem muitos golpes de martelo para fraturarem-se.	R <sub>5</sub> 100 - 250
	Extremamente resistente	Amostras podem ser apenas lascadas com o martelo do geólogo.	R <sub>6</sub> > 250



Resistência a compressão uniaxial e classes de alteração (Vaz, L.F., 1996)

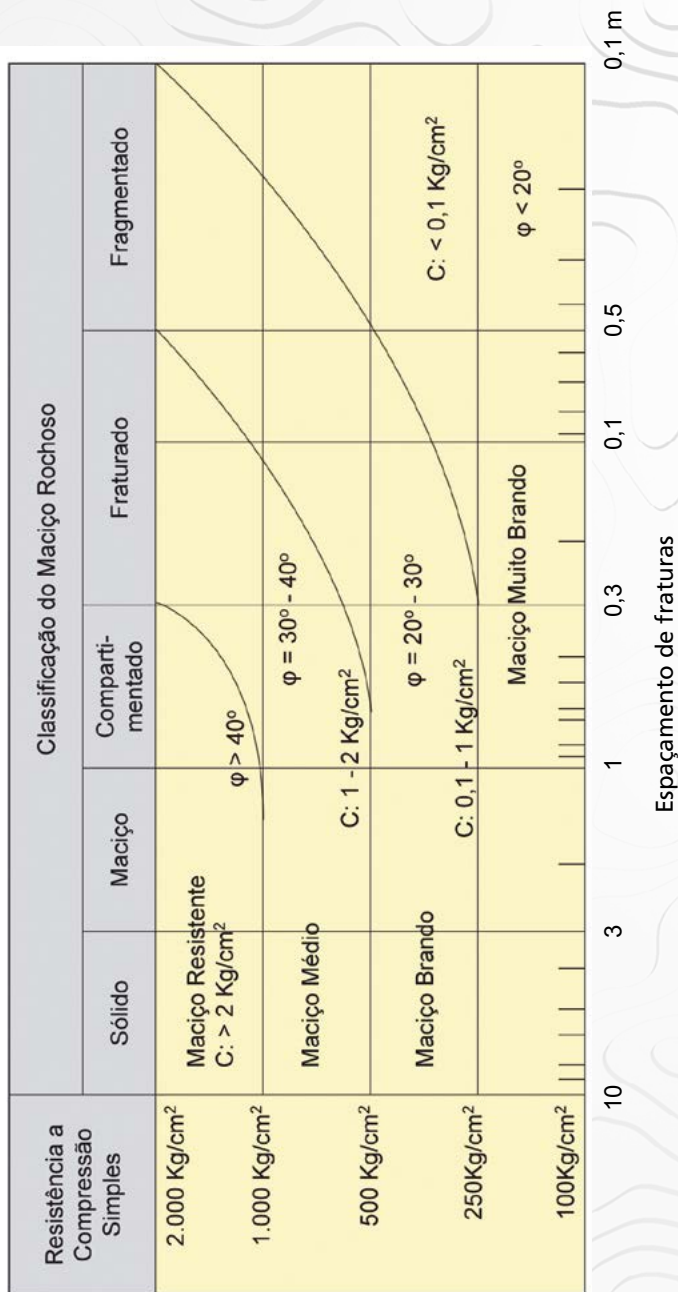
Relação entre o índice Q e os valores de Vp para maciços rochosos fraturados escavados em níveis rasos (Barton, 1997)



Standard penetration test N - values and descriptive terms of coarse soils (IAEG, 1981)

TERM	SPT N - values Blows/300 mm penetration
Very loose	0 - 4
Loose	4 - 10
Medium dense	10 - 30
Dense	30 - 50
Very dense	over 50

**Classificação do maciço rochoso (Bieniawski, 1973)**



**Dimensionamento empírico de tirantes, concreto projetado e cambotas com auxílio das classificações Q e RMR (Waltham, 1995 apud Oliveira e Brito, 1998)**

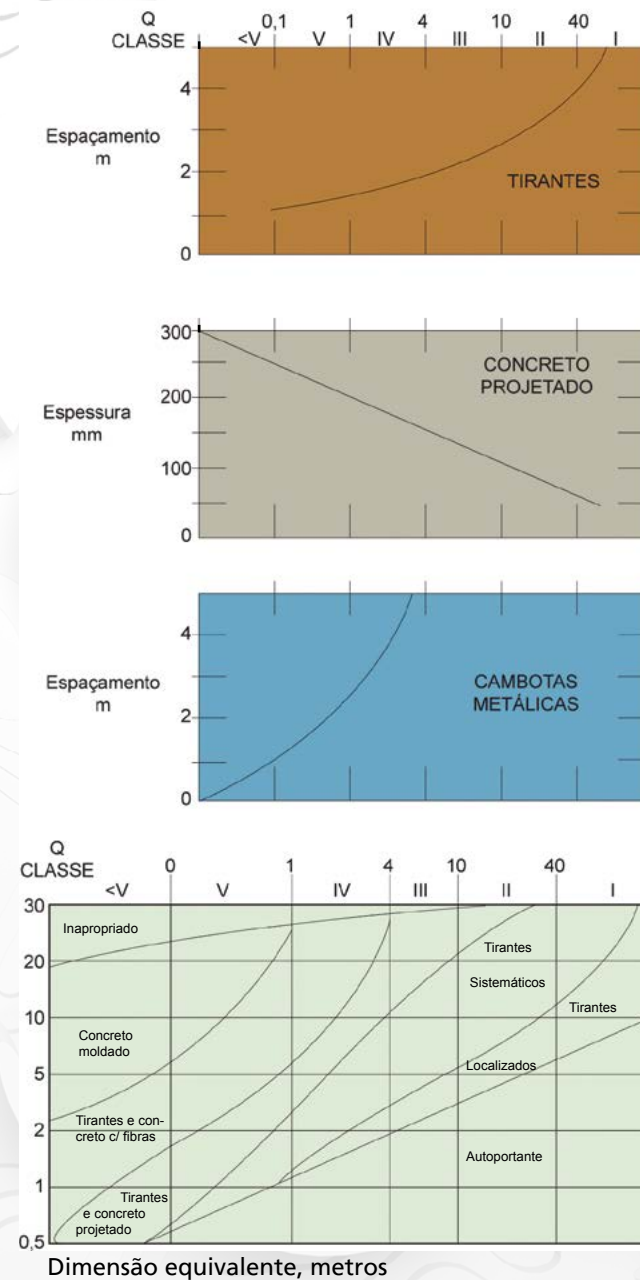
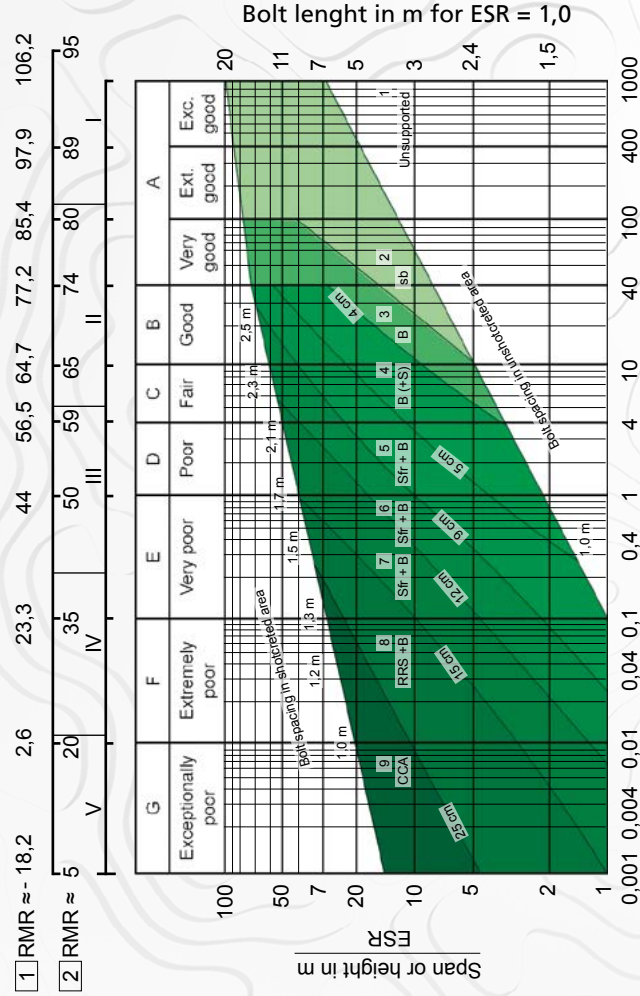


Diagrama empírico para uso no dimensionamento do suporte permanente de túneis e cavernas, tomando por base o Sistema-Q. São Também apresentadas duas correlações entre Q e RMR (Barton, N.; Grimstad, E.; 1994)

$$RMR\ 9 \approx \ln Q + 44 \text{ (Bieniawski, 1989)} \quad Q \approx e^{\frac{(RMR - 44)}{9}} \quad \boxed{1}$$

$$RMR\ 15 \approx \log Q + 50 \text{ (Barton, 1995)} \quad Q \approx 10^{\frac{(RMR - 50)}{15}} \quad \boxed{2}$$



$$\text{Rock mass quality } Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_a}{J_a} \times \frac{J_w}{J_a} \times \frac{SRF}{SRF}$$

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)		SURFACE CONDITIONS				
<p>From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimates be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI=35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavorable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rocks mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced is water is present. When working with rocks in the fair to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.</p>		<b>VERY GOOD</b> Very rough, fresh unweathered surfaces				
		<b>VERY GOOD</b> Very rough, fresh unweathered surfaces				
<p><b>FAIR</b> Smooth, moderately weathered and altered surfaces</p>		<b>POOR</b> Slackensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments				
		<b>VERY POOR</b> Slackensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings				
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY →				
<p><b>INTACT OR MASSIVE</b> - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p> <p><b>BLOCKY</b> - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocs formed by three intersecting discontinuity sets</p> <p><b>VERY BLOCKY</b> - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p> <p><b>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY</b> - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p> <p><b>DISINTEGRATED</b> - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p> <p><b>LAMINATED/SHEARED</b> - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p>	DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES					
	90				N/A	N/A
	80					
	70					
	60					
	50					
40						
30						
20						
10						
N/A	N/A					

Tabela1 - Estimativa de GSI para maciços rochosos fraturados (Hoek,1995, in Hoek, 2001)




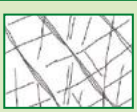
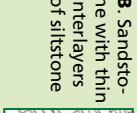
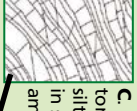
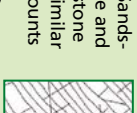


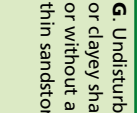
COMPOSITION AND STRUCTURE		SURFACE CONDITIONS OF DISCONTINUITIES (Predominantly bedding planes)					
<p><b>A.</b> Thick bedded, very block sandstone. The effect of pelitic coatings on the bedding planes is minimized by the confinement of the rock mass. In shallow tunnels or slopes these bedding planes may cause structurally controlled instability.</p> 	<p><b>B.</b> Sandstone with thin interlayers of siltstone.</p> 	<p><b>C.</b> Sandstone and siltstone in similar amounts.</p> 	<p><b>D.</b> Siltstone or silty shale with sandstone layers.</p> 	<p><b>E.</b> Weak siltstone or clayey shale with sandstone layers.</p> 	<p><b>F.</b> Tectonically deformed, intensively folded/faulted, sheared clayey shale or siltstone with broken and deformed sandstone layers forming an almost chaotic structure.</p> 	<p><b>G.</b> Undisturbed silty or clayey shale with or without a few very thin sandstone layers.</p> 	<p><b>H.</b> Tectonically deformed silty or clayey shale forming a chaotic structure with pockets of clay. Thin layers of sandstone are transformed into small rock pieces.</p> 
<p><b>GSI FOR HETEROGENEOUS ROCK MASSES SUCH AS FLYSCH</b> (Marinos, P and Hoek, E, 2000)</p> <p>From a description of the lithology, structure and surface conditions (particularly of the bedding planes), choose a box in the chart. Locate the position in the box that corresponds to the condition of the discontinuities and estimate the average value of GSI from the contours. Do not attempt to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than giving GSI = 35. Note that the Hoek-Brown criterion does not apply to structurally controlled failures. Where unfavourably oriented continuous weak planar discontinuities are present, these will dominate the presence of groundwater and this can be allowed for by a slight shift to the right in the columns for fair, poor and very poor conditions. Water pressure does not change the value of GSI and it is dealt with by using effective stress analysis.</p>		<p><b>VERY GOOD</b> - Very rough, fresh unweathered surfaces</p> <p><b>GOOD</b> - Rough, slightly weathered surfaces</p> <p><b>FAIR</b> - Smooth, moderately weathered and altered surfaces</p> <p><b>POOR</b> - Very smooth, occasionally slickensided surfaces with compact coatings or fillings with angular fragments</p> <p><b>VERY POOR</b> - Very smooth slickensided or highly weathered surfaces with soft clay coating or fillings</p>					

Tabela 2 - Estimativa de GSI para maciços heterogêneos (Marinos e Hoek, 2001, in Hoek, 2011)

Sondagem Rotativa: relação de diâmetros

COROAS DIAMANTADAS	DIÂMETRO DO FURO mm	DIÂMETRO DO TESTEMUNHO mm	ÁREA DO FURO cm²	ÁREA DO TESTEMUNHO cm²
EWG	37,7	21,5	11,2	3,6
EWM	37,7	21,5		3,6
EWT	37,7	23,0		4,2
AWG	48,0	30,1	18,1	7,1
AWM	48,0	30,1		7,1
AWT	48,0	32,5		8,3
BGW	60,0	42,0	28,3	13,9
BWM	60,0	42,0		13,9
BWT	60,0	44,4		15,5
NWG	75,8	54,7	45,1	23,5
NWM	75,8	54,7		23,5
NWT	75,8	58,7		27,1
HWG	99,2	76,2	77,3	45,6
HWT	99,2	80,9		51,4

Relação de unidades

1N	0,1kg	1MPa	10kg/cm²
1kg	10N	1kPa	0.01kg/cm²
1kN	0,1t	1psi	0.07kg/cm²
1t	10kN	1MN/m²	10kg/cm²
1kg/cm²	0,1MPa	1N/mm²	10kg/cm²
	100kPa	1kg/mm²	100kg/cm²
	14,2psi	1kN/mm²	10.000kg/cm²
	0,1MN/m²	1kN/m²	0,01kg/cm²
	0,1N/mm²	(°F(Fahrenheit) - 32) 0,556 °C (Celsius)	
	0,01kg/mm²		
	0,0001kN/mm²		
100kN/m²			

## Tipos de equipamentos de furação para desmonte (Redaelli e Cerello apud Oliveira e Brito, 1998)

Tipos	Categoria	Peso do martelo Kg	Diâmetro do furo (mm)	Produção de furação (m/h)	Produção de desmonte m <sup>3</sup> /h
<b>Marteletes manuais</b>	leves	< 18	40 - 36	4	3
	médios	18 - 24	40 - 36	5	4
	pesados	24 - 34	40 - 36	6	5
<b>Carretas de furação</b>	leves (sobre pneus)	35 - 45	73 (3")	8	40
	médias	45 - 60	88 (3½")	10	70
	pesadas	60 - 70	102 (4")	15	100
	super	> 70	> 102 (> 4")	20	- 150

### Referências Bibliográficas

- AGI - American Geological Institute. Publicação do Data Sheet Committee.
- Barton, N. Choosing between TBM or drill and blasting excavation for long tunnels. Publicação do Boletim Informativo nº 74 da ABGE, 1997.
- Barton, N. and Choubey, V. The shear strenght of rock joints in theory and practice. Rock Mechanics, Springer, Vienna, nº 1/2, p. 1-54. Also NGI-Publ. 119, 1997.
- Bieniawski, Z.T. Engineering classification of jointed rock masses. The Civil Engineering in South Africa, p.335-343, 1973.
- Fundações: Teoria e Prática, ABMS/ABEF, 1996, Editora Pini Ltda. São Paulo, SP. Introdução à Mecânica dos Solos, Milton Vargas, 1978., Mac Graw-Hill do Brasil, Editora da Universidade de São Paulo.
- IAEG International Association of Engineering Geology. Bulletin nº 24, 1981.
- ISRM International Society for Rock Mechanics (1978). Tradução nº 12 da ABGE, 1983. Jour. Sed. Pet., v. 23, p. 117, 1953.
- Mello, V. e Teixeira, A.M. Mecânica dos Solos. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 1967. (Publicação nº 37).
- Oliveira, A.M.S. e Brito, S.N.A. Geologia de Engenharia, São Paulo. ABGE, p. 587, 1998.
- Terzaghi, K and Peck, R. Soil Mechanics in engineering practice. John Wiley and Sons Inc., New York, 1948.
- Vaz, L.F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. Revista Solos e Rochas, v. 19, n2, p. 117-136, 1996.
- Marinos e Hoek, 2001, in Hoek, 2011.