

# **CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS**

## **MECÂNICA DOS SOLOS I**

**Professora: Márcia Mascarenha**

**13 de novembro de 2023**

# CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

## Objetivo

- Estimar o provável comportamento do solo
- Orientar o programa de investigação

## Tipos

- Análise tátil-visual
- Classificação Geológica
- Classificação Pedológica
- Classificação Geotécnica:

Classificação Unificada

Sistema Rodoviário de Classificação

Classificação para Solos Tropicais

# **ANÁLISE TÁTIL-VISUAL**



# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

Fase preliminar de estudo. As características devem ser confirmadas posteriormente por ensaios de laboratório. Não devem ser utilizadas isoladamente para fins de projeto.

## 1) Granulometria

Pedregulho: são bem distintos

Areia: atrito

Argila: macio

Pode estar envolta por partículas mais finas. Por isso a necessidade de umedecer o solo para desfazer as agregações.

Se a amostra de solo estiver seca, esfrega-se uma pequena porção de solo sobre uma folha de papel. As partículas finas se impregnam no papel, ficando isolada as partículas arenosas.

# CARACTERÍSTICA DOS ARGILO-MINERAIS:

## CORES



**MULTIPLICANDO  
SABERES SOBRE SOLOS**

# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

## 2) Cor

Preto: matéria orgânica (odor)

Vermelho: hematita

Amarelo: goethita

Cinza: remoção de ferro pelo excesso de água.

- Utiliza-se até o máximo de duas designações de cores.
- Quando as amostras apresentarem mais do que duas cores, deve ser utilizado o termo variegado no lugar do relacionamento das cores.

Cores: admite-se ainda as designações complementares claro e escuro.

# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

3) Odor: detecta a presença de matéria orgânica

4) Estado de umidade natural do solo  
seco, pouco úmido, úmido

5) Desagregação do torrão ( em um recipiente com água sem  
imersão completa)  
Desagregação lenta da argila

# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

6) Dilatância/sacudidela em solo úmido

Rapidez da surgência de água: areia, silte, argila(não aparece)

7) Dispersão do solo destorreado em uma proveta de água (agitação-repouso): Uso de defloculante, se necessário

Tempo de sedimentação:

30 a 60 s: areia

15 a 60 min: silte

Horas: argila



# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

8) Resistência do torrão seco (dureza ou tenacidade):  
desfazer com os dedos

Sequência de resistência: areia, silte, argila (coesão)



**Fig. 9.10** Avaliação da consistência de um torrão seco de solo, apertando-o entre o indicador e o polegar.  
(Foto: Rodrigo E. Munhoz, USP/Esalq)

# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

8) Resistência do torrão seco (dureza ou tenacidade):

Solta: não coerente;

Macia: quebrando-se em pó ou grãos sob pressão muito leve;

Ligeiramente dura; fracamente quebrável

Dura: quebrável apenas nas mãos, sem dificuldade

Muito dura: quebrável apenas nas mãos, com dificuldade

Extremamente dura: não quebrável nas mãos

# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

## 9) Plasticidade:



**Fig. 9.5** Avaliação da classe textural e da plasticidade de uma amostra de solo, depois de umedecida e amassada entre os dedos, verificando-se a capacidade de formar “pequenos rolos” (Fotos: Rodrigo E. Munhoz)

# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL

## 9) Plasticidade:

Faz-se uma pasta de solo e água

a) esfrega-se na mão – colocá-la sob água corrente.

**Areia:** despredem-se facilmente

**Silte:** sob a água corrente por bastante tempo ou uma leve fricção

**Argila:** partículas impregnadas - remoção com fricção vigorosa

b) Amassa entre os dedos - rolos

**Textura média:** rolos quebram quando dobrados

**Silte:** rolos quebradiços


**Argila:** rolos longos-dobrados em argolas

# ANÁLISE TÁTIL-VISUAL


- Deve ser utilizada nomenclatura onde apareçam, no máximo, três frações de solos, por exemplo: argila silto-arenosa. Todavia, admite-se a complementação da descrição quando houver presença de pedregulhos, cascalhos, detritos ou matéria orgânica, concreções, etc.
- Quando, pelo exame tátil-visual, for constatada a presença acentuada de mica, a designação micácea é acrescentada à nomenclatura do solo.

# **CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS (GEOTÉCNICA)**





SISTEMA UNIFICADO DE  
CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS  
(SUCS)



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

Dificuldade

Grupos definidos por limites numéricos descontínuos

X

Características progressivamente variáveis

NOMENCLATURA

**G** Pedregulho  
**S** Areia  
**M** Silte  
**C** Argila  
**O** Solo orgânico

**W** Bem graduado  
**P** Mal graduado  
**H** Alta plasticidade  
**L** Baixa plasticidade



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

% que passa na peneira  
nº 200 (0,075 mm)

< 50 % - granulação grossa  
> 50 % - granulação fina



(a)

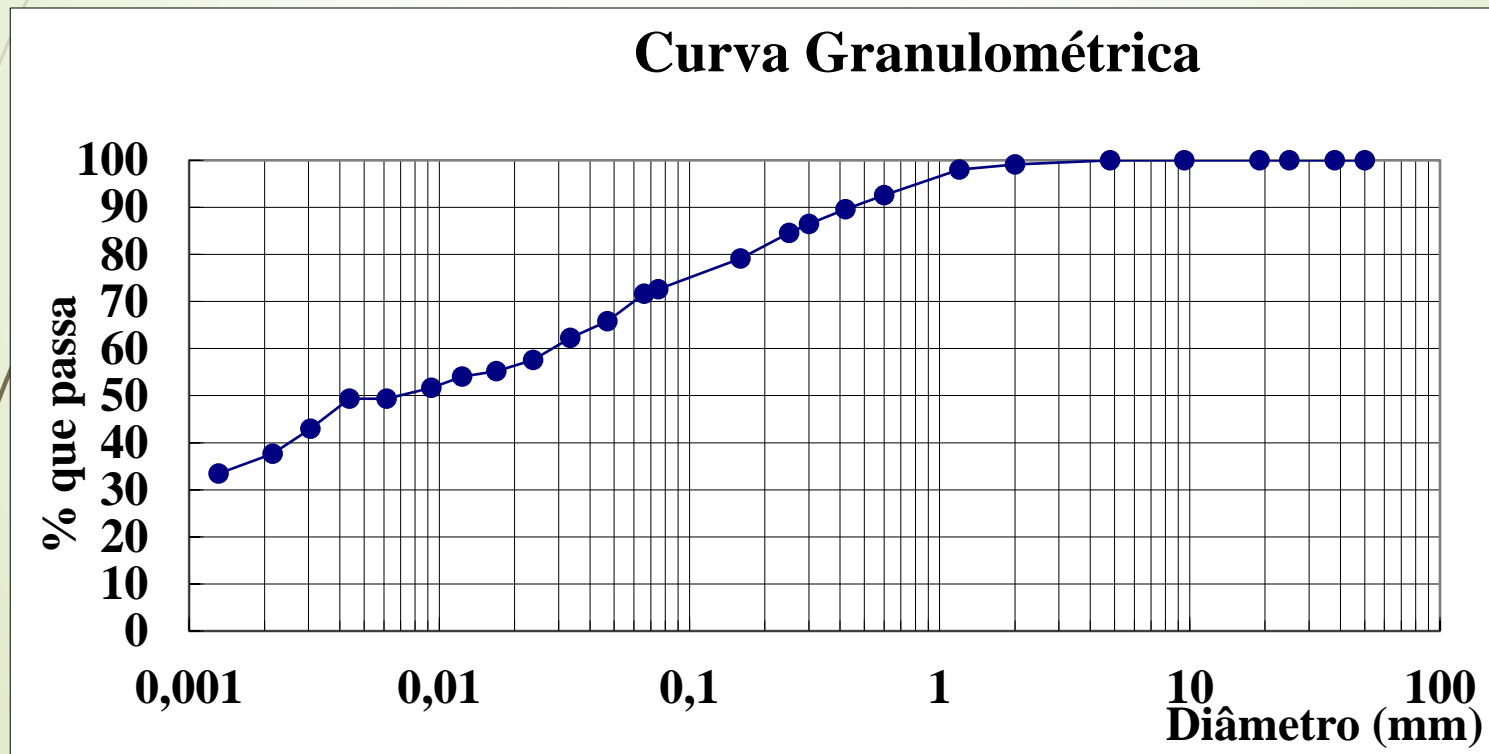


(b)

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

**% que passa na peneira < 50 % - granulação grossa**  
**nº 200 (0,075 mm) > 50 % - granulação fina**

A partir da curva granulométrica apresentada abaixo, classifique o solo em fino ou grosso.



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

M Silte  
C Argila  
O Orgânico

● Solos de granulação fina

% que passa na peneira  
nº 200 (0,075 mm) > 50 %

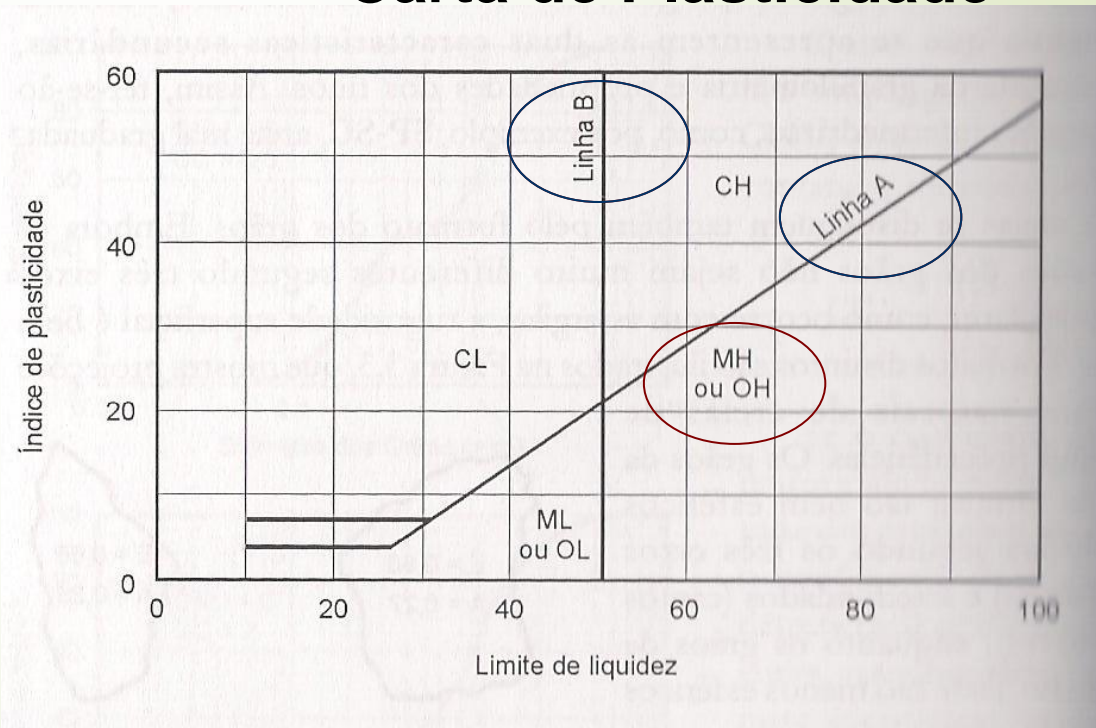
$$IP = LL - LP$$

Limite de Plasticidade



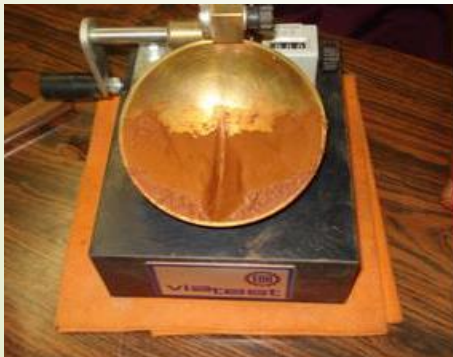
NBR  
7180/2016

Carta de Plasticidade



$$IP = 0,73(LL - 20)$$

NBR  
6459/2016



Limite de Liquidez

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

- M Silte
- C Argila
- O Orgânico

• Solos de granulação fina

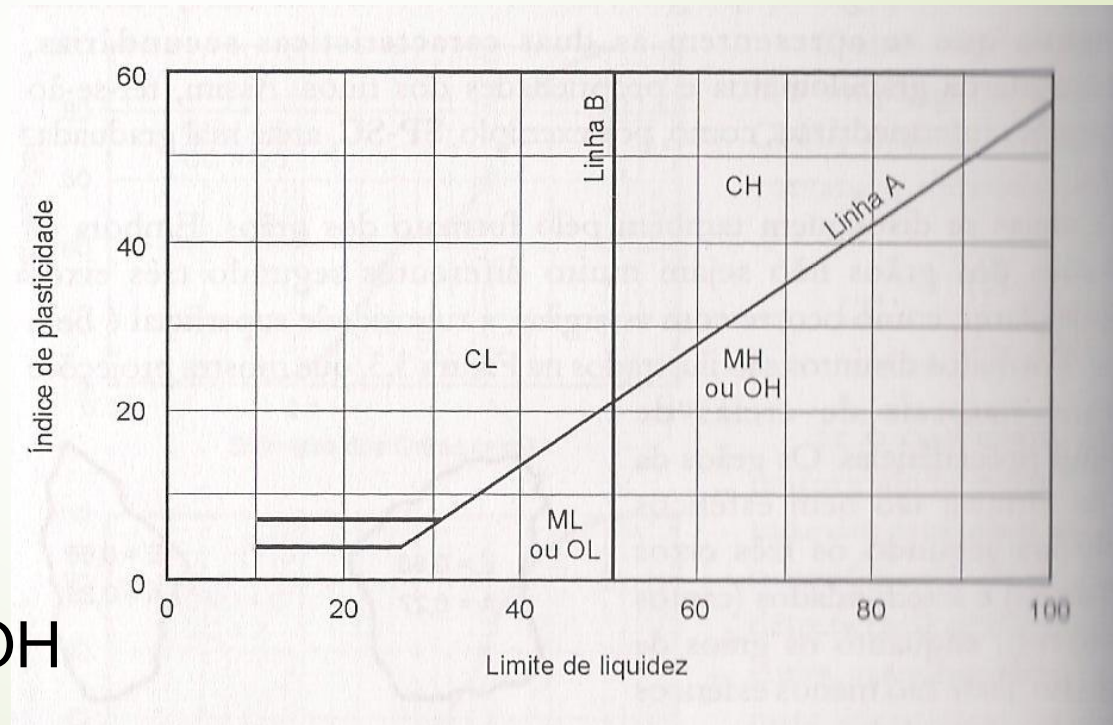
% que passa na peneira nº 200 (0,075 mm) > 50 %

Limites de Consistência

LL = 60

LP = 32

RESPOSTA: MH ou OH

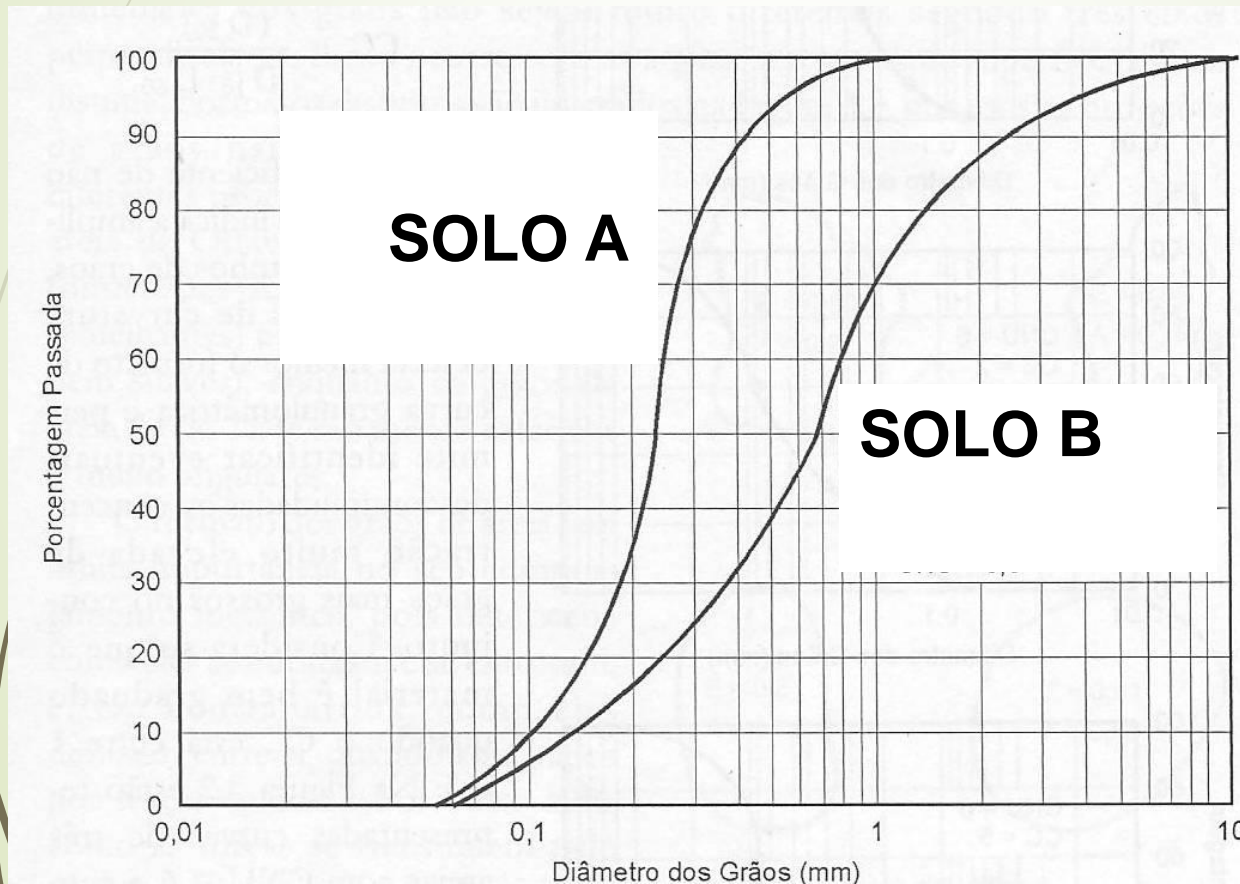


$$IP = 0,73(LL - 20)$$

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

% que passa na peneira  $< 50\%$  - granulação grossa  
nº 200 (0,075 mm)  $> 50\%$  - granulação fina

A partir da curva granulométrica apresentada abaixo, classifique o solo B em fino ou grosso.



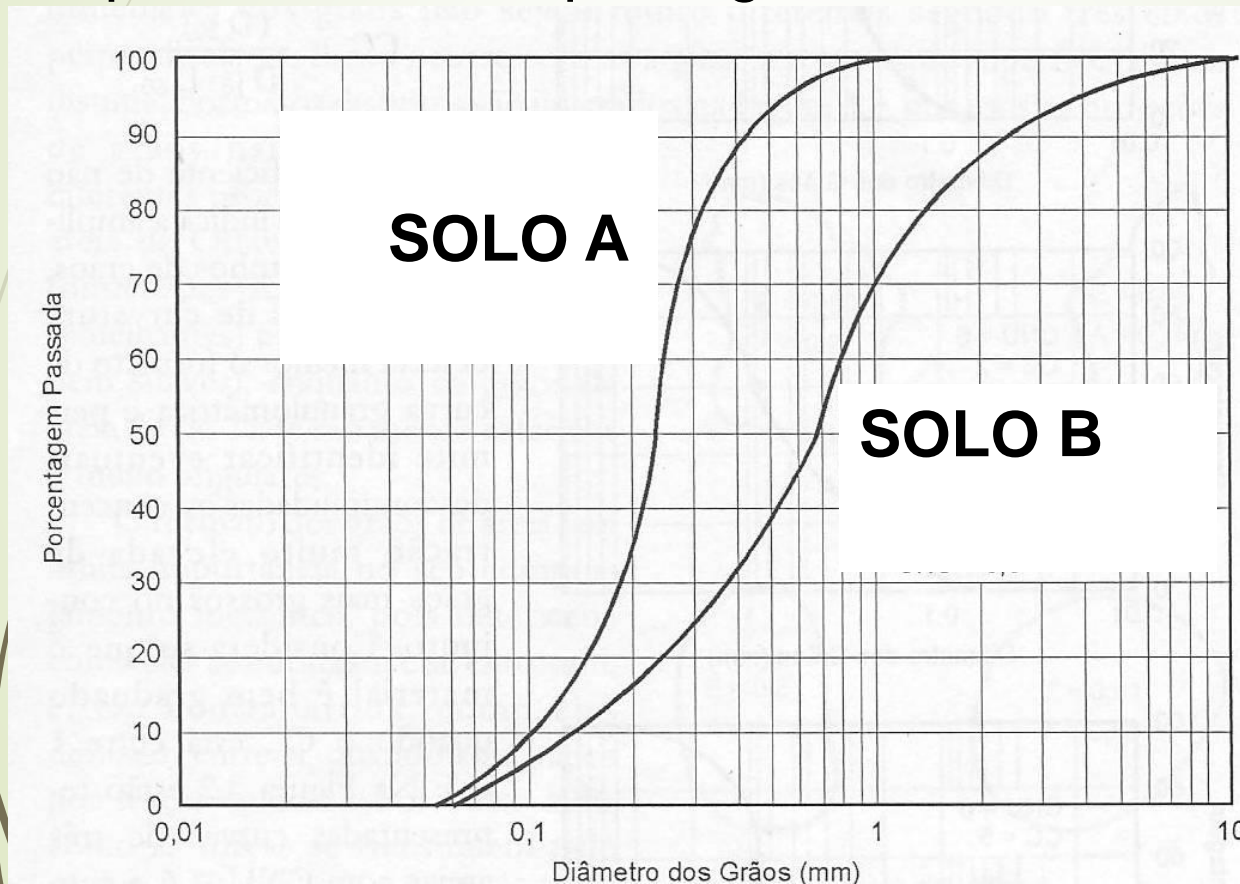
# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

## ● Solos Granulares

**G** Pedregulho

**S** Areia

A partir da curva granulométrica apresentada abaixo, classifique o solo B em pedregulho ou areia.



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

## ● Solos Granulares

**G** Pedregulho  
**S** Areia

% que passa na peneira  
nº 200 (0,075 mm)

< 50 %

<5 % - forma da curva  
granulométrica (**SP**)

% que passa na peneira  
nº 200 (0,075 mm)

>5 % e < 12% - **Ambos**  
**SP - SC**

>12 % - propriedade dos finos  
**Carta de Plasticidade**  
**SC**

## ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

### ● Solos Granulares < 5 % - Composição Granulométrica



Solo bem graduado



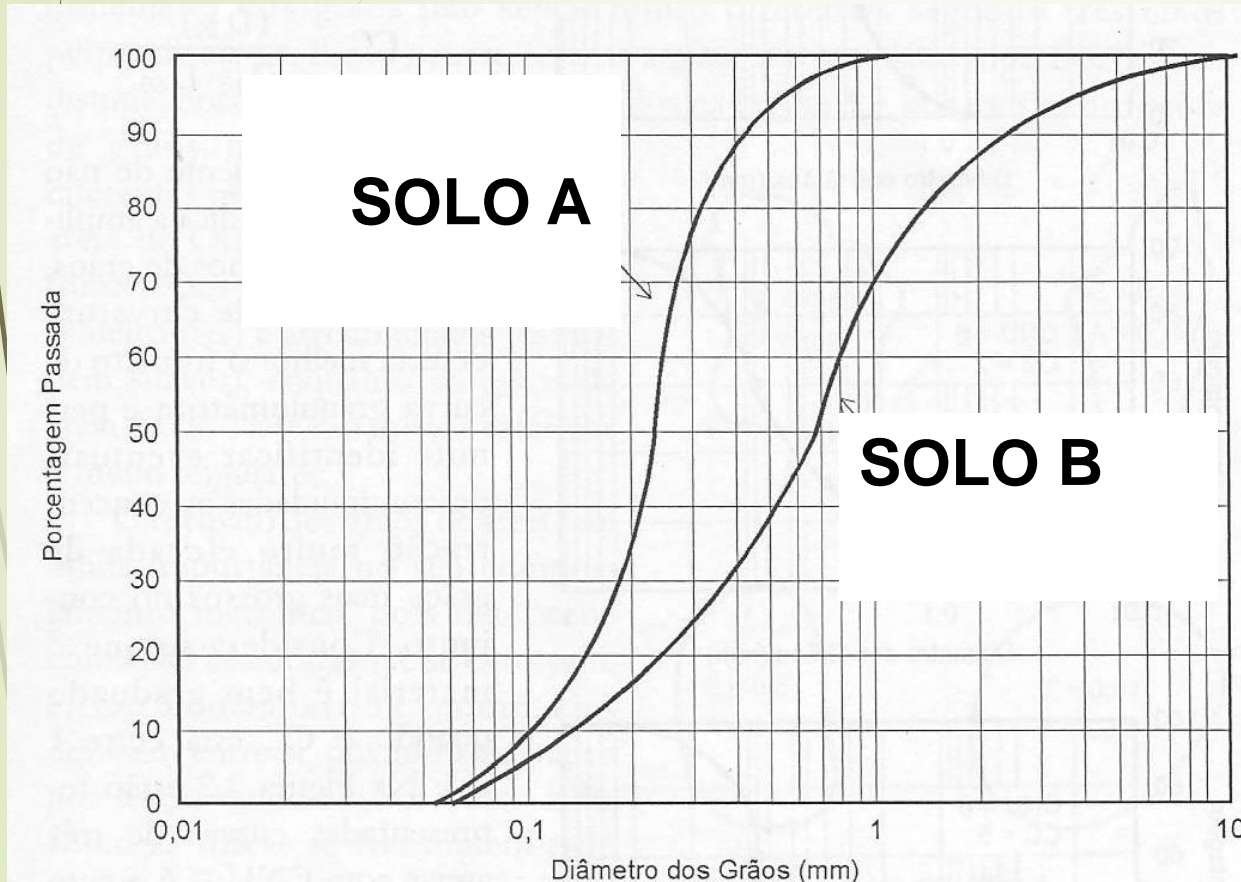
Solo mal graduado

Defina se os solos apresentados ao lado são bem ou mal graduado



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

- Solos Granulares < 5% - Composição Granulométrica



**Coeficiente de não uniformidade**

$$CNU = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Bem graduada

S:  $CNU > 6$

G:  $CNU > 4$

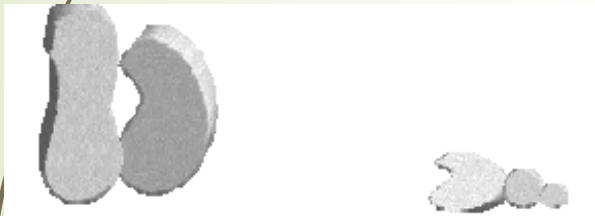
O solo B é bem graduado?

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

## ● Solos Granulares < 5 % - Composição Granulométrica



Solo bem graduado



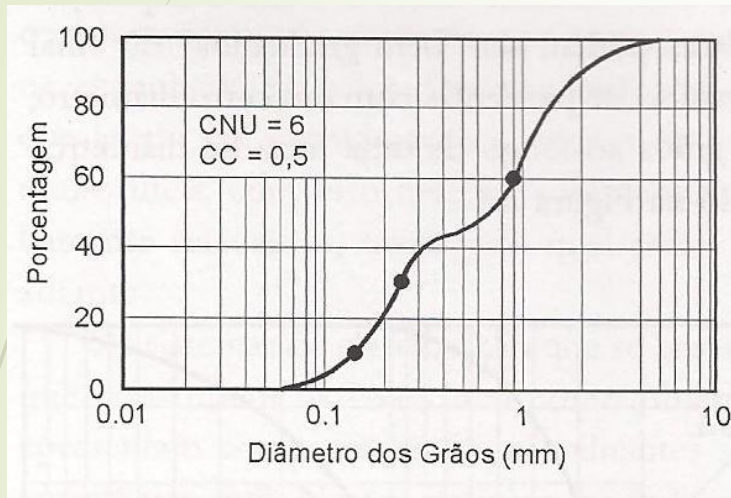
Solo mal graduado

Defina se os solos apresentados ao lado são bem ou mal graduado

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

CLASSIFICAÇÃO GEOTÉCNICA

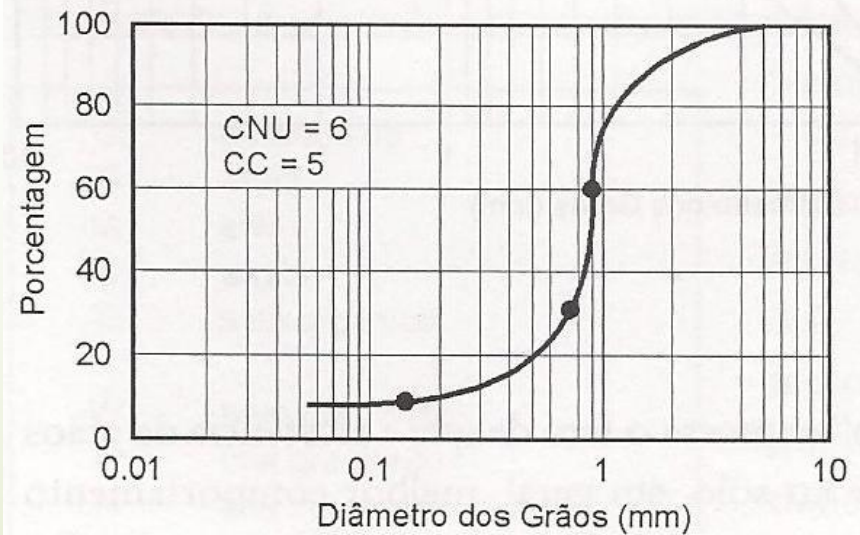
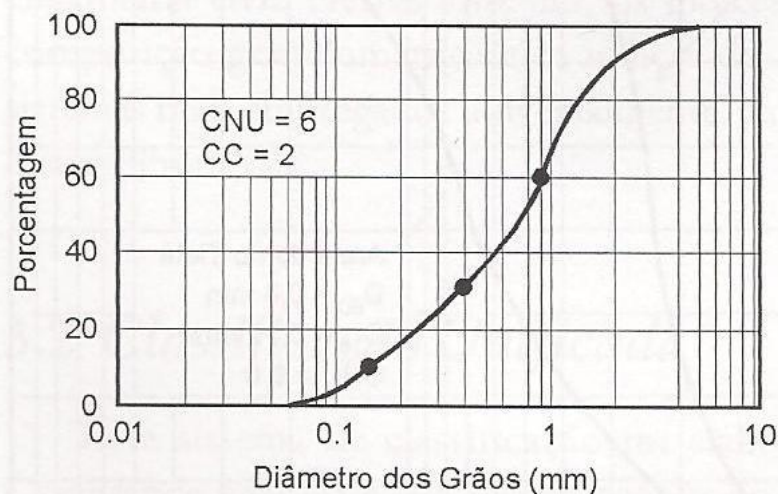
## ● Solos Granulares < 5 % - Composição Granulométrica



$$CC = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$$

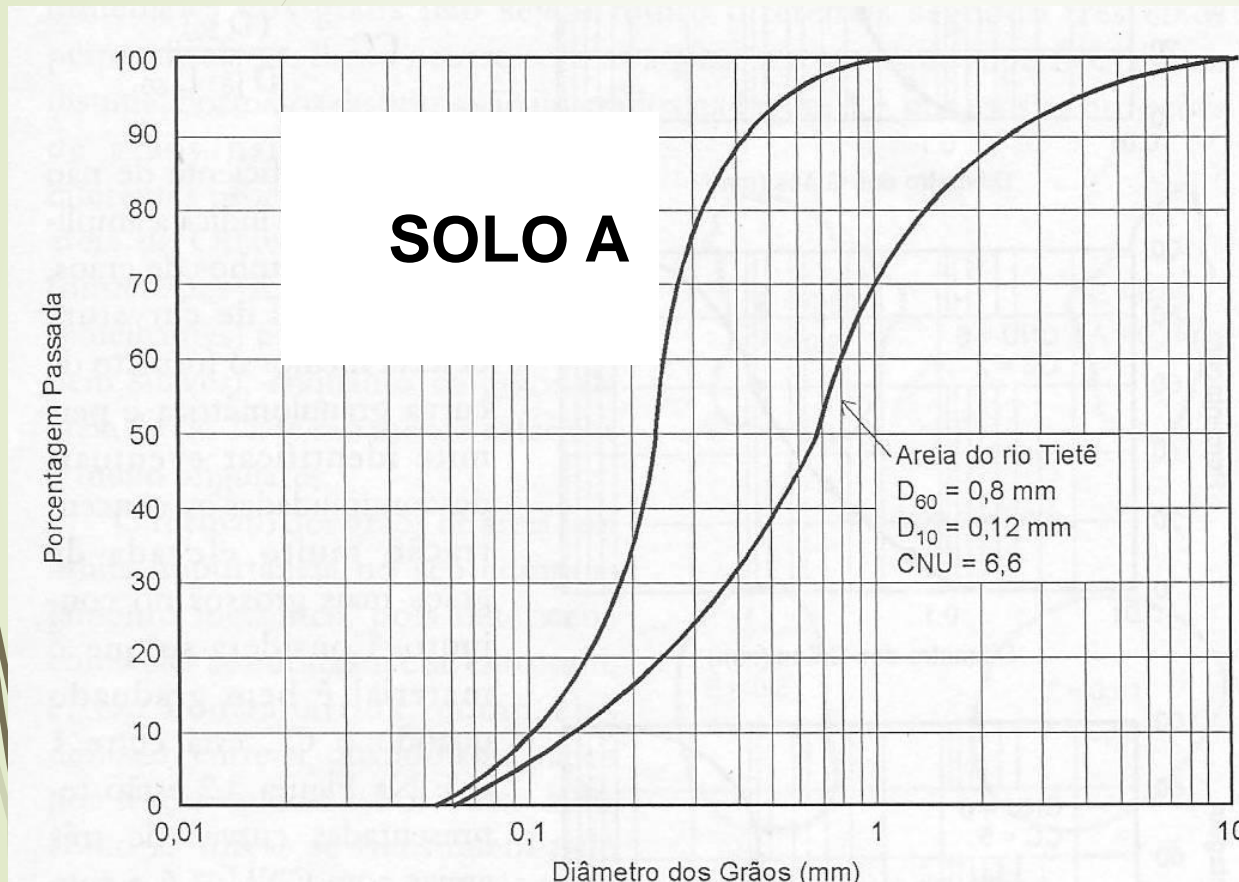
**Coeficiente de curvatura**  
**Formato da curva**

$$CC > 1 \text{ e } CC < 3$$



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

## ● Solos Granulares < 5 % - Composição Granulométrica

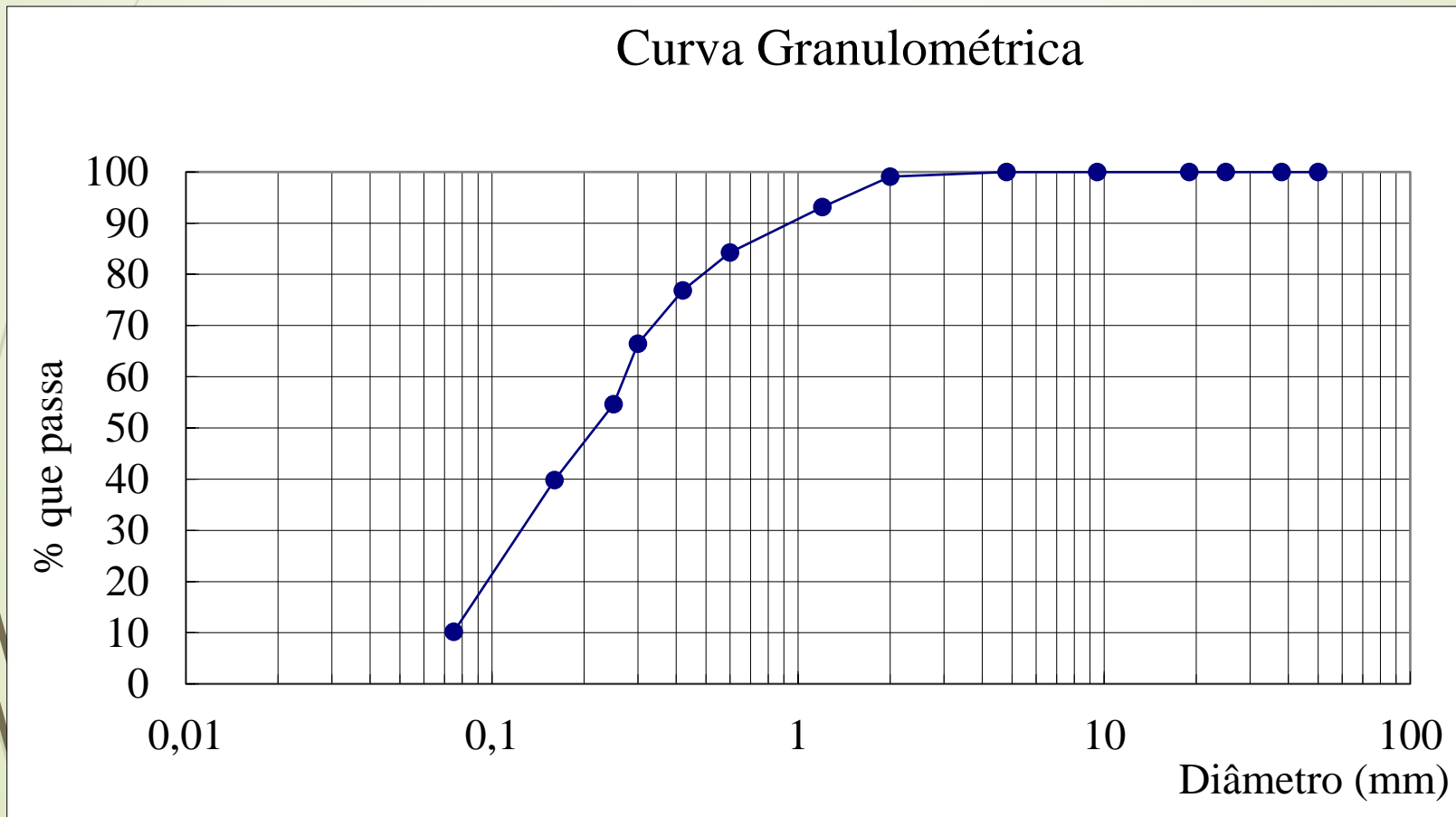


Como classifico o solo B?

Resposta: SW

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

- Solos Granulares > 12% - Carta de Plasticidade



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

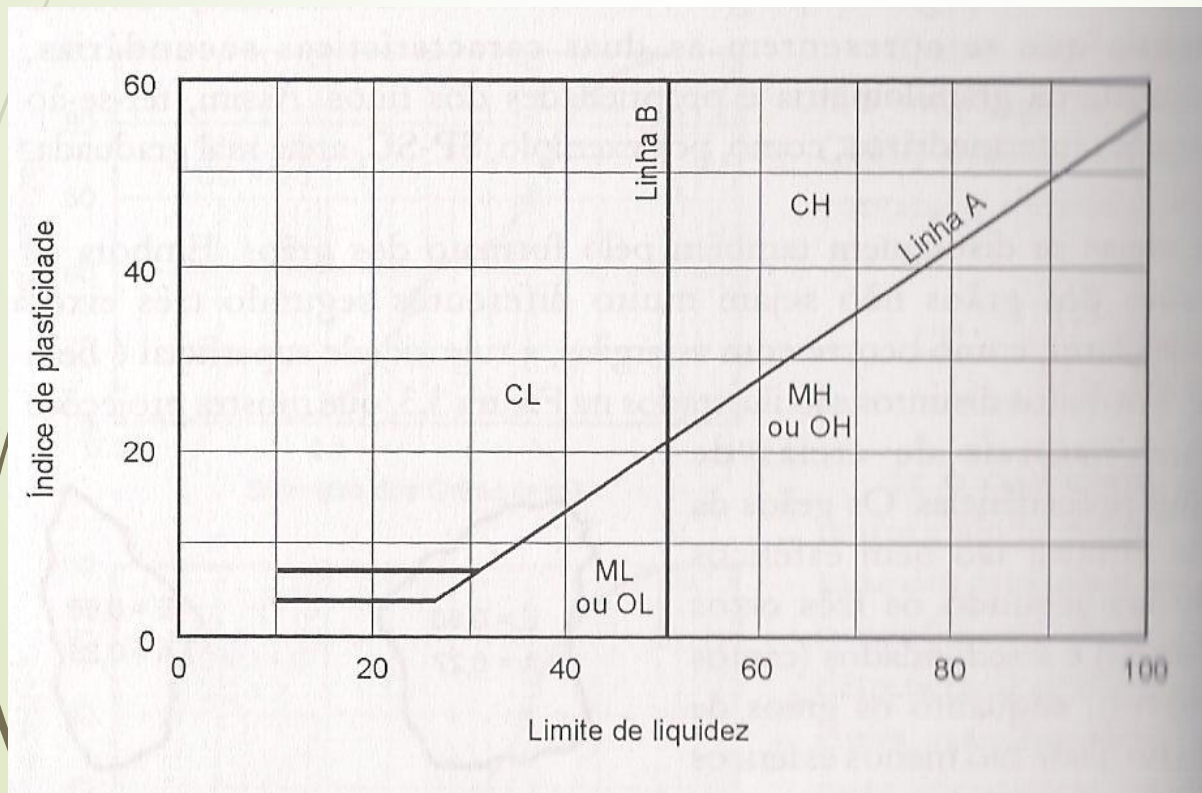
- Solos Granulares > 12% - Carta de Plasticidade

Limites de Consistência

LL = 60

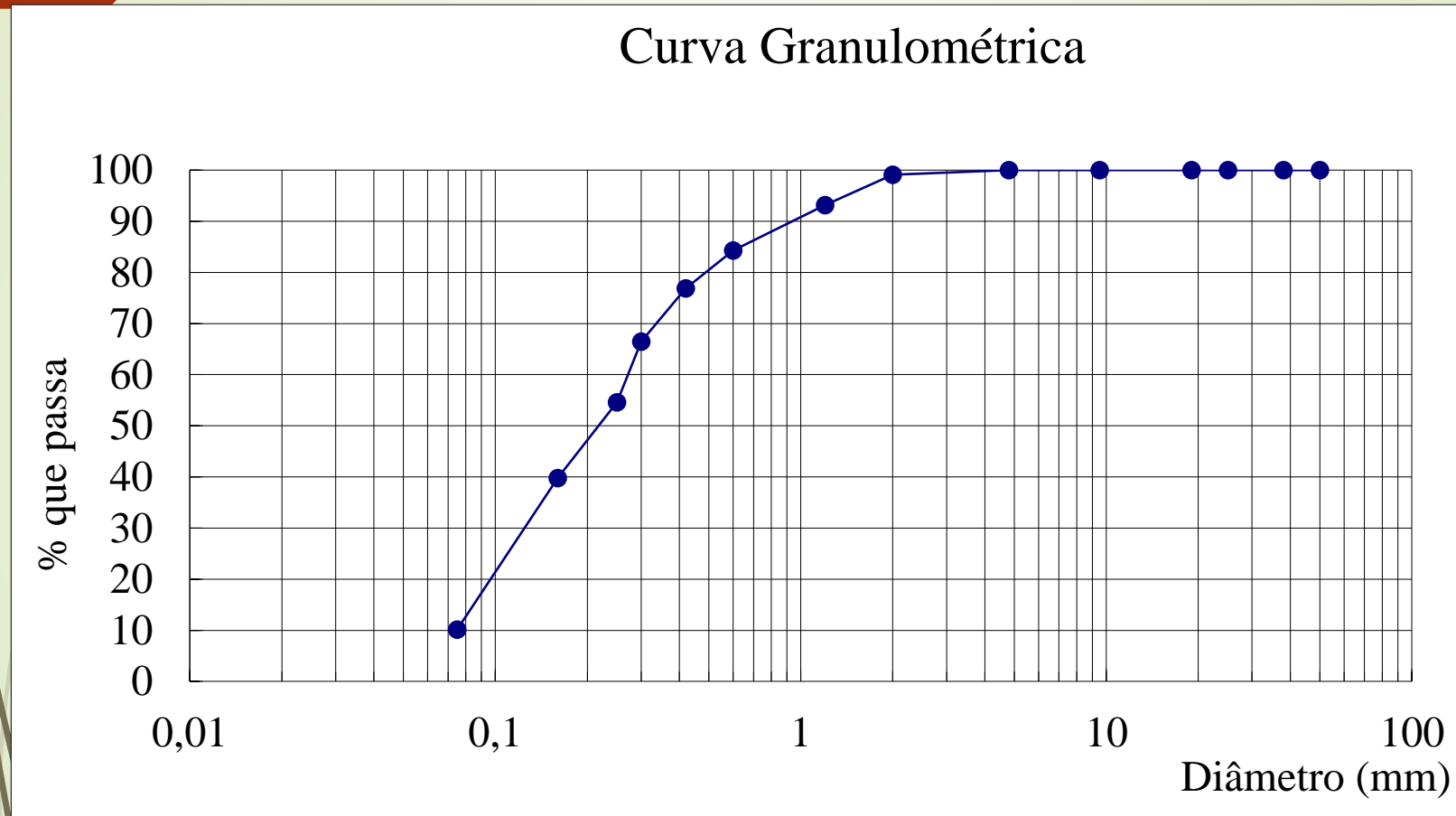
LP = 20

RESPOSTA : SC



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

- Solos Granulares > 5 % e < 12%: Ambos



Limites de Consistência

LL = 60

LP = 20

RESPOSTA: SP -SC

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

% P #200 < 50	G > S : G	% P #200 < 5	GW $CNU > 4$ e $1 < CC < 3$
			GP $CNU < 4$ ou $1 > CC > 3$
		% P #200 > 12	GC GM
		5 < #200 < 12	GW-GC, GP-GM, etc.
	S > G : S	% P #200 < 5	SW $CNU > 6$ e $1 < CC < 3$
			SP $CNU < 6$ ou $1 > CC > 3$
% P #200 > 12		SC SM	
	5 < #200 < 12	SW-SC, SP-SC, etc.	
% P #200 > 50	C	CL	
		CH	
	M	ML	
		MH	
	O	OL	
		OH	

$$CC = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$$

$$CNU = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

$$IP = 0,73(LL - 20)$$



# CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS - NOMENCLATURA

**G – Gravel - Pedregulho**

**S – Sand - Areia**

**M – Mudstone - Silte**

**C - Clay - Argila**

**O – Organic - Orgânico**

**W – Well - Bem**

**P - Poor - Mal**

**L - Low - Baixa**

**H - High - Alta**

**GW :** Pedregulho bem graduado

**GP :** Pedregulho mal graduado

**SM :** Areia siltosa

**SP-SC :** Areia argilosa mal graduada

**CL :** Argila de baixa plasticidade

**MH :** Silte de alta plasticidade

**OL :** Solo orgânico de baixa plasticidade

**CL-ML :** Argila siltosa de baixa plasticidade

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

Table 3.7 Engineering Use Chart

Typical Names of Soil Groups	Group Symbols	Important Properties				Relative Desirability for Various Uses									
		Permeability when Compacted	Shearing Strength when Compacted and Saturated	Compressibility when Compacted and Saturated	Workability as a Construction Material	Rolled Earth Dams			Canal Sections	Foundations		Roadways			
						Homogeneous Embankment	Core	Shell	Erosion Resistance	Compacted Earth Lining	Seepage Important	Seepage not Important	Fills		Surfacing
													Frost-Heave not Possible	Frost Heave Possible	
Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	GW	pervious	excellent	negligible	excellent	—	—	1	1	—	—	1	1	1	3
Poorly graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	GP	very pervious	good	negligible	good	—	—	2	2	—	—	3	3	3	—
Silty gravels, poorly graded gravel-sand-silt mixtures	GM	semipervious to impervious	good	negligible	good	2	4	—	4	4	1	4	4	9	5
Clayey gravels, poorly graded gravel-sand-clay mixtures	GC	impervious	good to fair	very low	good	1	1	—	3	1	2	6	5	5	1
Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	SW	pervious	excellent	negligible	excellent	—	—	3 if gravelly	6	—	—	2	2	2	4
Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines	SP	pervious	good	very low	fair	—	—	4 if gravelly	7 if gravelly	—	—	5	6	4	—
Silty sands, poorly graded sand-silt mixtures	SM	semipervious to impervious	good	low	fair	4	5	—	8 if gravelly	erosion critical	3	7	8	10	6
Clayey sands, poorly graded sand-clay mixtures	SC	impervious	good to fair	low	good	3	2	—	5	2	4	8	7	6	2
Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands with slight plasticity	ML	semipervious to impervious	fair	medium	fair	6	6	—	—	6	6	9	10	11	—
Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays	CL	impervious	fair	medium	good to fair	5	3	—	9	3	5	10	9	7	7
Organic silts and organic silt-clays of low plasticity	OL	semipervious to impervious	poor	medium	fair	8	8	—	—	7	7	11	11	12	—
Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts	MH	semipervious to impervious	fair to poor	high	poor	9	9	—	—	8	8	12	12	13	—
Inorganic clays of high plasticity, fat clays	CH	impervious	poor	high	poor	7	7	—	10	8	9	13	13	8	—
Organic clays of medium to high plasticity	OH	impervious	poor	high	poor	10	10	—	—	—	10	14	14	14	—
Peat and other highly organic soils	Pt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

From Wagner, 1957.

# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

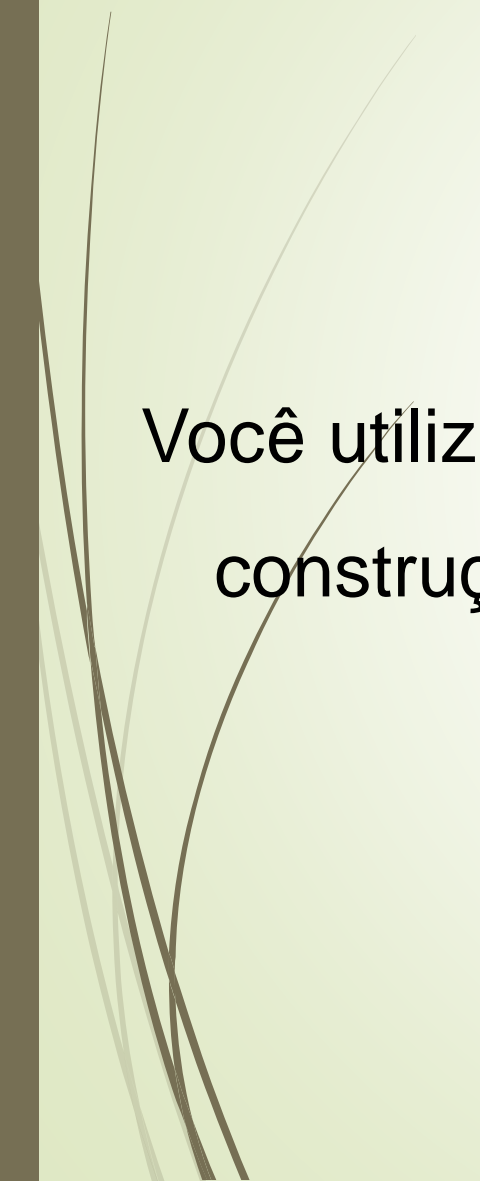
De acordo com CETESB (1993), o solo mais indicado para construção das camadas impermeabilizantes é o argiloso, devendo atender às seguintes características:

- a) solo classificado como CL, CH, SC ou OH, segundo o Sistema Unificado de Classificação de Solos;
- b) apresentar no mínimo 30% de partículas com diâmetro inferior a 0,075 mm (passante na peneira nº 200);
- c) coeficiente de permeabilidade inferior a  $10^{-9}$  m/s;
- d) LL maior ou igual a 30%;
- e) IP mínimo de 15%;



# TRABALHO EM GRUPO

Você utilizaria alguns dos solos apresentados para construção das camadas impermeabilizantes?





# SISTEMA RODOVIÁRIO DE CLASSIFICAÇÃO

# ■ Sistema Rodoviário de Classificação (TRB)

		% P #10 2,0 mm	% P #40 0,42 mm	% P #200 0,075 mm	IP
% P #200 < 35	A-1a	< 50	< 30	< 15	< 6
	A-1b		< 50	< 25	< 6
	A-3		> 50	< 10	NP
	A-2	IP			
		A-2-4			
A-2-5					
A-2-6		10			
A-2-7		40			
% P #200 > 35	A-4	IP			
	A-5				
	A-6				
	A-7-5	10			
	A-7-6		40		

## ■ Sistema Rodoviário de Classificação (TRB)

$$\text{Índice de Grupo (IG)} = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

onde:

a = % do material que passa na peneira de nº 200, menos 35;

caso esta % for >75, adota-se a = 40;

caso esta % seja <35, adota-se a = 0;

b = % do material que passa na peneira de nº 200, menos 15;

caso esta % for > 55, adota-se b = 40;

caso esta % seja <15, adota-se b = 0;

c = valor de limite de liquidez (LL) menos 40;

caso o LL > 60%, adota-se c = 20;

se o LL < 40%, adota-se c = 0;

d = valor de índice de plasticidade (IP) menos 10;

caso o IP > 30%, adota-se d = 20;

se o IP < 10%, adota-se d = 0;

# ■ Sistema Rodoviário de Classificação (TRB)

CLASSIFICAÇÃO GERAL	MATERIAIS GRANULARES (35% OU MENOS PASSANDO NA PENEIRA Nº. 200)							MATERIAIS SILTO-ARGILOSOS (MAIS DE 35% PASSANDO NA PENEIRA Nº. 200)			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7 - 5 A - 7 - 6
Classificação em Grupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
<b>Granulometria:</b> % passando na peneira: Nº. 10 (2,0 mm.) Nº. 40 (0,42 mm.) Nº. 200 (0,074mm.)	50 máx.		51 mín.								
	30 máx.	30 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
<b>Característica da fração passando na peneira no. 40:</b> Limite de Liquidez (%) Índice de Plasticidade (%)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
	6 máx.	6 máx.	NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
<b>Índice de Grupo (IG)</b>	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
<b>Materiais constituintes</b>	Fragmentos de pedra, pedregulho fino e areia		Areia fina	Pedregulhos ou areia siltosas ou argilosas				Solos siltosos		Solos argilosos	
<b>Comportamento como subleito</b>	Excelente a bom							Sofrível a mau			

\* O IP do grupo A - 7 - 5 é igual ou menor do que o LL menos 30; se maior será A - 7 - 6.



**Tabela 5.4** Comparação entre o sistema da AASHTO e o sistema Unificado\*

Grupo de solo no sistema da ASSHTO	Grupos de solo comparáveis no sistema Unificado		
	Mais provável	Possível	Possível, mas improvável
A-1-a	GW, GP	SW, SP	GM, SM
A-1-b	SW, SP, GM, SM	GP	–
A-3	SP	–	SW, GP
A-2-4	GM, SM	GC, SC	GW, GP, SW, SP
A-2-5	GM, SM	–	GW, GP, SW, SP
A-2-6	GC, SC	GM, SM	GW, GP, SW, SP
A-2-7	GM, GC, SM, SC	–	GW, GP, SW, SP
A-4	ML, OL	CL, SM, SC	GM, GC
A-5	OH, MH, ML, OL	–	SM, GM
A-6	CL	ML, OL, SC	GC, GM, SM
A-7-5	OH, MH	ML, OL, CH	GM, SM, GC, SC
A-7-6	CH, CL	ML, OL, SC	OH, MH, GC, GM, SM

\*Segundo Liu (1967)

**Tabela 5.5** Comparação entre o sistema Unificado e o sistema da AASHTO\*

Grupo de solo no sistema Unificado	Grupos de solo comparáveis no sistema da AASHTO		
	Mais provável	Possível	Possível, mas improvável
GW	A-1-a	–	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
GP	A-1-a	A-1-b	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
GM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6	A-4, A-5, A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
GC	A-2-6, A-2-7	A-2-4	A-4, A-6, A-7-6, A-7-5
SW	A-1-b	A-1-a	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SP	A-3, A-1-b	A-1-a	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6, A-4	A-5, A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
SC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6, A-4, A-7-6	A-7-5
ML	A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6	–
CL	A-6, A-7-6	A-4	–
OL	A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6	–
MH	A-7-5, A-5	–	A-7-6
CH	A-7-6	A-7-5	–
OH	A-7-5, A-5	–	A-7-6
Pt	–	–	–

\*Segundo Liu (1967)



# CLASSIFICAÇÃO PARA SOLOS TROPICAIS

# INTRODUÇÃO

- ✓ Solos tropicais são aqueles que ocorrem entre os trópicos e apresentam **propriedades de engenharia particulares diferentes** daquelas características dos solos de regiões temperadas.
- ✓ Constituem o manto de alteração, normalmente **espesso e de cor vermelha ou amarela** que recobre o substrato rochoso nos países tropicais.
- ✓ Cobrem 40 % do globo terrestre e 65 % do Brasil

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Classificação MCT – Miniatura, Compactada, Tropical (Nogami e Vilibor, 1981);

Nogami e Vilibor (1995) observaram a ocorrência de solos com o mesmo valor de  $w_L$  e IP se manifestando com expansibilidade completamente diferente.

Ocorre materiais com  $LL > 50\%$  que não se expandem. Em geral solos que se classificam pedologicamente como latossolos e argissolos. Por outro lado, solos com baixos limites de liquidez são expansivos, sendo comum isso ocorrer nos solos ricos em siltes micáceos.

Grande dispersão devido à variação do limite de liquidez e índice de plasticidade observado pelo Programa Interlaboratorial Brasileiro conduzido pelo IPT

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Classificação MCT – Miniatura, Compactada, Tropical (Nogami e Vilibor, 1981);

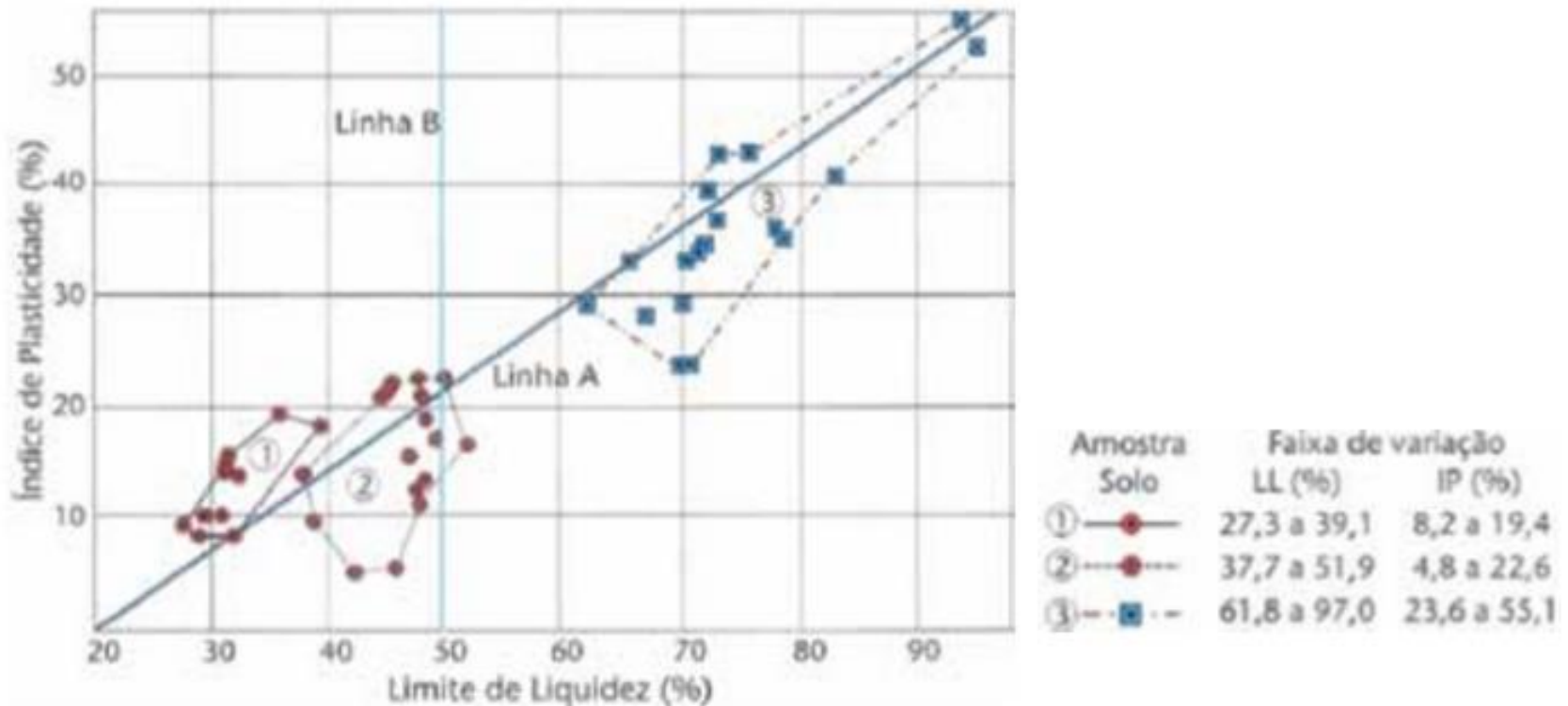


Figura 5 – Carta de Plasticidade do Programa Interlaboratorial (Villobor e Nogami, 2009)

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Classificação MCT (Nogami e Vilibor, 1981);

Duas grandes classes quanto ao comportamento:  
Solos lateríticos (L) e não-lateríticos (N)

LG': solo argiloso laterítico;

LA': solo arenoso laterítico;

LA: areia laterítica quartzosa;

NG': solo argiloso não laterítico;

NS': solo silteoso não laterítico;

NA': mistura de areias quartzosas com finos de comportamento não laterítico;

NA: areias, siltes e misturas de areias e siltes não-lateríticos.

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

**Tabela 1 – Propriedades e Utilização dos Grupos de Solos da Classificação MCT**

Propriedades e Utilização dos Grupos de Solos da MCT (Nogami e Villibor, 1995)									
GRANULOMETRIAS TÍPICAS		argilas siltos (q, s)	areias siltosas	siltos (k, m) siltos arenosos	argilas argilas arenosas argilas siltosas siltos argilosos	areias siltosas	areias argilosas	argilas argilas arenosas argilas siltosas siltos argilosos	
Designações do T1-71 do DER/SP (equivalentes ao Mississippi River Commission, USA)									
k = caolínico    m = micáceo s = sericítico    q = quartzoso									
COMPORTAMENTO		N = Não Laterítico				L = Laterítico			
GRUPO MCT		NA	NA'	NS'	NG'	LA	LA'	LG'	
Propriedades	MINI-CBR	M, E B, M	E B	M, E E	E E	E B	E, EE B	E B	
	sem imersão perda por imersão								
	EXPANSÃO	B	B	E	M, E	B	B	B	
	CONTRAÇÃO	B	B, M	M	M, E	B	B, M	M, E	
	COEF. DE PERMEABILIDADE (k)	M, E	B	B, M	B, M	B, M	B	B	
	COEFICIENTE DE SORÇÃO (s)	E	B, M	E	M, E	B	B	B	
Corpos de prova compactados na massa específica aparente seca máxima da energia normal		EE = Muito Elevado (a) E = Elevado (a)			M = Médio (a) B = Baixo (a)		Vide tabela para equivalente numérico		
Utilização	Base de pavimento	n	4º	n	n	2º	1º	3º	
	Reforço do subleito compactado	4º	5º	n	n	2º	1º	3º	
	Subleito compactado	4º	5º	7º	6º	2º	1º	3º	
	Aterro (corpo) compactado	4º	5º	6º	7º	2º	1º	3º	
	Proteção à erosão	n	3º	n	n	n	2º	1º	
	Revestimento Primário	5º	3º	n	n	4º	1º	2º	
	n = não recomendado								
Grupos tradicionais obtidos de amostras que se classificam nos grupos MCT discriminados nos topos das colunas		USCS	SP SM	MS SC ML	SM, CL ML, MH	MH CH	SP SC	SC	MH ML CH
		AASHO	A - 2	A - 2 A - 4 A - 7	A - 4 A - 5 A - 7 - 5	A - 6 A - 7 - 5 A - 7 - 5	A - 2	A - 2 A - 4	A - 6 A - 7 - 5



# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

**Tabela III.3 - Valores numéricos das propriedades dos grupos que complementam a tabela da Fig. 3.15**

<b>SUPORTE</b> Mini-CBR (%) (C/ SOBRECARGA PADRÃO)	Muito Elevado Elevado Médio Baixo	> 30 12 a 30 4 a 12 < 4	<b>PERDA DE SUPORTE</b> Mini-CBR POR IMERSÃO (%)	Elevada Média Baixa	> 70 40 a 70 < 40
<b>EXPANSÃO (%)</b>	Elevada Média Baixa	> 3 0,5 a 3 < 0,5	<b>CONTRAÇÃO (%)</b>	Elevada Média Baixa	> 3 0,5 a 3 < 0,5
<b>COEFICIENTE DE</b> <b>SORÇÃO - s</b> log (cm/ $\sqrt{\text{min}}$ )	Elevado Médio Baixo	> (-1) (-1) a (-2) < (-2)	<b>COEFICIENTE DE</b> <b>PERMEABILIDADE - k</b> log (cm/s)	Elevado Médio Baixo	> (-3) (-3) a (-6) < (-6)

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Método das pastilhas para identificação  
expedita do Grupo MCT (DERSA, 2006)

INSTAGRAM SABERES

Olá!

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Método das pastilhas para identificação expedita do Grupo MCT (DERSA, 2006)

## Preparação das amostras

- ✓ 50 g de amostra seca ao ar e passante na peneira 2 mm
- ✓ Umedecer a parte passante na peneira 0,42 mm
- ✓ Armazenar por no mínimo 8 h

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Método das pastilhas para identificação expedita do Grupo MCT (DERSA, 2006)

Espatulação da pasta e ajuste de consistência



Penetração: 1 mm

Solos não lateríticos: em torno de 100

Solos lateríticos: em torno de 400

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Método das pastilhas para identificação expedita do Grupo MCT (DERSA, 2006)

Moldagem e secagem das pastilhas

- ✓ Moldar com a pasta anterior um esferóide (d=10 mm)



- ✓ Cortar o excesso com fio apropriado

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Método das pastilhas para identificação expedita do Grupo MCT (DERSA, 2006)

Moldagem e secagem das pastilhas

✓ Moldar 03 pastilhas

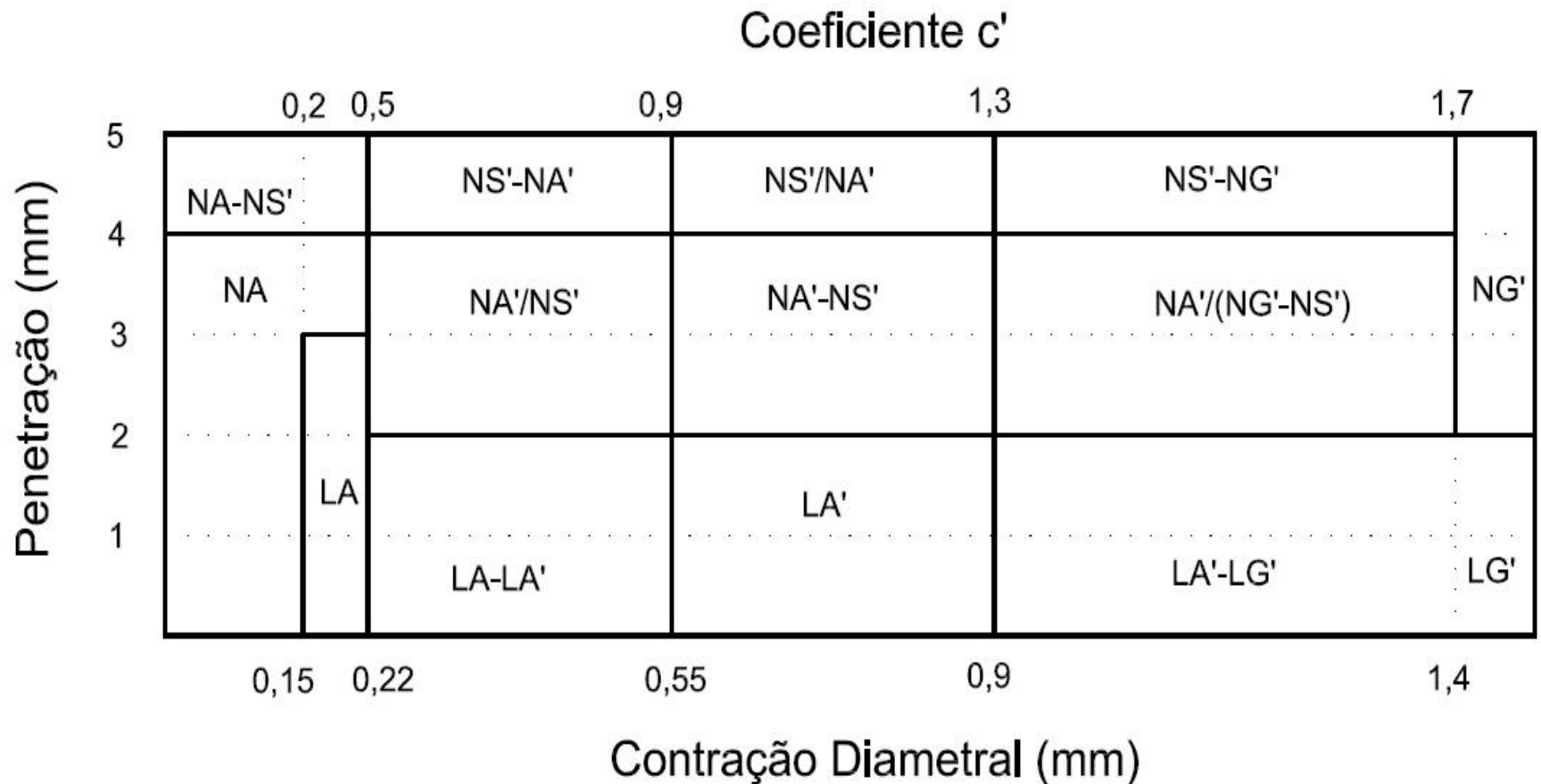


✓ Levá-lo à estufa (60° C) por 6 h ou secar ao ar por 12 h

# SOLOS TROPICAIS : CLASSIFICAÇÃO

Método das pastilhas para identificação expedita do Grupo MCT (DERSA, 2006).

Análise dos resultados



# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

Com base nos dados apresentados na tabela abaixo, classifique os solos pelo Método SUCS e Pelo Método Rodoviário

Solo	% que passa			(mm)			LL	LP
	#200	#40	#10	d60	d30	d10		
A	90	100	100	0,005	-	-	70	42
B	63	84	97	0,045	-	-	55	25
C	28	97	100	0,15	0,095	-	32	12
D	0	15	68	1,7	0,7	0,2	NP	NP
E	11	19	36	5,0	1,4	0,075	24	3

$$CNU = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad CC = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$$

IP = 0,73(LL – 20) - SUCS

IP < LL – 30 - Rodoviário



# ■ Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS)

% P #200 < 50	G > S : G		% P #200 < 5	GW $CNU > 4$ e $1 < CC < 3$	
				GP $CNU < 4$ ou $1 > CC > 3$	
			% P #200 > 12	GC	
				GM	
			5 < #200 < 12	GW-GC, GP-GM, etc.	
	S > G : S		% P #200 < 5	SW $CNU > 6$ e $1 < CC < 3$	
				SP $CNU < 6$ ou $1 > CC > 3$	
			% P #200 > 12	SC	
			SM		
		5 < #200 < 12	SW-SC, SP-SC, etc.		
% P #200 > 50	C	CL			
		CH			
	M	ML			
		MH			
	O	OL			
		OH			

# ■ Sistema Rodoviário de Classificação (TRB)

		% P #10 2,0 mm	% P #40 0,42 mm	% P #200 0,075 mm	IP
% P #200 < 35	A-1a	< 50	< 30	< 15	< 6
	A-1b		< 50	< 25	< 6
	A-3		> 50	< 10	NP
	A-2	IP			
		A-2-4			
A-2-5					
A-2-6		10			
A-2-7		40			
% P #200 > 35	A-4	IP			
	A-5				
	A-6				
	A-7-5	10			
	A-7-6		40		

# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo A) Método SUCS

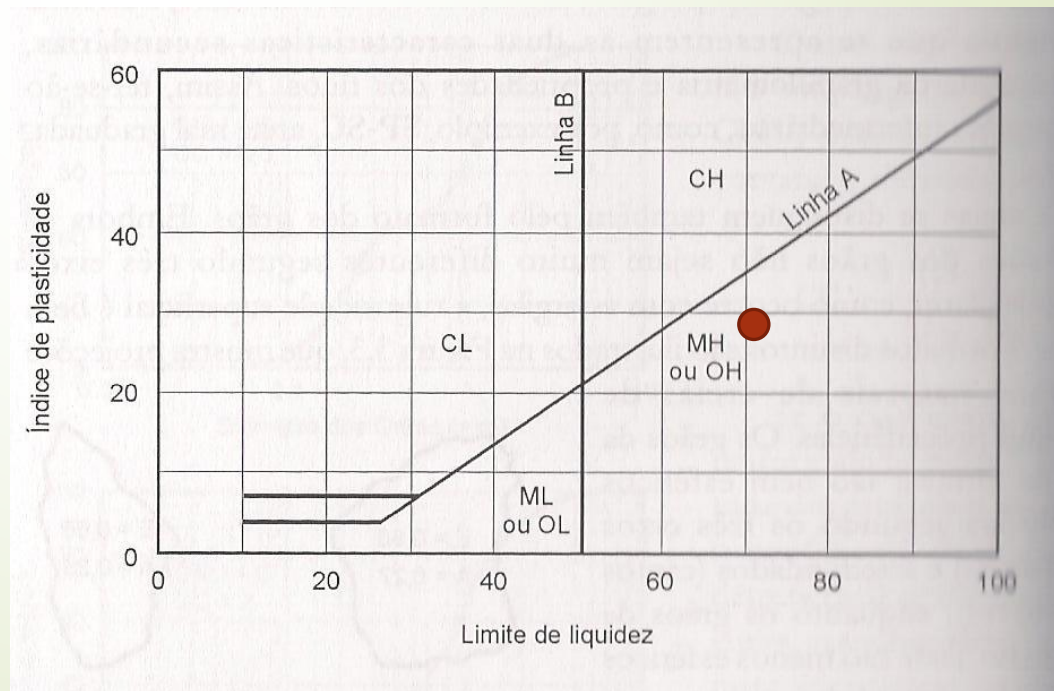
Porcentagem que passa na #200 = 90% **Granulação fina > 50%**

LL = 70% **> 50% → Região de Alta plasticidade**

IP = LL-LP = 70-42 = 28

IPref = 0,73(LL - 20) = 0,73 (70 - 20) = 36,5

28 < 36,5 **→ Região MH ou OH**



# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo A) Método Rodoviário

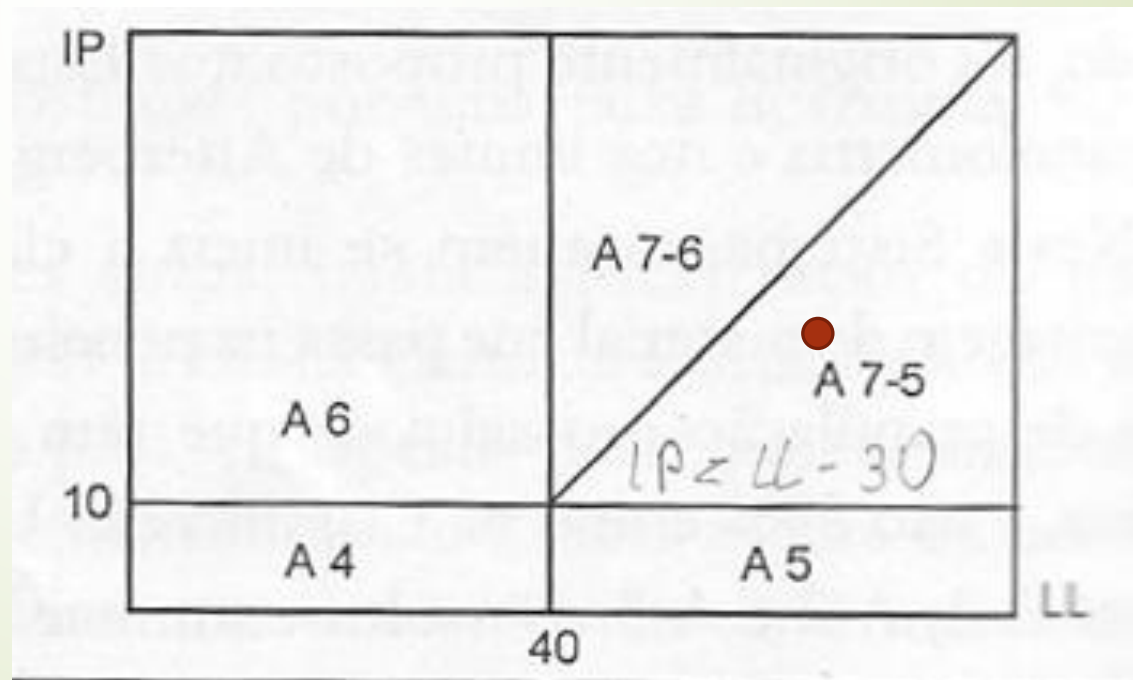
Porcentagem que passa na #200 = 90% **Granulação fina > 35%**

LL = 70% **> 40% → Região de maior plasticidade**

IP = LL-LP = 70-42 = 28

IPref = (LL - 30) = (70 - 30) = 40

28 < 40 **→ Região A 7-5**



# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo B) Método SUCS

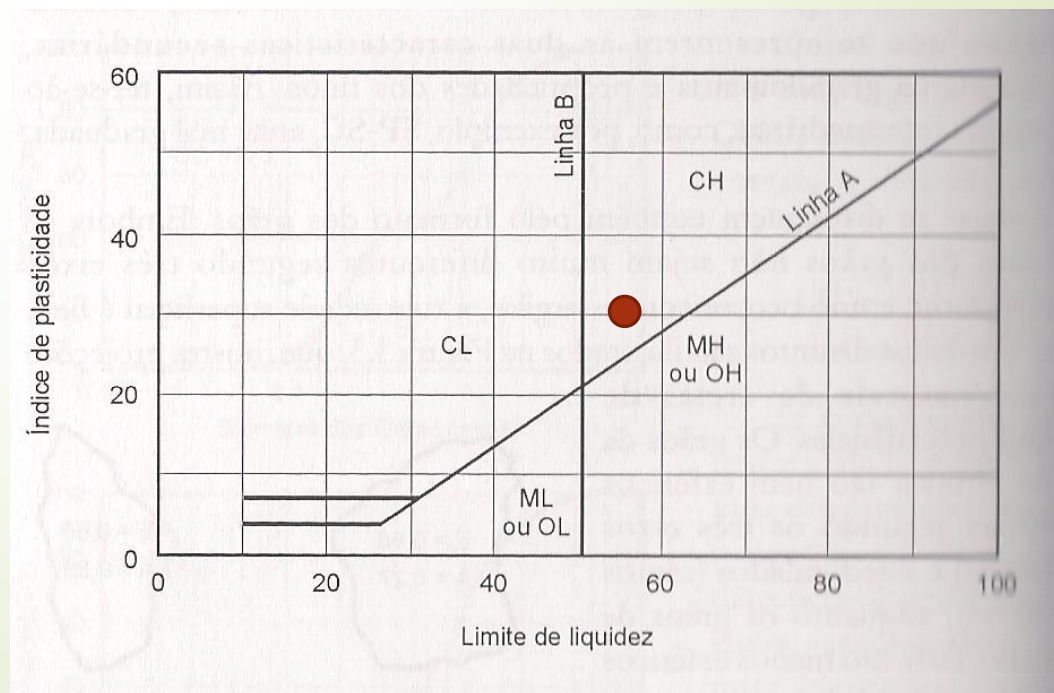
Porcentagem que passa na #200 = 63% **Granulação fina > 50%**

LL = 55% **> 50% → Região de Alta plasticidade**

IP = LL-LP = 55-25 = 30

IPref = 0,73(LL - 20) = 0,73 (55 - 20) = 25,6

30 > 25,6 **→ Região CH**



# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo B) Método Rodoviário

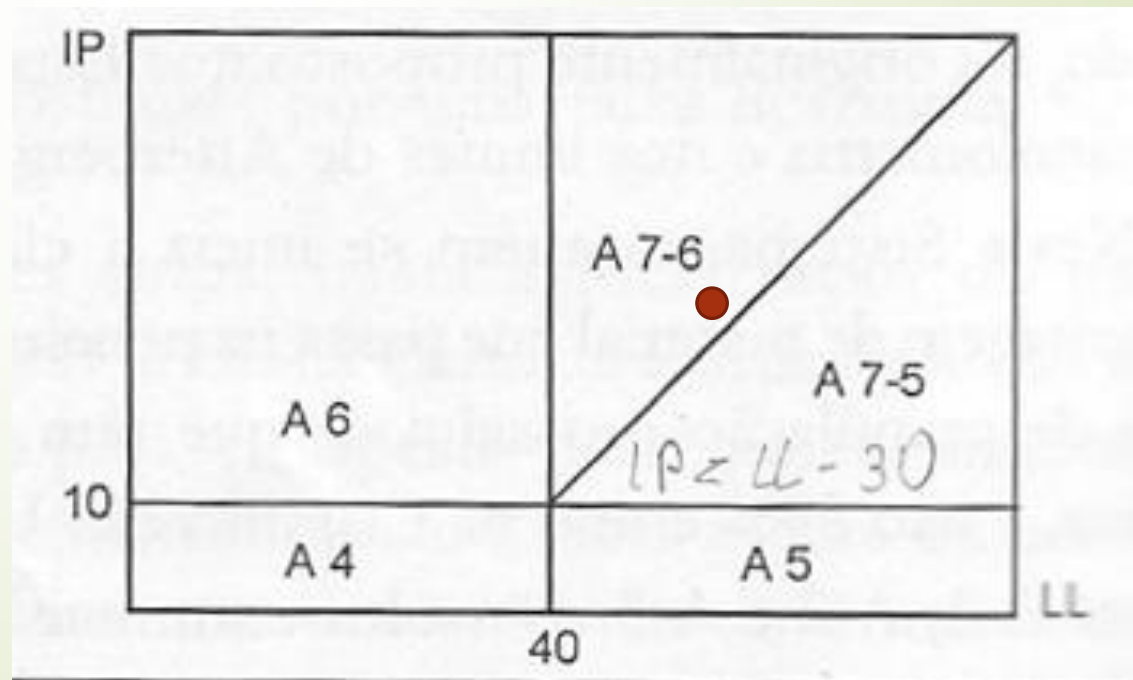
Porcentagem que passa na #200 = 63% **Granulação fina > 35%**

LL = 55% **> 40% → Região de maior plasticidade**

IP = LL-LP = 55-25 = 30

IPref = (LL - 30) = (55 - 30) = 25

30 > 25 **→ Região A 7-6**



# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo C) Método SUCS

Porcentagem que passa na #200 = 28% **Granulação grossa < 50%**

% # 10 = 100% **S > G → Areia (S)**

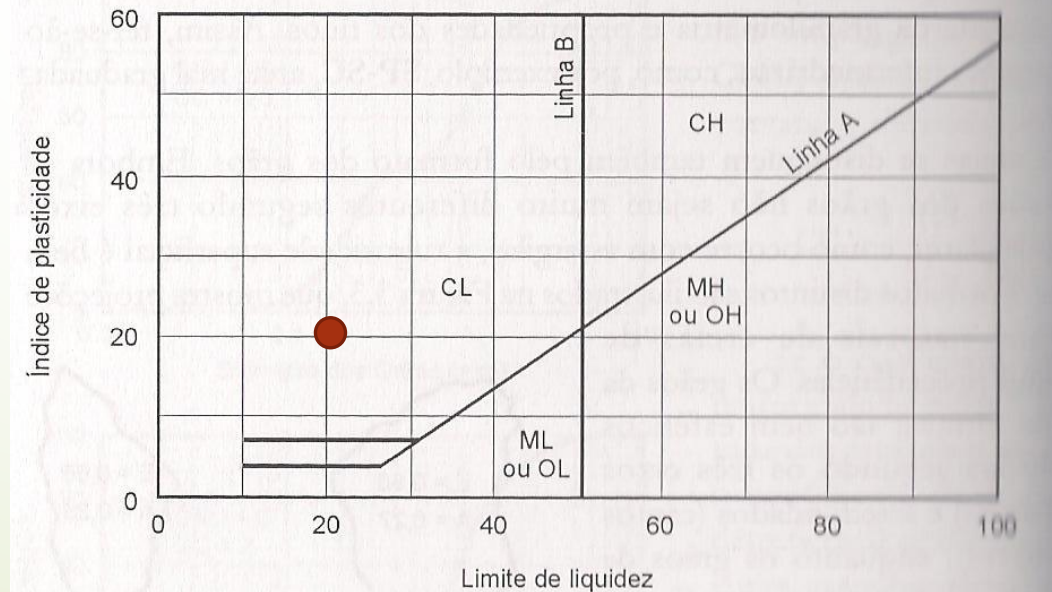
% # 200 > 12% **Análise da fração fina**

LL = 32% **< 50% → Região de Baixa plasticidade**

$$IP = LL - LP = 32 - 12 = 20$$

$$IP_{pref} = 0,73(LL - 20) = 0,73(32 - 20) = 8,76$$

$20 < 8,76$  **→ Classificação SC**



# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo C) Método Rodoviário

Porcentagem que passa na #200 = 28%

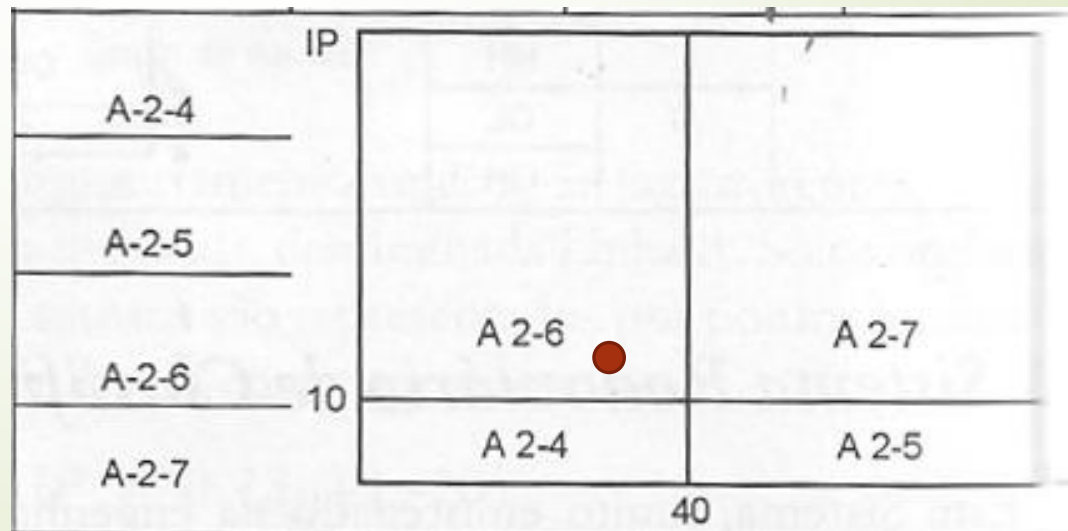
**Granulação grossa < 35%**

#10 = 100% > 50%

#40 = 97% > 50%

LL = 32%

IP = LL-LP = 32-12 = 20 → **Região A 2-6**





# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo D) Método SUCS

Porcentagem que passa na #200 = 0%      **Granulação grossa < 50%**

% # 10 = 68%      **S > G → Areia (S)**

% # 200 < 5%      **Análise da curva granulométrica**

$$CNU = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{1,7}{0,2} = 8,5$$

$$CC = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = \frac{(0,7)^2}{(0,2)(1,7)} = 1,44$$

**CNU > 6**

**CC entre 1 e 3**

**Classificação SW**

# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo D) Método Rodoviário

Porcentagem que passa na #200 = 0%

**Granulação grossa < 35%**

#10 = 68% **> 50%**

#40 = 15% **< 30%**

LL = NP **Classificação A-1a**

# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo E) Método SUCS

Porcentagem que passa na #200 = 11% **Granulação grossa < 50%**

% # 10 = 36% **S < G → Pedregulho (G)**

% # 200 entre 5% e 12% **Análise da curva granulométrica e da fração fina**

$$CNU = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{5,0}{0,075} = 66,67$$

$$CC = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = \frac{(1,4)^2}{(0,075)(5,0)} = 5,23$$

$$IP = LL - LP = 24 - 3 = 21$$

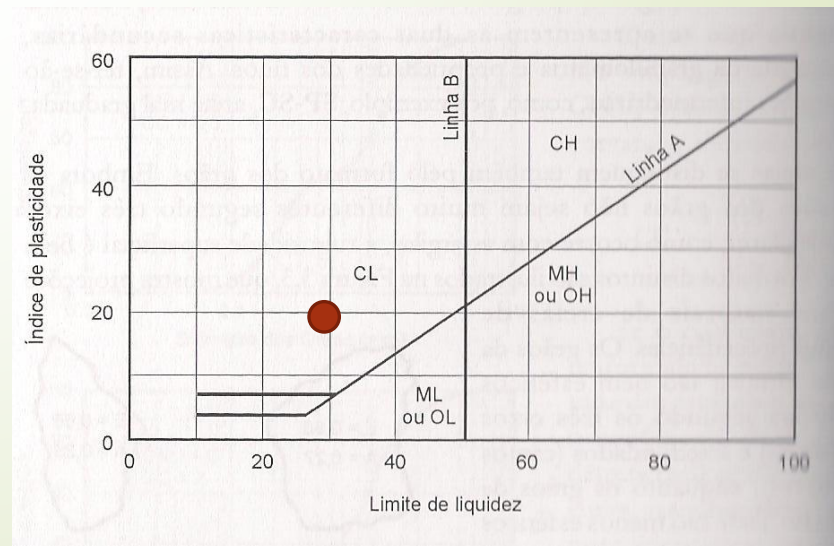
$$IP_{pref} = 0,73(LL - 20) = 0,73(24 - 20) = 2,92$$

$$21 > 2,92$$

**CNU > 6**

**CC > 3**

**Classificação GP-GC**



# Exercícios propostos: CLASSIFICAÇÃO

## Resolução (Solo E) Método Rodoviário

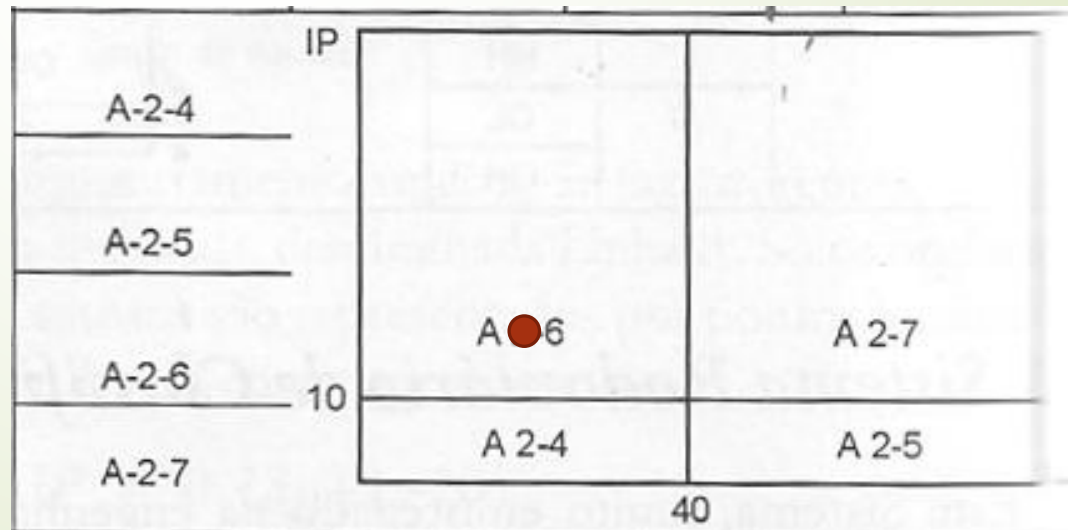
Porcentagem que passa na #200 = 11%

**Granulação grossa < 35%**

#10 = 36% **< 50%**

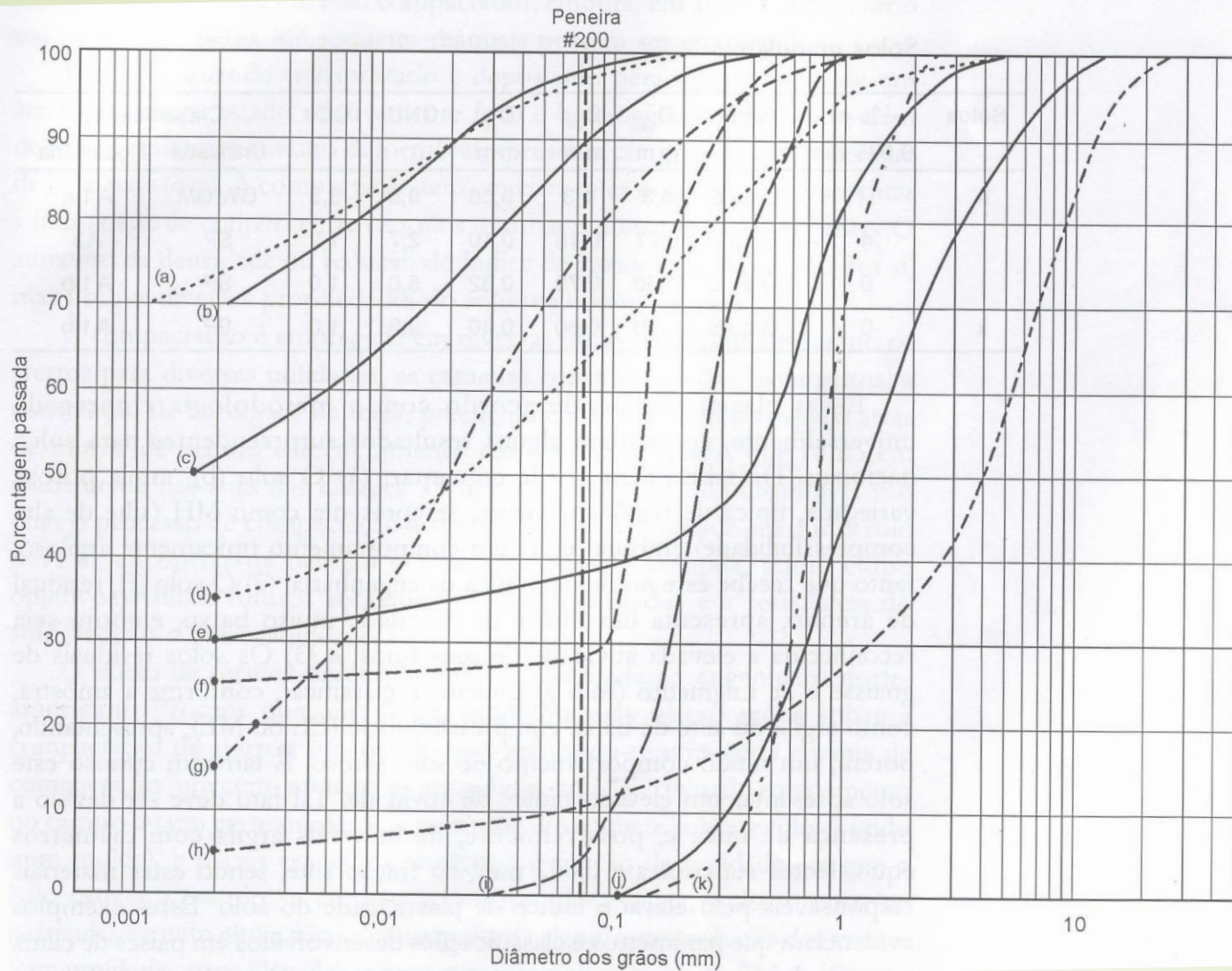
#40 = 19% **< 25%**

IP = 21 **Classificação A-2-6**



# Classifique o solo de acordo com o método da pastilha

Anéis		0°	120°	240°	Média	Média Geral
Contração (mm)	1	1,33	1,31	1,23	1,29	1,25
	2	1,20	1,17	1,26	1,21	
	3	1,28	1,29	1,21	1,26	
Anéis		0°	120°	240°	Média	Média Geral
Penetração (mm)	1	Sem penetração				0,00
	2					
	3					



Solo	LL	IP
a	120	75
b	80	35
c	70	42
d	55	25
e	38	20
f	32	12
g	44	18
h	24	3
i	NP	NP
j	NP	NP
k	NP	NP

**CNU =  $D_{60}/D_{10}$     CC =  $(D_{30})^2/(D_{10} \cdot D_{60})$     IP = 0,73 (LL - 20)**

**CLASSIFICAÇÃO GEOTÉCNICA**

**# 0,075 mm**  
**# 0,42 mm**  
**# 2 mm**

**OBRIGADA PELA ATENÇÃO!**



**CUIDEM-SE!**

