TÍTULO

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS SEGUNDO TRB E SUCS

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Classificação de Solo. TRB. SUCS.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

MINUTA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 3
2 CLASSIFICAÇÃO T.R.B 3
2.1 Ensaios Necessários e Classificação 3
2.2 Processo 3
2.3 Terminologia 5
2.4 Características Gerais e de Comportamento 5
3 SISTEMA UNIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (S.U.C.S.) 7
3.1 Características e Ensaios Necessários 7
3.2 Terminologia 8
3.3 Processo 8
3.4 Características e qualidade 14
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 16
ANEXO A – CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS DOS GRUPOS S.U.C.S. 17

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

1 OBJETIVO

Este método distribui os solos em grupos segundo as classificações seguintes:

a) T.R.B. - "Transportation Research Board" órgão que fez a revisão, em 1946, da classificação originariamente desenvolvida pelo Public Roads Administration (USA) em 1945. A classificação considerada é também adotada pela American Association of State Highway Officials (AASHO), tendo recebido a designação M-145.

b) S.U.C.S. - "Sistema Unificado de Classificação de Solos", classificação desenvolvida conjuntamente pelo U.S. Bureau de Reclamation e U.S. Corps of Engineers, com base naquela inicialmente desenvolvida por A. Casagrande para aeroportos e por isso designada por classificação "AC" (Airfields Classification). A classificação S.U.C.S. tem sido adotada com pequenas alterações pela American Society for Testing and Materials (ASTM), sob a designação D-2487[(1)].

As características de interesses à previsão do comportamento dos solos constantes deste método e possíveis de serem deduzidas após a classificação dos mesmos nos grupos considerados neste método; só são válidas quando esses solos forem compactados artificialmente. Nessas condições, não podem ser utilizadas para previsão do comportamento de solos em suas condições naturais (isto é, em estado indeformado ou não amolgado). Além disso, consideráveis discrepâncias de comportamento e de características podem ser constatadas em solos constituídos de elevada porcentagem de minerais típicos das regiões tropicais (solos lateríticos ou latossolos, solos de alteração de rochas ígneas e metamórficas etc.).

2 CLASSIFICAÇÃO T.R.B

2.1 Ensaios Necessários e Classificação

a) Porcentagens que passam nas peneiras de abertura: 2,0, 0,42 e 0,075 mm obtidas de acordo com a NBR 7181[(2)];

b) Limite de Liquidez, obtido de acordo com a NBR 6459[(3)];

c) Índice de Plasticidade, obtido de acordo com a NBR 7180[(4)].

2.2 Processo

a) Arredondar os valores das características referidas no item anterior para uma casa decimal.

b) Determinar o ÍNDICE DE GRUPO (IG), com emprego da fórmula seguinte:

d = (I_p- 10 para $I_p$entre 10 e 30) (20 para $I_p \pm 30$)

$$IG = (F - 35) \times [0{,}2 + 0{,}005 \times (LL - 40)] + 0{,}01 \times (F - 15) \times (IP - 10)$$

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

Onde: F = % do material que passa na peneira de 0,075 mm;

LL = Limite de Liquidez;

IP = LL-LP = Índice de Plasticidade.

Na determinação do Índice de Grupo, devem ser considerados os seguintes critérios:

- se IG resultar negativo, então IG = 0;

- arredondar o valor do IG para o inteiro mais próximo;

- o IG para os solos A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 e A-3 é sempre nulo;

o cálculo do IG para os solos dos grupos A-2-6 e A-2-7 é feito parcialmente apenas pelo IP.

c) Utilizando a Tabela 1, classificar o solo no grupo ou subgrupo.

Tabela 1 - Classificação TRB

CLASSIFICAÇÃO GERAL	**MATERIAIS GRANULARES 35% (ou menos) passando na peneira 0,075 mm**							**MATERIAIS SILTO-ARGILOSOS**			
CLASSIFICAÇÃO EM GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5[a] A-7-6[b]
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Granulometria - % passando na peneira											
Nº 10 (2,00 mm)	50 máx.										
Nº 40 (0,42 mm)	30 máx.	30 máx.	51 mín.								
Nº 200 (0,075mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características da fração passando na peneira Nº 40:											
Limite de Liquidez				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín.
Índice de Plasticidade	6 máx.	6 máx.	NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx.
Materiais constituintes	Fragmentos de pedra, pedregulho fino e areia			Pedregulhos ou areias siltosos ou argilosos				Solos siltosos		Solos argilosos	
Comportamento como subleito	Excelente a bom							Sofrível a mau			

[a] Para A-7-5, IP ≤ LL - 30
[b] Para A-7-6, IP > LL - 30

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

d) Apresentar o índice de grupo (IG), entre parênteses, depois do símbolo indicativo do grupo ou subgrupo (por exemplo: um solo de índice de grupo 3, pertencente ao subgrupo A-2-6 será apresentado pela forma seguinte: A-2-6 (3).

2.3 Terminologia

Os termos texturais empregados na descrição dos diversos grupos e subgrupos são estabelecidos na NBR 6502[(6),] correspondendo às seguintes frações granulométricas:

Tabela 1 – Frações Granulométricas

Classificação	Argila (g)	Silte (f)	Fração Areia (b)			Pedregulho (a)
			Areia fina (e)	Areia média (d)	Areia grossa (c)	
Tamanho (mm)	A < 0,002	0,002 < S < 0,06	0,06<AF<0,2	0,2<AM<0,6	0,6<AG<2,0	2,00<P<60

a) PEDREGULHO —60,0 a 2,0 mm;

b) FRAÇÃO AREIA – 0,06 a 2,0 mm;

c) AREIA GROSSA — 0,60 a 2,0 mm;

d) AREIA MÉDIA — 0,20 a 0,60 mm;

e) AREIA FINA — 0,06 a 0,20 mm;

f) SILTE – 0,002 – 0,06 mm;

g) ARGILA – menor que 0,002 mm

h) FINOS — passado na peneira de 0,075 mm

Quanto à textura geral, os solos são considerados GRANULARES ou SILTO-ARGILOSOS de acordo com o seguinte:

a) SOLOS GRANULARES — quando possuem porcentagem passada na peneira de 0,075 mm igual ou inferior a 35%;

b) SOLOS SILTO-ARGILOSOS — quando possuem porcentagem passada na peneira de 0,075 mm superior a 35%.

2.4 Características Gerais e de Comportamento

a) **Grupo A-1** — Solo típico deste grupo é uma mistura bem graduada de pedregulho e/ou areia grossa, areia média e finos não plásticos ou fracamente plásticos.

Subgrupo A-1-a — Quando constituído predominantemente de pedregulho e areia grossa, não contendo finos ou contendo finos bem graduados, não plásticos ou de baixa plasticidade. Frequentemente possuem características adequadas para serem usados "in natura" ou com pequena correção, como misturas estabilizadas granulometricamente.

Subgrupo A-l-b — Quando constituído predominantemente de areia média, não contendo material fino ou contendo finos bem graduados, não plásticos ou de baixa

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

plasticidade. Como material de subleito são geralmente inferiores aos solos do subgrupo A-l-a.

De uma maneira geral os solos do grupo A-1 dão alta densidade aparente, quando compactados e apresentam uma variação de volume insignificante após a compactação. Com pequena variação na graduação (ou composição granulométrica) ou nas características dos finos, passam a pertencer ao grupo A-2. Consequentemente, são solos pouco frequentes que constituem ocorrências de volume relativamente pequeno, geralmente, utilizados como jazidas de pedregulho ou areia.

b) **Grupo A-2** — Este grupo abrange grande variedade de solos granulares que se situam entre os grupos A-1 e A-3 de um lado e os grupos A-4, A-5, A-6 e A-7 de outro. Abrange todos os solos contendo 35% ou menos de material que passa na peneira de 0,074 mm e que não podem ser incluídos no Grupo A-1 ou devido à presença de excesso de finos ou de finos excessivamente plásticos.

Subgrupo A-2-4 e A-2-5 — Quando os finos possuem características dos grupos A-4 e A-5. Inclui, portanto, areias e pedregulhos contendo finos com plasticidade excedendo os limites do grupo A-1 e mais comumente (no Estado de São Paulo) areias finas contendo mais silte e/ou argila de baixa plasticidade do que areias pertencentes ao grupo A-3. Os solos A-2-4 são considerados como material adequado para reforço de pavimentos.

Subgrupo A-2-6 e A-2-7 — Quando os finos possuem características dos grupos A-6 e A-7. Inclui, portanto, solos granulometricamente similares aos solos A-2-4 e A-2-5, porém, com finos mais plásticos. Os solos destes subgrupos são geralmente de qualidade inferior, como material de reforço de pavimentos, quando comparados com aqueles dos subgrupos A-2-4 e A-2-5.

De uma maneira geral, os solos do grupo A-2 são considerados bons como material de subleito e para construção de aterros. Como revestimento de estradas de terra, os solos do grupo A-2 são estáveis quando úmidos, entretanto, dependendo da natureza dos finos, podem se tornar poeirentos na estação seca e moles na estação chuvosa. A má drenagem pode diminuir consideravelmente a capacidade de suporte destes solos. De outro lado, são facilmente drenáveis. Quando os finos forem muito plásticos, podem apresentar contração prejudicial após compactação.

c) **Grupo A-3** — O solo típico deste grupo é constituído de areia fina de praia ou de duna, praticamente sem silte ou argila ou com pequena quantidade de silte não plástico. Podem pertencer a este grupo, também areias finas fluviais, contendo pequena porcentagem de areia média e areia grossa. Os solos pertencentes a este grupo são instáveis quando secos (areiões), porém, mais estáveis quando úmidos (coesão aparente). Não estão sujeitos à variação de volume devido às diferenças de umidade. Devem ser compactados com compressores vibratórios, tratores de esteira ou rolos pneumáticos, com excesso de umidade. São muito permeáveis e quando confinados são bons como material do subleito. Quando a eles forem adicionados solos finos adequados, podem transformar-se em materiais de elevada estabilidade do Grupo A-1.

d) **Grupo A-4** — Os solos típicos deste grupo são siltes ou siltes arenosos, de baixa plasticidade (ou não plástico) com elevada porcentagem de material passando na peneira de 0,074 mm (mais de 75%) ou areias finas siltosas contendo mais de 35% de

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

material passando nessa peneira. Os siltes e os siltes arenosos, pertencentes a este grupo, são de compactação difícil e instáveis com qualquer teor de umidade e a sua instabilidade aumenta com o aumento do teor de umidade. Muitos solos com essa textura só podem ser compactados adequadamente com controle rigoroso do teor de umidade de compactação. As areias finas siltosas pertencentes a este grupo podem ser compactados a densidades relativamente elevadas e são estáveis entre limites mais amplos de umidade do que os siltes ou siltes arenosos e ainda são menos expansivos do que esses solos, podendo ser usados como reforço do subleito. Alguns solos do grupo A-4 dão revestimentos firmes nas estradas de terra, quando secos ou úmidos e são pouco plásticos. Algumas variedades, entretanto, absorvem água rapidamente, tornando-se instáveis e ocasionam expansões prejudiciais.

e) **Grupo A-5** — Os solos típicos deste grupo são semelhantes àqueles descritos no item anterior (Grupo A-4), exceto por terem caráter micáceo e serem altamente elásticos. São extremamente difíceis de serem compactados adequadamente. São geralmente solos com baixa capacidade de suporte e com elevada expansão. Os taludes de aterros executados com solos de baixa plasticidade, estão sujeitos a um processo erosivo acelerado.

f) **Grupo A-6** — Os solos típicos deste grupo são argilas de mediana plasticidade, contendo mais de 75% de material passando na peneira de 0.074 mm. Pertencem a este grupo, também, solos argilosos finos com areia e pedregulho em porcentagem inferior a 64%. Os solos deste grupo apresentam, geralmente, elevada expansão e perdem a estabilidade quando contém excesso de umidade. Algumas areias argilosas e siltes argilosos pertencentes a este grupo podem ser compactados a densidades mais elevadas do que os solos predominantemente siltosos. Entretanto, se forem compactados com excesso de umidade podem apresentar posteriormente contrações prejudiciais.

g) **Grupo A-7** — Os solos típicos deste grupo são argilas plásticas de elevados valores de limite de liquidez e índice de plasticidade. São, geralmente, compressíveis à ação de cargas elevadas e apresentam elevada expansão e contração em função da variação do teor de umidade. Essas características prejudiciais são de uma maneira geral mais acentuadas nos solos do subgrupo A-7-6 do que naqueles do subgrupo A-7-5. Estes solos podem ser compactados a densidades mais elevadas do que os solos siltosos dos grupos A-4 e A-5, adquirindo nessas condições capacidade de suporte maiores do que esses solos. Devido à baixa permeabilidade adquirem e perdem umidade muito lentamente. Se compactados com excesso de umidade podem apresentar contrações prejudiciais. Geralmente resistem bem à ação erosiva das águas e quando com baixo teor de umidade dão taludes bastante estáveis, sobretudo quando lateríticos (solos vermelhos).

3 SISTEMA UNIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (S.U.C.S.)

3.1 Características e Ensaios Necessários

Porcentagens passantes nas peneiras de aberturas de 4.8, 2.0, 0.42 e 0.075 mm obtidas de acordo com a NBR 7181[(2)].

a) Coeficiente de uniformidade (Cu):

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Onde: D_{60} e D_{10} são os valores de aberturas de peneiras teóricas nas quais passam respectivamente 60% e 10% da amostra total.

b) Coeficiente de curvatura (Cc):

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Onde: D_{60}, D_{30} e D_{10} são os valores de aberturas de peneiras teóricas nas quais passam respectivamente 60%, 30% e 10% da amostra total.

c) Limite de Liquidez, obtido de acordo com o Método a NBR 6459[(3)].

d) Índice de Plasticidade, obtido de acordo com o Método a NBR 7180[(4)].

3.2 Terminologia

As letras que integram os símbolos dos grupos desta classificação foram escolhidas tendo por base o seguinte:

a) G — Pedregulho (do inglês *Gravel*).

b) S — Areia (do inglês *Sand*).

c) M — Silte (do sueco *Mo*).

d) C — Argila (do inglês *Clay*).

e) W — Bem graduado (do inglês *Well Graded*).

f) O — Orgânico (do inglês *Organic*).

g) P — Mal graduado (do inglês *Poorly Graded*).

h) Pt — Turfa (do inglês *Peat*).

i) L — Baixa plasticidade (do inglês *Low Compressibility*).

j) H — Alta plasticidade (do inglês *High Compressibility*).

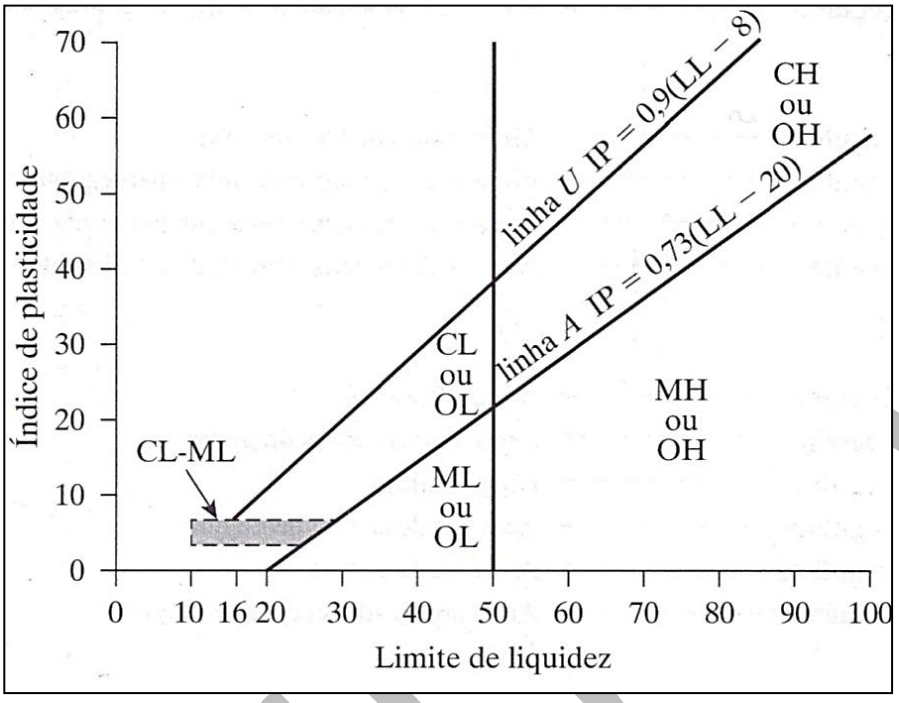
3.3 Processo

a) De posse dos valores determinados no item 3.1, com o auxílio da Figura 1 (Gráfico de Plasticidade) e da Tabela 3, determinar os símbolos de grupos de acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

Figura 1 - Gráfico de Plasticidade



MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

Tabela 3 - Sistema Unificado de Classificação de Solos

Critérios para atribuição dos símbolos de grupo				Símbolo de grupo
Solos grossos Mais de 50% de material retido na peneira 0,074 mm	**Pedregulhos** Mais de 50% da fração grossa retida na peneira 4,76 mm	Pedregulhos Puros Menos de 5% de grãos finos[a]	$C_u \geq 4$ e $1 \leq C_c \leq 3$[c]	GW
			$C_u < 4$ e/ou $1 > C_c > 3$[c]	GP
		Pedregulhos com Finos Mais de 12% de grãos finos[a,d]	IP < 4 ou representado abaixo da linha "A" do Gráfico de Plasticidade	GM
			IP > 7 e representado na ou acima da linha "A" do Gráfico de Plasticidade	GC
	Areias 50% ou mais da fração grossa passam na peneira 4,76 mm	Areias Puras Menos de 5% de finos[b]	$C_u \geq 6$ e $1 \leq C_c \leq 3$[c]	SW
			$C_u < 6$ e/ou $1 > C_c > 3$[c]	SP
		Areias com Finos Mais de 12% de finos[b,d]	IP < 4 ou representado abaixo da linha "A" do Gráfico de Plasticidade	SM
			IP > 7 e representado na ou acima da linha "A" do Gráfico de Plasticidade	SC
Solos finos 50% ou mais passam na peneira 0,074 mm	**Siltes e argilas** Limite de Liquidez inferior a 50	Inorgânico	IP > 7 e representado na ou acima da linha "A" do Gráfico de Plasticidade	CL
			IP < 4 ou representado abaixo da linha "A" do Gráfico de Plasticidade	ML
		Orgânico	$\frac{LL\ seca\ em\ estufa}{LL\ não\ seca} < 0{,}75$, veja o Gráfico de Plasticidade, zona OL	OL
	Siltes e argilas Limite de Liquidez 50 ou superior	Inorgânico	IP representado na ou acima da linha "A" do Gráfico de Plasticidade	CH
			IP representado abaixo da linha "A" do Gráfico de Plasticidade	MH
		Orgânico	$\frac{LL\ seca\ em\ estufa}{LL\ não\ seca} < 0{,}75$, veja o Gráfico de Plasticidade, zona OL	OH
Solos Altamente Orgânicos	Matéria primariamente orgânica, de cor escura e odor orgânico			Pt

[a] Pedregulhos com 5 a 12% de finos requerem os símbolos duplos: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

[b] Areias com 5 a 12% de finos requerem os símbolos duplos: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

[c] $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$; $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$

[d] Se 4 ≤ IP ≤ 7 e é representado na área hachurada no Gráfico de Plasticidade, use o símbolo duplo GC-GM ou SC-SM.

[e] Se 4 ≤ IP ≤ 7 e é representado na área hachurada no Gráfico de Plasticidade, use o símbolo duplo CL=ML.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

b) Atribuir nomes aos grupos de solos identificados anteriormente de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5 designação conforme ASTM D-2487[(1)]. Ao utilizar essas figuras, considerar o seguinte:

- Fração fina = porcentagem que passa na peneira 0,075 mm;
- Fração grossa = porcentagem retida na peneira 0,075 mm;
- Fração de pedregulho = porcentagem retida na peneira 2,0 mm;
- Fração areia = material compreendido entre 0,06 e 2,0 mm

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

Tabela 4 - Nomes dos grupos para solos com pedregulho e areia

Símbolo Grupo	Nome do Grupo	
GW	< 15 % areia	Pedregulho bem graduado
	≥ 15% areia	Pedregulho bem graduado com areia
GP	< 15 % areia	Pedregulho malgraduado
	≥ 15% areia	Pedregulho malgraduado com areia
GW-GM	< 15 % areia	areia bem-graduada com silte
	≥ 15% areia	Pedregulho bem-graduado com silte e areia
GW-GC	< 15 % areia	Pedregulho bem-braduado com argila (ou argila siltosa)
	≥ 15% areia	Pedregulho bem-braduado com argila e areia (ou areia e argila siltosa)
GP-GM	< 15 % areia	Pedragulho malgraduado com silte
	≥ 15% areia	Pedragulho malgraduado com silte e areia
GP-GC	< 15 % areia	Pedregulho malgraduado com argila (ou argila siltosa)
	≥ 15% areia	Pedregulho bem-graduado com silte e areia (ou areia e argila siltosa)
GM	< 15 % areia	Pedregulho siltoso
	≥ 15% areia	Pedregulho siltoso com areia
GC	< 15 % areia	Pedregulho argiloso
	≥ 15% areia	Pedregulho argiloso com areia
GC-GM	< 15 % areia	Pedregulho silto-argiloso
	≥ 15% areia	Pedregulho silto-argiloso com areia
SW	< 15 % areia	Areia bem-graduada
	≥ 15% areia	Areia bem-graduada com pedregulho
SP	< 15 % areia	Areia malgraduada
	≥ 15% areia	Areia malgraduada com pedregulho
SW-SM	< 15 % areia	Areia bem-graduada com silte
	≥ 15% areia	Areia bem-graduada com silte e pedregulho
SW-SC	< 15 % areia	Areia bem-graduada comargila (ou argila-siltosa)
	≥ 15% areia	Areia bem-graduada com argila e pedregulho (ou argila siltosa e pedregulho)
SP-SM	< 15 % areia	Areia malgraduada com silte
	≥ 15% areia	Areia malgraduada com siltte e pedregulho
SP-PC	< 15 % areia	Areia malgraduada com argila (ou argila-siltosa)
	≥ 15% areia	Areia malgraduada com argila e pedregulho (ou argila siltosa e pedregulho)
SM	< 15 % areia	Areia siltosa
	≥ 15% areia	Areia siltosa com pedregulho
SC	< 15 % areia	Areia argilosa
	≥ 15% areia	Areia argilosa com pedregulho
SC-SM	< 15 % areia	Areia argilo-siltosa
	≥ 15% areia	Areia argilo-siltosa com pedreguulho

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

Tabela 5 - Nomes dos grupos para solos inorgânicos argilosos e siltosos

Símbolo Grupo					Nome do Grupo		
LL < 50	Inorgânico	IP> 7 e representado na ou acima dda linha A	CL	<30% maior que a Nº200	<15% maior que a Nº200		argila de baixa plasticidade
					15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	argila de baixa plasticidade com areia
						% de areia < % de pedragulho	argila de baixa plasticidade com pedregulho
				≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	argila de baixa plasticidade com arenosa
						≥ 15 % de pedregulho	gila de baixa plasticidade com arenosa com pedregulh
					% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	argila pedregulhosa de baixa plasticidade
						≥ 15 % de areia	argila pedregulhosa de baixa plasticidade com areia
		4 ≤ IP ≤ 7 e representado na ou acimada linha A	CL-ML	<30% maior que a Nº200	< 15 % maior que a Nº200		Argila siltosa
					15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	Argila siltosa com areia
						% de areia < % de pedragulho	Argila siltosa com pedregulho
				≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	Argila silto-arenosa
						≥ 15 % de pedregulho	Argila silto-arenosa com pedregulho
					% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	Argila silto-pedregulhosa
						≥ 15 % de areia	Argila silto-pedregulhosa com areia
		ip < 4 ou representado abaixo da linha A	ML	<30% maior que a Nº200	< 15 % maior que a Nº200		Silte
					15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	Silte com areia
						% de areia < % de pedragulho	Silte com pedregulho
				≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	Silte arenoso
						≥ 15 % de pedregulho	Silte arenoso com pedregulho
					% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	Silte pedregulhoso
						≥ 15 % de areia	Silte pedregulhoso com areia
	Orgânico [(LL seca em estufa + LL NÃO SECA) < 0,75)]		CL	Ver tabela de solos siltosos e argilosos orgânicos			
LL ≥ 50	Inorgânico	IP representado acima da linha A	CH	<30% maior que a Nº200	<15% maior que a Nº200		Argila de alta plasticidade
					15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	Argila de alta plasticidade com areia
						% de areia < % de pedragulho	Argila de alta plasticidade com pedregulho
				≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	Argila arenosa de alta plasticidade
						≥ 15 % de pedregulho	Argila arenosa de alta plasticidade com pedregulho
					% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	Argila pedregulhosa de alta plasticidade
						≥ 15 % de areia	Argila pedregulhosa de alta plasticidade com areia
		IP representado abaixo da linha A	MH	<30% maior que a Nº200	<15% maior que a Nº200		Silte elástico
					15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	Silte elástico com areia
						% de areia < % de pedragulho	Silte elástico com pedregulho
				≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	Silte elástico arenoso
						≥ 15 % de pedregulho	Silte elástico arenoso com pedregulho
					% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	Silte elástico pedregulho
						≥ 15 % de areia	Silte elástico pedregulho com areia
	Orgânico [(LL seca em estufa + LL NÃO SECA) < 0,75)]		Ch	Ver tabela de solos siltosos e argilosos orgânicos			

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

Tabela 6 - Nomes dos grupos para solos siltosos e argiloso orgânicos

OL	IP≥ 4 e representado na ou acima a linha A	<30% maior que a Nº200	<15% maior que a Nº200		Argila orgânica
			15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	Argila orgânica com areia
				% de areia < % de pedragulho	Argila orgânica com pedregulho
		≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	Argila orgânica arenosa
				≥ 15 % de pedregulho	Argila orgânica arenosa com pedregulho
			% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	Argila orgânica pedregulhosa
				≥ 15 % de areia	Argila orgânica pedregulhosa com areia
	IP < 4 e representado abaixo da linha A	<30% maior que a Nº200	<15% maior que a Nº200		Silte orgânico
			15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	Silte orgânico com areia
				% de areia < % de pedragulho	Silte orgânico com pedregulho
		≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	Silte orgânico arenoso
				≥ 15 % de pedregulho	Silte orgânico arenoso com pedregulho
			% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	Silte orgânico pedregulhoso
				≥ 15 % de areia	Silte orgânico pedregulhoso com areia
OH	Representado na ou acima da linha A	<30% maior que a Nº200	<15% maior que a Nº200		Argila Orgânica
			15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	Argila Orgânica com areia
				% de areia < % de pedragulho	Argila Orgânica com pedregulho
		≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	Argila Orgânica arenosa
				≥ 15 % de pedregulho	Argila Orgânica arenosa com pedregulho
			% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	Argila Orgânica pedregulhosa
				≥ 15 % de areia	Argila Orgânica pedregulhosa com areia
	Representado na ou acima da linha A	<30% maior que a Nº200	<15% maior que a Nº200		Silte orgânico
			15-29% maaior que a nº200	% de areia ≥ % de pedragulho	Silte orgânico com areia
				% de areia < % de pedragulho	Silte orgânico com pedregulho
		≥30% maior que a Nº200	% de areia ≥ % de pedregulho	< 15 % de pedregulho	Silte orgânico arenoso
				≥ 15 % de pedregulho	Silte orgânico arenoso com pedregulho
			% de areia < % de pedregulho	< 15 % de areia	Silte orgânico pedregulhoso
				≥ 15 % de areia	Silte orgânico pedregulhoso com areia

3.4 Características e qualidade

Algumas características e qualidades relativas dos diversos grupos considerados nesta classificação estão resumidas no Anexo A. As qualidades relativas estão expressas em ordem

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

decrescente de qualidade, isto é, quanto maior a ordem, pior será o solo. Quando o solo for considerado inadequado para a finalidade discriminada na coluna está indicado pela letra I.

Detalhes adicionais sobre as referidas características e qualidades estão abaixo discriminados:

a) **Trafegabilidade** — Refere-se à facilidade com que os equipamentos de terraplenagem se movimentam sobre os diversos grupos. A sequência de qualidade constante do quadro está sujeita à alteração quando os solos estiverem encharcados ou com teores muito baixos de umidade.

b) **Revestimento** — Refere-se ao comportamento dos diversos grupos como revestimento primário das estradas de terra, sob condições de boa drenagem. Deve-se observar que certos solos dos grupos CL, CH, MH e ML, quando lateríticos, podem eventualmente comportar-se de maneira mais satisfatória do que o indicado, principalmente, para trânsitos muito leves e quando o leito natural tiver tendência a dar areiões.

c) **Compatibilidade** — Refere-se à facilidade com que os diversos grupos podem ser compactados satisfatoriamente. De uma maneira geral os solos granulares podem ser compactados mais facilmente e os solos orgânicos, siltosos e altamente plásticos são os que mais dificuldades apresentam quanto à compactação.

d) **Características de Compactação** — Refere-se aos resultados que se obtém, geralmente, de acordo com o Ensaio de Compactação, NBR 7182, mediante emprego de energia normal (N) e energia modificada (M).

e) **CBR** — Refere-se aos valores de Índice de Suporte Califórnia, obtidos de acordo com o Ensaio de Suporte Califórnia de Amostras Compactadas em Laboratório, NBR 9895[(5)], utilizando-se energia normal e 4 dias de imersão. Deve-se observar que alguns solos dos grupos CL, ML, MH e CH, quando lateríticos, podem apresentar valores bem superiores àqueles constantes do quadro.

f) **Subleito** — Refere-se à qualidade dos diversos grupos como material do subleito quando compactados adequadamente. Na avaliação dessa qualidade, levou-se em consideração não só o valor do índice CBR, como também as suas características elásticas e de expansibilidade. Deve-se observar que a ordem apresentada pode não ser válida para solos de granulação fina pertencentes aos grupos CL, ML, CH e MH, quando os mesmos forem lateríticos.

g) **Permeabilidade** — Refere-se à permeabilidade dos diversos grupos quando compactados na energia normal e após a saturação.

h) **Drenabilidade** — Refere-se à rapidez com que a água percola solos de diversos grupos quando compactados adequadamente, estando essa característica diretamente ligada à permeabilidade. Além disso, quanto melhor a drenabilidade, são mais fáceis de serem drenados mediante construção de drenos apropriados.

i) **Expansibilidade** — Refere-se à expansão dos solos de diversos grupos quando compactados adequadamente em consequência à variação do seu teor de umidade. Deve-se observar que os solos argilosos são potencialmente mais expansivos, porém, como absorvem muito lentamente a água, levam muito tempo para se expandirem. Além disso, muitos solos argilosos (CL, MH, ML, CH), quando lateríticos, podem não obedecer a ordem apresentada.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

j) **Compressibilidade** — Refere-se à deformação sob ação de cargas dinâmicas, em solos compactados adequadamente e posteriormente saturados.

k) **Capacidade de Carga** — Refere-se à capacidade de carga admissível de fundações rasas repousando sobre camadas de solos dos diversos grupos quando compactados adequadamente. Na avaliação da qualidade relativa dos diversos grupos, considerou-se tanto os recalques como as cargas de ruptura.

l) **Resistência à Erosão** — Refere-se à resistência dos solos de diversos grupos como material de revestimento de valetas. A ordem de qualidade está sujeita a inversões, sobretudo nos solos de granulação fina, siltosos ou argilosos e pode não ser válida para solos lateríticos.

m) **Classificação TRB -** Refere-se ao grupo mais provável de classificação TRB. Podem ainda existir grupos equivalentes à classificação do S.U.C.S. que não estejam listados no quadro do anexo A.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS **ASTM D. 2487**. Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). Pensilvânia, EUA, 2017.

2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**. Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2018.

3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**. Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.

4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**. Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9895**. Solo – Índice de suporte Califórnia (ISC) – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.

6 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502**. Solos e rochas - Terminologia. Rio de Janeiro, 2022.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

ANEXO A – CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS DOS GRUPOS S.U.C.S.

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

GRUPO USC	(I) TRAFICA-BILIDADE	(II) REVESTI-MENTO	(III) COMPACTA-BILIDIDADE	COMPACTAÇÃO			(V) CBR (%)	(VI) SUBLEITO	(VII) PERMEABILIDADE	(VIII) DRENABI-LIDADE	(IX) EXPANSI-BILIDADE	(X) COMPRES-SIBILIDADE	(XI) CAPACIDADE DE CARGA	(XII) RESISTÊNCIA A EROSÃO	(XIII) TRB MAIS PROVÁVEL
				NORMAL		MODIFICADO									
				DAS	HO (%)	DAS									
GW	1º	3º	1º	2,0 - 2,16	± 10	2,00 - 2,24	40 - 80	1º	$k > 10^{-2}$ permeável	1º	1º	1º	1º	1º	A-1-a
GP	2º	4º	2º	1,76 - 2,00	± 14	1,76 - 2,24	30 - 60	3º	$k > 10^{-2}$ muito permeável	1º	1º	1º	2º	2º	A-1-a
GM	2º	5º	4º	1,84 - 2,16	± 12	1,84 - 2,32	30 - 60	4º	$k = 10^{-3}$ á 10^{-6} semi permeável a impermeável	2º - 4 º	1º	2º	3º	4º	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7
GG	2º	1º	3º	1,84 - 2,08	± 9	1,92 - 2,32	20 - 40	4º	$k = 10^{-6}$ á 10^{-8} impermeável	3º - 4º	2º	3º	4º	3º	A-2-6, A-2-7
SW	1º	5º	1º	1,68 - 1,92	± 12	1,76 - 2,08	20 - 40	2º	$k > 10^{-3}$ permeável	1º	1º	1º	2º	6º	A-1-b
SP	3º	5º	2º	1,60 - 1,92	± 20	1,68 - 2,16	10 _ 40	5º	$k > 10^{-3}$ permeável	1º	1º	1º	4º	7º	A-3, A-1-b
SM	3º	6º	4º	1,60 - 2,00	± 18	1,60 - 2,16	10 _ 40	6º	$k = 10^{-3}$ á 10^{-6} semi permeável a impermeável	2º - 3°	1º	3º	4º	8º	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7
SC	2º	2º	3º	1,68 - 2,00	± 10	1,76 - 2,16	5 _ 20	6º	$k = 10^{-6}$ á 10^{-8} impermeável	3º - 4º	1º	3º	5º	5º	A-2-7, A-2-6
ML	3º - 4º	I	4º - 6 º	1,36 - 1,84	± 21	1,44 - 2,00	< 15	8º	$k = 10^{-3}$ á 10^{-6} semi permeável a impermeável	3º - 4º	2º	4º	7º	11º	A-4, A-5
CL	3º	7º	4º	1,44 - 1,92	± 21	1,92 - 2,08	< 15	7º	$k = 10^{-6}$ á 10^{-8} impermeável	4º	3º	5º	6º	9º	A-6, A-7-6
MH	4º	I	4º - 8º	1,12 - 1,52	± 21	1,28 - 1,68	< 10	10º	$k = 10^{-4}$ á 10^{-6} semi permeável	2º - 3º	2º	6º	9º	12º	A-7-5, A-5
CH	5º	I	4º - 7º	1,20 - 1,68	± 28	1,36 - 1,84	> 15	11º	$k = 10^{-6}$ á 10^{-8} impermeável	4º	3º	7º	8º	10º	A-7-6
OL	4º	I	7º	1,28 - 1,60	± 28	1,44 - 1,68	< 5	9º	$k = 10^{-4}$ á 10^{-6} semi permeável a impermeável	3º - 4º	3º	6º	8º	-	A-4, A-5
OH	5º	I	8º	1,04 - 1,60	± 21	1,20 - 1,76	< 5	12º	$k = 10^{-6}$ á 10^{-8} impermeável	4º	3º	7º	10º	-	A-7-5, A-7-6
PT	-	I	I					I		2º - 3º	-	8º	I	-	

ANEXO A - CARACTERÍSTICAS E QUALIDADES RELATIVAS DE OLOS DOS GRUPOS U.S.C.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.