

CAPACITAÇÃO PARA PROFISSIONAIS DO SISTEMA CONFEA/CREA E MÚTUA ATUAREM EM SITUAÇÕES DE DESASTRES CLIMÁTICOS EXTREMOS.

COMPREENSÃO DOS IMPACTOS GEOLÓGICOS DE INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS DE TERRA

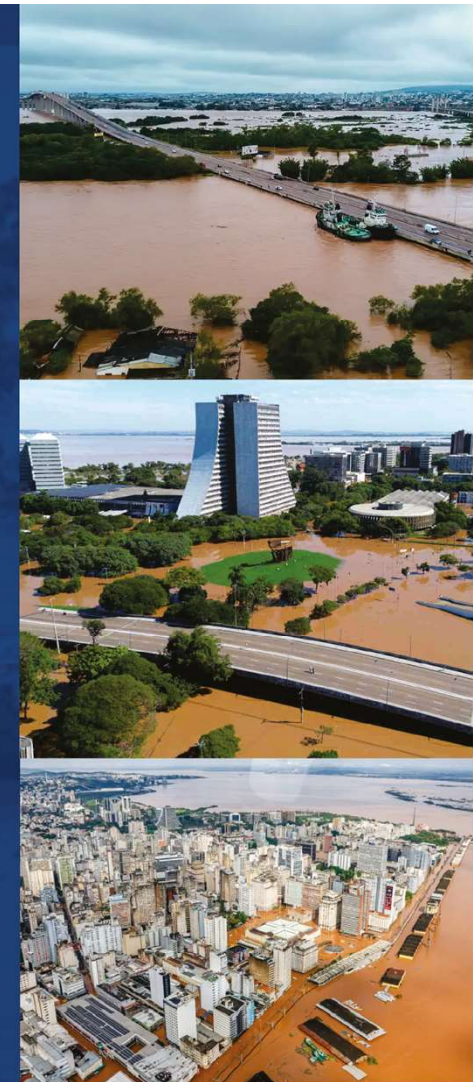
Dr. Eng. Geólogo Éder Carlos Moreira

M.Sc. Eng. Civil, D. Sc. Geoquímica e Metalogênese, Pós-Doc Eng. Civil

Professor do Departamento de Geologia/CCENS/UFES

Coordenador da CEEQGMST/CREA-ES

Coordenador Nacional da CCEGEM/Confea



CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia



CREA
Conselhos Regionais de Engenharia
e Agronomia



mútua
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea



CREA-RS
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Rio Grande do Sul



mútua RS
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea



CREA-ES
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Espírito Santo




mútua ES
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea

COMPREENSÃO DOS IMPACTOS GEOLÓGICOS DE INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS DE TERRA.

Curso Intensivo: Capacitação em Desastres Climáticos
Organizado pelo CREA-RS, Mútua-RS, CREA-ES, Mútua-ES, Mútua Nacional e Confea. 20 a 24 de maio das 18h30 às 22h30.

Inscrições gratuitas: <https://tinyurl.com/44vj8w2y>

Unidos na Reconstrução!  #reconstruirRS

Agradecimentos à organização.

20 a 24 Maio
18:30h às 22:30h
20h de capacitação **Online**

 Transmissão YouTube
do **Crea-RS**

**CAPACITAÇÃO PARA
PROFISSIONAIS DO SISTEMA
CONFEA/CREA E MÚTUA ATUAREM
EM SITUAÇÕES DE DESASTRES
CLIMÁTICOS EXTREMOS.**

- Dia 1:** Liderança e gestão de equipes em resposta a desastres: Inundações, deslizamentos e riscos estruturais.
- Dia 2:** Análise estrutural após desastres: avaliação de imóveis e infraestruturas afetadas por inundações.
- Dia 3:** Compreensão dos impactos geológicos de inundações e deslizamentos de terra.
- Dia 4:** Planejamento de orçamento básico para reconstrução pós-desastre de imóveis e infraestrutura.
- Dia 5:** Gerenciamento de projetos em engenharia de emergência: Estratégias e implementação

**INSCRIÇÕES
ABERTAS!**

COMPREENSÃO DOS IMPACTOS GEOLÓGICOS DE INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS DE TERRA.

20 a 24 Maio
18:30h às 22:30h
20h de capacitação **Online**

 Transmissão YouTube

**INSCRIÇÕES
ABERTAS!**

Vinícius Marchese – Presidente do Confea
Nanci Walter – Presidente do CREA-RS
Jorge Silva – Presidente do CREA-ES
Francisco Almeida - Presidente da Mútua, a
Caixa de Assistência dos Profissionais dos Creas
Filipe Machado – Diretor Geral da Mutua ES
Colaboradores



Alguém falou em mudanças climáticas?



1. Antropoceno

Quando começou?

Porque considerar um novo período geológico?

Você tem observado essas mudanças climáticas?

De todo modo, temos observado mudanças climáticas globais, nesse tempo de existência humana.



COMPREENSÃO DOS IMPACTOS GEOLÓGICOS DE INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS DE TERRA.

1. Antropoceno: mudanças climáticas;
2. Solos (geotécnico e pedológico). Índices físicos e propriedades mecânicas dos solos; Solos do Rio Grande do Sul;
3. Classificação de maciços rochosos. Geologia do Rio Grande do Sul;
4. Movimentos de Massa;
5. Inundações e cheias (enchentes);
6. PNPDEC lei 12608/2012: Sensibilização;
7. Estabilização de taludes e outras soluções.

Considerações finais

2. Solos

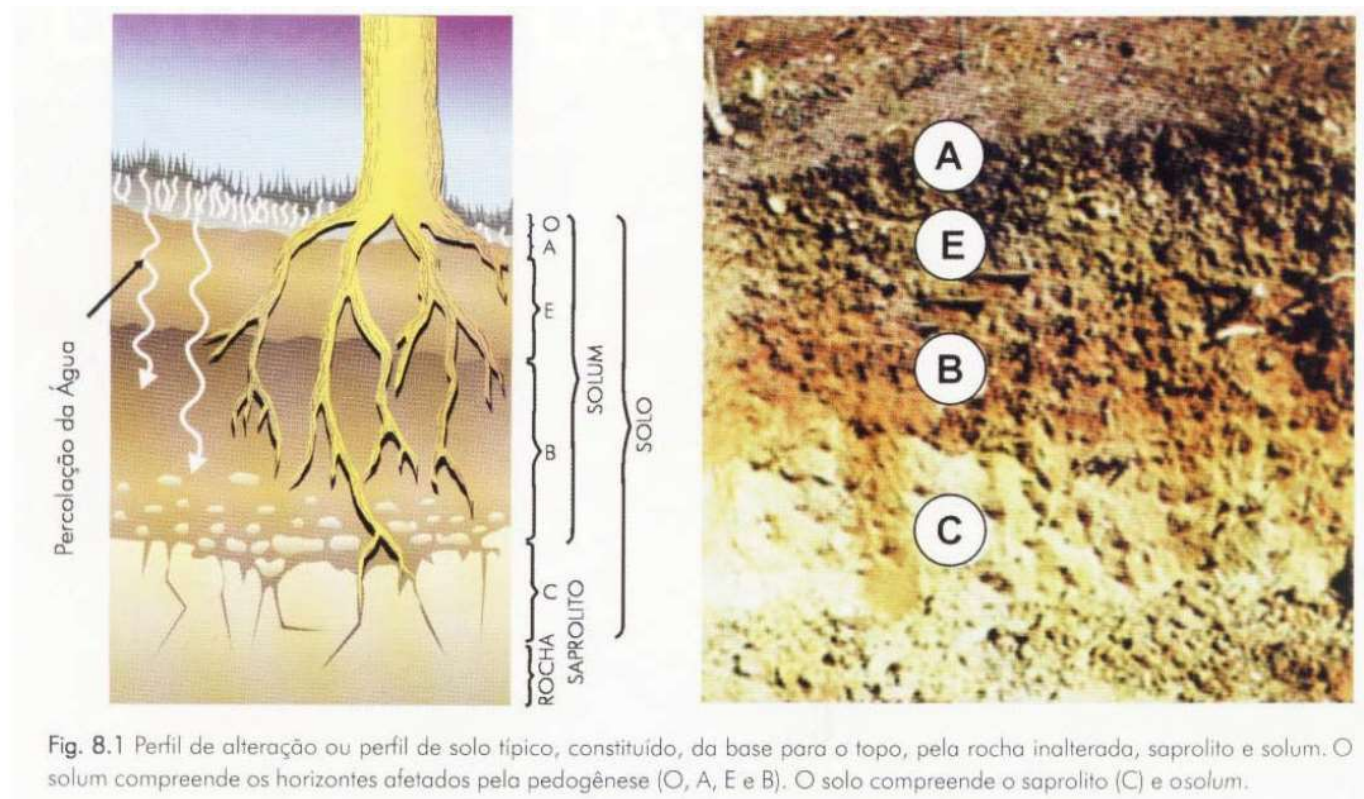
Formação de solos - Intemperismo

- O intemperismo é o conjunto de modificações de ordem física (desagregação) e química (decomposição/reação) nas rochas ou solos.

Os fatores que controlam a ação do intemperismo são o clima, que se expressa na variação sazonal da temperatura e na distribuição das chuvas, o relevo, que influi no regime de infiltração e drenagem das águas pluviais, a fauna e flora, que fornecem matéria orgânica para reações químicas e remobilizam materiais, a rocha parental, que, segundo sua natureza, apresenta resistência diferenciada aos processos de alteração intempérica e, finalmente, o tempo de exposição da rocha aos agentes intempéricos.

IMP

Pedogênese – formação dos solos



Fonte: Decifrando a Terra – Capítulo 8 – Toledo, Oliveira e Melfi.

intemperismo

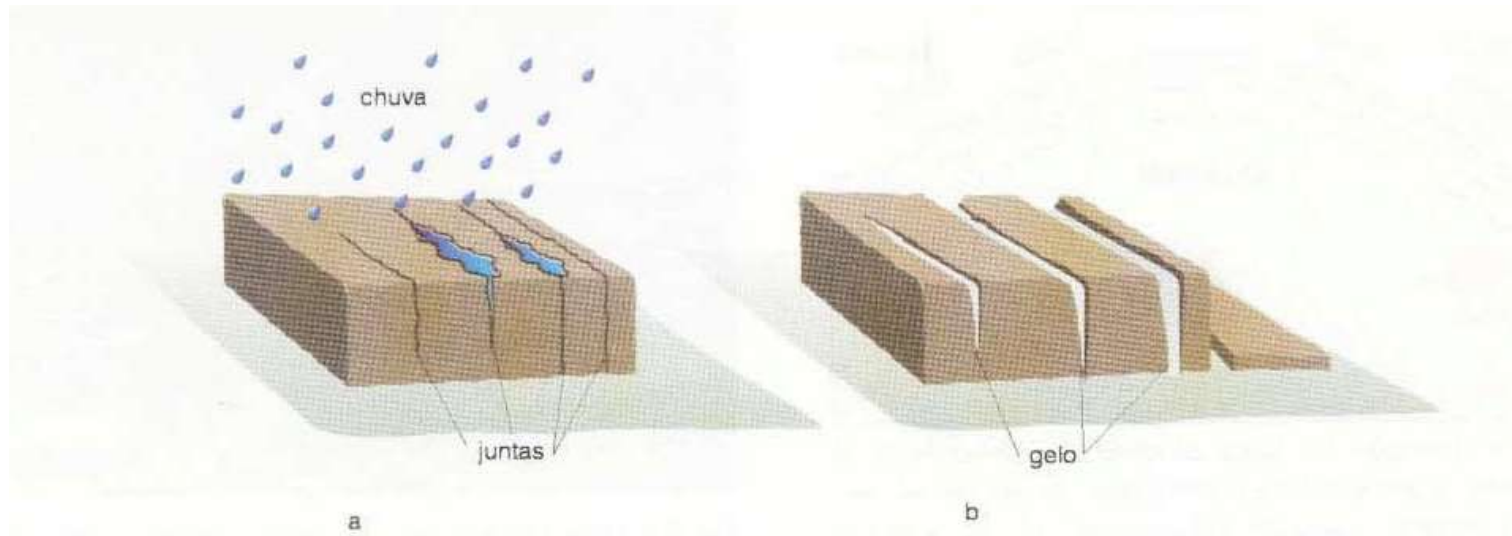
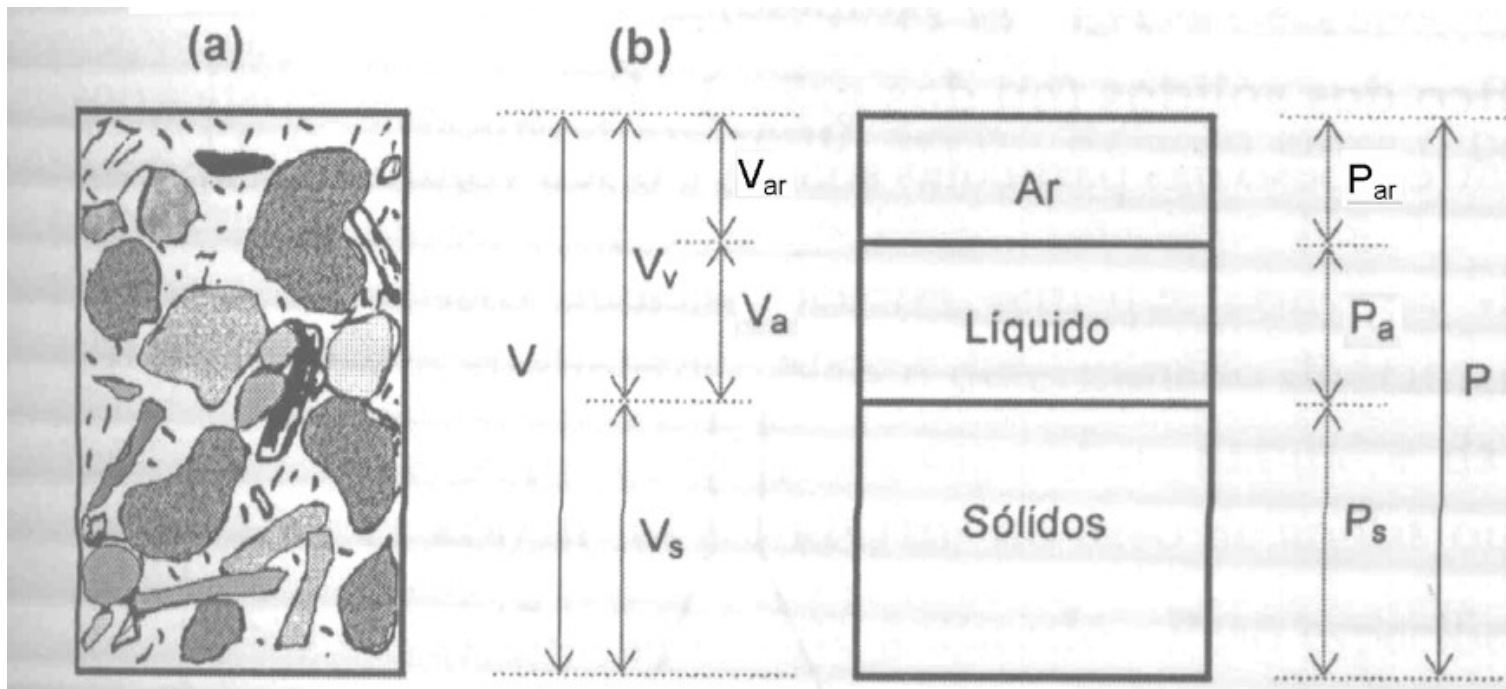


Fig. 8.2 Fragmentação por ação do gelo. A água líquida ocupa as fissuras da rocha (a), sendo posteriormente congelada, expandindo e exercendo pressão nas paredes (b).

As fases do solo: (a) no estado natural, (b) separadas em volumes, (c) em função do volume dos sólidos



Solos (geotécnico e pedológico). Índices físicos e propriedades mecânicas dos solos.

Perfil Geotécnico

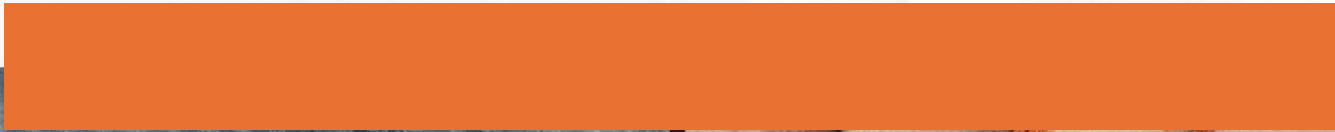




Amostras indeformadas



Amostras deformadas



Tamanho das partículas

- **Fração Limites definidos pela Norma da ABNT**

- Matação de 25 cm a 1 m
- Pedra de 7,6 cm a 25 cm
- Pedregulho de 4,8 cm a 7,6 cm
- Areia grossa de 2,0 cm a 4,8 cm
- Areia média de 0,042mm a 2,0 cm
- Areia fina de 0,05 mm a 0,042 mm
- Silte de 0,005 mm a 0,05 mm
- Argila inferior a 0,005 mm

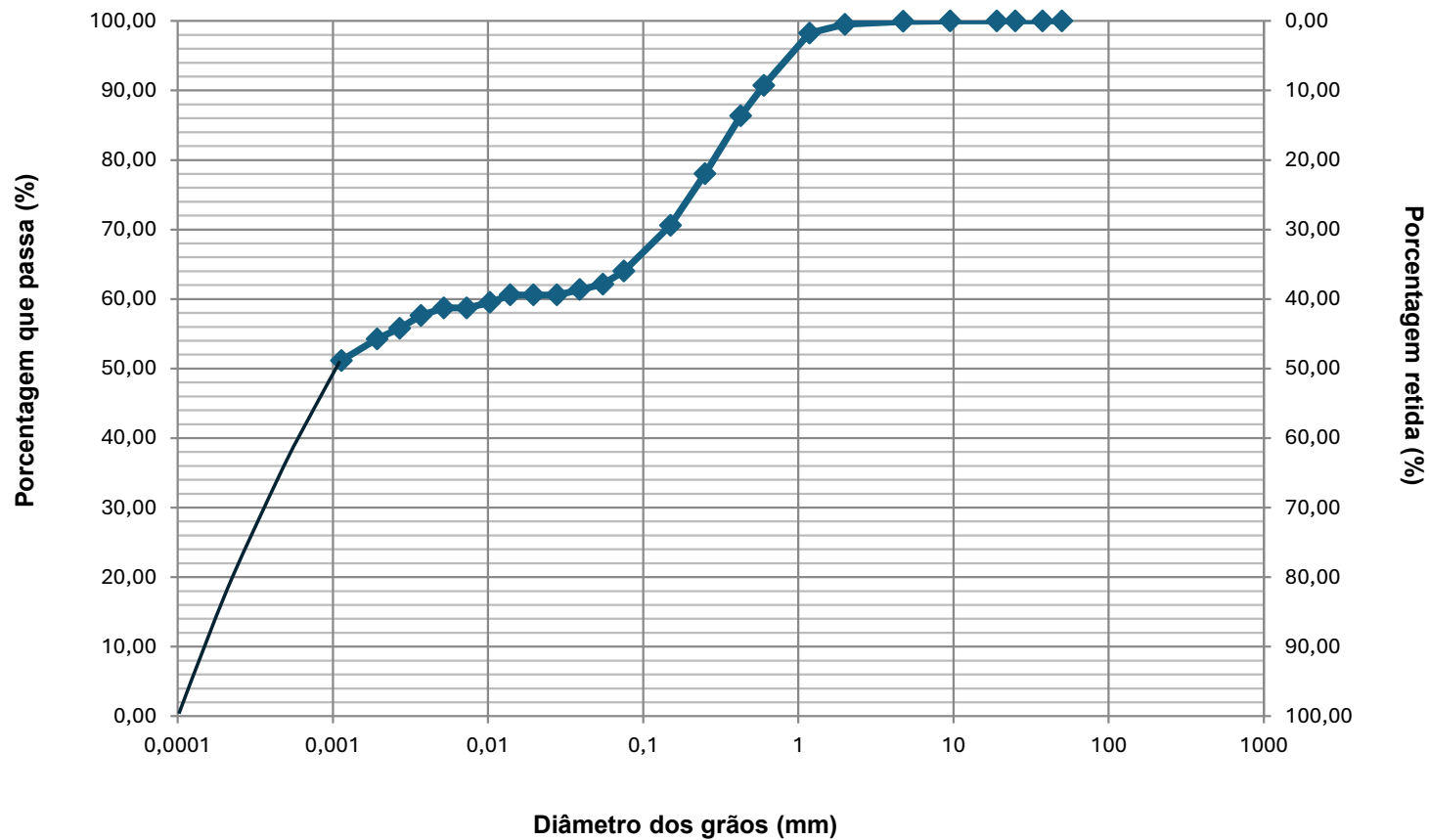
O conjunto de silte e argila é denominado como a fração de finos do solo, enquanto o conjunto areia e pedregulho é denominado fração grossa ou grosseira do solo. Por outro lado, a fração argila é considerada, com frequência, como a fração abaixo do diâmetro de 0,002 mm, que corresponde ao tamanho mais próximo das partículas de constituição mineralógica dos *argilominerais*.

Ensaio de peneiramento



Escalas granulométricas

Granulometria Completa



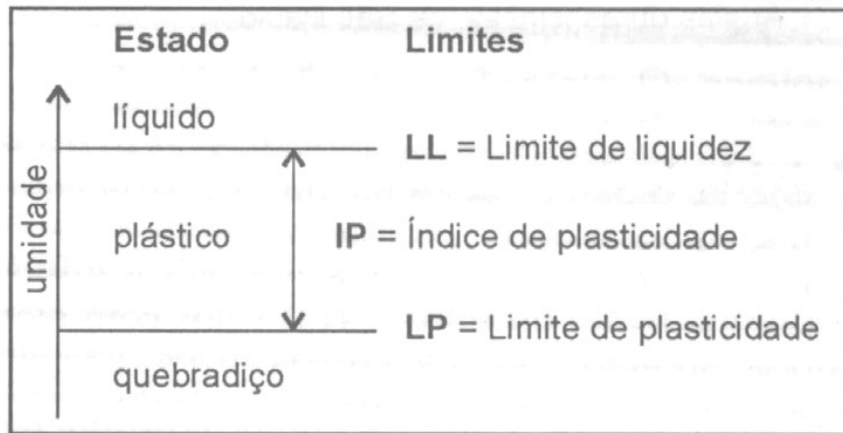
ABNT	<i>Argila</i>	<i>Silte</i>	<i>Areia</i>			<i>Pedregulho</i>			<i>Calhau</i>	<i>Matacão</i>
			<i>fina</i>	<i>média</i>	<i>grossa</i>	<i>fino</i>	<i>médio</i>	<i>grosso</i>		
SUCS	<i>Argila</i>	<i>Silte</i>	<i>Areia</i>			<i>Pedregulho</i>				
			<i>fina</i>	<i>média</i>	<i>grossa</i>	1	2	3	4	
MIT	<i>Argila</i>	<i>Silte</i>	<i>Areia</i>			<i>Pedregulho</i>				
			<i>fina</i>	<i>média</i>	<i>grossa</i>					

Ensaio de granulometria por sedimentação.



Ponto	ρ_s (g/cm ³)	classificação granulométrica
P1	2,72	argila arenosa
P2	2,70	argila arenosa
P3	2,73	areia siltosa
P4	2,72	argila arenosa

Índices de consistência (Limites de Atterberg)



- Os teores de umidade correspondentes às mudanças de estado, como se mostra na Figura abaixo são definidos como: Limite de Liquidez (LL) e limite de Plasticidade (LP) dos solos. A diferença entre estes dois limites, que indica a faixa de valores em que o solo se apresenta plástico, é definida como o índice de Plasticidade (IP) do solo.
- Em condições normais, só são apresentados os valores do LL e do IP como índices de consistência dos solos. O LP só é empregado para a determinação do IP.

O Limite de Liquidez

O Limite de Liquidez é definido como o teor de umidade do solo com o qual uma ranhura nele feita requer 25 golpes para se fechar numa concha, como ilustrado na Figura 3.5.

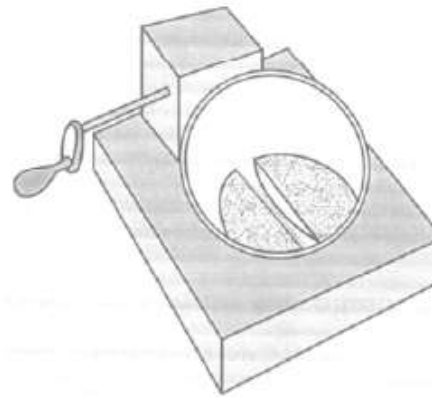


Figura 3.5 – Esquema do aparelho de Casagrande para determinação do LL

Diversas tentativas são realizadas, com o solo em diferentes umidades, anotando-se o número de golpes para fechar a ranhura, obtendo-se o limite pela

O ensaio de plasticidade e liquidez

- <https://www.youtube.com/watch?v=UaxegudEwA>

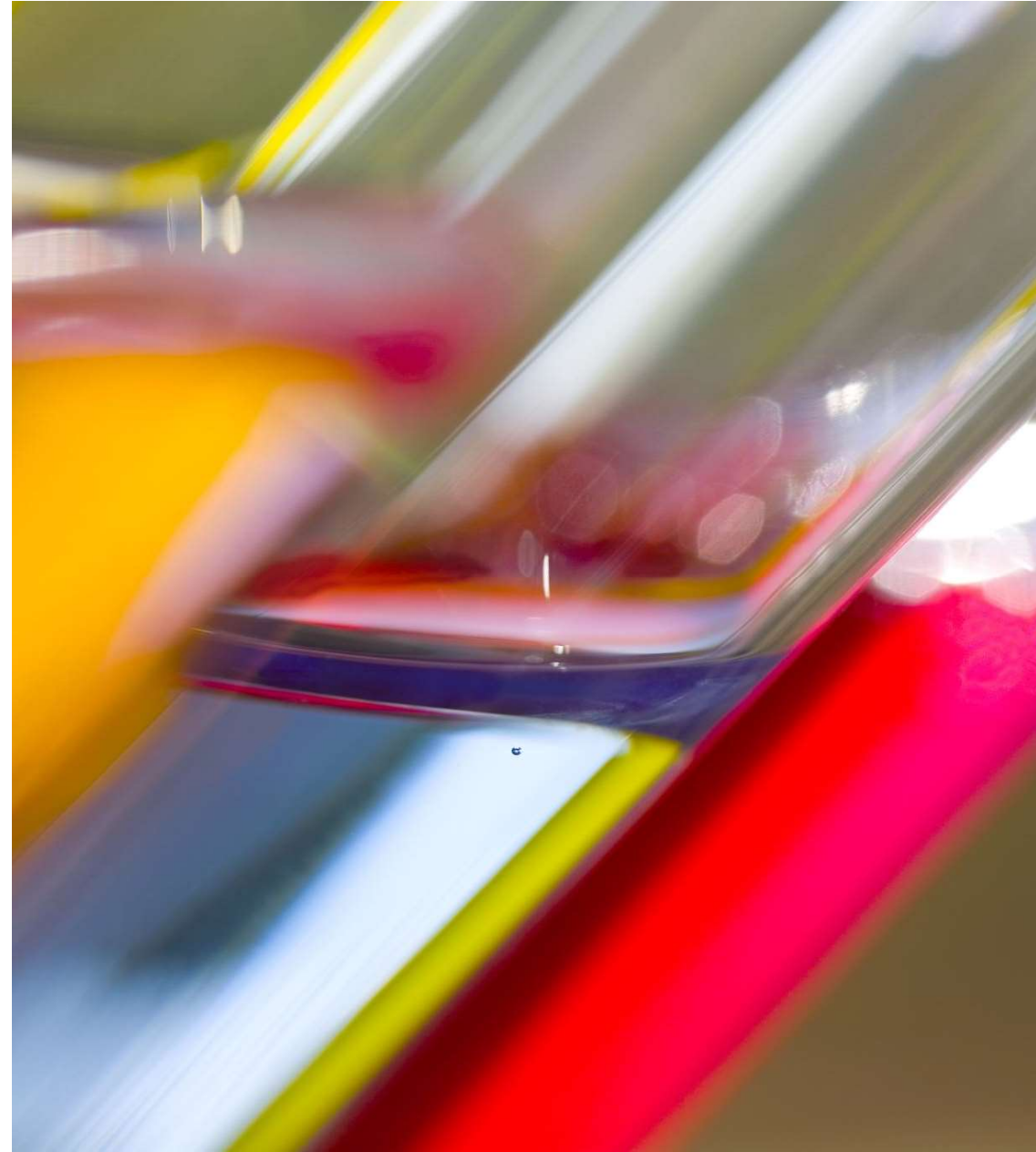
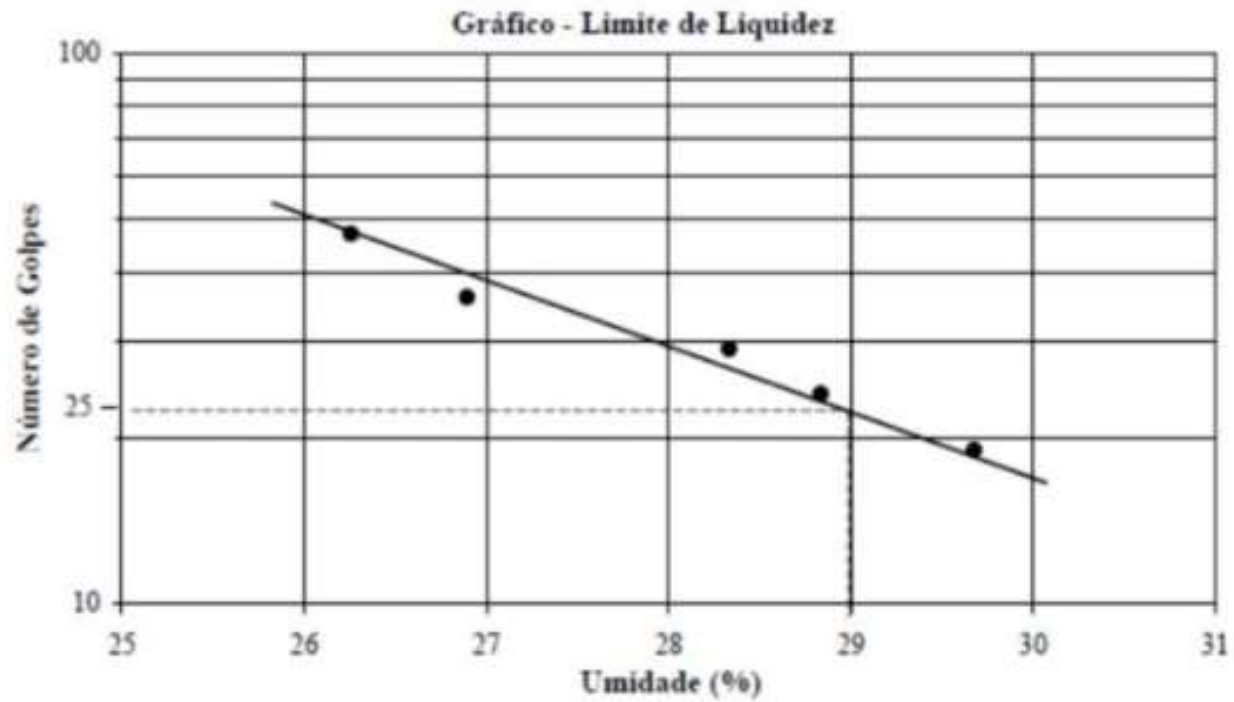


Gráfico de Casagrande



Índices de Consistência: LL, LP e IP.

Ponto	LL	LP	IP
P1 (horizonte A)	60	31	29
P2 (horizonte B)	56	31	25
P3 (horizonte C)	60	-	-
P4 (horizonte A)	54	31	23

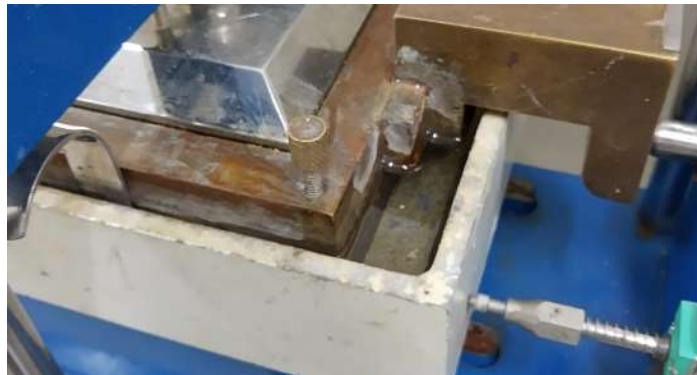
Ensaio de laboratório de solos

- <http://www.lagetec.ufc.br/wp-content/uploads/2016/03/Ensaio-de-limites-de-liquidez-e-plasticidade-de-material-granular.pdf>



RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

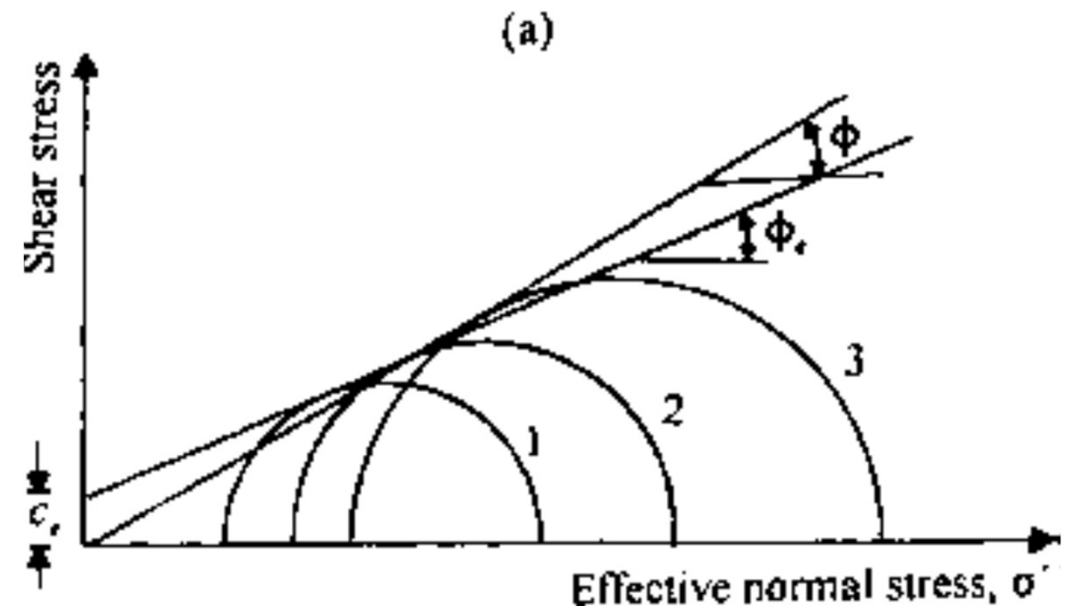
- A ruptura dos solos é quase sempre um fenômeno de cisalhamento. Isto acontece, por exemplo, quando uma sapata de fundação é carregada até a ruptura ou quando ocorre o escorregamento de um talude. Só em condições especiais ocorrem rupturas por tensões de tração. A resistência ao cisalhamento de um solo pode ser definida como a máxima tensão de cisalhamento que o solo pode suportar sem sofrer ruptura, ou tensão de cisalhamento do solo no plano em que a ruptura estiver ocorrendo.
- O mecanismo de deslizamento entre corpos sólidos, e, por extensão, entre as partículas do solo é semelhante. Em particular, pode-se dizer que são os fenômenos de atrito e coesão os responsáveis pelo cisalhamento.



Cisalhamento Direto

Resultado do Ensaio de Cisalhamento Direto

- Após a realização de um conjunto de ensaios, sendo que foram realizados três ensaios por ponto **com carregamentos verticais a 1kgf/cm^2 , 2kgf/cm^2 e 3kgf/cm^2** .
- Os resultados dos ensaios de cisalhamento direto são apresentados a seguir nas próximas figuras, sendo que é importante destacar que **o ensaio de cisalhamento direto foi realizado na pior condição possível de estabilidade de um maciço terroso, isto é, as amostras foram inundadas.**



Gráficos de correlação realizados durante o ensaio de cisalhamento direto da amostra do ponto P1 ●

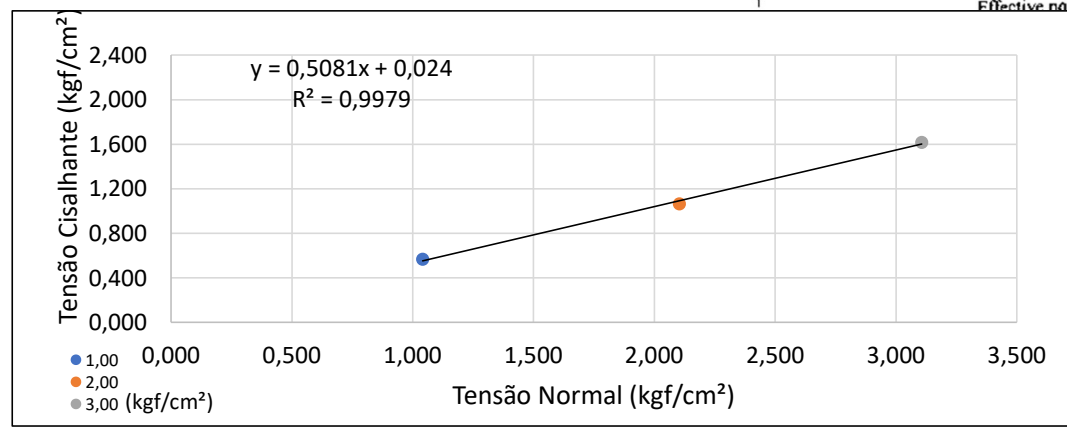
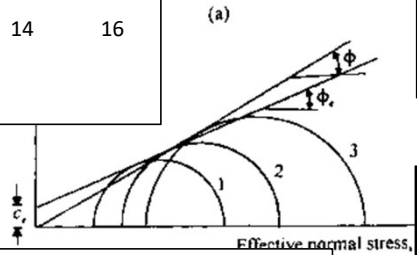
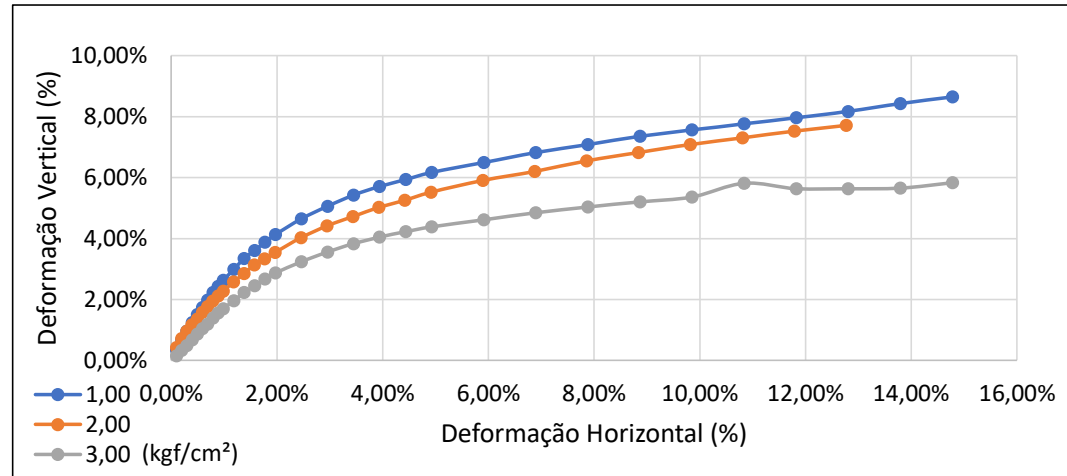
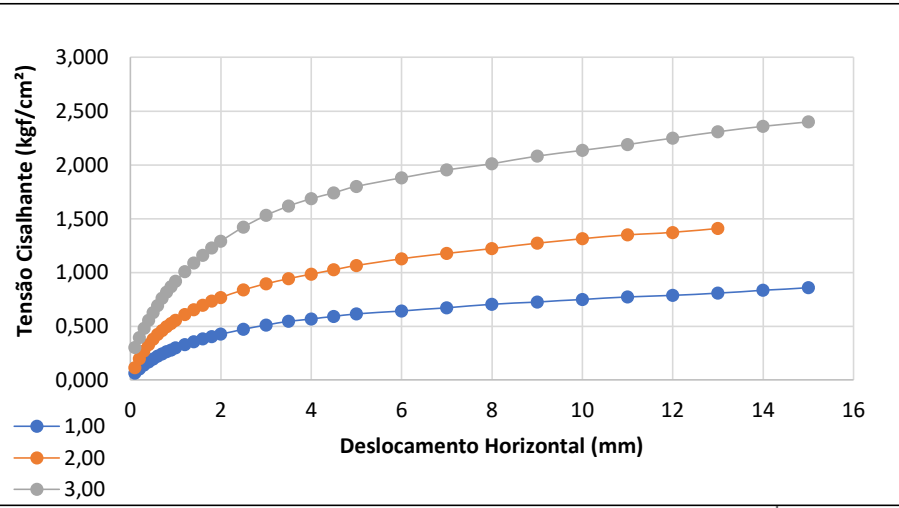


Tabela 6 - Envoltória do círculo de Mohr com os resultados de coesão e ângulo de atrito. No ponto P1, no horizonte A, obteve-se ângulo de atrito no valor de 26,94° e coesão 2,4kPa.

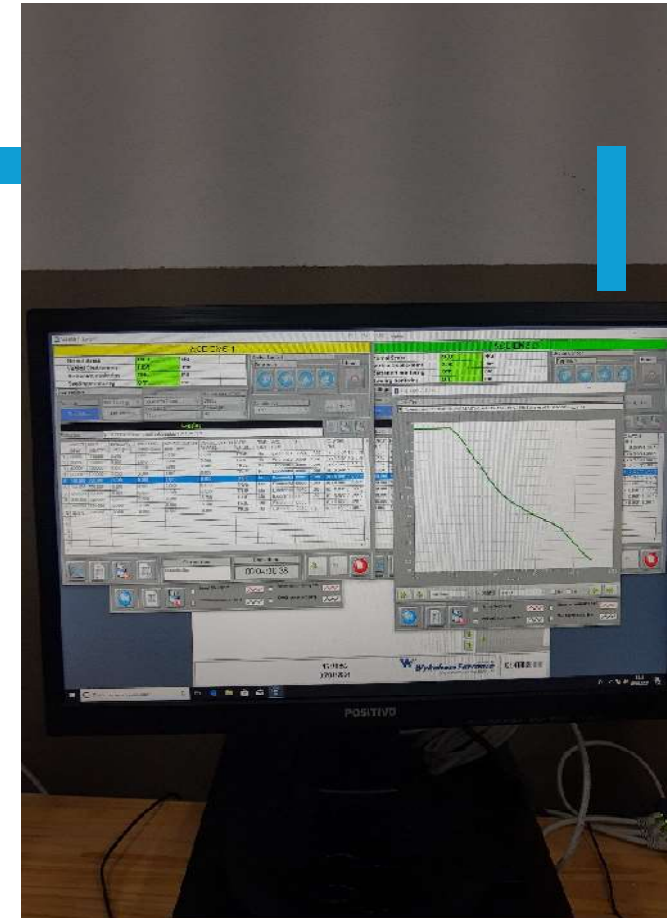
Envoltória de Ruptura				y=	0,5081	x	+	0,024
Tensão Normal (kgf/cm²)	1,041	2,103	3,107	Intercep. Co. Dren.	0,024			
Tensão Cisalh. Máx. (kgf/cm²)	0,567	1,065	1,617	Ângulo de Atrito (°)	26,94			

Resultados do ensaio de cisalhamento.

Ponto	Horizonte	Classificação granulométrica	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito (°)
P1	A	Argila arenosa	2,4	26,94
P2	B	Argila arenosa	3,2	25,65
P3	C	Areia siltosa	12	20,81
P4	A	Argila arenosa	4,1	24,59

Resultados do Ensaio de Adensamento

- O ensaio de adensamento seguiu uma rotina de carregamento de 10, 20, 40, 80, 160, 320 e 640 kPa, seguido por um descarregamento de 320, 160 e 80 kPa. As amostras foram inundadas a 40 kPa. Os valores obtidos de deformação vertical, altura do corpo de prova e os gráficos de deformação vertical, além de parâmetros para cálculo do coeficiente de adensamento foram anotados.



Método de Casagrande:
coeficiente de adensamento.

Para cada incremento de carga escolhido, desenha-se a curva de adensamento, marcando-se no eixo das ordenadas a altura do corpo de prova e no eixo das abscissas o logaritmo do tempo; Traça-se uma reta tangente a curva passando pelo ponto de inflexão. Em seguida, defini-se a interseção dessa reta com o prolongamento da assíntota do trecho igual da curva. Transporta-se o ponto encontrado para o eixo das ordenadas, obtendo-se a altura H_{100} ;

Para determinar o ponto correspondente a 0% do adensamento primário, seleciona-se duas alturas do corpo de prova, H_1 e H_2 , correspondentes aos tempos t_1 e t_2 , cuja relação é igual a 4. A altura do corpo de prova que corresponde a 0% de adensamento é calculada por:

$$H_0 = H + (H_1 - H_2)$$

OBS: os pontos 1 e 2 devem situar-se antes do ponto de inflexão da curva.

A altura do corpo de prova que corresponde a 50% do adensamento primário é obtida por:

$$H_{50} = (H_0 - H_{100}) / 2$$

O tempo t_{50} obtém-se tomando-se a abscissa do ponto da curva correspondente a H_{50} ;

O coeficiente de adensamento é obtido pela expressão:

$$C_V = \frac{0,197 \cdot (0,5 \cdot H_{50})^2}{t_{50}}$$

Onde:

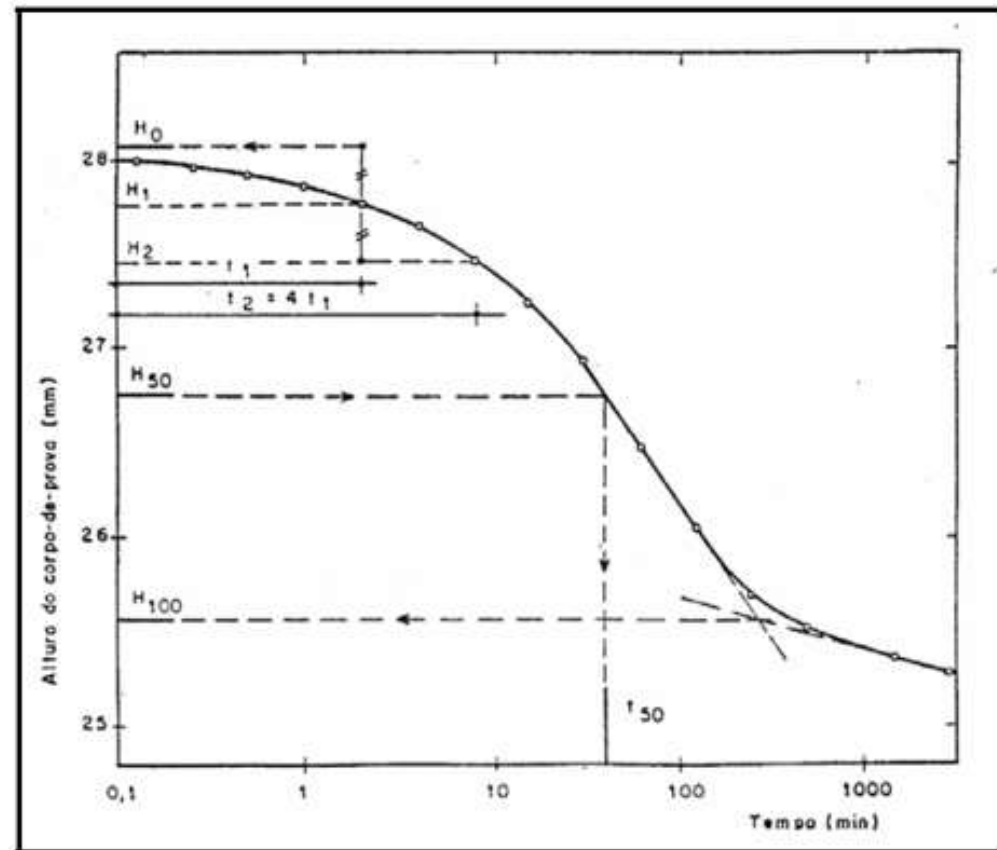
C_V é o coeficiente de adensamento (cm^2/s)

H_{50} é a altura do corpo de prova corresponde a 50% do adensamento primário (cm)

t_{50} é o tempo correspondente à ocorrência de 50% do adensamento primário (s)

O coeficiente de adensamento pode ser calculado para cada incremento de carga através do gráfico altura do corpo de prova em função do logaritmo do tempo, pelo processo de Casagrande:

Figura 25 – Altura x Tempo.



Método de Taylor

Para cada incremento de carga escolhido, desenha-se a curva de adensamento, marcando-se no eixo das ordenadas a altura do corpo de prova e no eixo das abcissas a raiz quadrada do tempo.

Determina-se o ponto correspondente a 0% do adensamento primário, prolongando a reta definida pelos pontos iniciais da curva de adensamento até o eixo das ordenadas.

Traça-se por esse ponto uma linha reta com coeficiente angular igual a 1,15 vezes o coeficiente angular da reta obtida anteriormente. A intersecção desta reta com a curva de adensamento define o ponto correspondente a 90% do adensamento primário, obtendo-se, dessa forma, os valores de t_{90} e H_{90} . A altura do corpo de prova, correspondente a 50% do adensamento primário, é obtida pela expressão:

$$H_{50} = H_0 - \frac{5}{9} \cdot (H_0 - H_{90})$$

O coeficiente de adensamento é dado pela expressão:

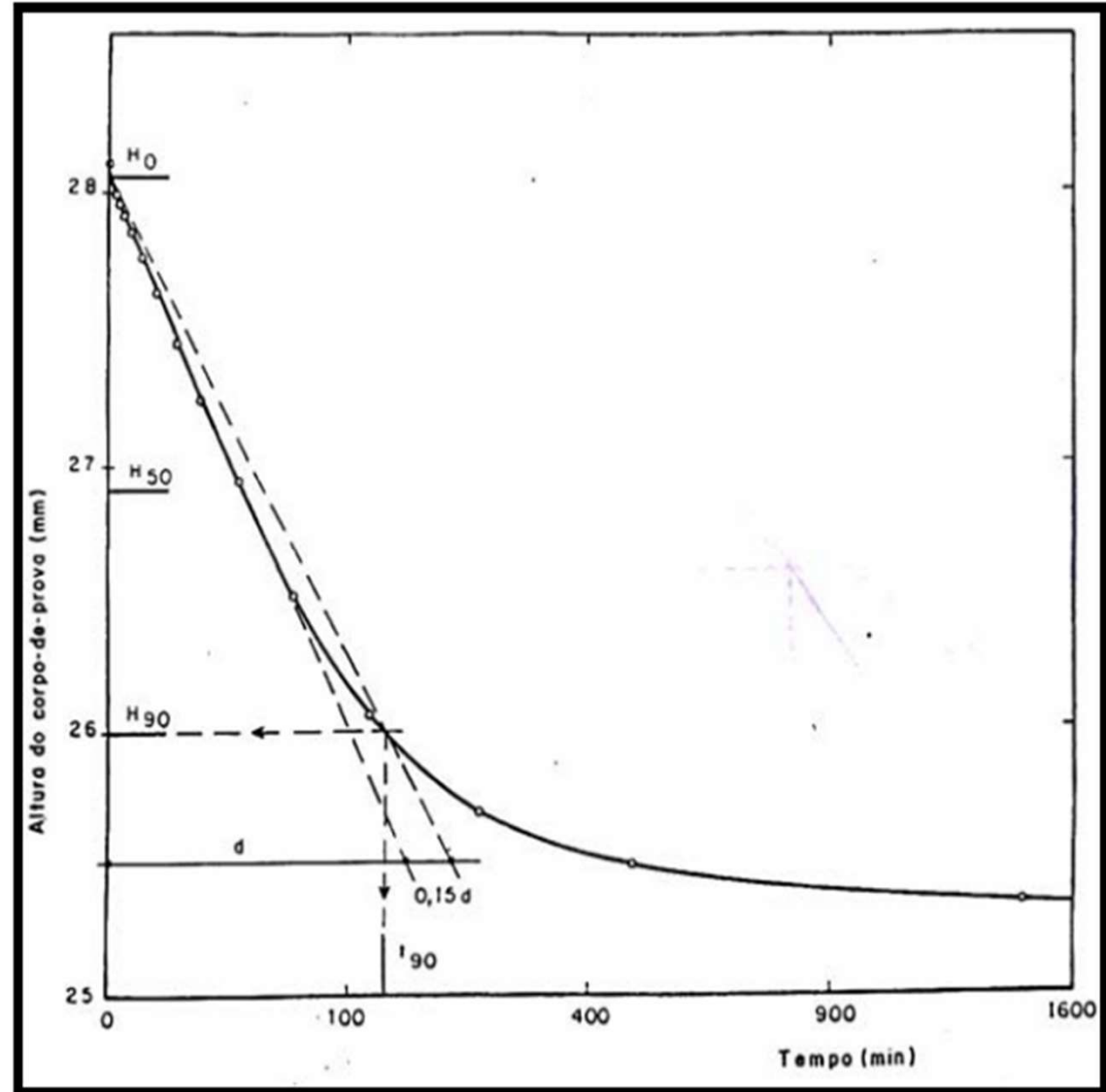
$$C_V = \frac{0,848 \cdot (0,5 \cdot H_{50})^2}{t_{90}}$$

Onde:

C_V é o coeficiente de adensamento (cm^2/s)

H_{50} é a altura do corpo de prova corresponde a 50% do adensamento primário (cm)

t_{90} é o tempo correspondente à ocorrência de 90% do adensamento primário (s)

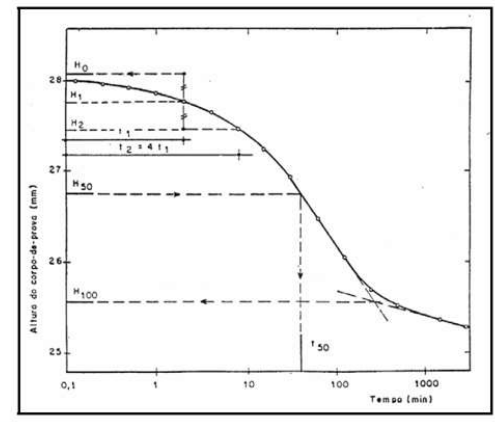


Método de Casagrande

(coeficiente de adensamento)

O coeficiente de adensamento pode ser calculado para cada incremento de carga através do gráfico altura do corpo de prova em função do logaritmo do tempo, pelo processo de Casagrande:

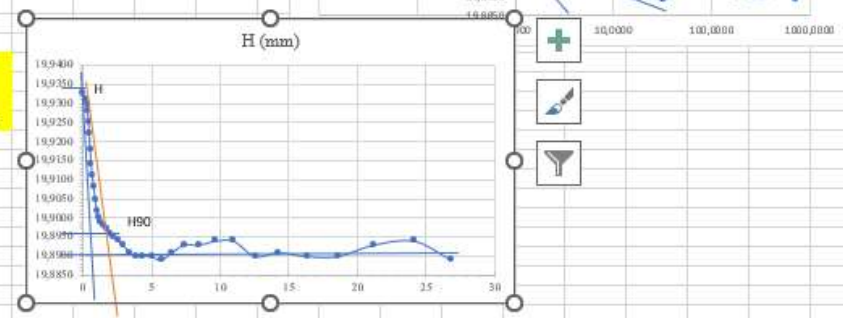
Figura 25 – Altura x Tempo.



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	10 kPa	tempo	tempo (min)	Raiz t	deformação vertic	H (mm)	28/07/2021 09:37	corpo de prova ponto 1													
2	1	00:00:00	0,0000	0	0,0670	20	deformação vertical 10kPa														
3	2	00:00:04	0,0780	0,2793	0,0690	20	deformação vertical 10kPa														
4	3	00:00:06	0,1010	0,3178	0,0700	20	deformação vertical 10kPa														
5	4	00:00:07	0,1320	0,3633	0,0720	20	deformação vertical 10kPa														
6	5	00:00:10	0,1710	0,4135	0,0750	20	deformação vertical 10kPa														
7	6	00:00:13	0,2230	0,4722	0,0780	20	deformação vertical 10kPa														
8	7	00:00:17	0,2900	0,5385	0,0820	20	deformação vertical 10kPa														
9	8	00:00:22	0,3760	0,6132	0,0860	20	deformação vertical 10kPa														
10	9	00:00:29	0,4890	0,6993	0,0890	20	deformação vertical 10kPa														
11	10	00:00:38	0,6360	0,7975	0,0920	20	deformação vertical 10kPa														
12	11	00:00:49	0,8270	0,9094	0,0950	20	deformação vertical 10kPa														
13	12	00:01:04	1,0750	1,0368	0,0980	20	deformação vertical 10kPa														
14	13	00:01:23	1,3980	1,1824	0,1000	20	deformação vertical 10kPa														
15	14	00:01:49	1,8170	1,348	0,1010	20	deformação vertical 10kPa														
16	15	00:02:21	2,3620	1,5369	0,1020	20	deformação vertical 10kPa														
17	16	00:03:04	3,0710	1,7524	0,1030	20	deformação vertical 10kPa														
18	17	00:03:59	3,9930	1,9982	0,1040	20	deformação vertical 10kPa														
19	18	00:05:11	5,1900	2,2782	0,1050	20	deformação vertical 10kPa														
20	19	00:06:44	6,7470	2,5975	0,1060	20	deformação vertical 10kPa														
21	20	00:08:46	8,7720	2,9618	0,1070	20	deformação vertical 10kPa														
22	21	00:11:24	11,4030	3,3768	0,1090	20	deformação vertical 10kPa														
23	22	00:14:49	14,8240	3,8502	0,1100	20	deformação vertical 10kPa														
24	23	00:19:16	19,2710	4,3899	0,1100	20	deformação vertical 10kPa														
25	24	00:25:03	25,0520	5,0052	0,1100	20	deformação vertical 10kPa														
26	25	00:32:34	32,5680	5,7068	0,1110	20	deformação vertical 10kPa														
27	26	00:42:20	42,3380	6,5068	0,1090	20	deformação vertical 10kPa														
28	27	00:55:02	55,0400	7,4189	0,1070	20	deformação vertical 10kPa														
29	28	01:11:33	71,5520	8,4588	0,1070	20	deformação vertical 10kPa														
30	29	01:33:01	93,0180	9,6446	0,1060	20	deformação vertical 10kPa														
31	30	02:00:55	120,9230	10,996	0,1060	20	deformação vertical 10kPa														
32	31	02:37:11	157,2000	12,538	0,1100	20	deformação vertical 10kPa														
33	32	03:24:21	204,3600	14,295	0,1090	20	deformação vertical 10kPa														
34	33	04:25:40	265,6680	16,299	0,1100	20	deformação vertical 10kPa														
35	34	05:45:22	345,3680	18,584	0,1100	20	deformação vertical 10kPa														
36	35	07:28:58	448,9780	21,189	0,1070	20	deformação vertical 10kPa														
37	36	09:43:40	583,6720	24,159	0,1060	20	deformação vertical 10kPa														
38	37	11:53:57	719,9660	26,832	0,1110	20	deformação vertical 10kPa														
39							<Last Log>														
40	20 kPa	tempo	t (min)	Raiz t	deformação vertic	H (mm)	28/07/2021 21:39	deformação vertical 20kPa													
41	1	00:00:00	0,0000	0	0,1300	20	deformação vertical 20kPa														
42	2	00:00:04	0,0780	0,2793	0,1300	20	deformação vertical 20kPa														

Casagrande	
H100	19,901
t1	0,078
H1	19,931
t2	0,29
H2	19,918
H1-H2	x
H0	19,944
H50	19,923
Cv	88,853
(H0+H100)/2	
t50	0,22

Gráfico H vs. raiz t



m reta virgem	-0,0509123
m 1,15	-0,0585498
H50	0,1935656
Cv	0,0025874 cm2/s

Área do Gráfico

Método de Taylor (coeficiente de adensamento - P4)

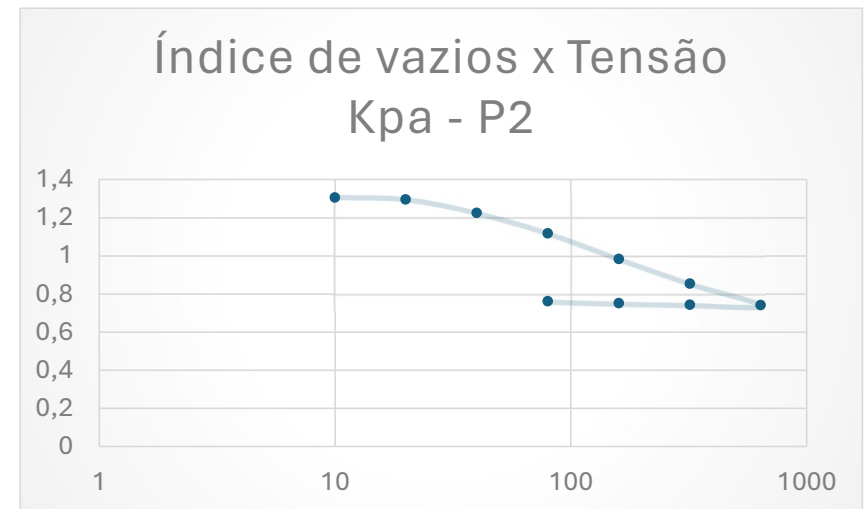
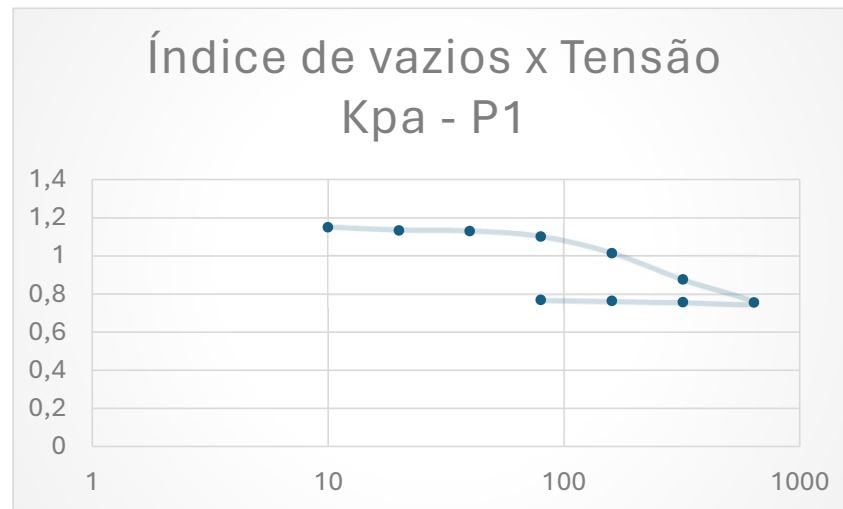
UMIDADE FINAL ADENSAMENTO - P4		Umidade Inicial do Solo					
Capsula	174	Nº Cápsula	107	123	120		
Mtara (g)	104,86	Massa Tara (g)	7,36	7,58	7,1		
Mtotal (g)	166,94	Massa Tara + Solo + Água (g)	27,1	30,54	29,23		
Mseca (g)	151,8	Massa Tara + Solo (g)	23,41	26,21	25,05		(H/Hs)-1
Umidade (%)	32,25%	Massa Água (g)	3,69	4,33	4,18		índice de vazios
Dados do Anel		Massa Solo (g)	16,05	18,63	17,95		kpa
Diametro (mm)	50,5	Umidade (%)	22,99%	23,24%	23,29%		H
Altura (mm)	20	Umidade Média (%)	23,17%				eo
Massa de solo umido mais anel (g)	115,64	Volume do anel	40,0389	cm3			
Massa do anel (g)	58,73	massa	56,91				
ρ_s MÉDIA(g/cm ³)	2,72						
DENSIDADE INICIAL	1,42137						
DENSIDADE SECO INICIAL	1,15399						
ÍNDICE DE VAZIOS INICIAL	1,35704						
GRAU DE SATURAÇÃO INICIAL	46,441						
ALTURA DOS SÓLIDOS	0,84852	8,48521					
GRAU DE SATURAÇÃO FINAL	52,0549						
altura dos sólidos		8,48521	mm				

Pressão (kPa)	H	eo
10	19,670	1,31815
20	19,572	1,3066
40	19,312	1,27596
80	18,853	1,22187
160	17,862	1,10507
320	16,020	0,88799
640	14,992	0,76684
320	15,059	0,77474
160	15,154	0,78593
80	15,244	0,79654

Pressão (kPa)	t90 (raiz)	H90 (mm)	H0 (mm)	H50(cm)	t90(min)	t90(s)	Cv(cm2/s)
10	1,752427	19,8970	19,931	19,91211	3,071	184,26	0,456183
20	1,998249	19,865	19,87	19,86722	3,993	239,58	0,349269
40	18,58408	19,705	19,812	19,75256	345,368	20722,08	0,003992
80	2,597499	19,469	19,568	19,513	6,747	404,82	0,199399
160	2,961756	18,701	18,916	18,79656	8,772	526,32	0,142312
320	2,597499	17,409	17,645	17,51389	6,747	404,82	0,160635
640	5,706838	16,271	16,471	16,35989	32,568	1954,08	0,029037

coeficiente de adensamento - P4 →

Gráficos de índice de vazios x Tensão em Kpa – P1 e P2.



Adensamento: CC e CD

- Os coeficientes de compressão foram calculados com base nos dados dos gráficos apresentados anteriormente, de acordo com Das (2018):

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log p_2 - \log p_1}$$

- O coeficiente de descompressão foi calculado de acordo com os dados do gráfico de índice de vazios vs. Tensão vertical e são apresentados na Tabela 12. De acordo com Pinto (2006) e Rodrigues (2014), o coeficiente de compressão pode ser calculado, assim como o coeficiente de compressão do seguinte modo:

$$C_d = (e_2 - e_1) / (\log p_2 - \log p_1)$$

Ponto	Coeficiente de compressão
P1	0,13177
P2	0,34553
P3	0,14666
P4	0,22315

Ponto	Coeficiente de descompressão
P1	0,01991
P2	0,02982
P3	0,03732
P4	0,03621

Coeficiente de adensamento: P1

Pressão (kPa)	t_{90} (raiz)	H_{90} (mm)	H_0 (mm)	H_{50} (cm)	t_{90} (min)	t_{90} (s)	C_v (cm ² /s)
10	1,752427	19,8970	19,931	19,91211	3,071	184,26	0,456183
20	1,998249	19,865	19,87	19,86722	3,993	239,58	0,349269
40	18,58408	19,705	19,812	19,75256	345,368	20722,08	0,003992
80	2,597499	19,469	19,568	19,513	6,747	404,82	0,199399
160	2,961756	18,701	18,916	18,79656	8,772	526,32	0,142312
320	2,597499	17,409	17,645	17,51389	6,747	404,82	0,160635
640	5,706838	16,271	16,471	16,35989	32,568	1954,08	0,029037

Cálculo do Recalque

Ponto	C _c	H ₁ (mm)	e ₁	σ ₂	σ ₁	recalque ρ
P1	0,1318	18,64	1,0129	640	160	0,734649
P2	0,3455	17,115	0,9824	640	160	1,79602
P3	0,1467	18,145	0,7724	640	160	0,903955
P4	0,2232	17,862	1,105	640	160	1,140026

- Pinto (2006) informa que o recalque pode ser calculado utilizando-se a equação:

$$\rho = \frac{C_c * H_1}{(1 + e_1)} * \log \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_1} \right)$$

- Sendo que C_c é o coeficiente de compressão, H₁ a altura dos sólidos, e₁ o índice de vazios, e as tensões σ₁ e σ₂ nesse momento, considerando que isto só pode ser calculado quando o solo se encontra numa situação correspondente à reta virgem.
- Assim sendo, foi possível calcular o recalque, de acordo com os valores apresentados na Tabela 17, para um momento específico, considerando as tensões de carregamento da ordem de 160 kPa a 640 kPa, no ramo virgem da curva de adensamento.
- Observou-se que o maior de recalque é para o Ponto P2 que mostrou um significativo deslocamento na curva de vazios quando a amostra foi saturada a 40kPa.

Resultados de Permeabilidade

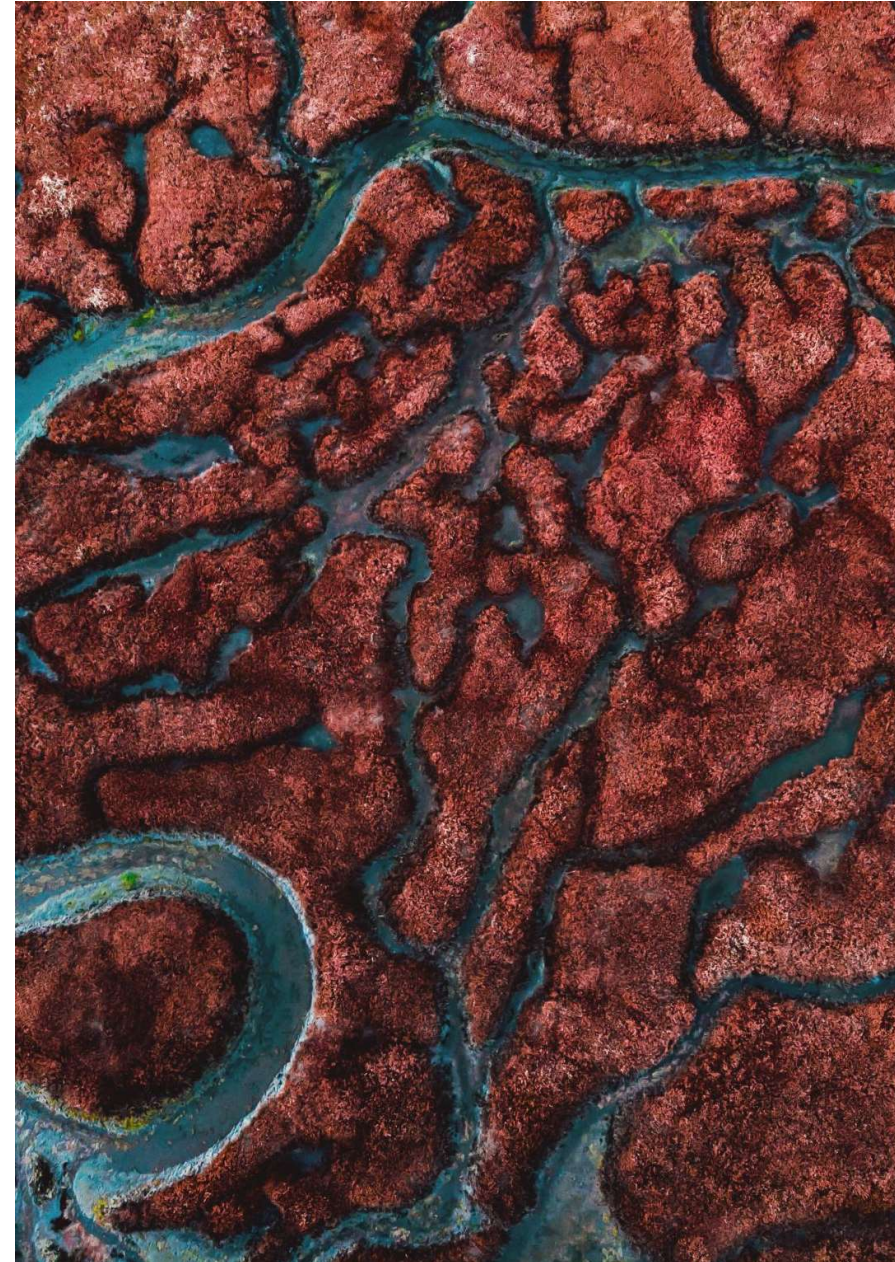
- Os ensaios de permeabilidade foram realizados a carga constante de 5 kPa.
- O ensaio foi realizado na mesma prensa que se faz o adensamento, em momento distinto. Durante o ensaio de permeabilidade, o corpo de prova fica submerso por um tempo pra saturar. Após um tempo, que foi de mais ou menos duas horas, considera se o corpo de prova saturado. Logo após os ajustes de equipamentos, a carga inicial é de 2 kPa; após 5min decorridos, a carga é constante e igual a 5 kPa. Há uma bureta ligada ao recipiente onde está o corpo de prova e que permite as leituras de nível de água. Assim iniciou-se o ensaio, observando-se que a água que desce pela bureta passa pelo corpo de prova no sentido de baixo pra cima. E a partir daí são realizadas as leituras na bureta, a cada dez segundos, conforme a água desce e passa pelo corpo de prova. As planilhas de cálculo e os gráficos são apresentados no capítulo Anexos. A Figura mostrar a bureta cheia e que o corpo de prova estava submerso.

Ponto	Coefficiente de permeabilidade (m/s)
P1	$6,84 \cdot 10^{-4}$
P2	$1,42 \cdot 10^{-3}$
P3	$2,74 \cdot 10^{-4}$
P4	$1,74 \cdot 10^{-3}$



O que é importante saber sobre solos:

- Quanto a geologia local;
- O tipo de solo;.
- O índice de plasticidade IP;
- Sobre a colapsibilidade (e adensamento) dos solos;
- Permeabilidade dos solos;
- Cisalhamento (coesão e atrito).



ARTIGOS


El fenómeno de la licuación por flujo. Aproximación teórica y práctica

Javier Moreno Robles

 PDF (ESPAÑOL (ESPAÑA))

Vibrações induzidas por cravação de estacas: modelação numérica e validação

Aires Colaço, Pedro Alves Costa, Cristiana Ferreira, Cecília Parente, António Silva Cardoso

 PDF

Contenção em solo reforçado com paramento frontal vegetado: estudo de caso

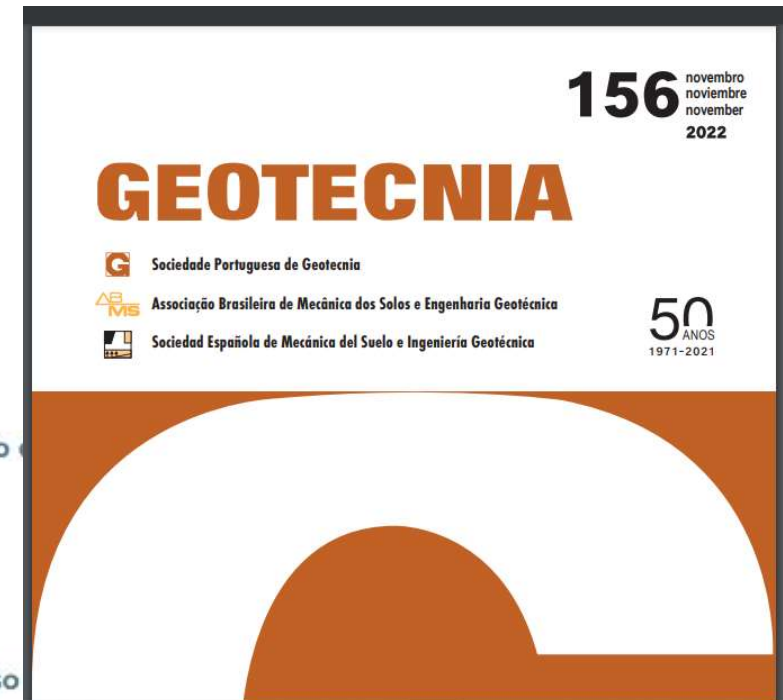
Larissa Vieira, Bianca Tonus

 PDF

Análise geotécnica do perfil de solo residual de granitoides no município de Alegre (ES).

Éder Moreira, Patrício Moreira Pires

 PDF



55-75

77-104



Solos do Rio Grande do Sul

O Estado do Rio Grande do Sul apresenta 5 grandes regiões fisiográficas (condicionadas por especificidades geomorfológicas e climáticas), as quais afetam a formação e a distribuição dos solos no estado. Por isso, as diferentes unidades de solos do RS são separadas abaixo pela região de ocorrência.



Observação: Os dados dos perfis de solos foram extraídos do Relatório do Levantamento de Reconhecimento de Solos do RS (Boletim técnico nº 30 – BRASIL, 1973), enquanto as imagens foram cedidas pelos professores Fabricio Pedron (UFSM) e Ricardo Dalmolin (UFSM), por isso, pode não haver a equivalência na sequência e profundidade dos horizontes.

- <https://www.ufsm.br/museus/mrs/unidade-de-solos>

Planalto Meridional: Unidade Caxias

Unidade Caxias



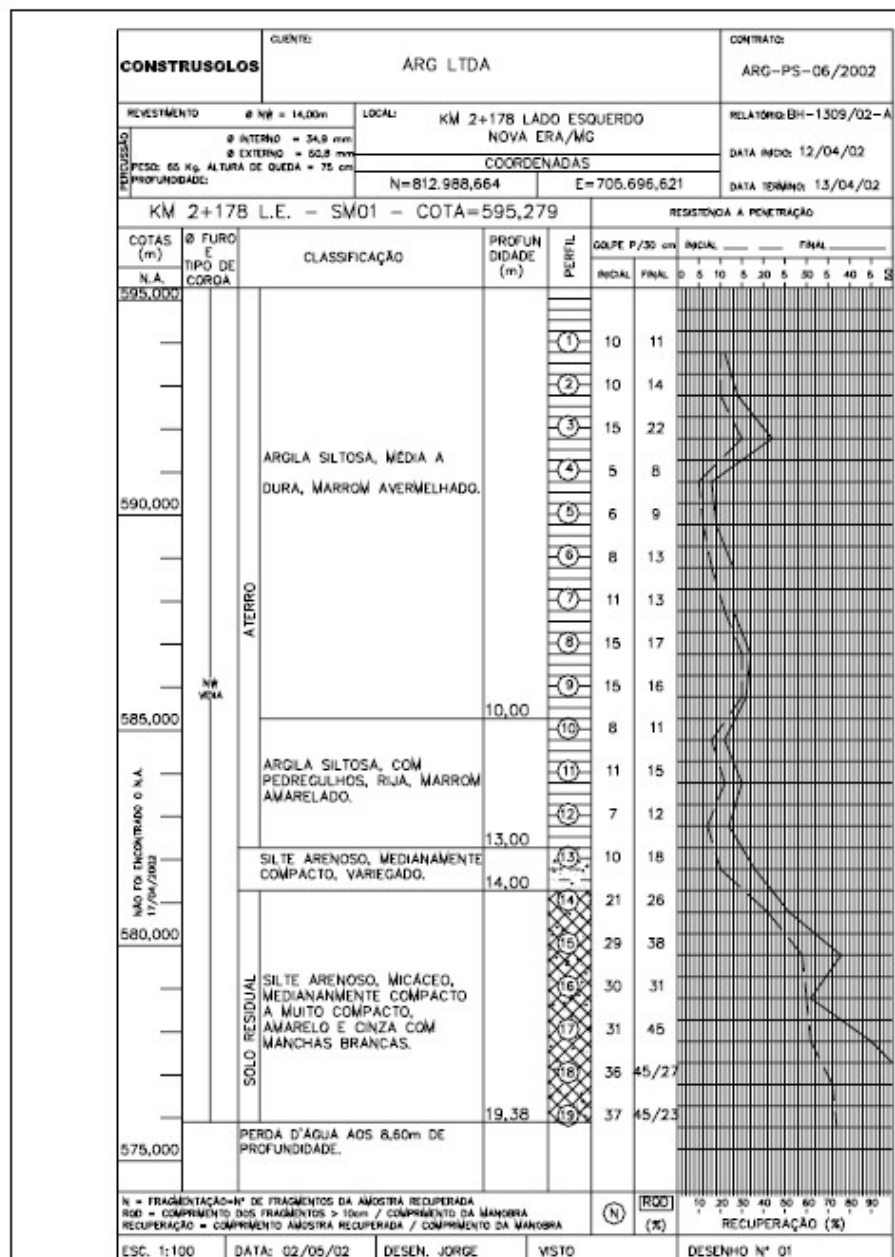
Classificação (SiBCS): Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário.

Caracterização geral: Estes solos não foram mapeados como unidade simples no RS, ocorrendo em aproximadamente 40% da área da Associação Caxias – Farroupilha – Carlos Barbosa. Os solos definidos como pertencentes à Unidade Taxonômica Caxias são rasos a pouco profundos, bem drenados, de coloração escura, friáveis e desenvolvidos a partir de rochas vulcânicas. São ácidos e com saturação e soma de bases baixa a média, apresentando teores elevados de alumínio trocável. A sequência de horizontes é variável, podendo ser A, Cr, R (Neossolos Regolíticos) ou A, R (Neossolos Litólicos).

Sondagem SPT: automatizada.



Exemplo de um perfil de sondagem



3. Classificação de Maciços Rochosos

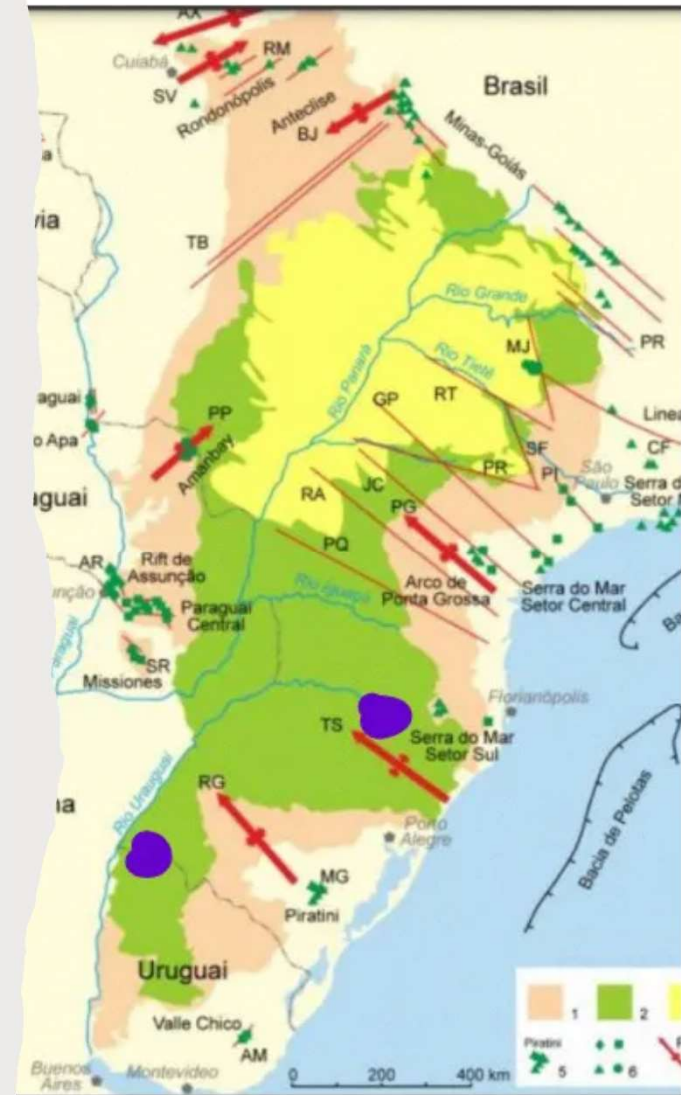


- Cascata do Caracol, Canela (RS)



Geologia: rochas.

- Mapa geológico com destaque para os basaltos da Formação Serra Geral(indicados em verde), e depósitos sedimentares pré-basálticos (indicados em rosa escuro) no contexto da Bacia Sedimentar do Paraná....
- Leia mais em:
<https://super.abril.com.br/coluna/deriva-continental/rio-grande-do-sul-e-o-maior-produtor-de-ametistas-do-mundo>





$$RQD = \sum \frac{p}{n} \times 100$$

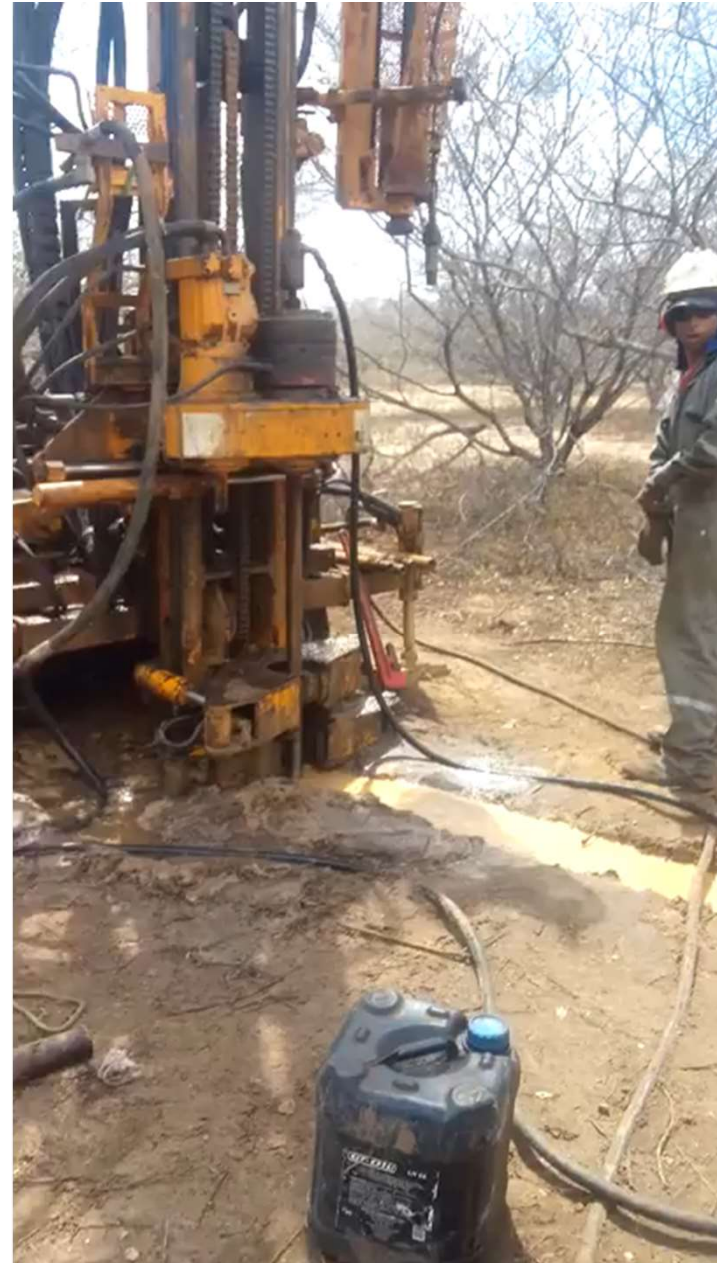
p = comprimento das peças maiores que 10 cm;

n = comprimento da manobra de avanço da perfuração.

Rock Quality Designation - RQD

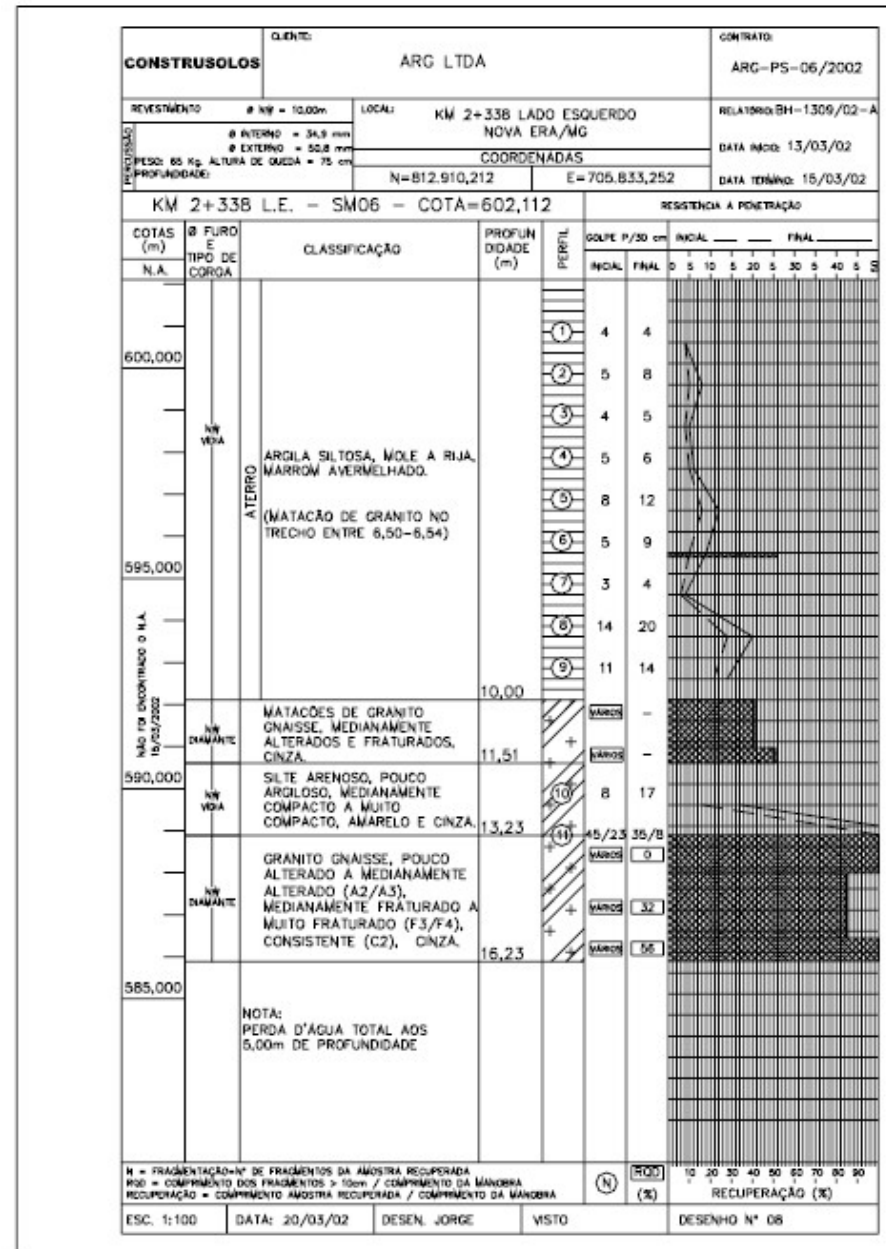
- O RQD foi introduzido por Deere (1967) e é definido como a percentagem de pedaços de testemunho de rocha intactos, maiores ou iguais a 10cm, dividido pelo comprimento do avanço da perfuração:

Sondagem Rotativa:



Classificação da qualidade das rochas – RQD e Perfil Geotécnico.

RQD (%)	Qualidade do maciço rochoso
0 – 25	Muito fraco
25 – 50	Fraco
50 – 75	Regular
75 – 90	Bom
90 – 100	Excelente



RQD

Tabela 9 – Valores de RQD – Classificação geomecânica de BARTON *et al.*, (1974).

Padrão Geomecânico do Maciço (%)		RQD
A	Muito ruim	0-25 *
B	Ruim	25-50
C	Regular	50-70
D	Bom	75-90
E	Excelente	90-100

* Para RQD < 10, adotar um valor nominal igual a 10.

Sistema RMR – Bieniawski (1973)

- O Sistema Rock Mass Rating foi sendo modificado até 1989; é baseado em seis parâmetros: resistência da rocha intacta, RQD, espaçamento de fraturas, condição das fraturas, água subterrânea e orientação das descontinuidades.
- É uma classificação que deve ser utilizada onde as características sejam (proximamente) uniformes.

Tabela 16 – Classificação geomecânica de Bieniawski (1989).

PARÂMETROS		FAIXA DE VALORES							
1	Resistência da rocha intacta	Índice puntiforme	> 10	4 a 10	2 a 4	1 a 2	Utilizar compressão simples		
		Compressão simples (MPa)	> 250	100 a 250	50 a 100	25 a 50	5 a 25	1 a 5	< 1
	Peso relativo	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD	90 a 100	75 a 90	50 a 75	25 a 50	< 25			
	Peso relativo	20	17	13	8	5			
3	Espaçamento das fraturas	> 2m	0,6 a 2m	200 a 600 mm	60 a 200 mm	< 60 mm			
	Peso relativo	20	15	10	8	5			
4	Condição das fraturas	Superfícies muito rugosas; não contínuas; fechadas; paredes duras	Superfícies pouco rugosas; abertura <1mm; paredes duras	Superfícies pouco rugosas; abertura <1mm; paredes moles	Superfícies estriadas ou preenchimento < 5mm ou abertura 1-5 mm; contínuas	Preenchimento mole > 5 mm ou abertura >5 mm; contínuas			
	Peso relativo	30	25	20	10	0			
5	Água subterrânea	Infiltração em 10m de túnel	Nenhuma (ou)	< 10 l/min (ou)	< 25 l/min (ou)	25 a 125 l/min (ou)	> 125 l/min (ou)		
		Relação (pressão de água / tensão)	0 (ou)	< 0,1 (ou)	0,1 a 0,2 (ou)	0,2 a 0,5 (ou)	> 0,5 (ou)		
		Condições gerais	Seco	Umedecido	Úmido	Gotejando	Com fluxo		
	Peso relativo	15	10	7	4	0			
6	Direção e mergulho		Muito favorável	Favorável	Moderado	Desfavorável	Muito desfavorável		
	Peso relativo	Túneis	0	-2	-5	-10	-12		
		Fundações	0	-2	-7	-15	-50		
		Taludes	0	-2	-25	-50	-60		

Tabela 17 – Efeito da direção geológica e do mergulho na construção de túneis

Direção perpendicular ao eixo do túnel		Direção paralela ao eixo do túnel	
Escavação no sentido do mergulho (Mergulho 45 a 90°)	Escavação no sentido do mergulho (Mergulho 20 a 45°)	Mergulho 45 a 90°	Mergulho 20 a 45°
Muito favorável	Favorável	Muito desfavorável	Moderado
Escavação contra o mergulho (Mergulho 45 a 90°)	Escavação contra o mergulho (Mergulho 20 a 45°)	Mergulho de 0 a 20° com direção qualquer	
Moderado	Desfavorável	Moderado	

Tabela 18 – Efeito da direção geológica em fundações de barragens (Bielawski e Orr, 1976).

Mergulho entre 0° e 10°	Mergulho entre 10° e 30°		Mergulho entre 30° e 60°	Mergulho entre 60° e 90°
	Montante	Jusante		
Muito favorável	Desfavorável	Moderado	Favorável	Muito desfavorável

Tabela 19 – Orientação para a classificação das condições das descontinuidades.

Parâmetro	FAIXA DE VALORES				
	Persistência da descontinuidade	< 1m	1 a 3 m	3 a 10 m	10 a 20 m
Peso relativo	6	4	2	1	0
Abertura	Nenhuma	< 0,1 mm	0,1 a 1 mm	1 a 5 mm	> 5 mm
Peso relativo	6	5	4	1	0
Rugosidade	Muito rugosa	Rugosa	Levemente rugosa	Lisa	Espejo de falha
Peso relativo	6	5	3	1	0
Preenchimento	Preenchimento duro			Preenchimento mole	
	Nenhum	< 5mm	> 5mm	< 5mm	> 5mm
Peso relativo	6	4	2	2	0
Alteração	Nenhuma	Leve	Moderada	Alta	Decomposta
Peso relativo	6	5	3	1	0

Tabela 20 – Classes do maciço determinada pela soma total dos pesos.

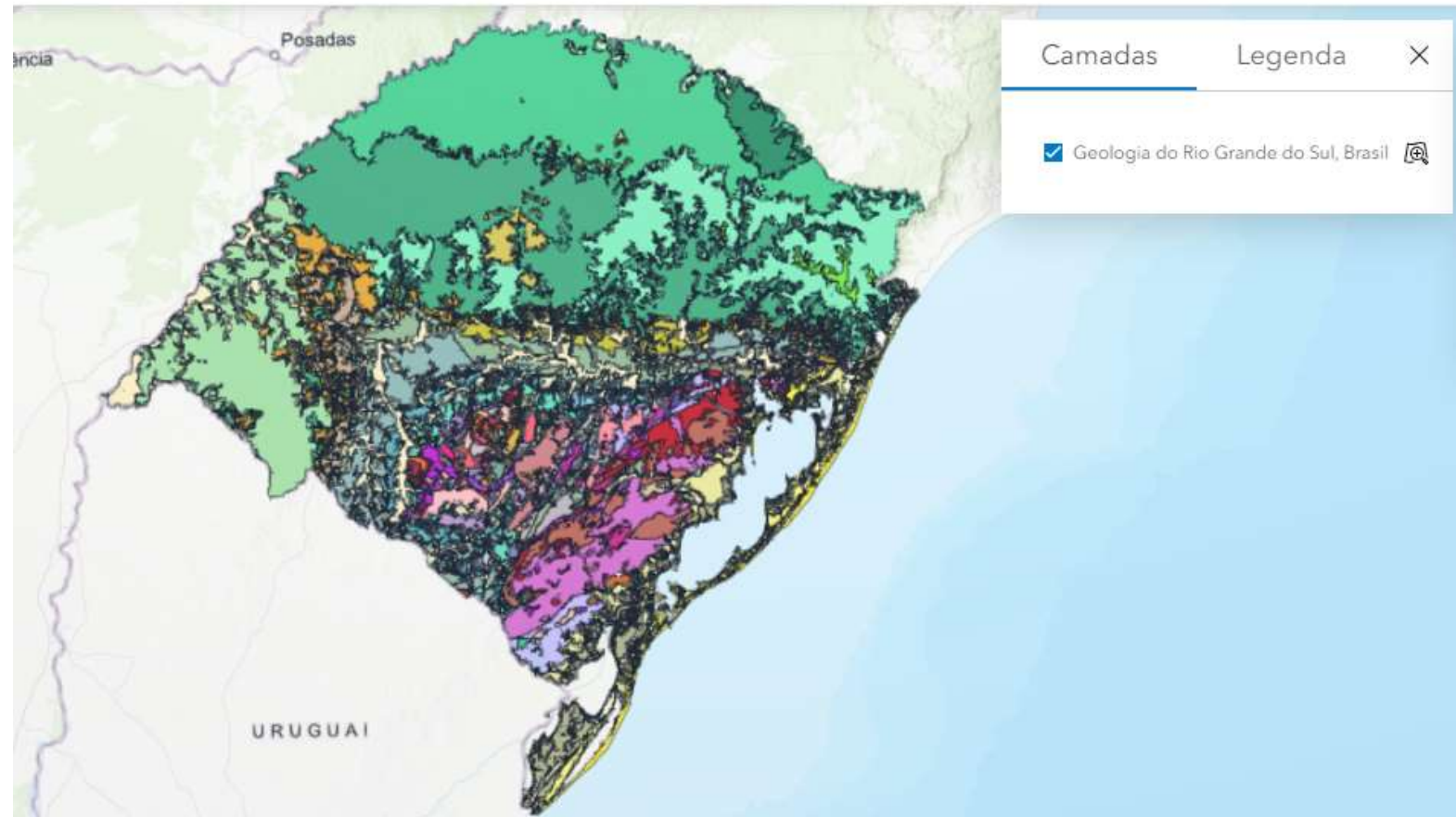
Classe	I	II	III	IV	V
Descrição	Muito bom	Bom	Regular	Pobre	Muito pobre
Soma dos Pesos	100 a 81	80 a 61	60 a 41	40 a 21	> 20

Tabela 21 – Significado das classes.

Classe	I	II	III	IV	V
Tempo médio de auto sustentação	10 anos	6 meses	1 semana	5 horas	10 minutos
Vão da seção	15 m	10 m	5 m	2,5 m	1 m
Coesão (KPa)	> 400	400 a 300	300 a 200	200 a 100	< 100
Ângulo de atrito	> 45°	35 a 45°	25 a 35°	15 a 25°	< 15°

Mapa Geológico do Rio Grande do Sul

- <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer>





4. Movimentos de Massa

40
Associação Brasileira
de Recursos Hídricos



HIDROSEDIMENTOLOGIA NO CONTEXTO NEXO
PARA UMA SOCIEDADE SUSTENTÁVEL

XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos
I Partículas das Américas

Vitória/ES – Brasil

24 a 28 de setembro de 2018



SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS TRANSLACIONAIS NA BACIA DE DRENAGEM DE FRADINHOS, EM VITÓRIA-ES

Julia Frederica Effgen¹; Jeniffer Oliveira Nepomuceno do Couto²; Patrício José Moreira Pires³ & Eberval Marchioro⁴

ABSTRACT – Shallow landslides are common geomorphological processes in southeastern Brazil, conditioned by characteristics of relief and climate, among other factors. In Vitória that's also true, with major events of landslides causing human, economic and socio-environmental losses, like the Morro do Macaco landslide (1985). Therefore, we aim to analyze the areas susceptible to shallow landslides in the Fradinhos watershed through the physically based SHALSTAB model, which prioritize slopes and subsurface flow convergence in its calculations. For the model's parameterization samples of soils were taken in three places with different land use and cover, and two had landslide scars on the proximities of the sampling sites. The Fradinhos watershed has most of its area classified as stable (42.5%), whereas 25.7% of the watershed's area were classified as unstable areas. Those stable areas are associated with flat and lower slopes, with convex to straight flow convergence. The unstable areas are associated with steep slopes, with strong flow convergence. The intermediary stability classes amount to 31.8% of the watershed and are

1.2 - Modelo SHALSTAB

O modelo *ShallowStability* (SHALSTAB), determinístico de base físico-matemática, foi desenvolvido por Montgomery e Dietrich (1994).-O SHALSTAB é resultado da combinação de dois modelos: um hidrológico *steady-state*, ou seja, em condição de equilíbrio (O'Loughlin, 1986) e um de estabilidade de encostas baseado na Equação do Talude Infinito (Selby, 1993). A equação de controle topográfico, utilizada para a realização deste trabalho, é apresentada na Equação (1).

$$\log\left(\frac{Q}{T}\right) = \frac{\text{sen } \theta}{a/b} + \frac{\rho_s}{\rho_w} \left(1 - \frac{\tan \theta}{\tan \varphi}\right) \quad (1)$$

Ou outros modelos como AHP: Análise Hierárquica de Processos

m/dia), T é a transmissividade do solo (em m^2/dia), a é a área drenada a montante (em m^2), b é o comprimento de contorno de cada elemento topográfico (em m), ρ_s é a densidade aparente do solo

Os movimentos de massa têm diversos fatores condicionantes para deflagração, sendo que estes podem estar associados à **Geologia** (litologia, padrões de fraturas, falhas, mantos de intemperismo, etc.), **Geomorfologia** (declividade, formas do relevo, orientação da encosta, etc.), **Pedologia** (descontinuidades do solo, depósitos de encostas, etc.) e **Condições climáticas** (regime pluvial e radiação solar, principalmente) locais e serem incrementados pela **ação humana**, sob a forma de desmatamento, cortes de taludes, descarte de lixo, esgoto e água de forma desordenada.

O que é Desastre (Natural)?

- ▶ A conceituação adotada pela UN-ISDR (2009) considera desastre como **uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos**. Os critérios objetivos adotados no Relatório Estatístico Anual do EM-DAT (Emergency Disasters Data Base) sobre Desastres de 2007 (Scheuren, et. al. 2008) consideram a ocorrência de pelo menos um dos seguintes critérios:
 - 10 ou mais óbitos;
 - 100 ou mais pessoas afetadas;
 - declaração de estado de emergência;
 - pedido de auxílio internacional.

Escorregamentos na região serrana no Estado RJ:



Intensidade:

Tabela 1.1. Classificação dos desastres em relação à intensidade (modificado de Kobiyama *et al*, 2006).

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastres de pequeno porte, também chamados de <u>acidentes</u> , onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo menor que 5% PIB municipal)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (Prejuízos entre 5% e 10% PIB municipal)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. (Prejuízos entre 10% e 30% PIB municipal)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (Situação de Emergência – SE)
IV	De muito grande intensidade, com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (Prejuízos maiores que 30% PIB municipal)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. (Estado de Calamidade Pública – ECP)

Quais são os desastres naturais?

RIO GRANDE DO NORTE 

Saiba quais são os desastres mais frequentes atendidos pela Defesa Civil:

Região Norte: incêndios florestais e inundações.

Região Nordeste: secas e inundações.

Região Centro-Oeste: incêndios florestais.

Região Sudeste: deslizamentos e inundações.

Região Sul: inundações, vendavais e granizo.



Cinco tremores de terra são registrados em três cidades do RN

Abalos sísmicos tiveram magnitudes entre 1.2 e 2.7 e foram sentidos em Pedra Preta, Caraúbas e Portalegre.

Por G1 RN

08/03/2021 11h46 - Atualizado há 5 meses

RN – Natal: subsidência e abalos sísmicos
AL – Maceió: subsidência (sal-gema)
Recôncavo Baiano: abalos sísmicos

Distribuição por região dos desastres atendidos pela Defesa Civil Nacional (SEDEC, 2009).

Deslizamento na ES-177 (Jerônimo Monteiro – Muqui)

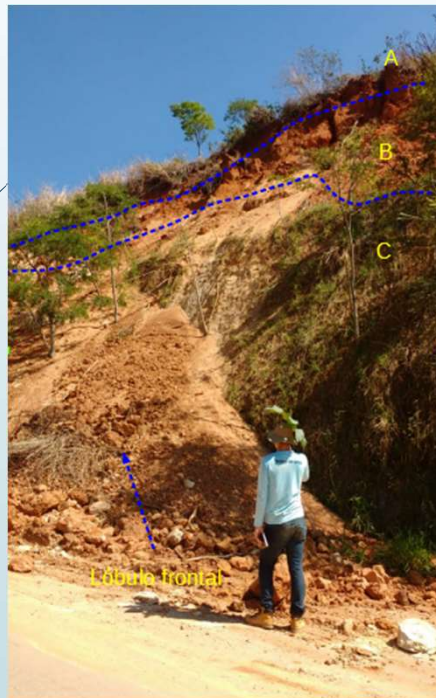
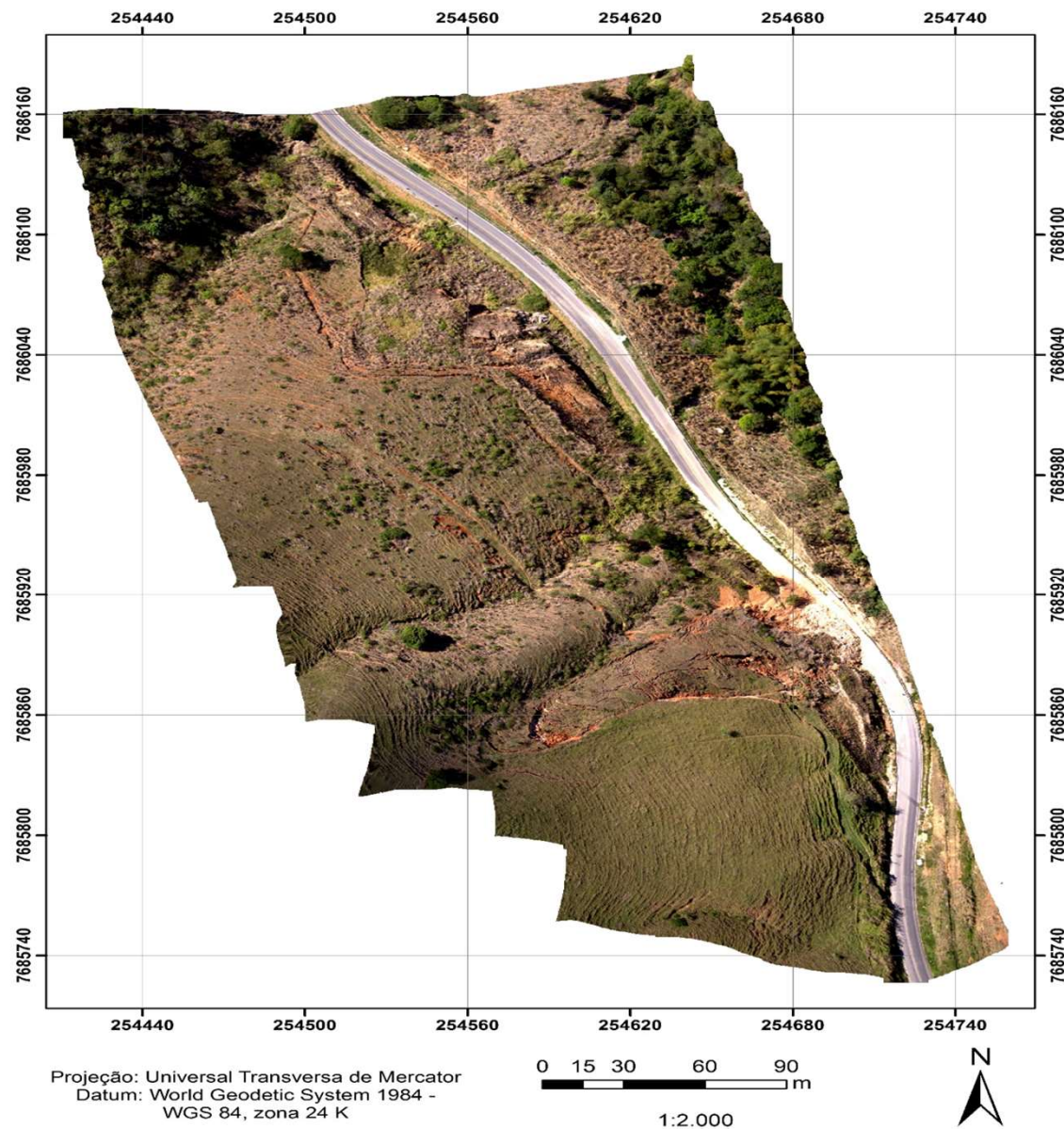


Imagem obtida por
VANT no
TCC/UFES/Geologia:

ANÁLISE GEOAMBIENTAL
DO ESCORREGAMENTO
NA SERRA DA ALIANÇA,
KM 14 DA RODOVIA
ES177 (MUQUI – ES).
FELIPE BREMENKAMP
THOMES



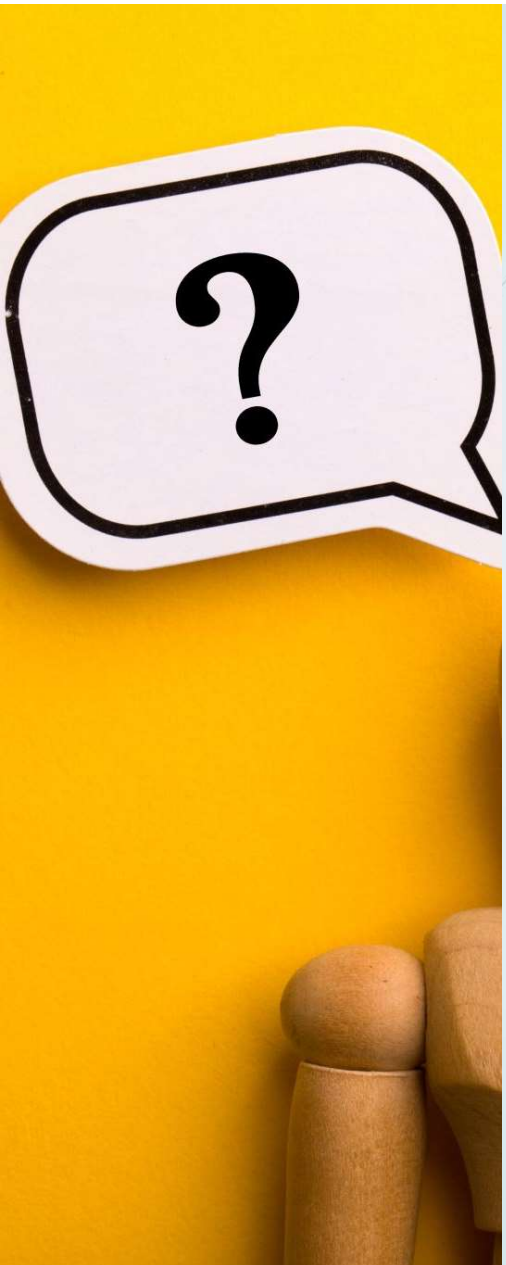
Tipos de movimentos de massa:

Tabela 2.1. Principais tipos de movimentos de massa em encostas (Augusto Filho, 1992).

Processos	Dinâmica/Geometria/Material
Rastejos	<ul style="list-style-type: none"> vários planos de deslocamento (internos) velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade movimentos constantes, sazonais ou intermitentes solo, depósitos, rocha alterada/fraturada geometria indefinida
Escorregamentos	<ul style="list-style-type: none"> poucos planos de deslocamento (externos) velocidades médias (m/h) a altas (m/s) pequenos a grandes volumes de material geometria e materiais variáveis: <p>Planares – solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; Circulares – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas Em cunha – solos e rochas com dois planos de fraqueza</p>
Quedas	<ul style="list-style-type: none"> sem planos de deslocamento movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado velocidades muito altas (vários m/s) material rochoso pequenos a médios volumes geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. <p>Rolamento de matacão Tombamento</p>
Corridas	<ul style="list-style-type: none"> muitas superfícies de deslocamento movimento semelhante ao de um líquido viscoso desenvolvimento ao longo das drenagens velocidades médias a altas mobilização de solo, rocha, detritos e água grandes volumes de material extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Queda e rolamento de blocos:





Desastres Naturais?

“É triste pensar que a natureza fala e que o gênero humano não a ouve”

Victor Hugo

Considerações Iniciais

- ▶ Os Desastres Naturais constituem um tema cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, independentemente destas residirem ou não em áreas de risco. Ainda que em um primeiro momento o termo nos leve a associá-lo com terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, ciclones e furacões, os Desastres Naturais contemplam, também, processos e fenômenos mais localizados tais como **deslizamentos, inundações, subsidências e erosão, que podem ocorrer naturalmente ou induzidos pelo homem.**
- ▶ Responsáveis por expressivos danos e perdas, de caráter social, econômico e ambiental, os desastres naturais têm tido uma recorrência e impactos cada vez mais intensos, o que os cientistas sugerem já ser resultado das mudanças climáticas globais.
- ▶ No sudeste do Brasil, é bastante comum a ocorrência de deslizamentos (colapsos) e inundações (cheias). **A Subsidência** é comum em regiões cársticas e semiáridas; nos centros urbanos também acontece.
- ▶ **Deve-se levar em consideração também os problemas de solos colapsíveis, carstificação (carsts ou dolinas), reativação de falhas, fraturas, escassez hídrica, pluma salina, entre outros problemas geológicos e/ou geotécnicos.**

DESASTRES AMBIENTAIS: POR QUE OCORREM?

- ▶ A relação do homem com a natureza ao longo da história evoluiu de uma total submissão e aceitação fatalista dos fenômenos da natureza a uma visão equivocada de dominação pela tecnologia.
- ▶ Obviamente os **avanços tecnológicos** permitem hoje que a humanidade enfrente melhor os perigos decorrentes destes fenômenos. Cabe destacar que, para a efetiva prevenção dos fenômenos naturais, as leis da natureza devem ser respeitadas. Ou seja, **estes fenômenos devem ser bem conhecidos quanto à sua ocorrência, mecanismos e medidas de prevenção.**
- ▶ Os desastres naturais podem ser provocados por diversos fenômenos, tais como, inundações, escorregamentos, erosão, terremotos, tornados, furacões, tempestades, estiagem, entre outros. Além da intensidade dos fenômenos naturais, **o acelerado processo de urbanização verificado nas últimas décadas**, em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, levou ao crescimento das cidades, **muitas vezes em áreas impróprias à ocupação**, aumentando as situações de perigo e de risco a desastres naturais.
- ▶ *Além disso, diversos estudos indicam que a variabilidade climática atual, com tendência para o aquecimento global, está associada a um aumento de extremos climáticos.* Nesta situação, os **eventos de temporais, de chuvas intensas**, de tornados ou de **estiagens severas**, entre outros, podem tornar-se mais frequentes, aumentando a possibilidade de incidência de desastres naturais, tais como a **Subsidência e o Colapso de Solos.**

Escorregamentos

Lídia Keiko Tominaga

"... e não há imenso tempo, com as grandes chuvas desabaram porções das serras, que vieram entulhar o rio das Minas e o ribeirão de Mandira, arrastando consigo enormes madeiras com graves prejuízos dos moradores..., julgando nisto um castigo visível da mão divina"

(Martim Francisco Ribeiro de Andrade, 1805 - Relato de ocorrência de escorregamentos e de corrida de trítica próximo a Cananéia (SP) no "Diário de uma Viagem Mineralógica", em 1805 (apud Infantí & Fornasari Filho, 1998))



Escorregamento em Campo Largo, SP, 2009. Fonte: Acesso IG.

Escorregamentos

Os escorregamentos, também conhecidos como deslizamentos, são processos de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rochas e vegetação. Estes processos estão presentes nas regiões montanhosas e serranas em várias partes do mundo, principalmente naquelas onde predominam climas úmidos. No Brasil, são mais frequentes nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

Os movimentos de massa consistem em importante processo natural que atua na dinâmica das vertentes, fazendo parte da evolução geomorfológica em regiões serranas.

Entretanto, o crescimento da ocupação urbana indiscriminada em áreas desfavoráveis, sem o adequado planejamento do uso do solo e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, está disseminando a ocorrência de acidentes associados a estes processos, que muitas vezes atingem dimensões de desastres (Tominaga, 2007).

Movimento de massa é o movimento do solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade. A contribuição de outro meio, como água ou gelo se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos.

Escorregamentos: movimentos de massa complexos!



Tabela 2.1. Principais tipos de movimentos de massa em encostas (Augusto Filho, 1992).

Processos	Dinâmica/Geometria/Material
Rastejos	<ul style="list-style-type: none"> vários planos de deslocamento (internos) velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade movimentos constantes, sazonais ou intermitentes solo, depósitos, rocha alterada/fraturada geometria indefinida
Escorregamentos	<ul style="list-style-type: none"> poucos planos de deslocamento (externos) velocidades médias (m/h) a altas (m/s) pequenos a grandes volumes de material geometria e materiais variáveis: <p>Planares – solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; Circulares – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas Em cunha – solos e rochas com dois planos de fraqueza</p>
Quedas	<ul style="list-style-type: none"> sem planos de deslocamento movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado velocidades muito altas (vários m/s) material rochoso pequenos a médios volumes geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. <p>Rolamento de matacão Tombamento</p>
Corridas	<ul style="list-style-type: none"> muitas superfícies de deslocamento movimento semelhante ao de um líquido viscoso desenvolvimento ao longo das drenagens velocidades médias a altas mobilização de solo, rocha, detritos e água grandes volumes de material extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

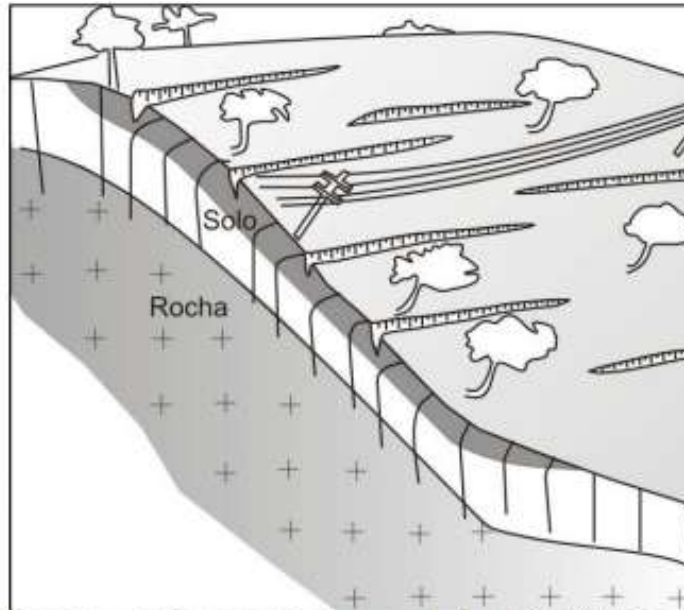


Figura 1 – Perfil esquemático do processo de rastejo (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 2 – Árvores inclinadas e degraus de abatimento indicando processos de rastejo (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

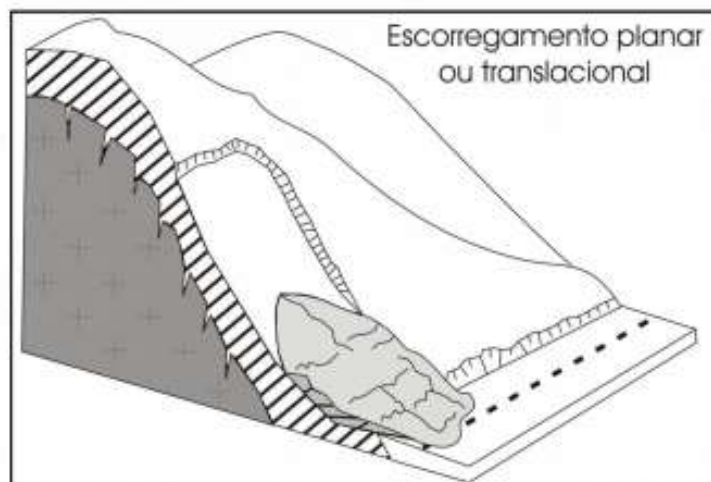


Figura 3 – Perfil esquemático de deslizamentos planares (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 4 – Deslizamentos planares induzidos pela ocupação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Escorregamento circular ou rotacional

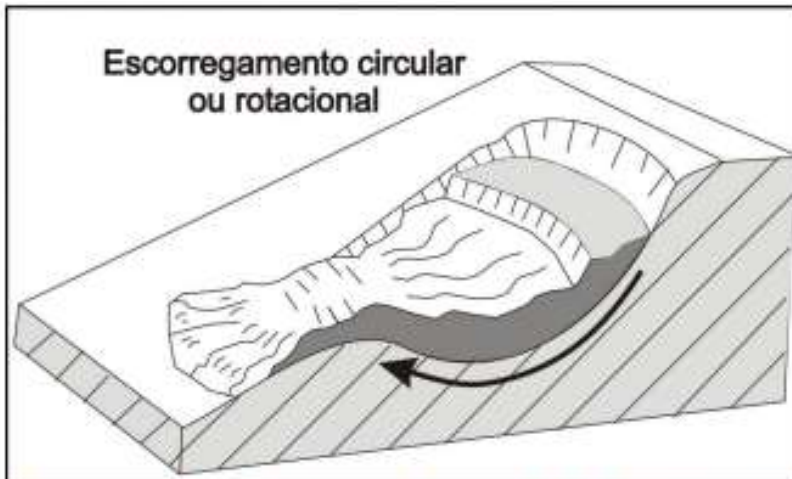


Figura 5 – Perfil esquemático do deslizamento circular ou rotacional (Min. das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 6 – Deslizamento circular ou rotacional (Fonte: Sirden-CTGeo-IPT).

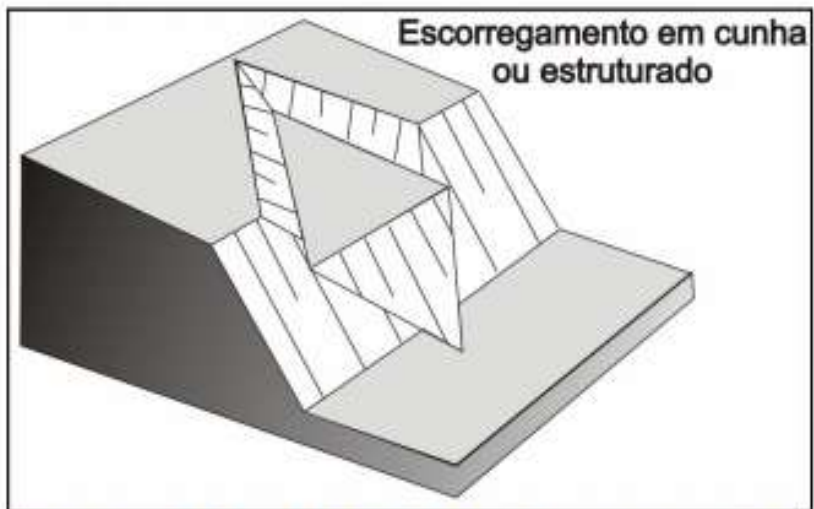


Figura 7 – Perfil esquemático de um deslizamento em cunha ou estruturado (Min. das Cidades, Inst. de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP – IPT, 2007).



Figura 8 – Deslizamento em cunha ou estruturado. (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

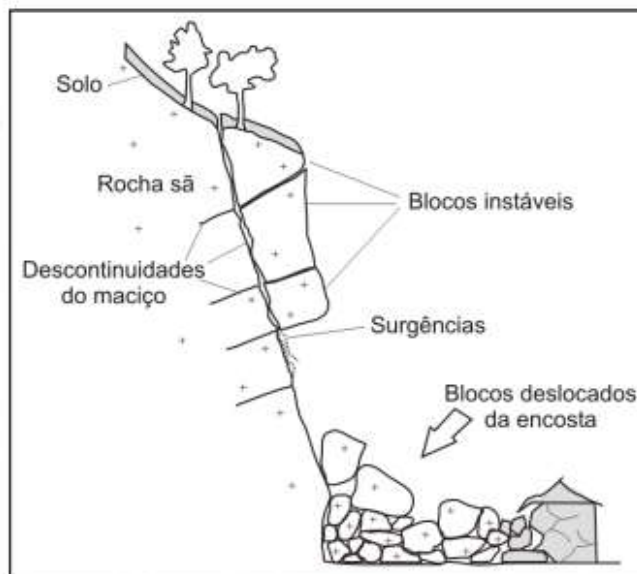


Figura 9 – Perfil esquemático do processo de queda de blocos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

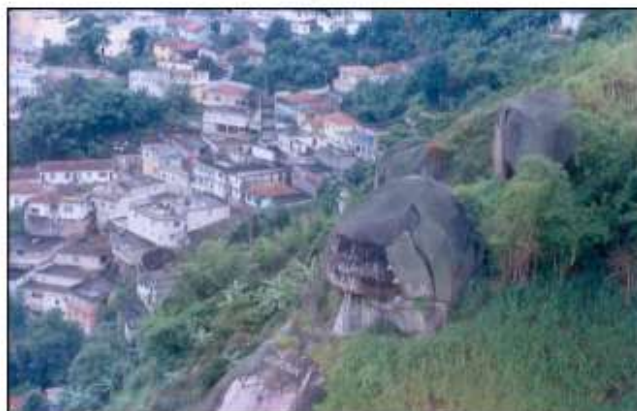


Figura 10 – Área de risco de processos de queda de blocos rochosos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

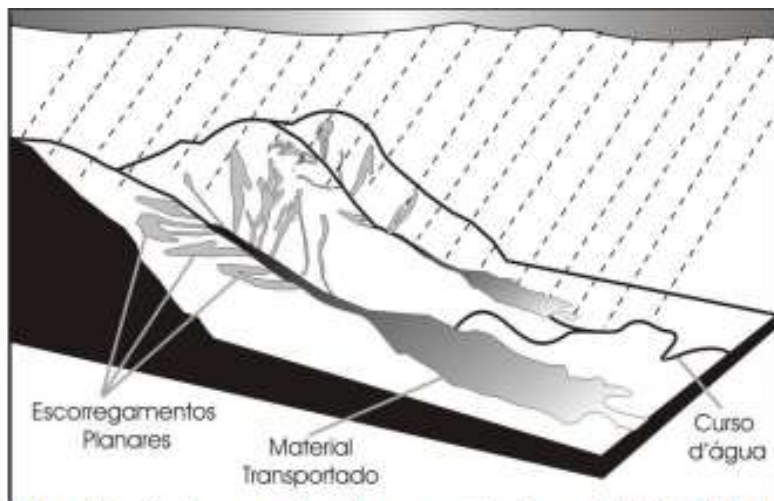


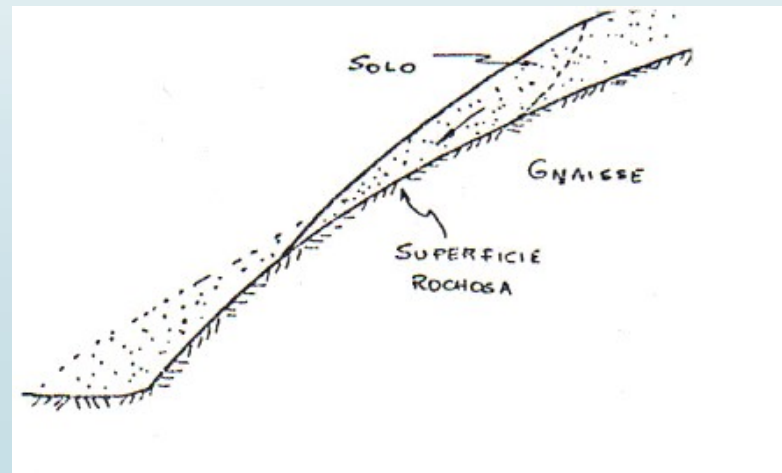
Figura 13 – Perfil esquemático de processos do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



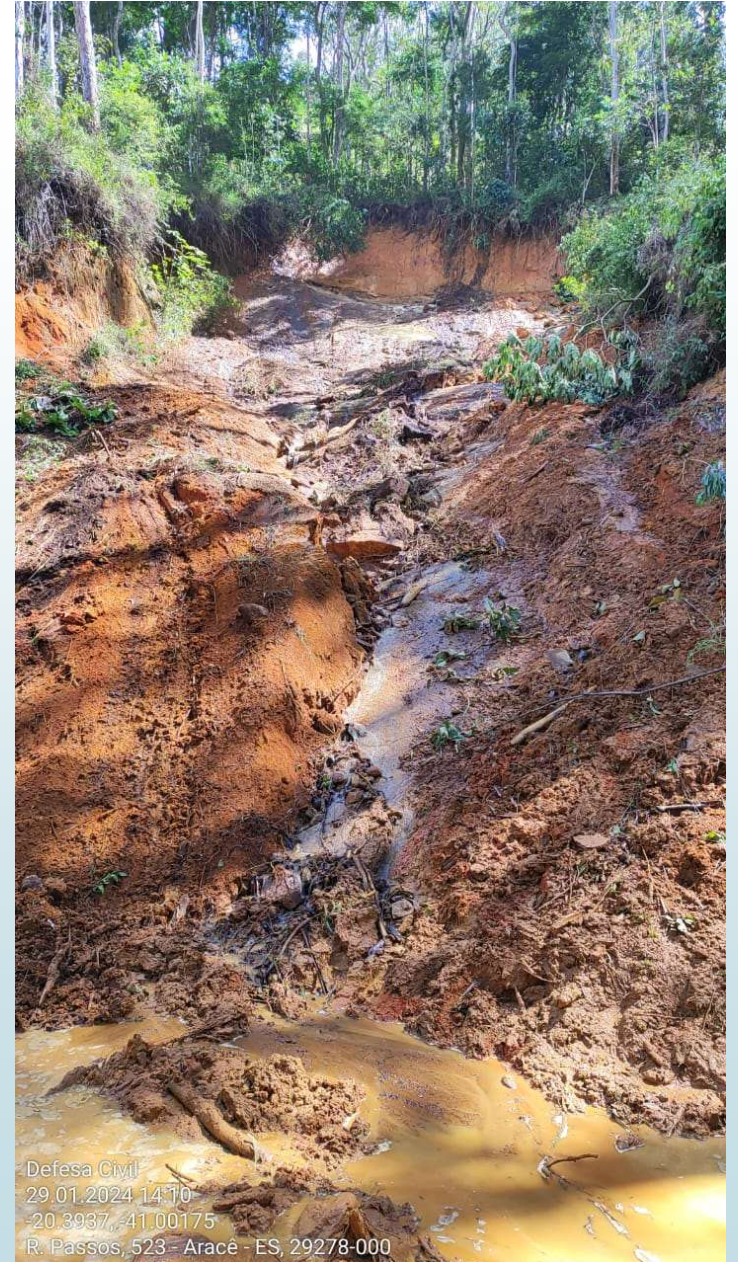
Figura 14 – Acidente associado ao processo do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Escorregamento por descontinuidades

- O contato solo-rocha constitui, em geral, uma zona de transição entre esses materiais.
- Quando ocorre um contraste de resistência acentuado entre eles, com inclinação forte e, principalmente, na presença de água, a zona de contato pode condicionar a instabilidade do talude (figura 03).
- Figura 03 – Condicionantes geológicas desfavoráveis à estabilidade de um talude – exemplo: *Escorregamentos Superficiais (região gnáissica)*:



Pedra Azul (ES) – Aracê (Domingos Martins)



Defesa Civil
29.01.2024 14:10
-20.3937, -41.00175
R. Passos, 523 - Aracê - ES, 29278-000

PAUSA CONSCIENTE – voltamos em 10 min

Trabalhamos com o Projeto de Extensão
“**Soluções Geológicas: Caracterização de Solos e Rochas**” na UFES.

Nesse projeto, propomos soluções de baixo custo para estabilização de taludes e controles de inundações.

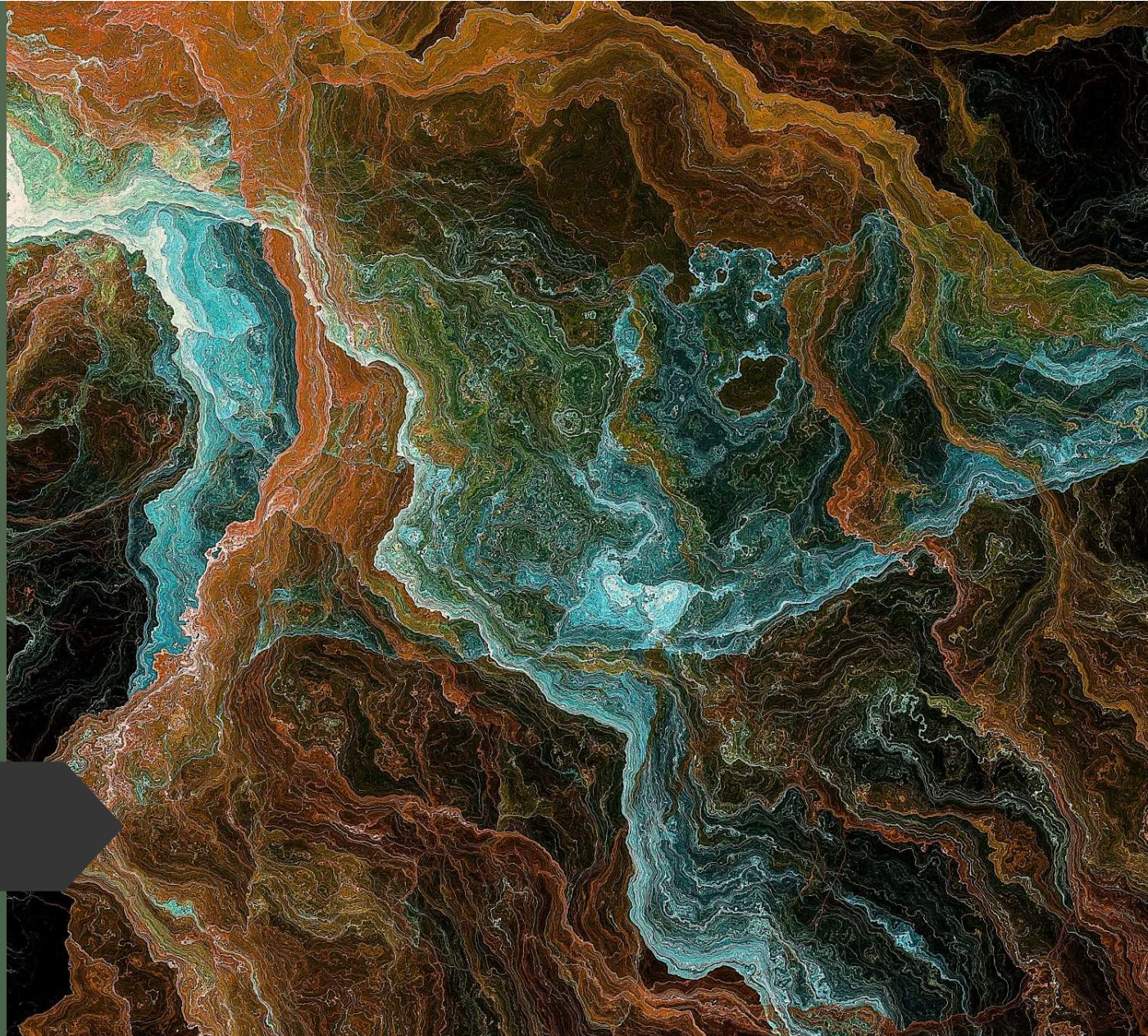
Siga: **@analisegeotecnicalegre**

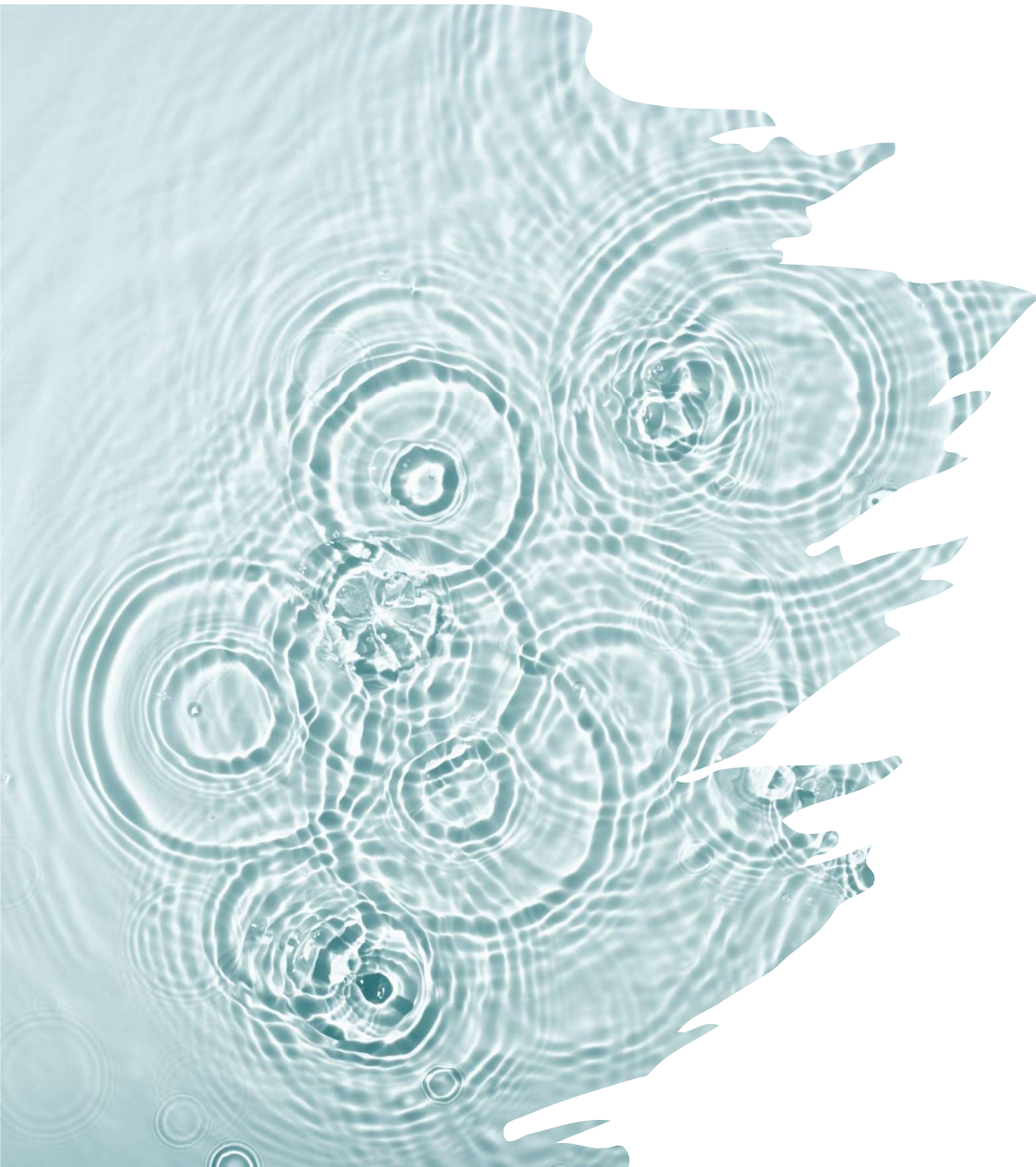
@edermoreira7777



5. Inundações

Cheias (ou enchentes)





Breves conceitos

- **INUNDAÇÃO:** processo de extravasamento das águas de um curso d'água para áreas marginais, ou seja, ocorre quando o fluxo d'água é superior à capacidade de descarga do canal.
- **ALAGAMENTO:** acumulação inesperada de água.
- **ENXURRADA:** concentração de águas em drenagens, sarjetas.
- **ENCHENTE (ou cheia):** acréscimo na descarga d'água por um determinado período.



Inundação

- Um dos fatores que mais interferem na ocorrência de inundação é a **quantidade e o tipo de vegetação existente na bacia de captação da drenagem**. Esta vegetação:
 - - facilita a infiltração das águas pluviais para o solo
 - - diminui a velocidade de escoamento superficial
- Assim, reduz a quantidade de água no canal em um mesmo momento, e por consequência, diminui a possibilidade de ocorrer uma inundação.
- Já a interferência antrópica com a realização de obras de **impermeabilização do solo** e aumento da velocidade de escoamento, contribui para a ocorrência cada vez mais intensa de inundações.

Inundação

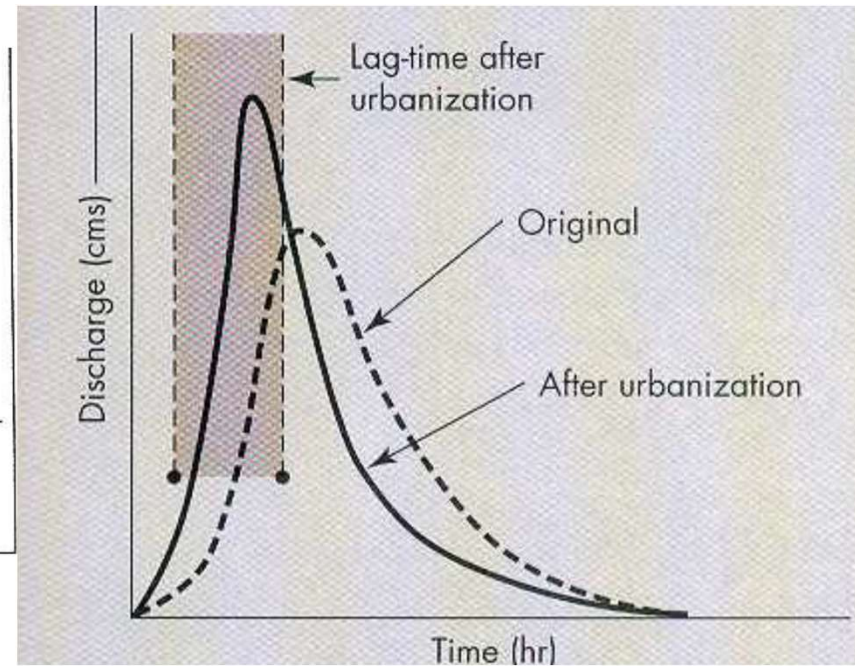
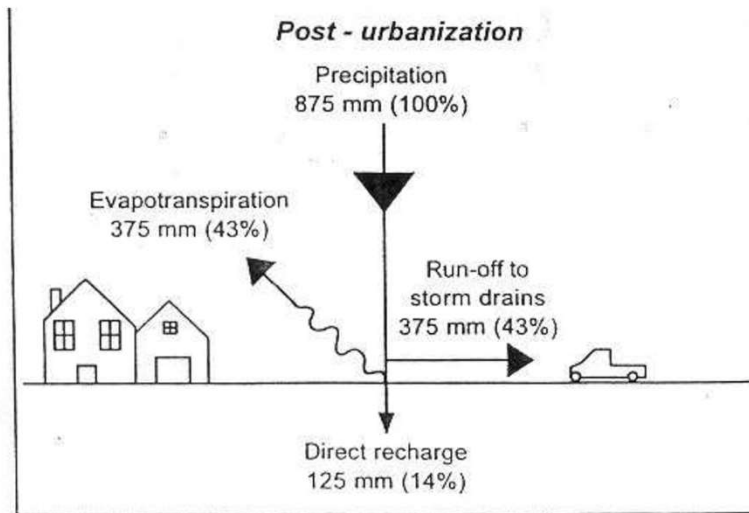
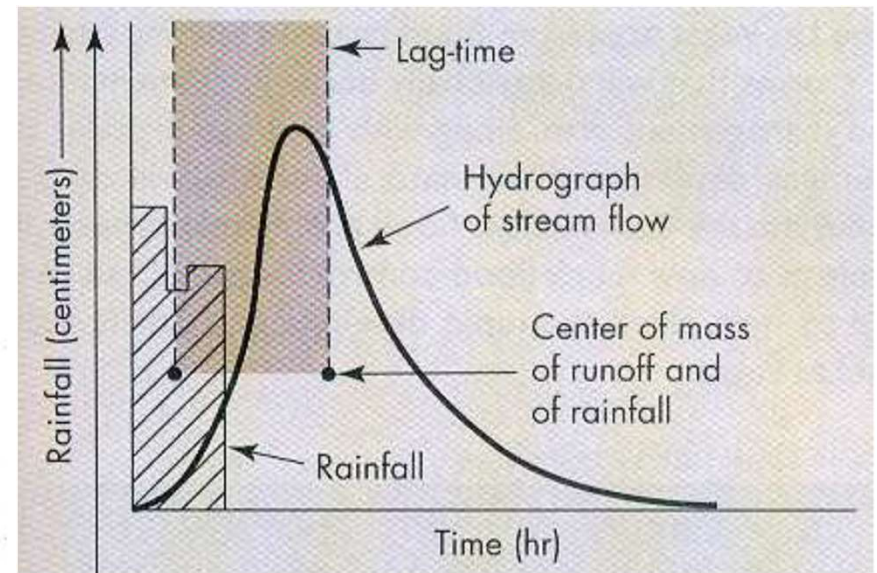
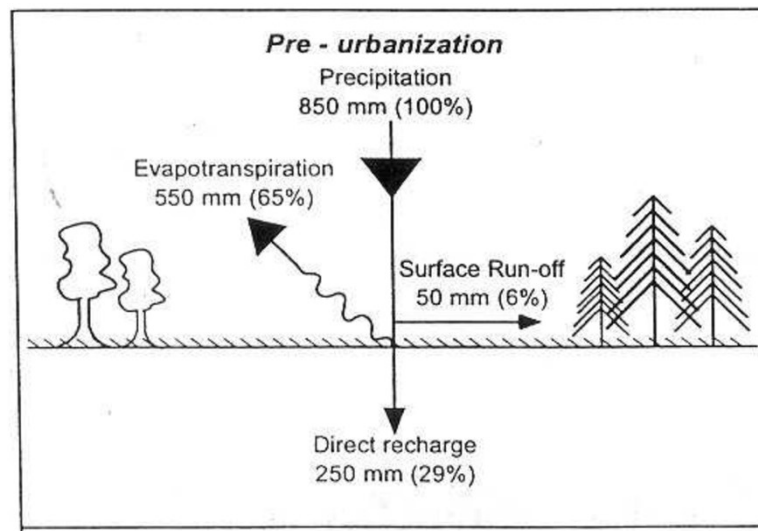


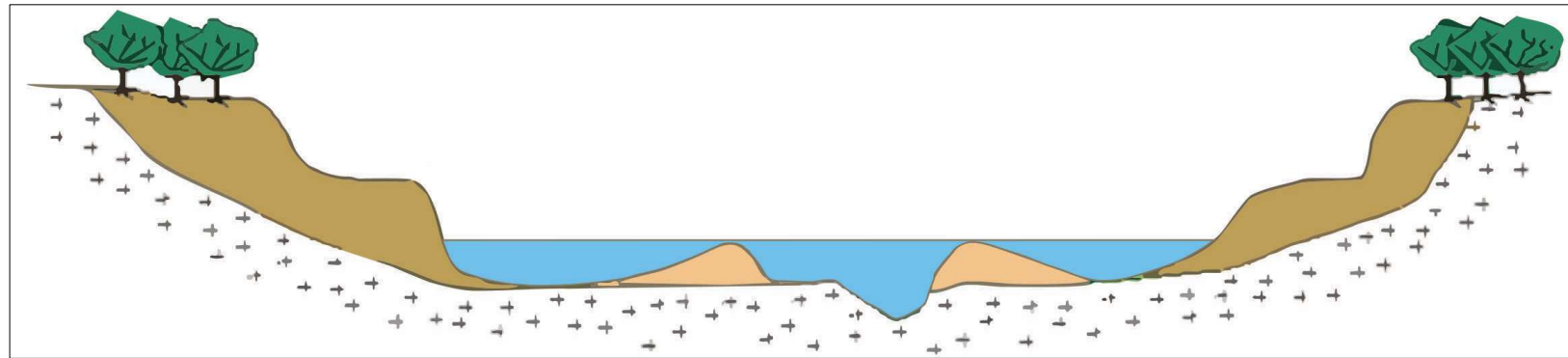
Figure 2 Recharge pathways before and after urbanization.

Inundação

- **Dinâmica fluvial - definições:** (Tricart, 1966 apud Infanti Jr & Fornasari Filho, 1998)
- **CHEIA:** constitui as maiores vazões diárias ocorridas em cada ano, sem levar em consideração se causaram ou não inundação.
- **LEITO MENOR:** leito definido pelos diques marginais, sendo que o escoamento de água é constante, impedindo o crescimento de vegetação.
- **LEITO DE VAZANTE:** está encaixado no leito menor, acompanhando a linha de maior profundidade do leito (talvegue), sendo responsável pelo escoamento das águas na época de estiagem.

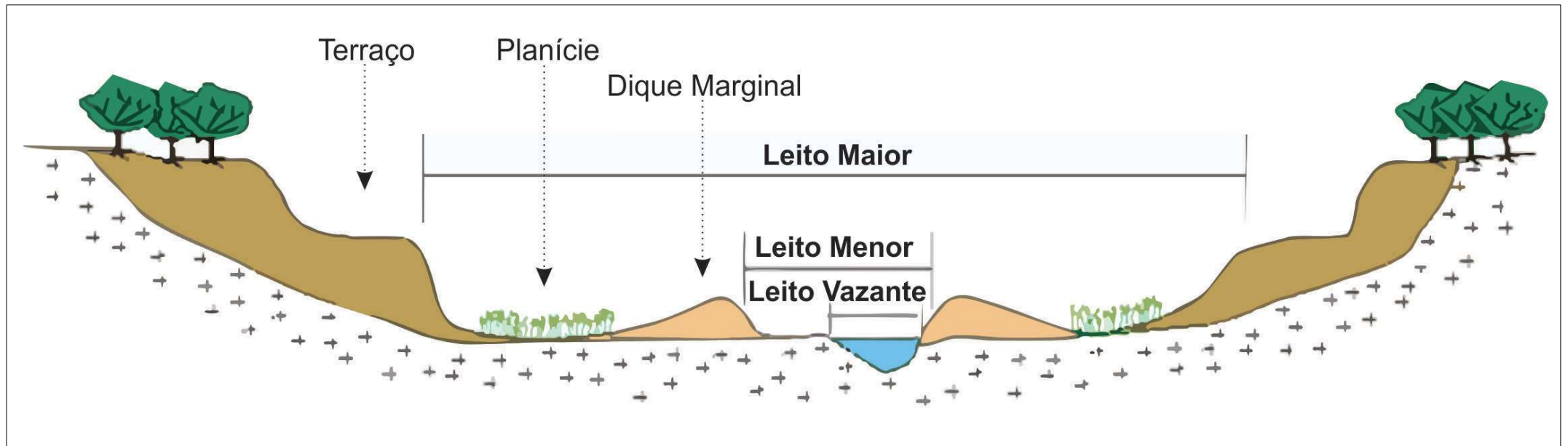
- **Dinâmica fluvial - definições:**

- **LEITO MAIOR:** corresponde ao leito menor mais a planície de inundação, sendo ocupado nas épocas de inundações.
- **DIQUES MARGINAIS:** constituem depósitos de crista baixas e alongadas acumulados ao longo das margens dos rios (Mendes, 1984).
- **TERRAÇO:** superfície horizontal ou levemente inclinada limitada por declives no mesmo sentido, constituindo patamar de depósito sedimentar, modelado pela erosão fluvial, marinha ou lacustre (Guerra, 1975).



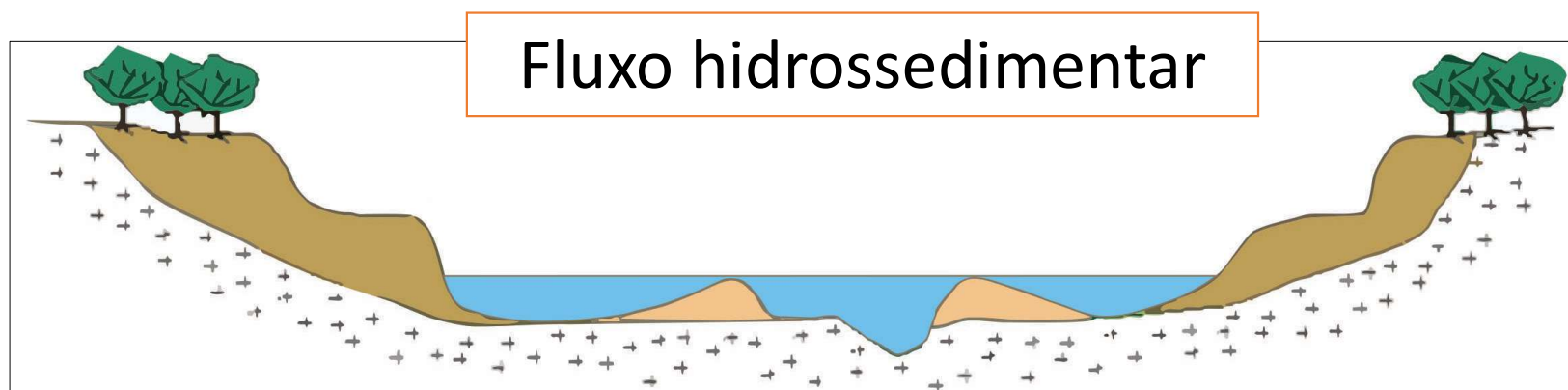
Inundação

PERFIL FLUVIAL



Inundação

- Instrumentos para estudar inundações:
- **BALANÇO HÍDRICO** - análise comparativa entre as quantidades de águas que entram (precipitação) e saem (escoamento superficial, infiltração e evapotranspiração) do sistema escolhido (bacia ou micro-bacia hidrográfica), levando-se em conta as variações das reservas hídricas superficiais e subterrâneas, durante um determinado período de tempo, sendo usado frequentemente o anual (Jorge & Uehara, 1998).
- **VAZÃO** - volume de água escoado na unidade de tempo, em uma determinada seção do curso d'água, geralmente expressa em metros cúbicos por segundo (m^3/s) ou em litros por segundo (L/s).



Assoreamento

- “Processos de acumulação de partículas sólidas (sedimentos) em meio aquoso ou aéreo, ocorrendo quando a força do agente transportador natural (curso d’água, vento) é sobrepujada pela força da gravidade ou quando a supersaturação das águas ou ar permite a deposição de partículas sólidas” (Infanti Jr & Fornasari Filho, 1998).



Evento ocorrido no interior de São Paulo
(Proin/Capes & Unesp/IGCE, 1999 em
Reis, 2001)

Assoreamento

- ▶ O processo de assoreamento é cada vez mais comum no Brasil, devido à intensificação dos processos de erosão, pela ação antrópica.

▶ interior de SP

(Proin/Capes & Unesp/IGCE, 1999).



Assoreamento



Rio Datas – MG. Foto: Cláudio Lana

Assoreamento

ASSOREAMENTO DE RESERVATÓRIOS: umas das causas de assoreamento associado a obras de reservatórios é a modificação do perfil de equilíbrio do rio, ou seja, a alteração na forma do canal e na capacidade de transporte de sólidos, devido à elevação do nível de base a montante da barragem. Isto ocasiona a redução do tempo de vida útil do mesmo.

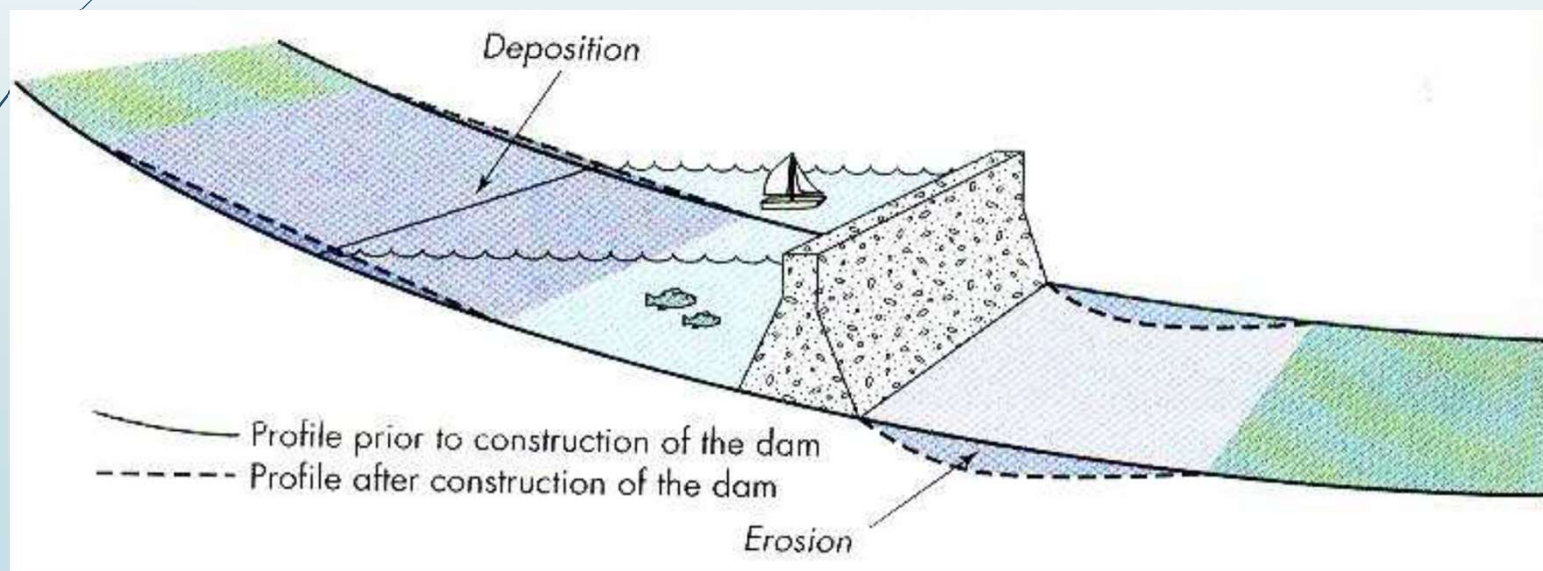


Figura: Keller (2000).

Assoreamento

► PROBLEMAS CAUSADOS PELO ASSOREAMENTO

(Oliveira, 1995):

- Perda de volume de reservatório;
- Redução da profundidade de canais;
- Perda de eficiência de obras hidráulicas;
- Produção de cheias;
- Deterioração da qualidade da água (aumento da turbidez e de sólidos dissolvidos e em suspensão);
- Diminuição da fotossíntese e oxigenação, causando morte da vida aquática;
- Prejuízos ao lazer.

Assoreamento

► COMO EVITAR O ASSOREAMENTO:

- Dragagem: medida paliativa, pois o material tirado hoje voltará amanhã através da erosão;
- Revegetação, quarteamento (agropecuária);
- Manutenção das matas ciliares;
- Realizar a gestão da bacia hidrográfica.



6. PNPDEC - Lei 12.608 de 10 de Abril de 2012

A Lei n.º 12.608/2012 trouxe importantes inovações para a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), incluindo definições claras, ênfase na participação comunitária, mapeamento de riscos, fortalecimento do Sistema Nacional, e a criação do Sistema de Informações sobre Desastres (S2ID).



Art. 1º - Esta Lei institui a **Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC**

PNPDEC - Lei 12.608 de 10 de Abril de 2012

Capítulo I

Art. 1º - Esta Lei institui a **Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC**, dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - **SINPDEC** e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - **CONPDEC**, autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres e dá outras providências.

Capítulo II

Art. 5º - São objetivos da PNPDEC:

IV - incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da **gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais**;

VI - estimular o desenvolvimento de **idades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização**;

Art. 9º - Compete à União, aos Estados e aos Municípios:

I - **desenvolver cultura nacional de prevenção de desastres**, destinada ao desenvolvimento da consciência nacional acerca dos riscos de desastre no País;

Quais são as cinco ações da Defesa Civil para a proteção?

Atua antes, durante e depois de desastres por meio de ações distintas e interrelacionadas:

- ***Prevenção;***
- ***Mitigação;***
- ***Resposta;***
- ***Recuperação.***



GEOCIENTÍFICO

ACESSO À INFORMAÇÃO

O que você procura?



Página Inicial > Gestão Territorial > Prevenção de Desastres



Apresentação



Geologia, Meio Ambiente e Saúde



Prevenção de Desastres



Ações Especiais



Recuperação Ambiental



Gestão Territorial

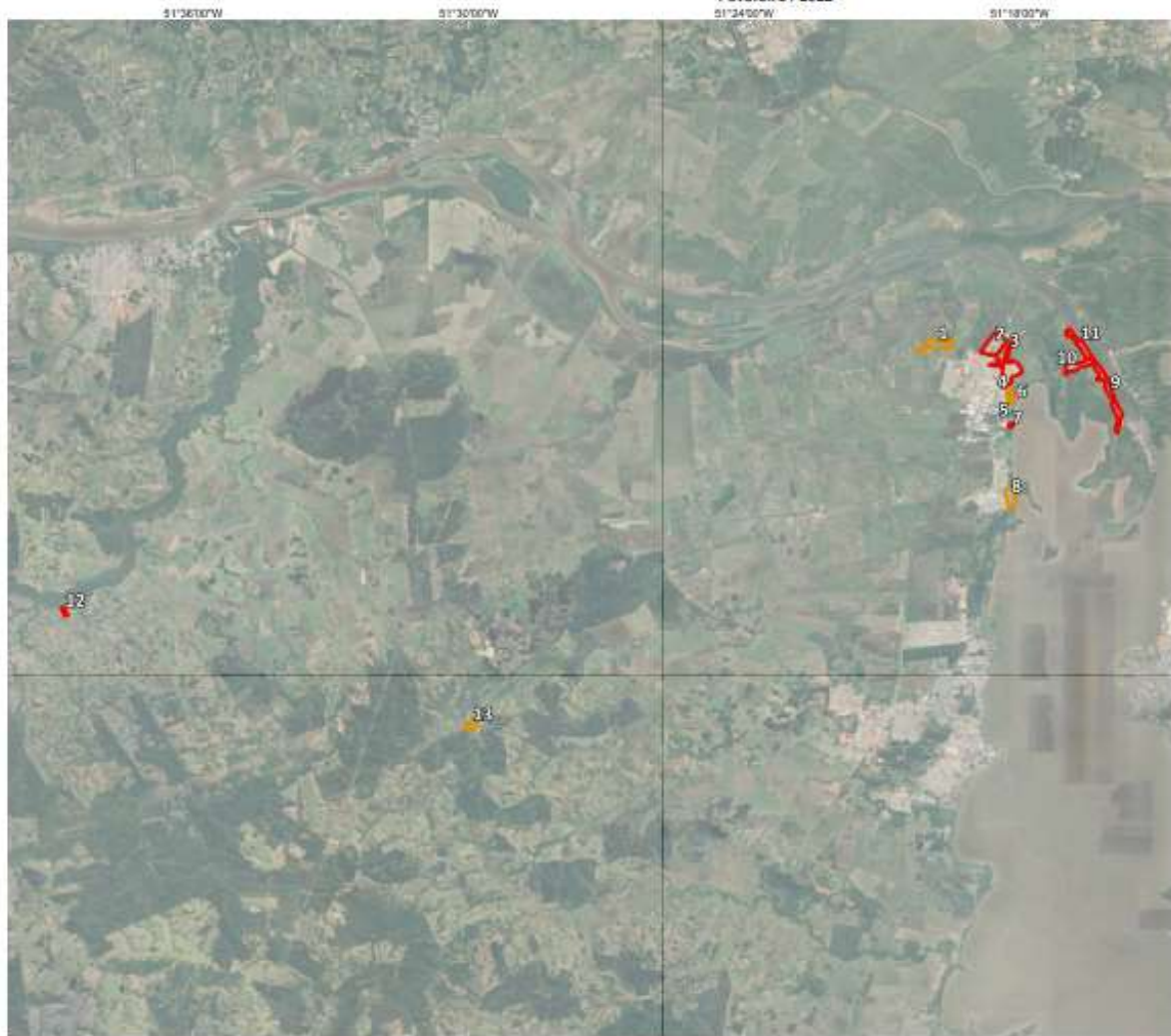


Difusão do Conhecimento

Setorização de Riscos Geológicos - Rio Grande do Sul



ELDORADO DO SUL - RS
Fevereiro / 2022



Número Total de Setores: 12
Número Total de Habitações: 1192
Número Total de Pessoas: 31022
Projetos: Florestas / Erosão / Inundações Secas / Inundações

0 5000 10000 Metros

Legenda	
Setores	Município
Alto	Setores de Risco
Muito Alto	



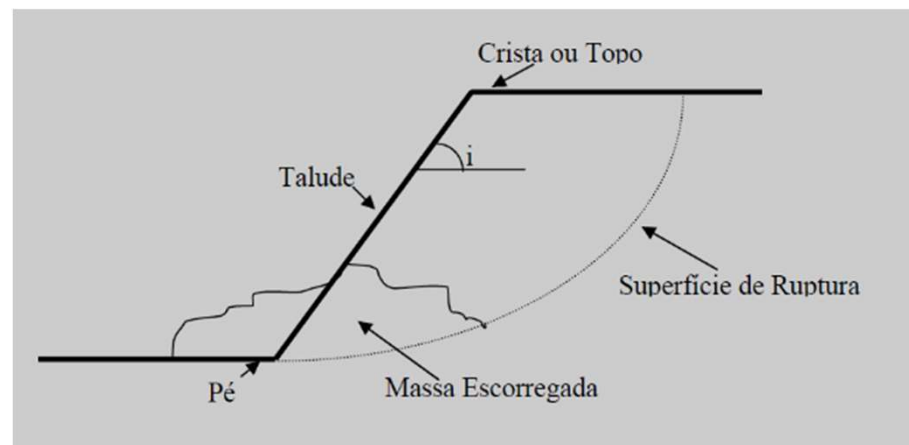
Atualização da legislação

A Lei 14.750 de 12 de dezembro de 2023 altera as Leis nºs 12.608, de 10 de abril de 2012, e 12.340, de 1º de dezembro de 2010, para melhorar os instrumentos de prevenção de **Acidentes** ou desastres e de recuperação de áreas atingidas. A lei também visa melhorar as ações de monitoramento de riscos de **Acidentes** ou desastres e a produção de alertas antecipados.



7. ESTABILIDADE DE TALUDES, CONTENÇÕES E OUTRAS SOLUÇÕES

Talude pode ser definido como uma superfície inclinada que delimita um maciço terroso ou rochoso.



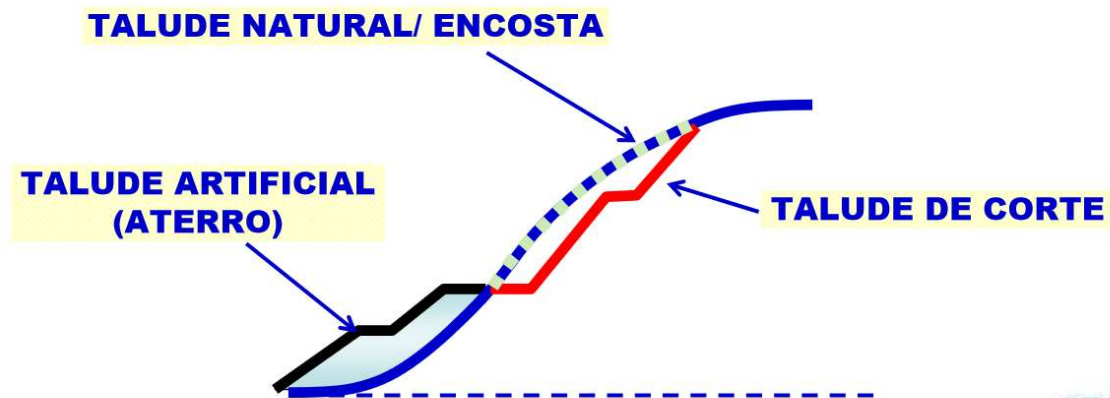
Conceitos básicos

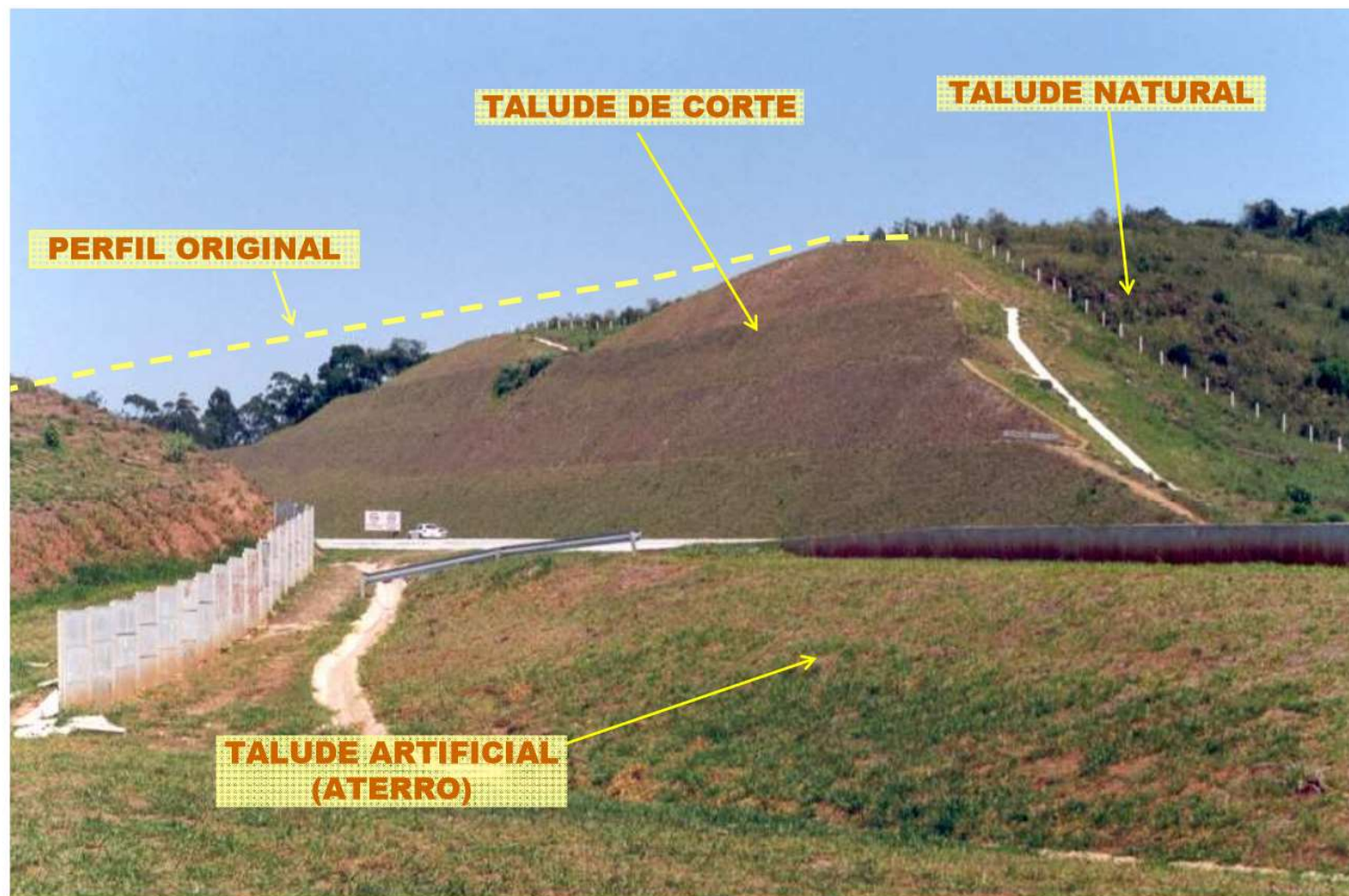
TALUDE DE CORTE

talude natural com algum tipo de escavação

TALUDE ARTIFICIAL

taludes de aterros diversos (rejeitos, bota-foras, etc.)

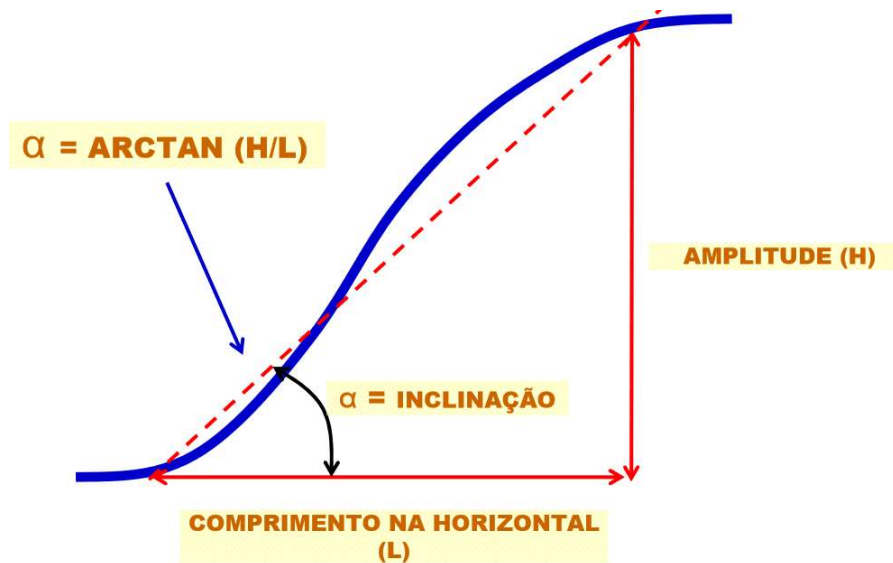




Conceitos básicos

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS BÁSICOS DO TALUDE

- AMPLITUDE OU ALTURA
- INCLINAÇÃO

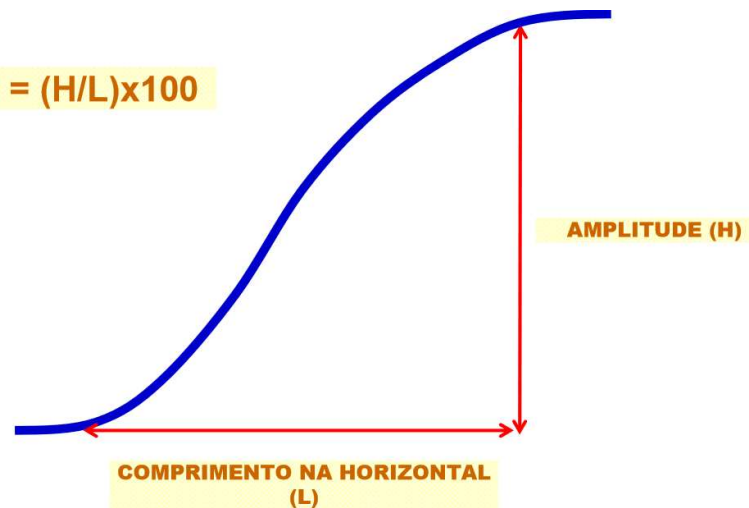


Conceitos básicos







ELEMENTOS GEOMÉTRICOS BÁSICOS DO TALUDE

- AMPLITUDE OU ALTURA
- DECLIVIDADE

$$D(\%) = (H/L) \times 100$$



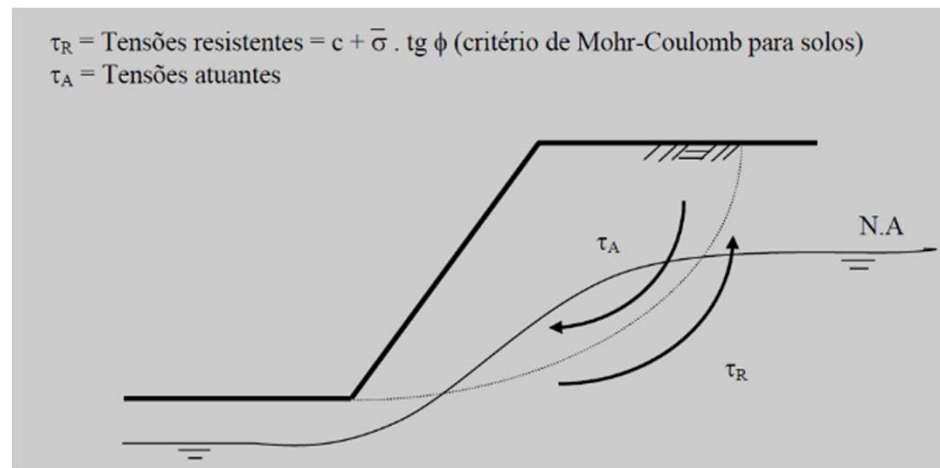
ELEMENTOS GEOMÉTRICOS BÁSICOS DO TALUDE

DECLIVIDADE		INCLINAÇÃO
$D(\%) = (H/L) \times 100$		$\alpha = \text{ARCTAN}(H/L)$
100%		45°
50%		~ 27°
30%		~ 17°
20%		~ 11°
12%		~ 7°
6%		~ 3°

Mecanismos que levam à ruptura

São aqueles que levam a um aumento dos esforços atuantes ou a uma diminuição da resistência do material que compõe o talude ou do maciço como um todo.

O material que compõe um talude tem a tendência natural de escorregar sob a influência da força da gravidade, entre outras, que são suportadas pela resistência ao cisalhamento do próprio material



Causas do aumento de τ_A ou da diminuição de τ_R

Algumas das causas do aumento de τ_A (tensões atuantes) ou da diminuição de τ_R (tensões resistentes) podem ser:

- Causas externas:

- i. Mudança da geometria do talude (inclinação e/ou altura), devido a cortes ou aterros, no talude ou em terrenos adjacentes;
- ii. Aumento da carga atuante (por sobrecargas na superfície, por exemplo);
- iii. Atividades sísmicas, e outras...

Causas do aumento de τ_A ou da diminuição de τ_R

Algumas das causas do aumento de τ_A ou da diminuição de τ_R podem ser:

- Causas internas:

- i. Variação do nível de água (N.A.), que pode gerar:
 - a) Aumento do peso específico do material;
 - b) Aumento da poro-pressão \rightarrow diminuição da pressão efetiva;
 - c) A saturação em areias faz desaparecer a coesão fictícia;
 - d) Rebaixamento rápido do NA \rightarrow forças de percolação...
- ii. Diminuição da resistência do solo (ou rocha), ou do maciço como um todo, com o tempo (por lixiviação, por mudanças nos minerais secundários, nas discontinuidades, etc.);

Agentes e causas dos escorregamentos “lato sensu”

PREDISPONENTES

complexo geológico, morfológico e climático-hidrológico; gravidade, calor solar, vegetação

EFETIVOS

PREPARATÓRIOS

- pluviosidade, erosão pela água e vento, intemperismo (ex: congelamento e degelo, variação de temperatura, dissolução química), ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento

IMEDIATOS

- chuvas intensas, fusão do gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem.



Escorregamentos



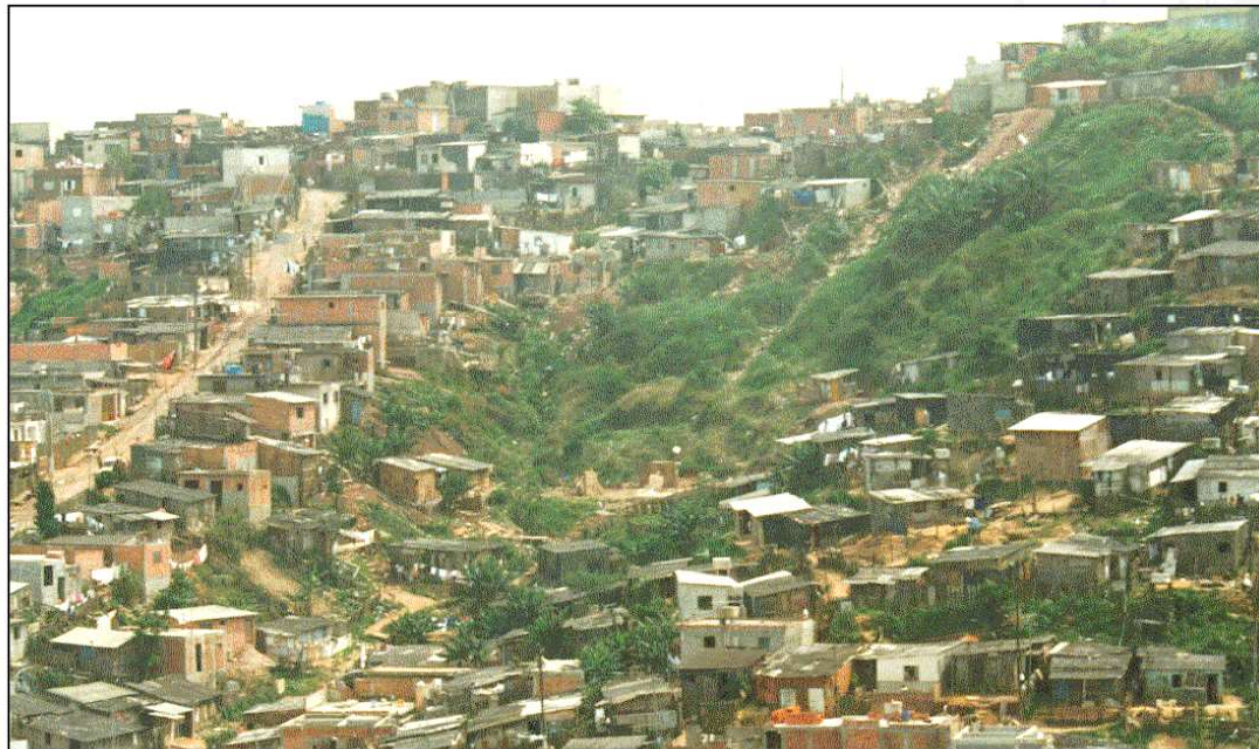
CONDICIONANTES NATURAIS:

- características dos solos e rochas
- relevo (declividade/inclinação)
- vegetação
- clima
- nível d'água

CONDICIONANTES ANTRÓPICOS:

- cortes e aterros
- desmatamento
- lançamento de água servida em superfície
- fossas sanitárias
- lixo e entulho
- cultivo inadequado

A AÇÃO ANTRÓPICA – PROCESSOS TECNOLÓGICOS COMO AGENTE INDUTOR

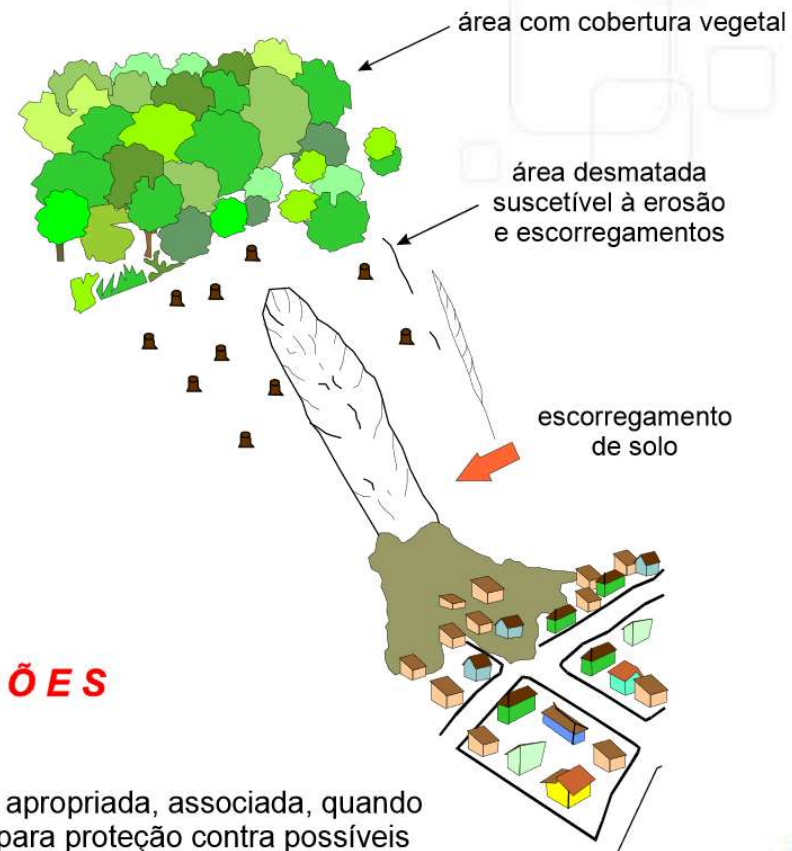


A AÇÃO ANTRÓPICA – PROCESSOS TECNOLÓGICOS COMO AGENTE INDUTOR



ipt

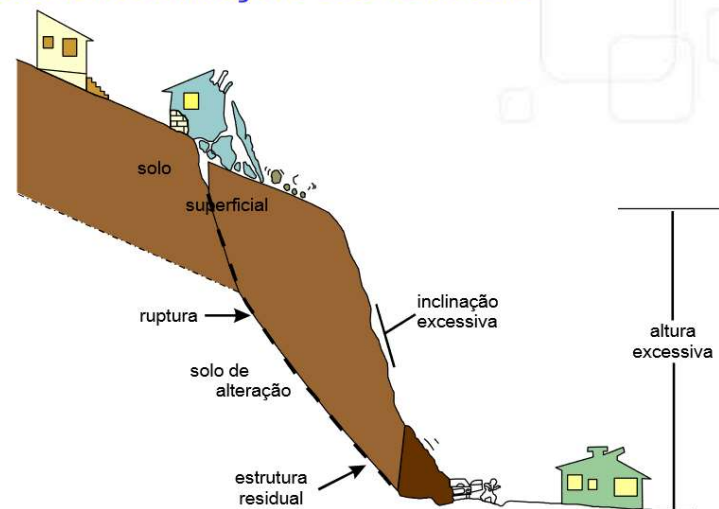
DESMATAMENTO E ESCORREGAMENTO DE SOLO



SOLUÇÕES

- ✓ remoção das bananeiras;
- ✓ implantação de cobertura vegetal apropriada, associada, quando necessário, a barreiras vegetais para proteção contra possíveis massas escorregadas.

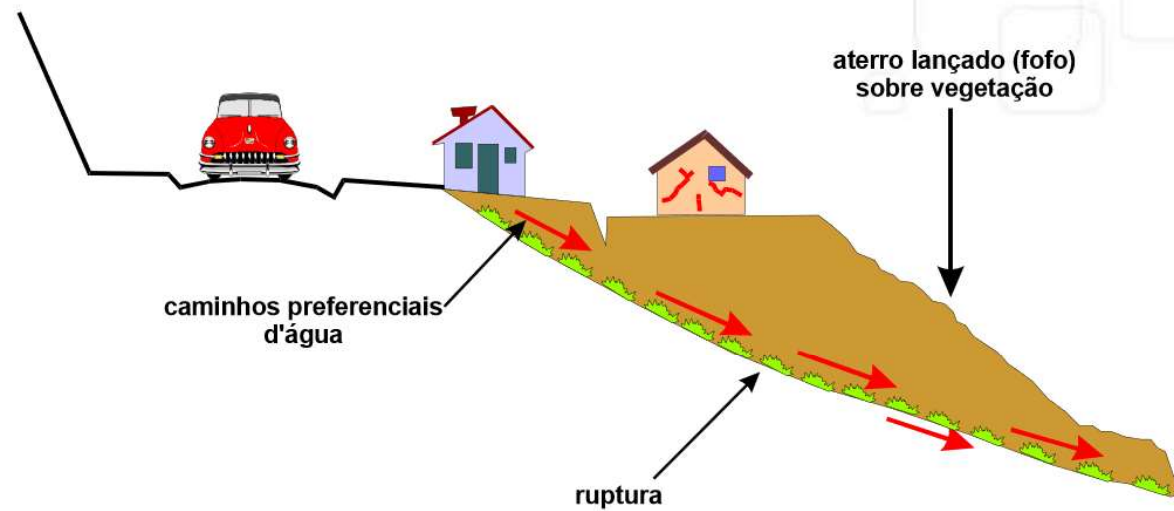
ALTURA E INCLINAÇÃO EXCESSIVAS



SOLUÇÕES

- retaludamento;
- ✓ execução de obras de contenção.

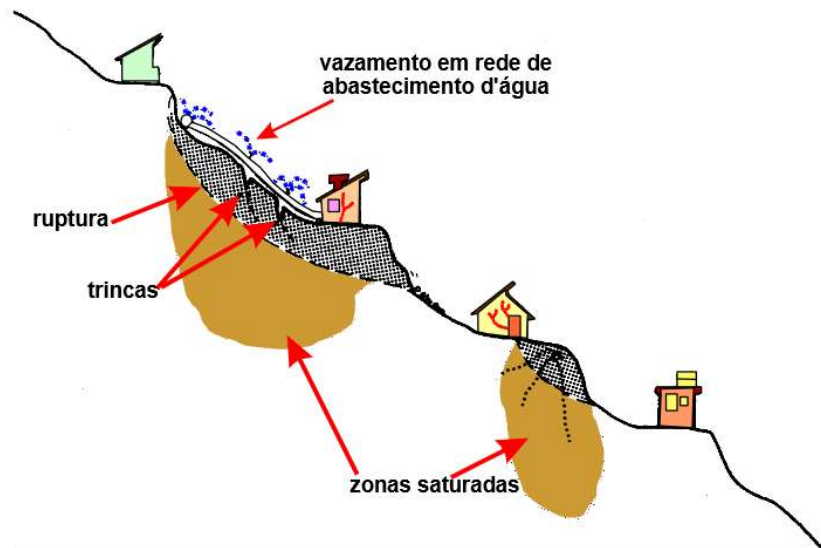
ATERRO MAL EXECUTADO



SOLUÇÕES

- ✓ execução de reaterro, associada a drenagem e proteção vegetal;
- ✓ drenagem da fundação do aterro.

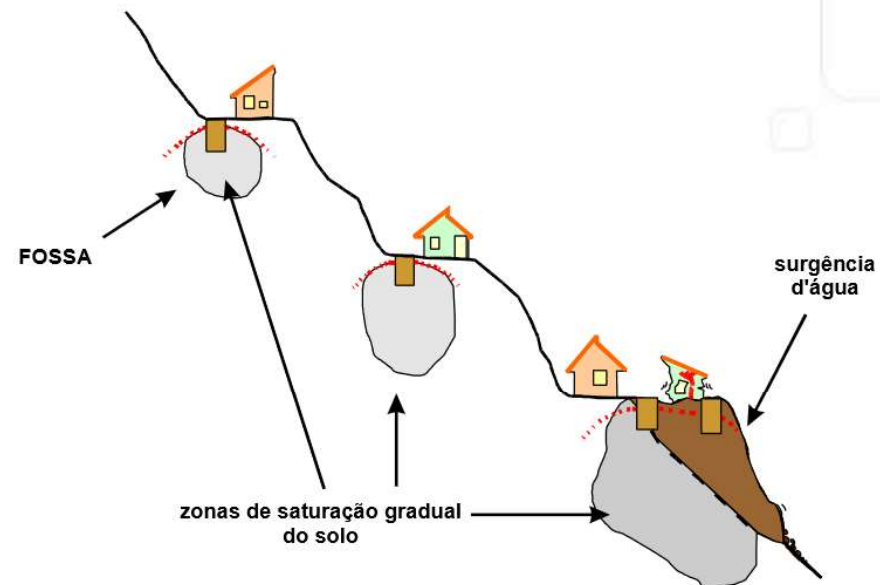
VAZAMENTO E INFILTRAÇÃO DE ÁGUA



SOLUÇÕES

- ✓ serviços de manutenção na rede já implantada;
- ✓ implantação de adequada rede de abastecimento de água

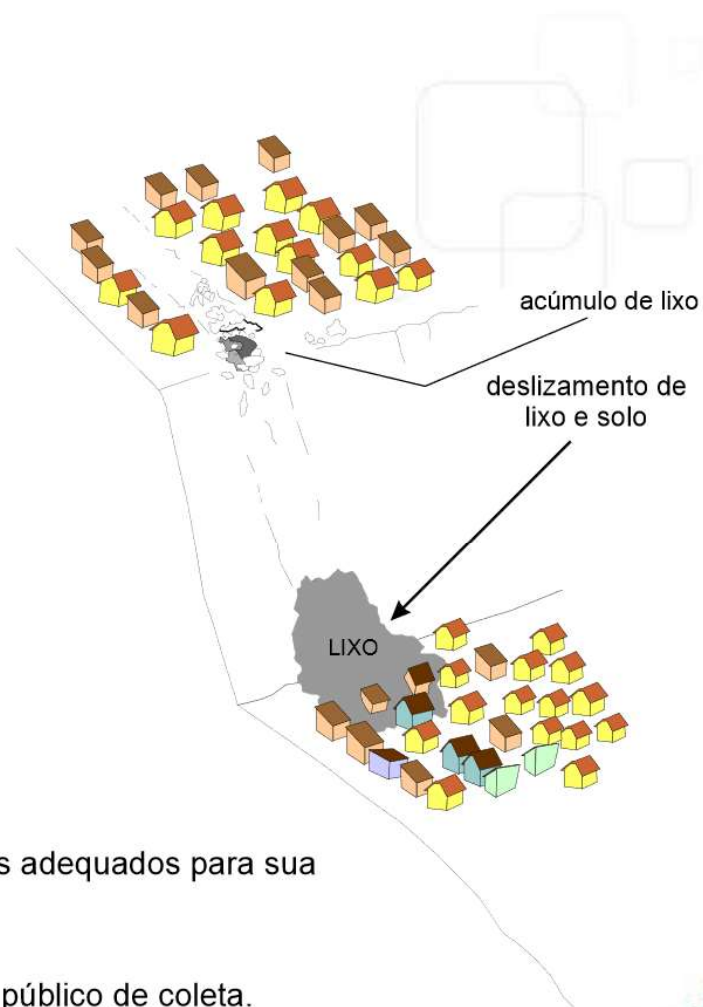
FOSSAS SÉPTICAS



SOLUÇÃO

✓ implantação de rede e de dispositivos para tratamento e disposição de esgotos.

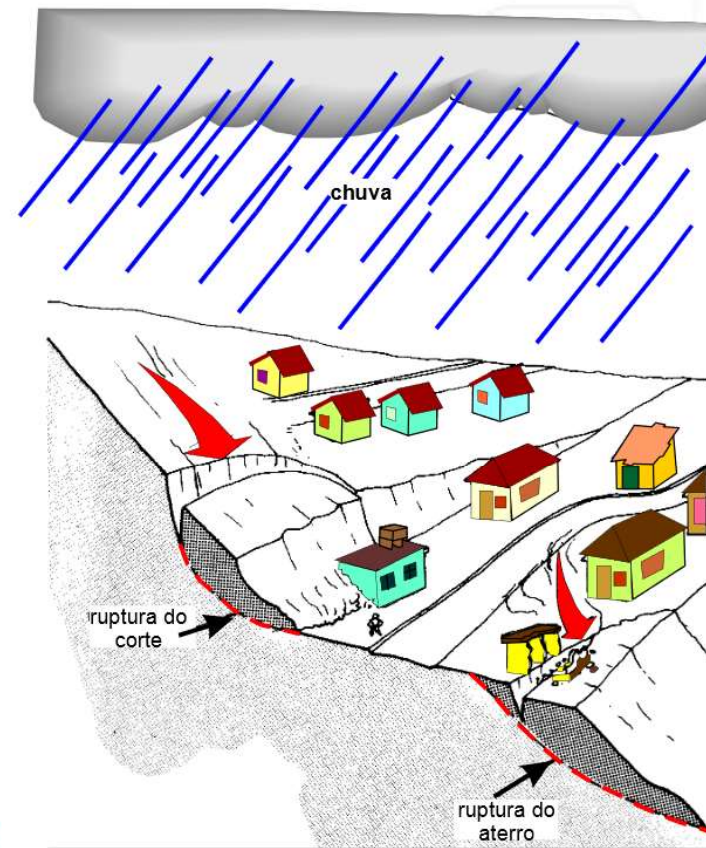
ESCORREGAMENTO DE LIXO



SOLUÇÕES

- ✓ remoção do lixo e definição de locais adequados para sua deposição;
- ✓ implantação ou melhoria do serviço público de coleta.

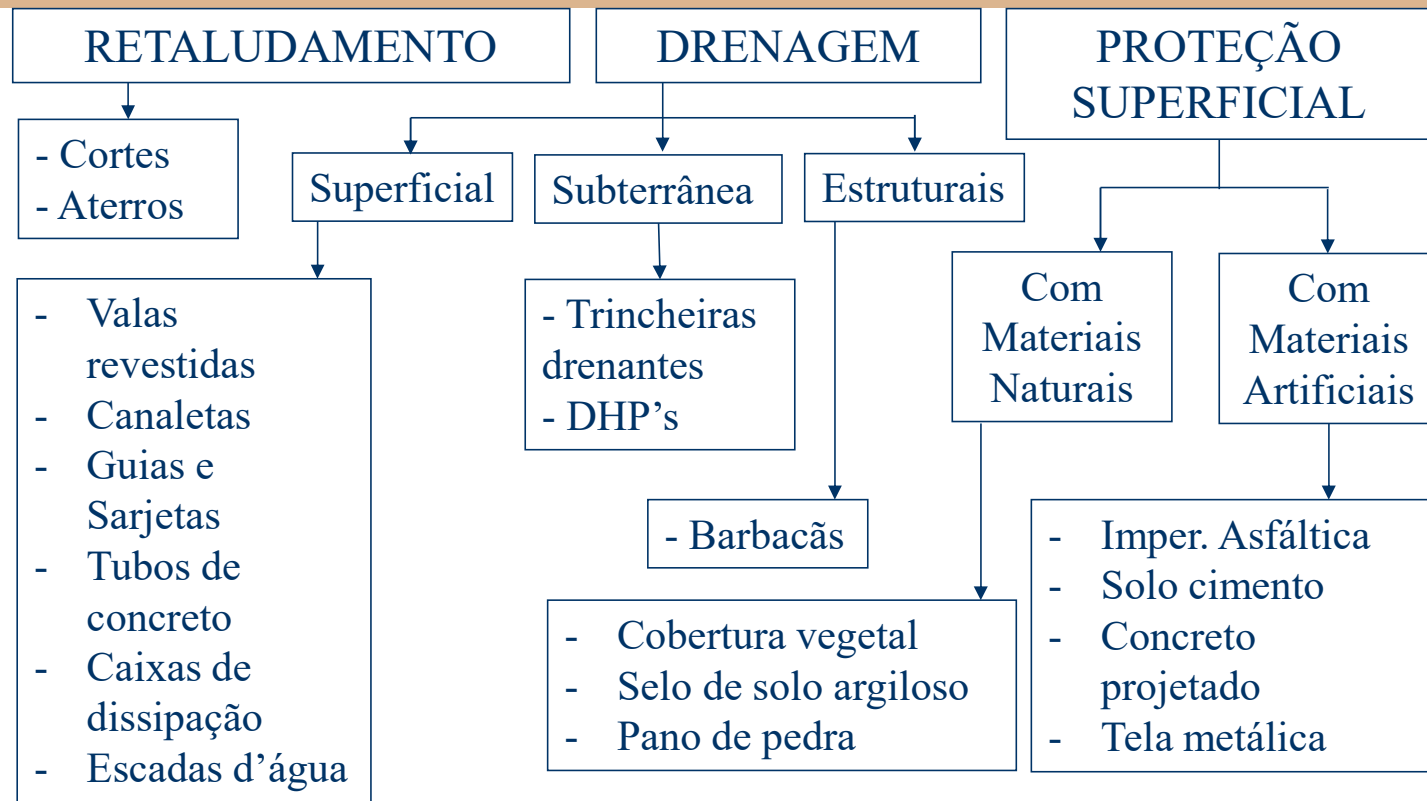
ESCORREGAMENTO EM CORTE / ATERRO



SOLUÇÃO

- ✓ implantação de sistemas adequados de coleta e condução das águas pluviais, juntamente com o tamponamento das trincas com solo argiloso compactado e execução de proteção superficial.

OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES



(Manual de Encostas – IPT 1997)

Cadastro de escorregamentos

<p><input checked="" type="checkbox"/> Aterro (travessia de drenagem, escorregamento, erosão, abatimentos, etc.) <u>Escorregamento de aterro em travessia de drenagem.</u></p>	
<p>C) DADOS GEOMÉTRICOS DA ÁREA INSTABILIZADA: Extensão: 12m Altura Máx: 15m Inclinação: ~25°</p>	<p>4. GRAVIDADE DA INSTABILIZAÇÃO (para o tráfego): I- Não oferece perigo a curto prazo. II- Em evolução, com perigo a médio/curto prazo. <input checked="" type="checkbox"/> - Em evolução, com perigo imediato.</p>
<p>D) AGENTES/CAUSAS (N.A., geometria, drenagem superficial, fundação, estruturas geológicas desfavoráveis, etc.) - <u>Drenagem superf. e subsuperf. (tubulão danificado e/ou insuficiente);</u> - <u>Fundações mal preparadas;</u> - <u>N.A. elevado.</u></p>	<p>5. INVESTIGAÇÕES COMPLEMENTARES (sondagens, topografia, instrumentação, etc.). - <u>Topografia de detalhe;</u> - <u>03 sondagens mistas (ver seção).</u> - <u>Verificação do sistema de drenagem.</u></p>
<p>3. SOLUÇÕES POSSÍVEIS: (limpeza, retaludamento, drenagem, reconstrução do aterro, obras de contenção, etc.) - <u>Mudar o traçado (plataforma em corte);</u> - <u>Recuperação do aterro/contenção</u> - <u>Drenagem superf./subsuperficial.</u></p>	

Figura 15.24 Parte da ficha de cadastro de instabilizações de taludes utilizada na fase de diagnóstico do projeto de recuperação da Rodovia SP-250, ponto 5, km 326,6 (IPT, 1990b)



Estabilização de Taludes

- ◆ Drenagem superficial
- ◆ Proteção superficial contra erosão
- ◆ Retaludamento (reduzir altura ou inclinação)
- ◆ Obras de contenção:
 - Muros de arrimo
 - Cortinas atirantadas
 - Fixação de blocos

Estudo de alternativas

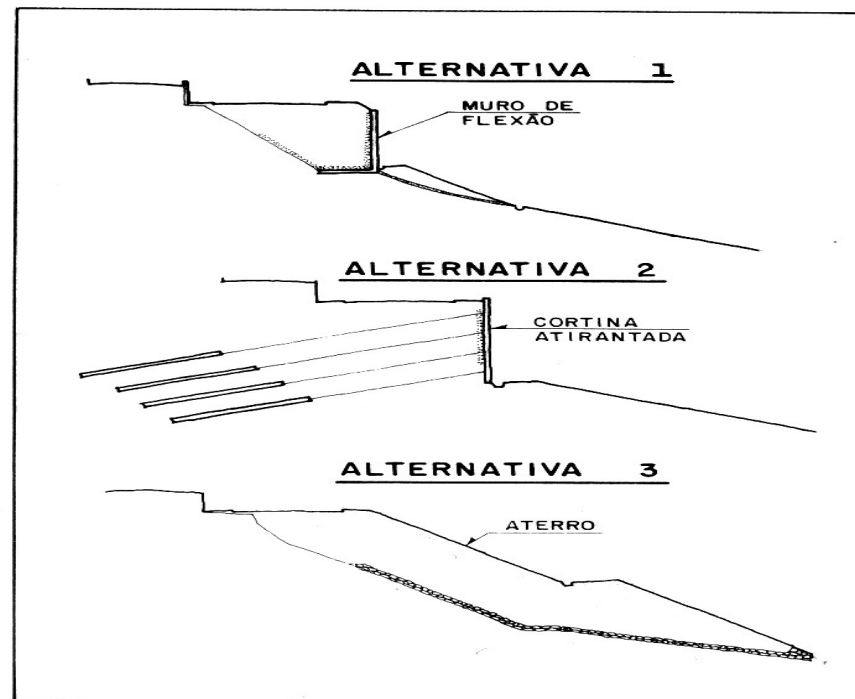
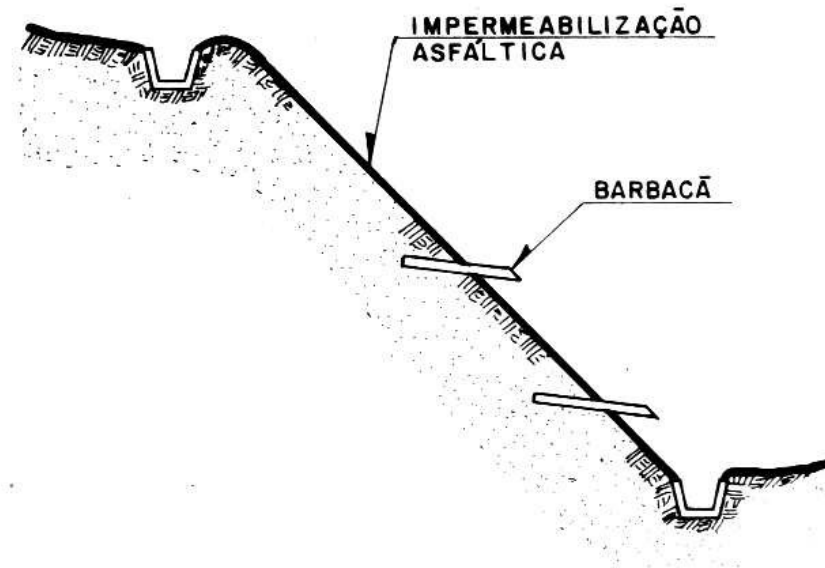


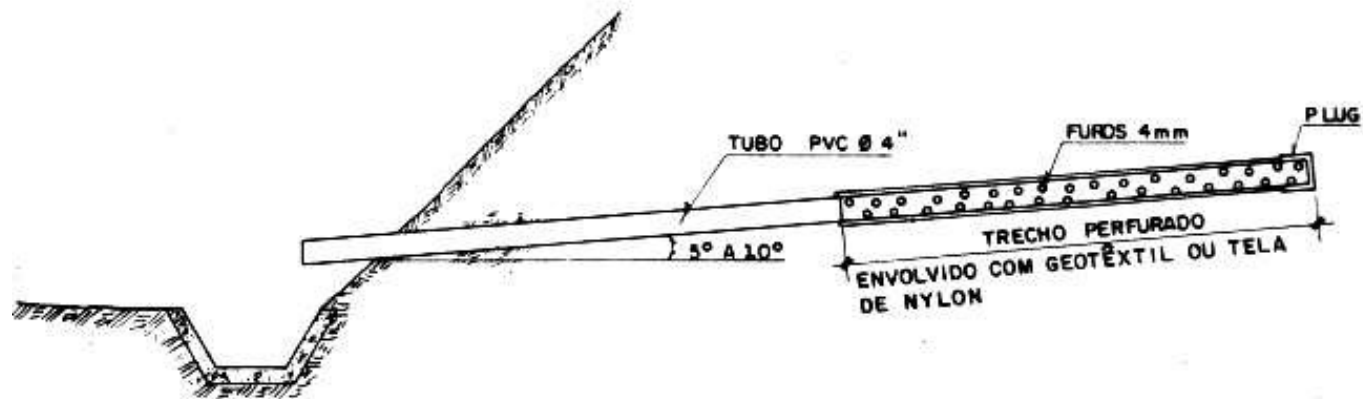
FIGURA V.7 - Exemplo de estudo de alternativas de solução para estabilização de um talude

Proteção superficial contra erosão



Imprimação
asfáltica

Drenagem sub-superficial



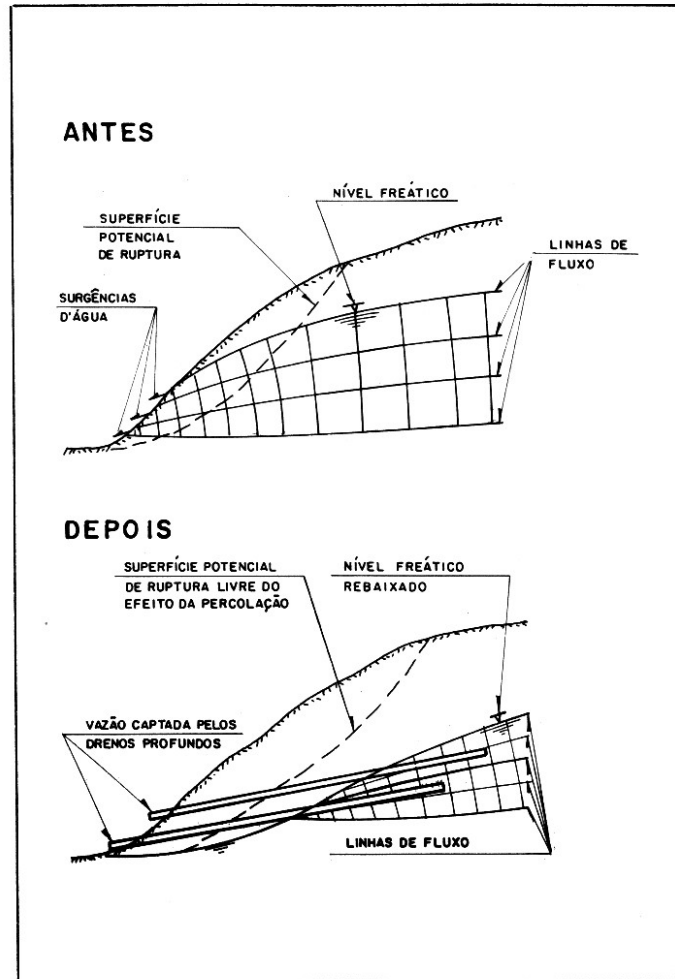
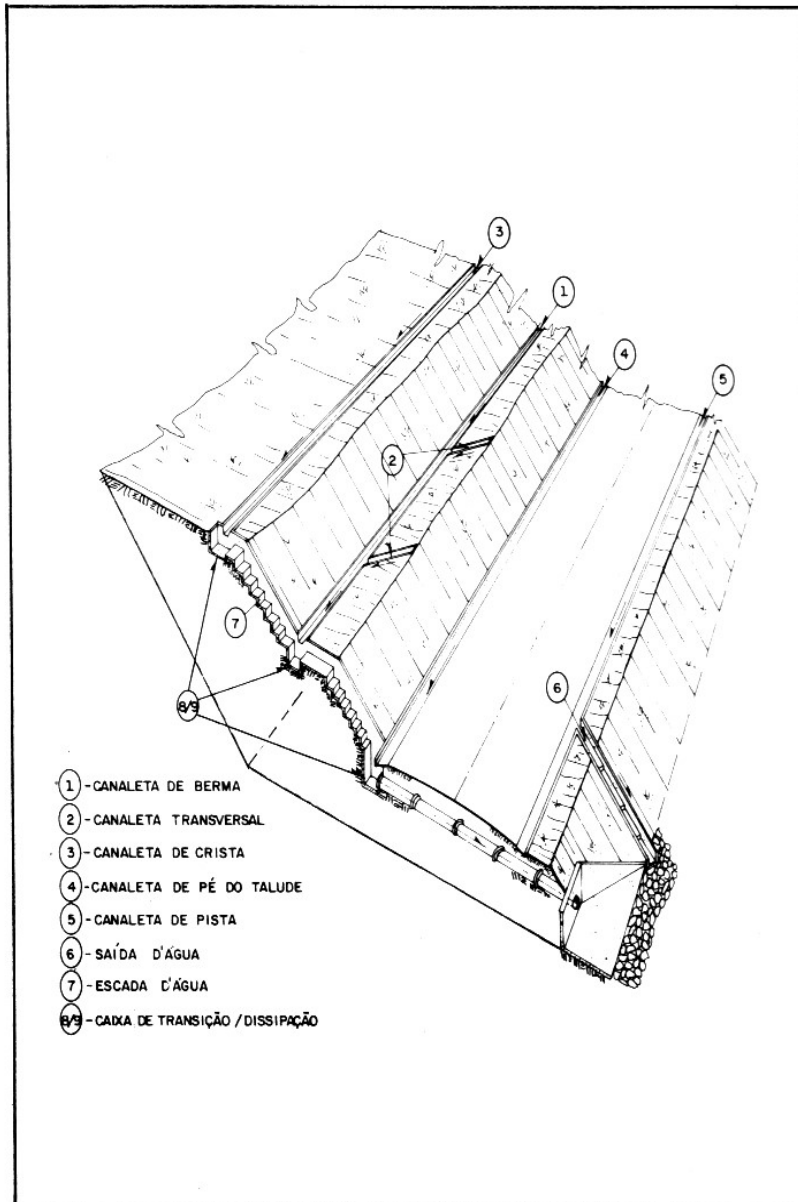


FIGURA VI.36 - Estabilização de um talude por drenagem profunda

Esquema de
funcionamento
do sistema de
drenagem
sub-superficial



Sistema de drenagem
superficial: canaletas
de drenagem e
escadas de descida
d'água



Muros de Gravidade



Muros de Gravidade são estruturas corridas que se opõem aos empuxos horizontais pelo peso próprio. Geralmente, são utilizadas para conter desníveis pequenos ou médios, inferiores a cerca de 5m.

Os muros de gravidade podem ser construídos de pedra ou concreto (simples ou armado), gabiões ou ainda, pneus usados.



Muros de Contenção ou Arrimo

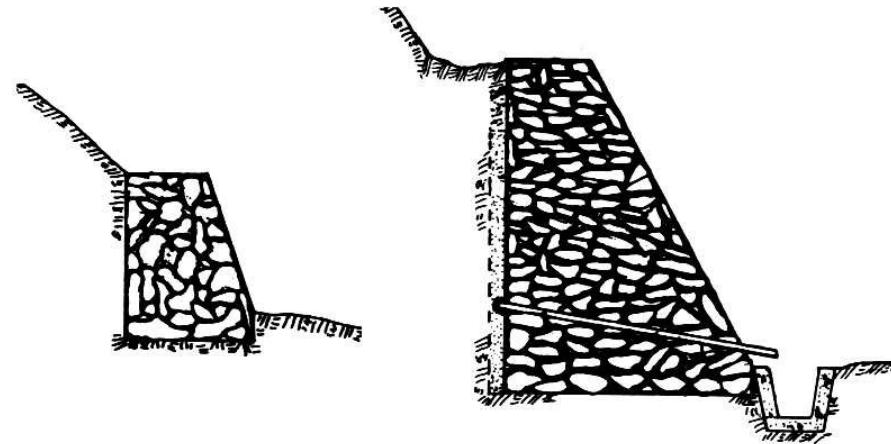
- ◆ Muros de pedra argamassada
- ◆ Muros de solo-cimento
- ◆ Muros de flexão
- ◆ Muros de gabião
- ◆ Crib-wall
- ◆ Solo reforçado

Muro de pedra

Os muros de alvenaria de pedra são os mais antigos e numerosos. Atualmente, devido ao custo elevado, o emprego da alvenaria é menos frequente, principalmente em muros com maior altura.

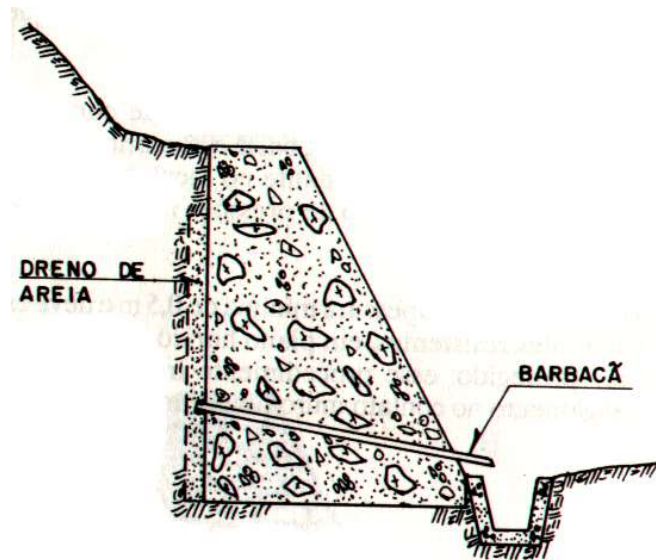


Muro de pedra



Muros de pedra sem argamassa devem ser recomendados unicamente para a contenção de taludes com alturas de até 2m. A base do muro deve ter largura mínima de 0,5 a 1,0m e deve ser apoiada em uma cota inferior à da superfície do terreno, de modo a reduzir o risco de ruptura por deslizamento no contato muro-fundação.

Muro de pedra argamassada



Quanto a taludes de maior altura (cerca de uns 3m), deve-se empregar argamassa de cimento e areia para preencher os vazios dos blocos de pedras. Neste caso, podem ser utilizados blocos de dimensões variadas. A argamassa provoca uma maior rigidez no muro, porém elimina a sua capacidade drenante. É necessário então implementar os dispositivos usuais de drenagem de muros impermeáveis, tais como dreno de areia ou geossintético no tardo e tubos barbacãs para alívio de poropressões na estrutura de contenção

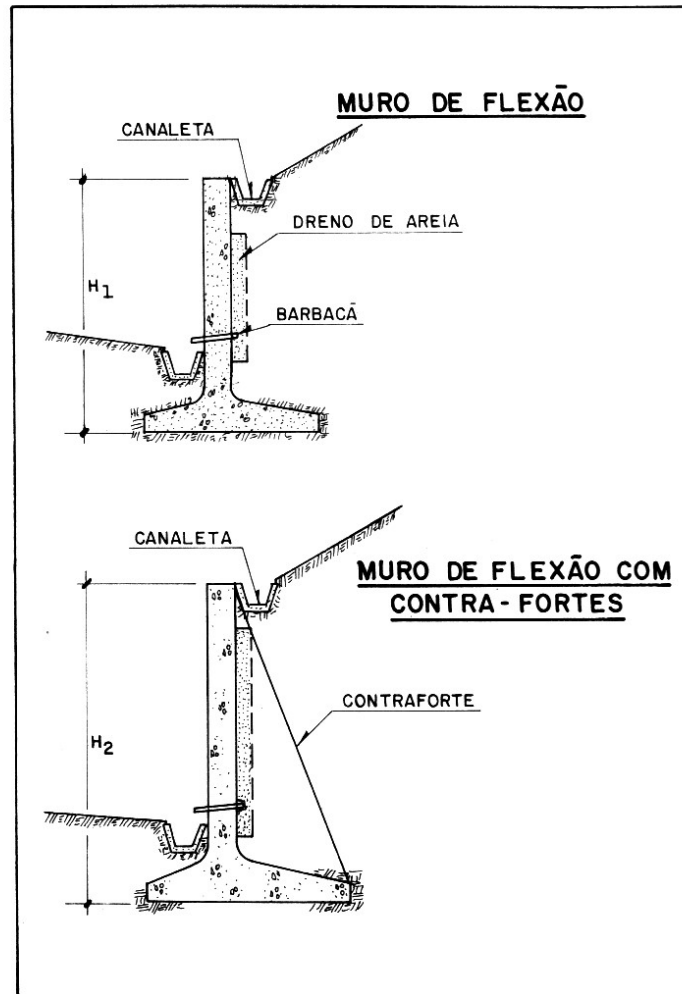


FIGURA VI.23 - Muros de concreto armado tipo flexão

Muro de concreto tipo flexão

Muros de Flexão são estruturas mais esbeltas com seção transversal em forma de “L” que resistem aos empuxos por flexão, utilizando parte do peso próprio do maciço, que se apóia sobre a base do “L”, para manter-se em equilíbrio.

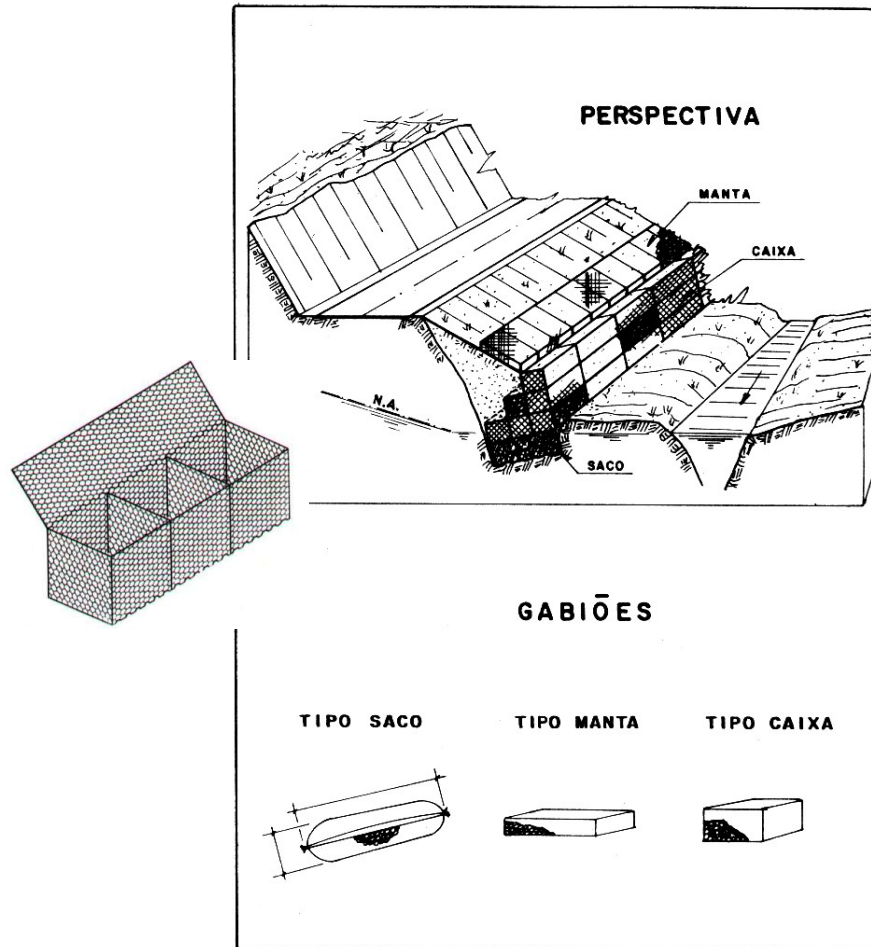
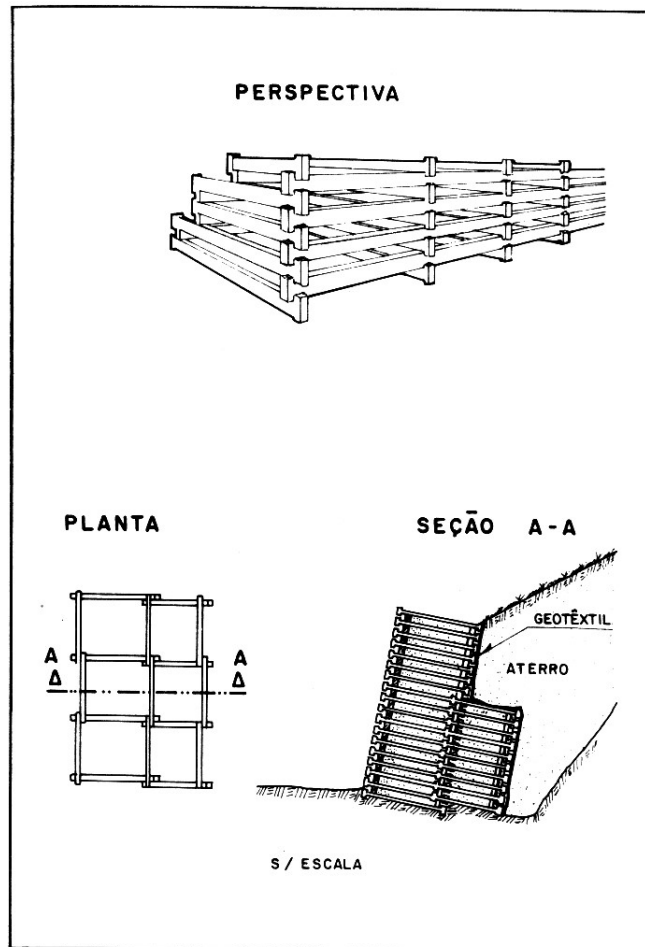


FIGURA VI.21 - Contenção com gabões

Muro de Gabião

Os muros de gabões são constituídos por gaiolas metálicas preenchidas com pedras arrumadas manualmente e construídas com fios de aço galvanizado em malha hexagonal com dupla torção. As dimensões usuais dos gabões são: comprimento de 2m e seção transversal quadrada com 1m de aresta. No caso de muros de grande altura, gabões mais baixos (altura = 0,5m), que apresentam maior rigidez e resistência, devem ser posicionados nas camadas inferiores, onde as tensões de compressão são mais significativas. Para muros muito longos, gabões com comprimento de até 4m podem ser utilizados para agilizar a construção.

FIGURA VI.20 - Contenção com *crib-walls*

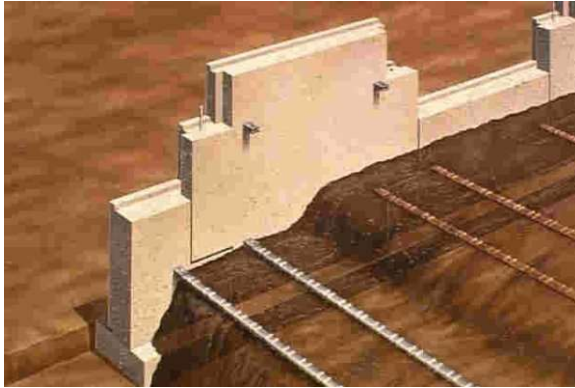
Crib Wall

O crib wall é uma estrutura de contenção feita com módulos montados por meio da sobreposição de peças de concreto, metal ou madeira. Os módulos são preenchidos por brita ou terra, criando uma estrutura que exerce a contenção por meio de gravidade.





Solo reforçado



A **terra armada** é um sistema de contenção composto por placas pré-moldadas de concreto presas à tiras metálicas, que pressionam um maciço de terra, impedindo seu deslocamento. As tiras metálicas são colocadas dentro do solo, a medida que este vai sendo compactado, resistindo aos esforços.

É o método construtivo que consiste em se obter o aumento da capacidade do solo em suportar resistência à tração, através da inserção de elementos de amarração que distribuem estes esforços através do atrito, por uma área maior do solo, fazendo com que o conjunto atue como um corpo sólido.

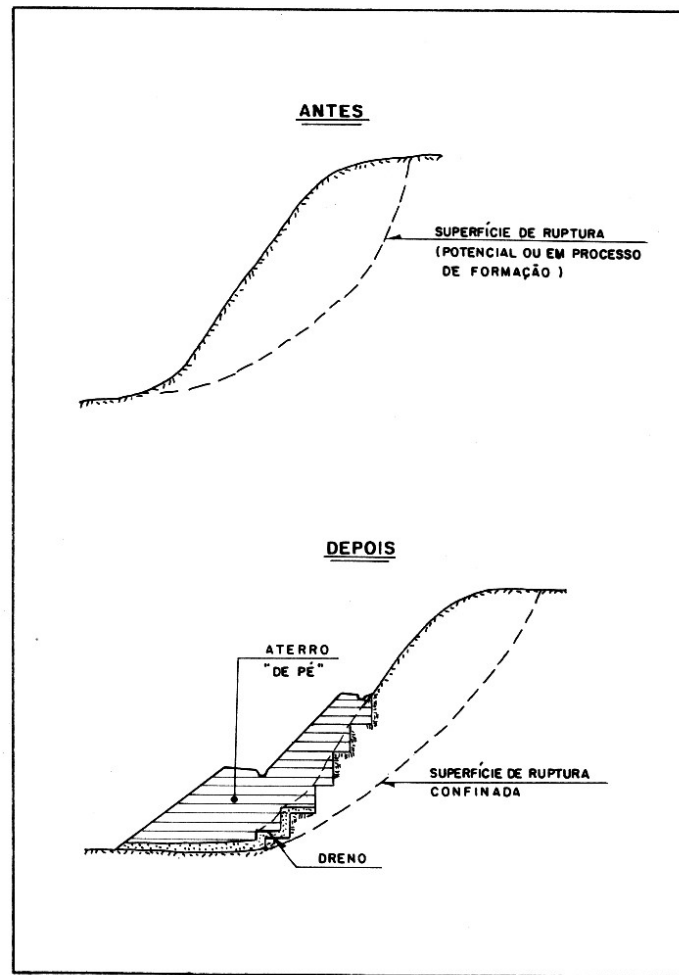


FIGURA VI.16 - Estabilização de talude potencialmente instável, com retaludamento, através da execução de aterro na sua base

Retaludamento

Solução não estrutural e portanto, simples e de baixo custo. Aplicável para qualquer tipo de rocha ou solo e adaptável a todas as situações de esforços. É um processo de terraplanagem pelo qual se alteram, por cortes ou aterros, os taludes originalmente existentes em um determinado local para se conseguir uma estabilização do mesmo

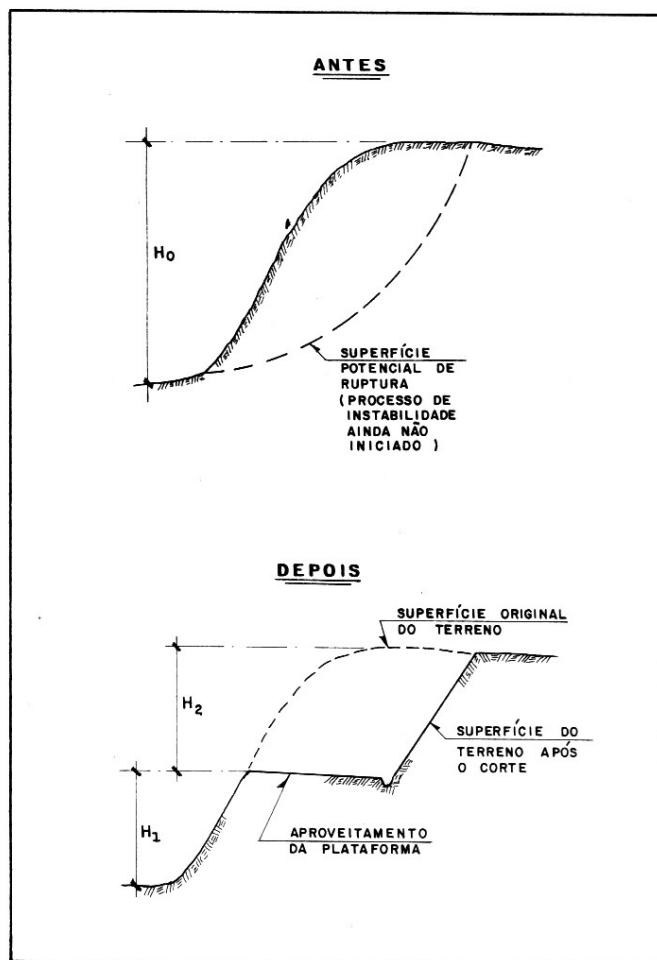


FIGURA VI.15 - Retaludamento através de corte com redução da altura do talude

Retaludamento

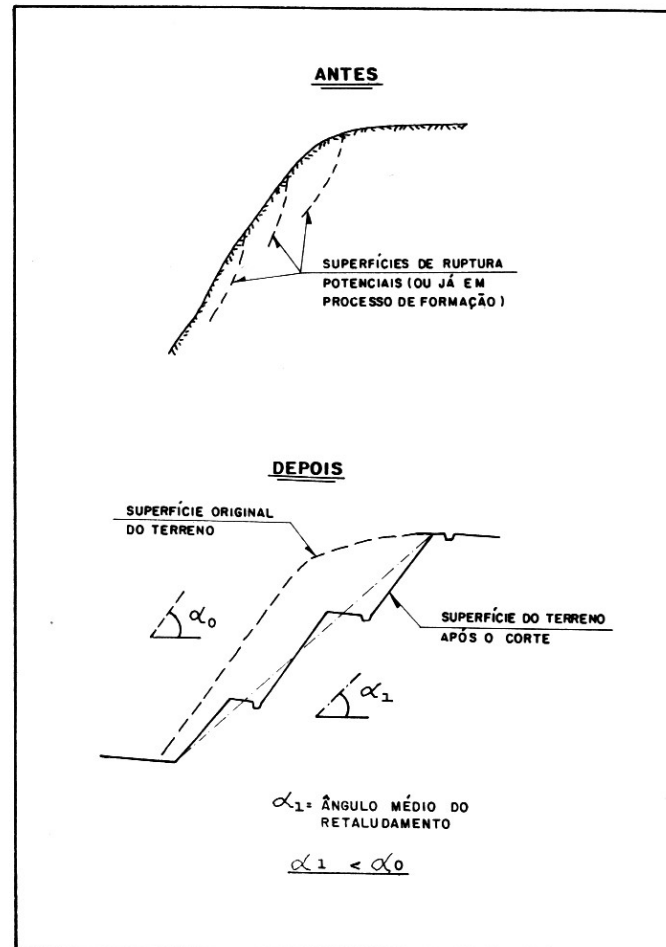


FIGURA VI.14 - Retaludamento através de corte com abrandamento da inclinação média do talude

Retaludamento

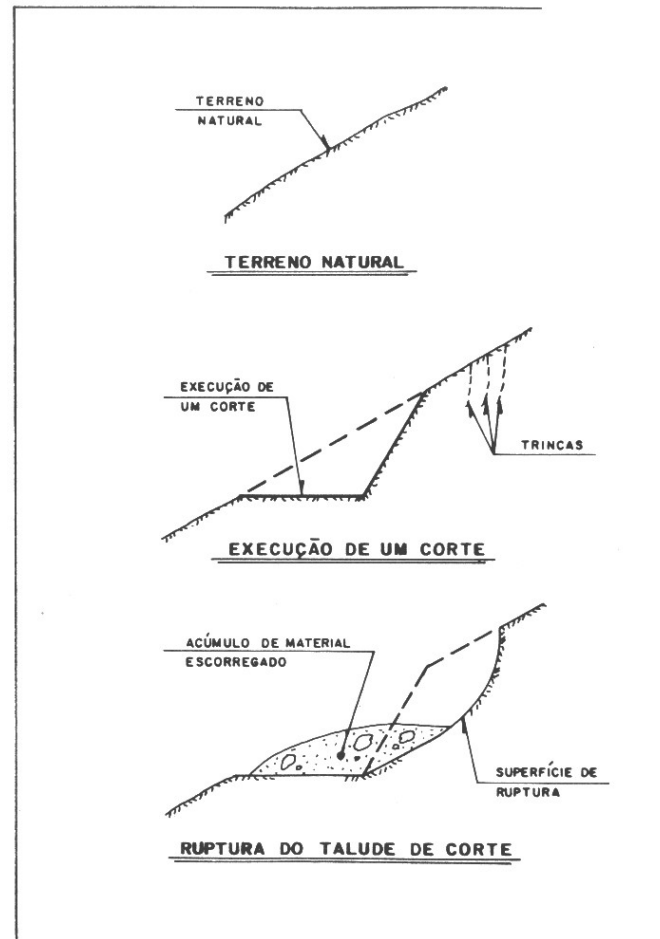


FIGURA IV.10 - Ruptura de talude de corte motivada por inclinação e/ou altura excessiva do corte

Execução de
corte

Cortinas atirantadas

Cortina Atirantada é uma técnica de contenção que consiste na execução de uma “cortina” de contenção seja ela de concreto armado, projetado, parede diafragma ou perfis metálicos cravados, concomitantemente com a perfuração, aplicação, injeção e protensão dos tirantes. Este tipo de contenção pode ser de caráter provisório (subsolos) ou definitivo.

Sua aplicação é recomendada para cortes em terrenos com grande carga a ser contida ou solo que apresenta pouca resistência á sua estabilidade.

- ◆ Em corte
- ◆ Em aterro
- ◆ Fixação de blocos

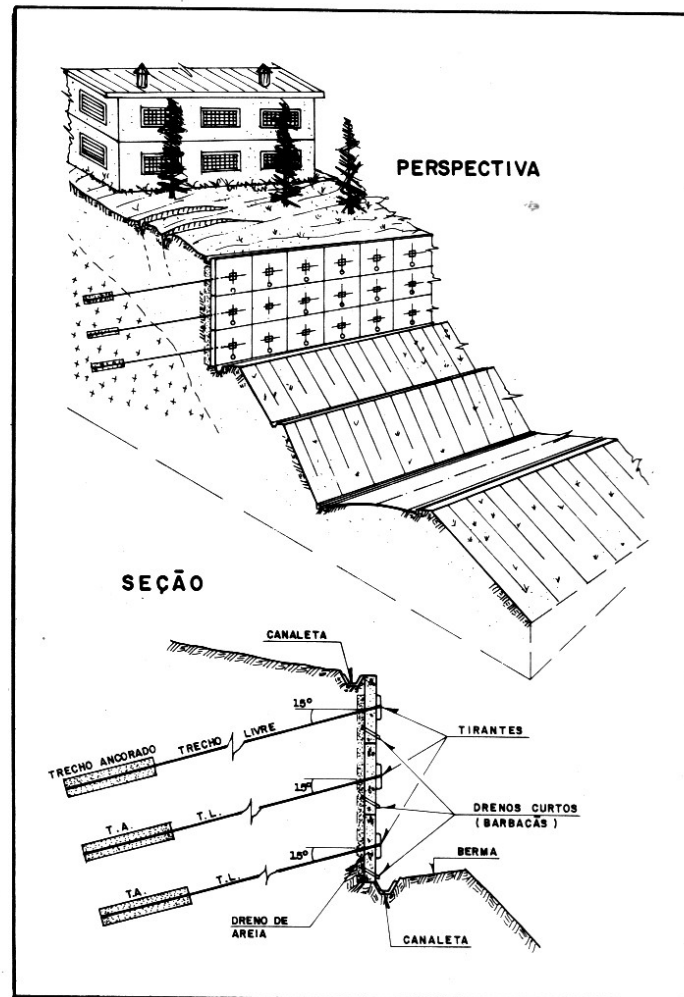


FIGURA VI.26 - Exemplo de aplicação de uma cortina atirantada

Cortina Atirantada

Tirantes

- ♦ Tirantes são elementos lineares capazes de transmitir esforços de tração entre suas extremidades. Nas aplicações geotécnicas de tirantes, a extremidade que fica fora do terreno é a cabeça de ancoragem e a extremidade que fica enterrada é conhecida por trecho ancorado e designada por comprimento ou bulbo de ancoragem. O trecho que liga a cabeça ao bulbo é conhecido por trecho livre ou comprimento livre.
- ♦ A Norma Brasileira "NBR-5629/77 - Estruturas Ancoradas no Terreno, Ancoragens Injetadas no Terreno", bem como a sua revisão a "NBR-5629/96 - Estruturas de Tirantes Ancorados no Terreno", apresentam basicamente o conceito acima exposto, conforme pode ser visto na figura 1.

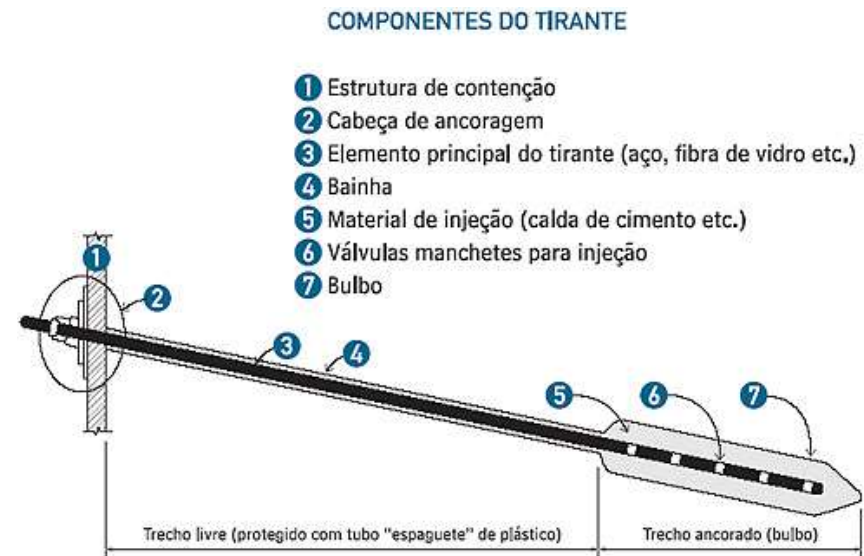


Figura 1 – Detalhe típico de um tirante

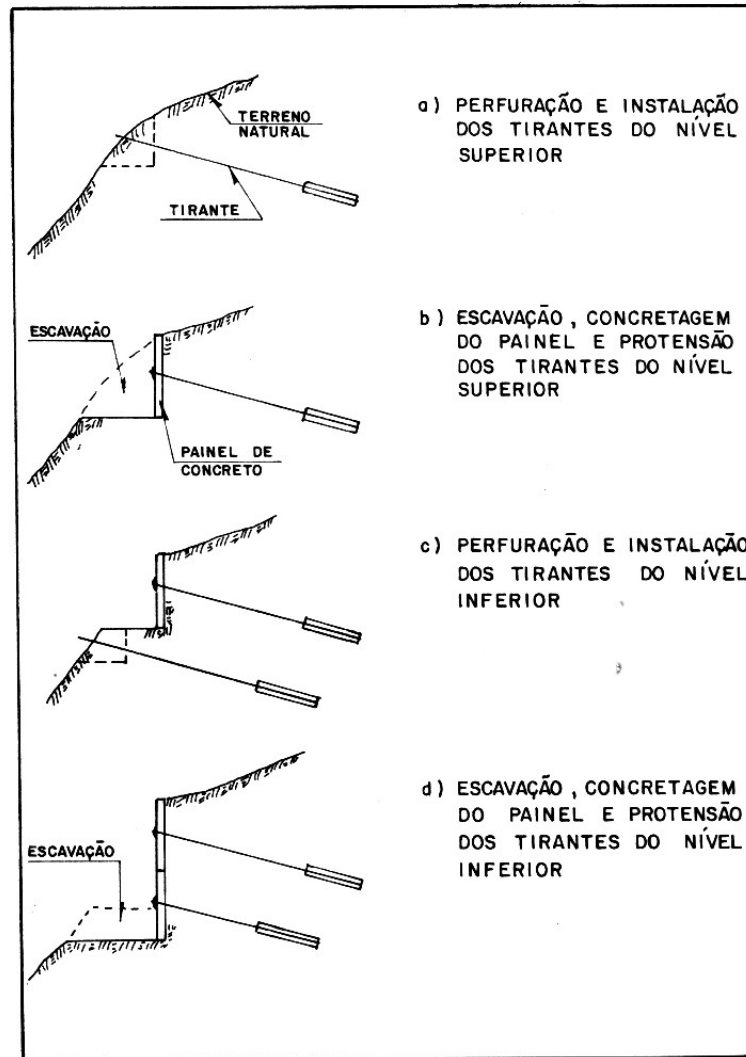


FIGURA VI.27 - Sequência construtiva, simplificada, de cortinas atirantadas na contenção de cortes

Sequência construtiva de cortina atirantada na contenção de cortes

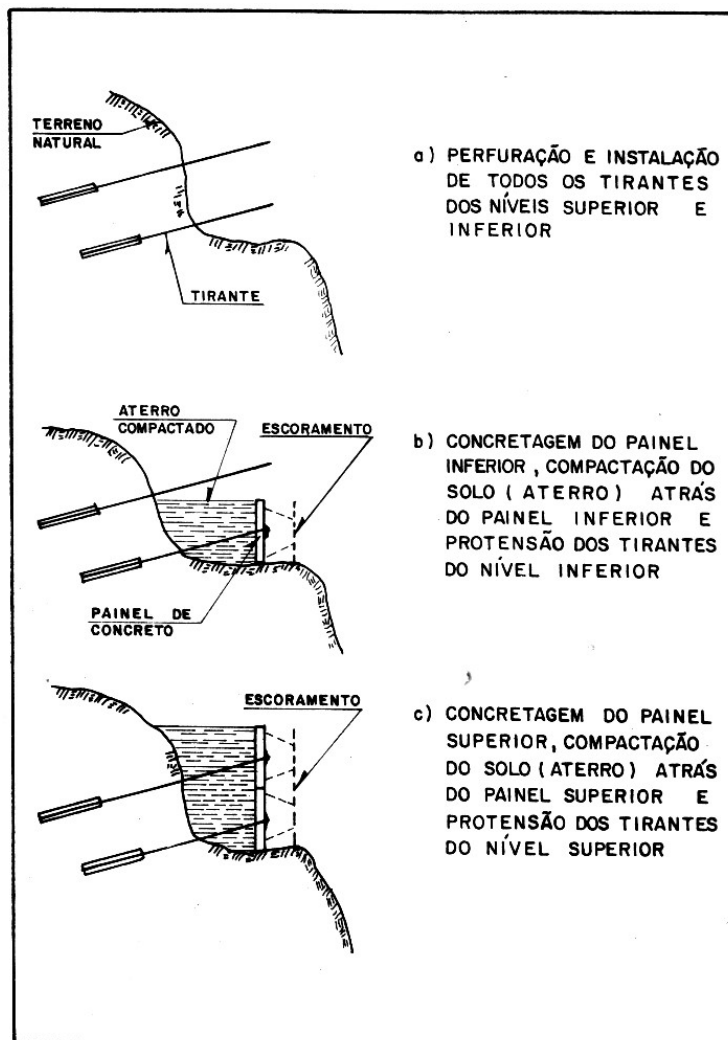


FIGURA VI.28 - Sequência construtiva, simplificada, de cortinas atirantadas na contenção de aterros

Sequência construtiva de cortinas atirantadas na contenção de aterros

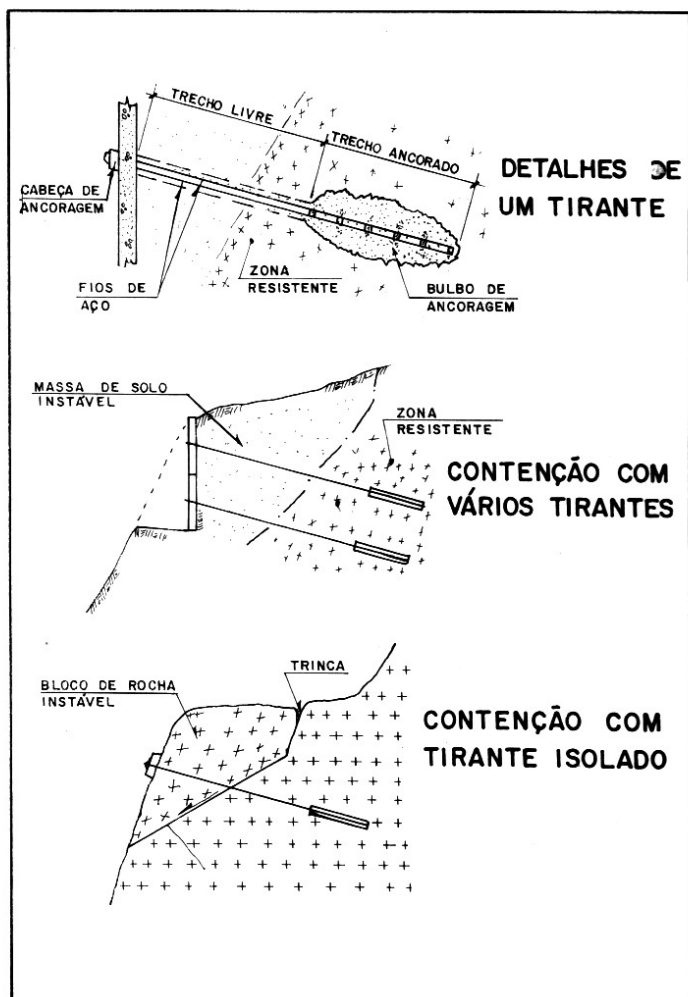


FIGURA VI.25 - Detalhes de um tirante e exemplos de aplicação

Detalhes de
tirantes e
exemplos de
aplicação

Barreiras Dinâmicas

- ♦ A barreira dinâmica é uma técnica utilizada para contenção de maciços rochosos ou outros materiais estáveis desprendidos de taludes e encostas, sendo assim, este método é indicado para regiões que apresentam riscos geotécnicos.



Projeto SABO

As barragens do tipo "SABO" – do japonês *sa* ("sedimento") e *bo* ("proteção") –, consistem em estruturas, usualmente feitas de concreto, empregadas para a captura de sedimentos e demais sólidos oriundos de fluxos de detritos. Essas barragens normalmente são posicionadas a montante de áreas de risco a serem protegidas, podendo, também, ser inseridas em posições diversas na bacia hidrográfica, tendo como principais funções:

- (i) o disciplinamento do fluxo de detritos, quando de sua ocorrência;
- (ii) a diminuição da declividade do talvegue, reduzindo a energia potencial do fluxo de detritos;
- (iii) a captura de parte dos sedimentos e troncos mobilizados pelo fluxo de detritos, diminuindo assim seu volume, e permitindo a passagem de uma quantidade de sedimentos que não prejudique a vida das pessoas e a segurança patrimonial nas áreas de risco;
- e (iv) a estabilização dos sedimentos ao longo do leito do talvegue, impedindo sua inclusão no fluxo de detritos.

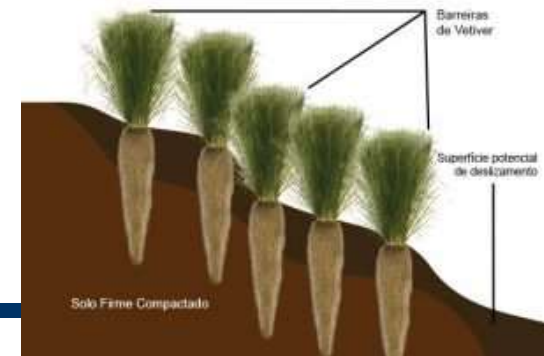
https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/MicrosoftWordManualMapeamentoSimplificado_30_01_23Manual_SABO_Versao_30_01_2023.pdf



Exemplo de Barreira Sabo permeável (Mizuyama, 2008, em Manual Técnico para Concepção de Intervenções para Fluxo de Detritos).

Soluções de baixo custo

◆ Capim vetiver



Erosão

Vetiver, o capim campeão contra a erosão.

Com raízes densas e profundas e sementes que não germinam, ele garante ótima barreira contra enxurradas.



mudas
vetiver
são em
área o
incendi
na que
mento
e foram
de 217 no
e Nova.

Diques de contenção

- ◆ Diques de Terra: São taludes construídos em terra que podem ser utilizados para conter inundações de rios ou marés altas. Também podem ser instalados ao redor de tanques de armazenamento para conter derramamentos.



Diques de contenção: capim vetiver, cisternas enterradas, recarga de aquífero, recuperação de matas e drenagens



Diques de contenção: cisternas enterradas, ou barragem subterrânea.



COMPREENSÃO DOS IMPACTOS GEOLÓGICOS DE INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS DE TERRA.

Considerações Finais.

Gerenciamento da Bacia Hidrográfica:

- Recuperação de mata ciliar;
- Recuperação de nascentes;
- Obras de controle de inundações;
- Controle de vegetação;

Sensibilização:

- Sensibilização das comunidades que moram em áreas de várzeas e morros;
- Cultura de aprendizagem sobre os documentos do PNPDEC: PMRR, Código de Obras, Carta de Riscos Geológicos;
- Publicização de informações e campanhas sobre Riscos Geológicos (deslizamentos e inundações): 40mm, 60mm, 80mm...;
- Cidades (malha urbana) e municípios (área rural) RESILIENTES!



20 a 24 Maio
18:30h às 22:30h
20h de capacitação **Online**

Transmissão YouTube do Crea-RS

INSCRIÇÕES ABERTAS!

CAPACITAÇÃO PARA PROFISSIONAIS DO SISTEMA CONFEA/CREA E MÚTUA ATUAREM EM SITUAÇÕES DE DESASTRES CLIMÁTICOS EXTREMOS.

- Dia 1:** Liderança e gestão de equipes em resposta a desastres: Inundações, deslizamentos e riscos estruturais.
- Dia 2:** Análise estrutural após desastres: avaliação de imóveis e infraestruturas afetadas por inundações.
- Dia 3:** Compreensão dos impactos geológicos de inundações e deslizamentos de terra.
- Dia 4:** Planejamento de orçamento básico para reconstrução pós-desastre de imóveis e infraestrutura.
- Dia 5:** Gerenciamento de projetos em engenharia de emergência: Estratégias e implementação

CAPACITAÇÃO PARA PROFISSIONAIS DO SISTEMA CONFEA/CREA E MÚTUA ATUAREM EM SITUAÇÕES DE DESASTRES CLIMÁTICOS EXTREMOS.

Muito Obrigado!

Dr. Éder Carlos Moreira
edercmoreira67@gmail.com

