

# Introdução à Geotecnia

Prof. Fernando A. M. Marinho  
2020





Todas as obras que vemos ao nosso redor é suportada por solo ou rocha.

A engenharia geotécnica é responsável por isto.

Qualquer coisa que não seja suportada por solo ou rocha, ou flutua ou voa ou cai

<http://www.whatisgeotech.org/>



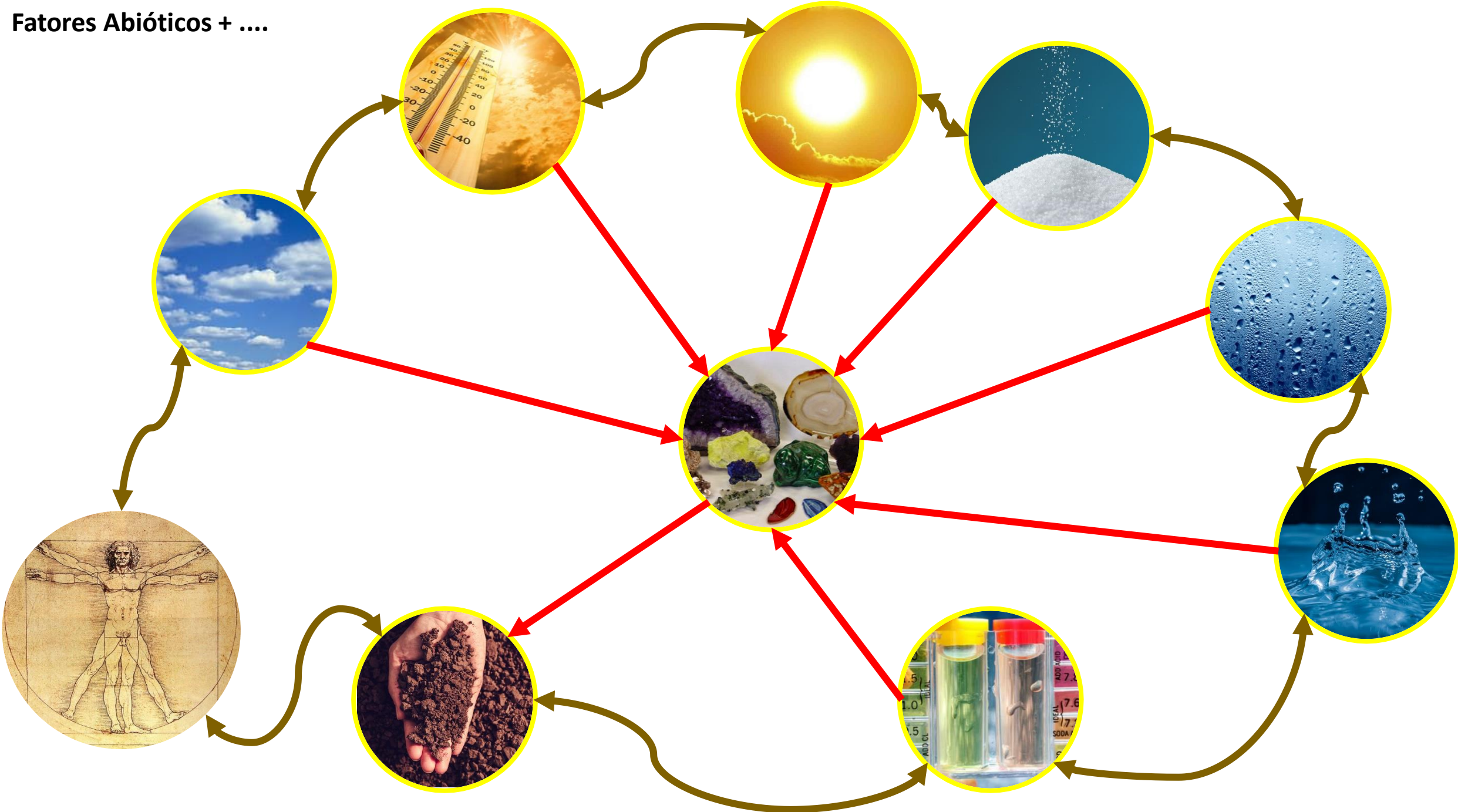
O meio ambiente é composto de coisas vivas e não-vivas. São os fatores bióticos (vivos) e os abióticos (não vivos) que englobam fatores físicos e químicos

**Fatores Bióticos**

**Fatores Abióticos**

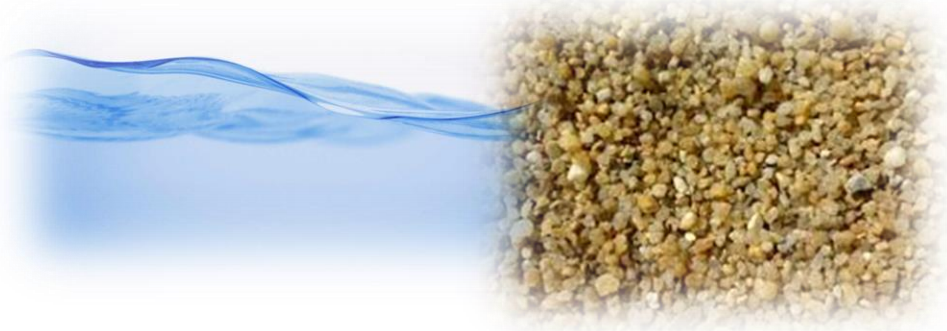


Fatores Abióticos + ....



# O solo é um meio composto de partículas

Duas fases

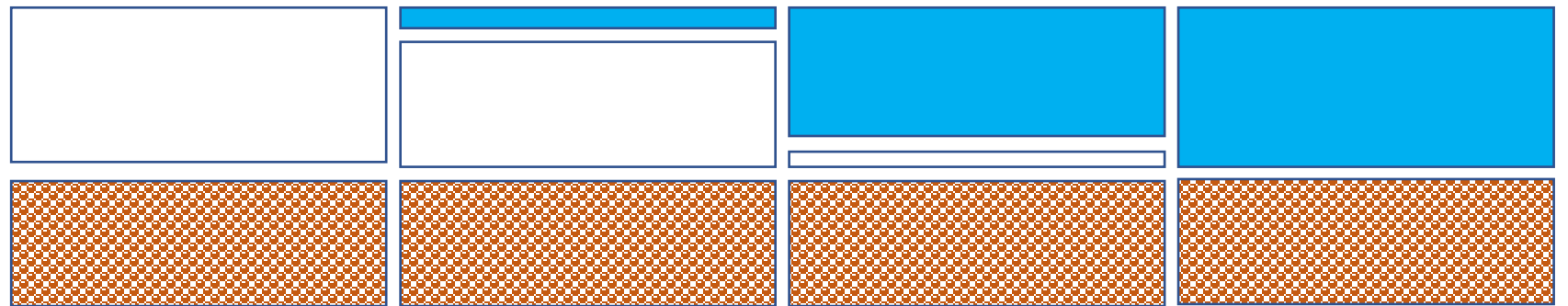
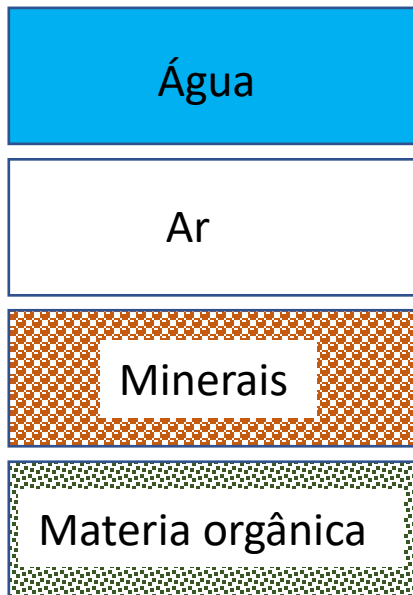


Três fases

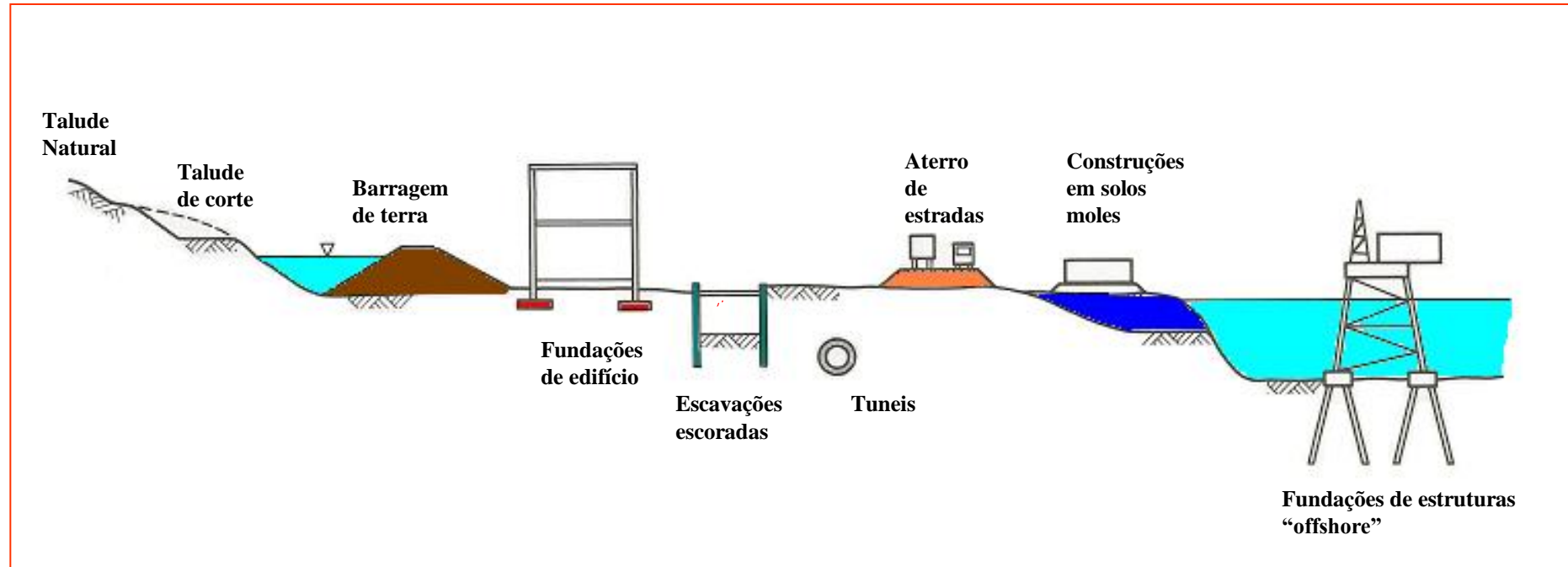


- **Ações naturais e antrópicas alteram e criam variações de estado de tensão no solo.**
- **Interação com o meio ambiente**

O que é o Solo?



# Exemplos de obras de Engenharia Geotécnica



Modificado de Atkinson (1993)

**Existem obras que são:**

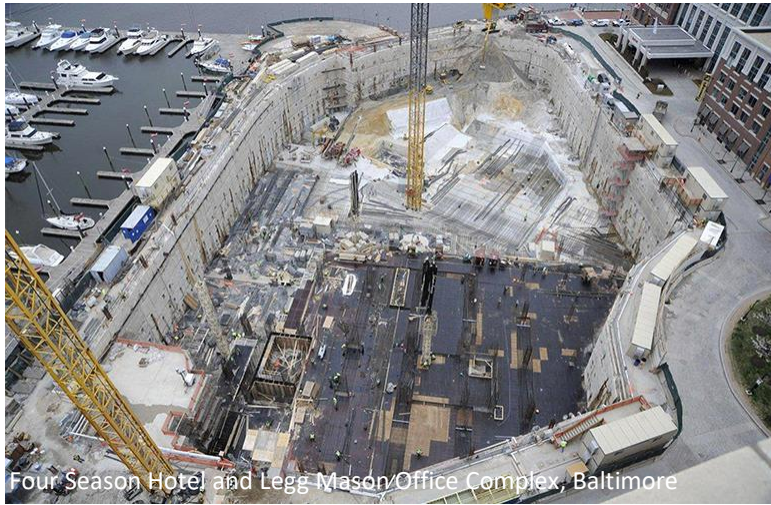
**No solo : Fundações de edifícios, pontes**

**Dentro do solo: Tuneis, subterâneos,**

**Com solo : Estradas, Aterros, Barragens.**

**Suportadas : Muros de arrimo.**

# Exemplos de obras de Engenharia Geotécnica



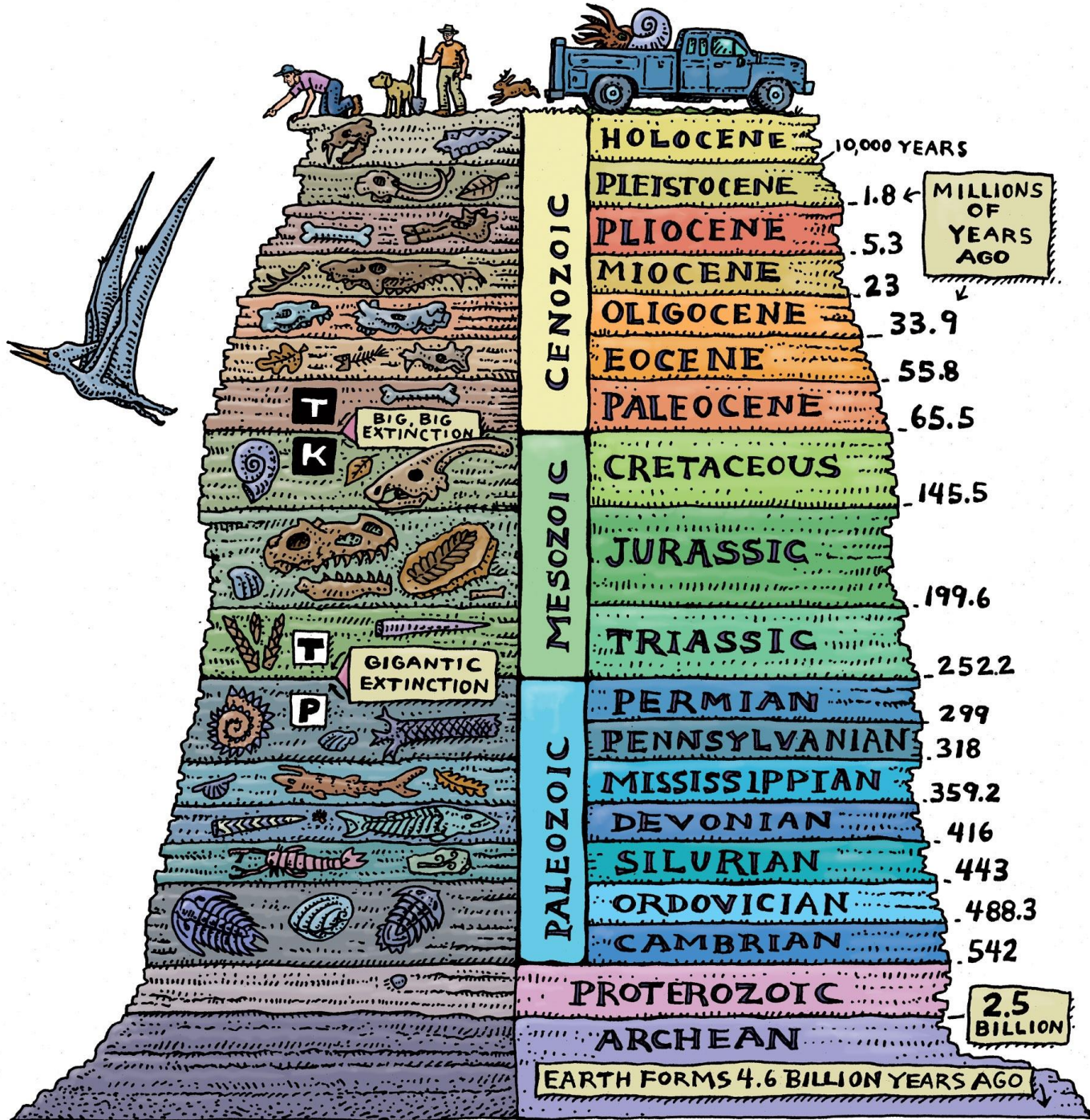


# Exemplos de obras de Engenharia Geotécnica

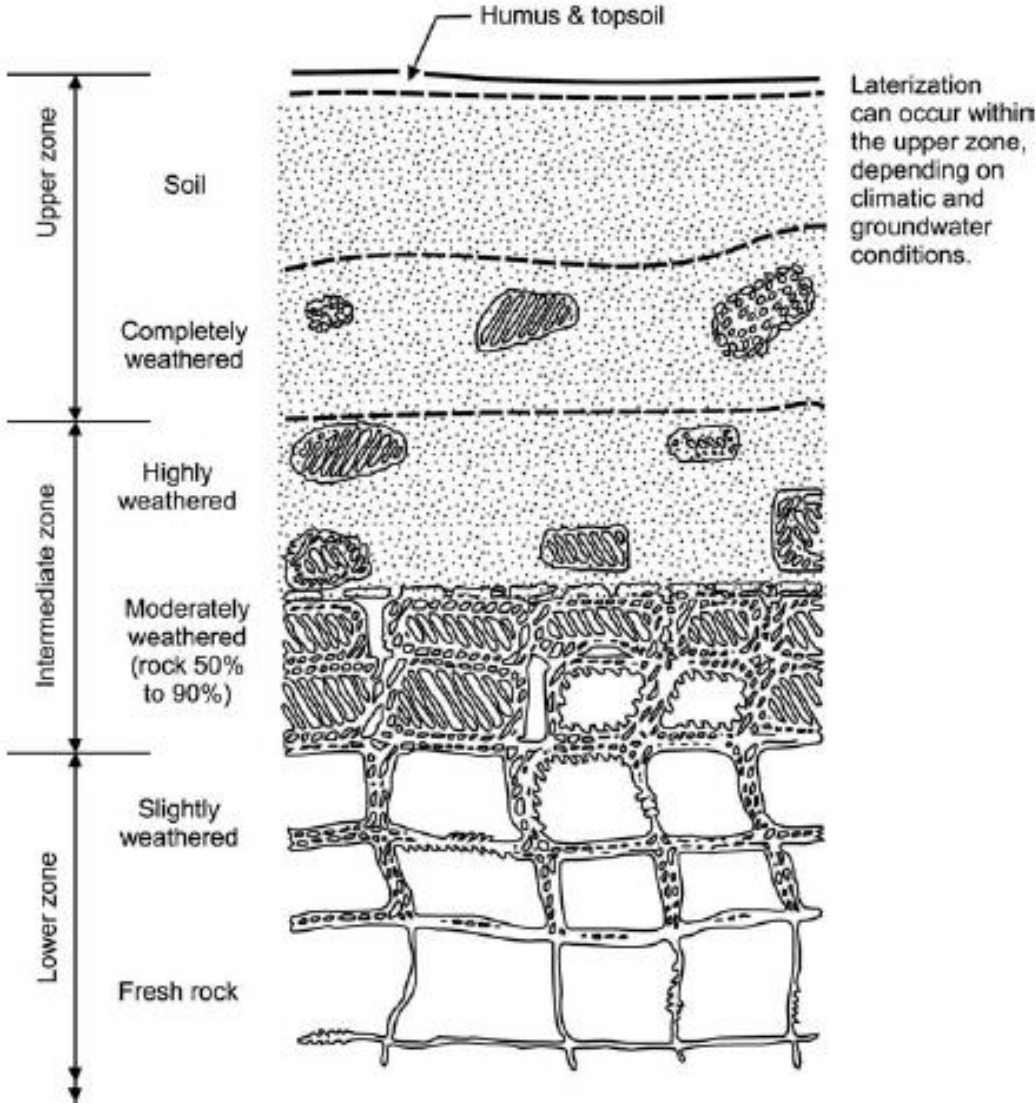


# Exemplos de obras de Engenharia Geotécnica





# Perfil Típico de Solo Residual



Blight and Leong (2012) Baseado em Little (1969)

# Perfil de Solo Sedimentar

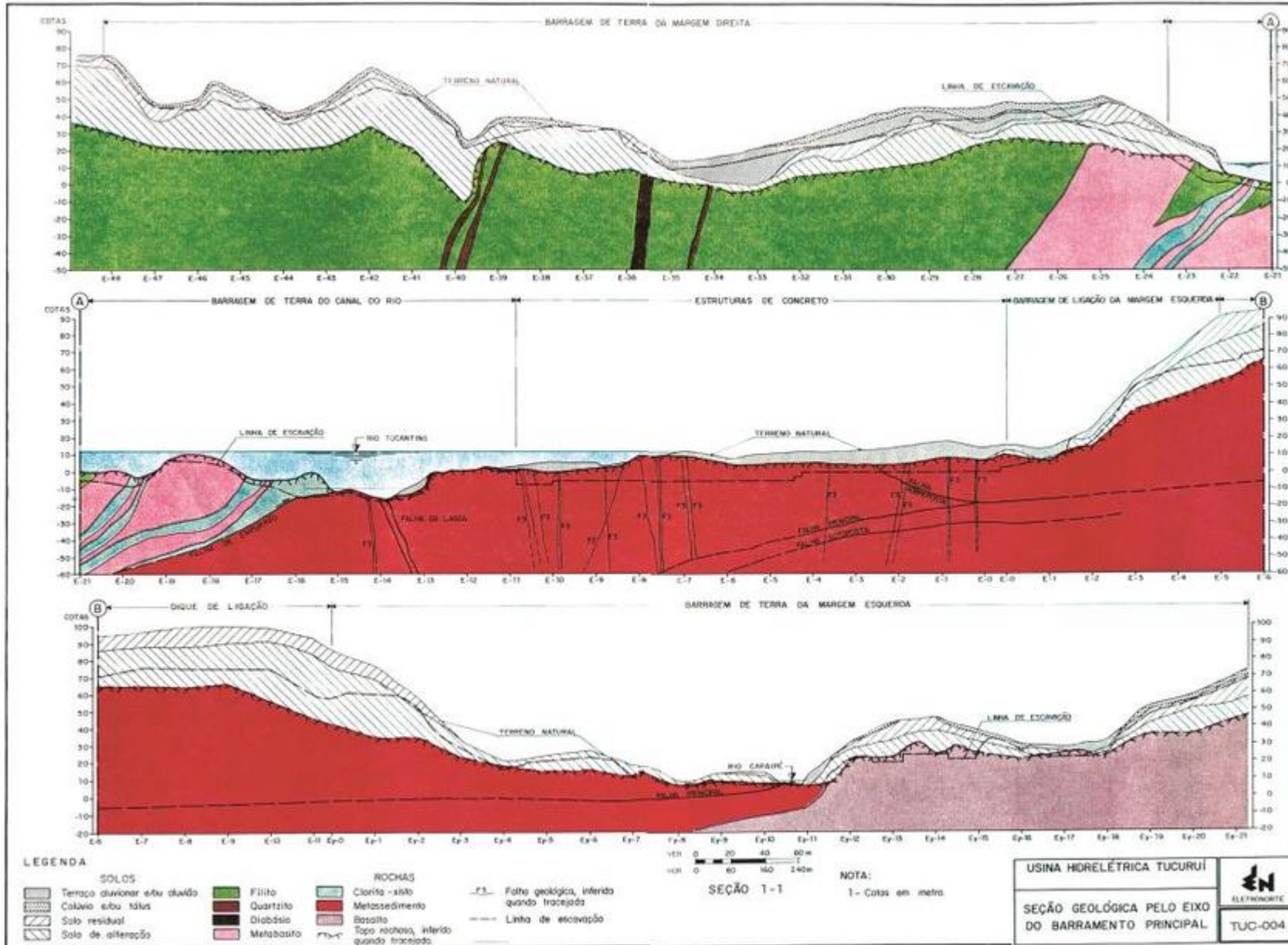


PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

SP-01

COTA E N.º	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	N.º DE GOLPES		MKUS	PENETRAÇÃO SPT (30cm)															
				PENETRAÇÕES	SPT		10	20	30	40												
<b>COLÚVIO</b>																						
	0.90		AREIA MÉDIA A GROSSA, ARGILOSA, COM PEDREGULHOS E RAIZES, MARROM-ESCURA	SS	01 / 15	01 / 15	02 / 15	3	1													
	2.00		argilosa, fofa, marrom-avermelhada		03 / 15	06 / 15	08 / 15	14	2													
	3.00		argilo-siltosa, medianamente compacta, marrom-amarelada	SA	04 / 15	06 / 15	07 / 15	13	3	$k=4,5 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$												
	4.00		siltosa, medianamente compacta, marrom-amarelada		04 / 15	05 / 15	06 / 15	11	4	$k=1,5 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$												
	6.30		<b>SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA (GRANITO)</b>	RAM	03 / 15	06 / 15	05 / 15	11	5													
	7.00		siltosa, medianamente compacta, marrom e róseo		05 / 15	06 / 15	07 / 15	13	6	$k=3,7 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$												
	8.15		AREIA MÉDIA A GROSSA	RAM	12 / 15	19 / 15	23 / 15	42	7													
			siltosa, muito compacta, marrom e róseo		16 / 15	45 / 15	- / -	45/15	8	$k=7,2 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$												
			siltosa, muito compacta, róseo e cinza	20 / 10	05 / 01	- / -	5/1	9														
				20 / 03	- / -	- / -	20/3	10														
				25 / 01	- / -	- / -	25/1	11														
				05 / 01	- / -	- / -	5/1	12														
<p>FURO TERMINADO COM 12,66m EM MATERIAL IMPENETRÁVEL À PEÇA DE LAVAGEM</p> <p>*- PARA OS PRIMEIROS 15cm</p> <p>**- AMOSTRA NÃO RECUPERADA</p> <p>☒ ENSAIO DE INFILTRAÇÃO</p>																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LAVAGEM POR TEMPO</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Trecho: 12,60 a 12,66m</th> </tr> <tr> <th>Tempo (min.)</th> <th>Avanço (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0.01</td> </tr> </tbody> </table>											LAVAGEM POR TEMPO		Trecho: 12,60 a 12,66m		Tempo (min.)	Avanço (m)	10	0.03	10	0.02	10	0.01
LAVAGEM POR TEMPO																						
Trecho: 12,60 a 12,66m																						
Tempo (min.)	Avanço (m)																					
10	0.03																					
10	0.02																					
10	0.01																					
N.A. DIA 09/11/96 = 6,20m																						

# Perfil Geológico ao longo do eixo – Barragem de Tucuruí



# Accidentes



Kennecott mine



# Acidentes

Mina de Yallourn, Australia





# Acidentes

## A Mina de Mount Polley



Ruptura – 4 de Agosto de 2014

Volume de rejeitos – Aproximadamente 25 milhões de m<sup>3</sup> de água e rejeitos.

## Fundão



Ruptura – 5 de Novembro de 2015

17 mortos e 2 desaparecidos.

Volume de rejeitos – Aproximadamente 62 milhões de m<sup>3</sup> de água e rejeitos.

# Acidentes

## Barragem de rejeito do Fundão



Ruptura – 5 de Novembro de 2015

17 mortos e 2 desaparecidos.

Volume de rejeitos – Aproximadamente 62 milhões de m<sup>3</sup> de água e rejeitos.

# Acidentes

## Barragem de Brumadinho



Ruptura – 25 de Janeiro de 2019

mais de 200 mortos e cerca de 93 desaparecidos

Volume de rejeitos – Aproximadamente 12,7 milhões de m<sup>3</sup> de água e rejeitos.

# Acidentes

## Estação Pinheiros do Metrô

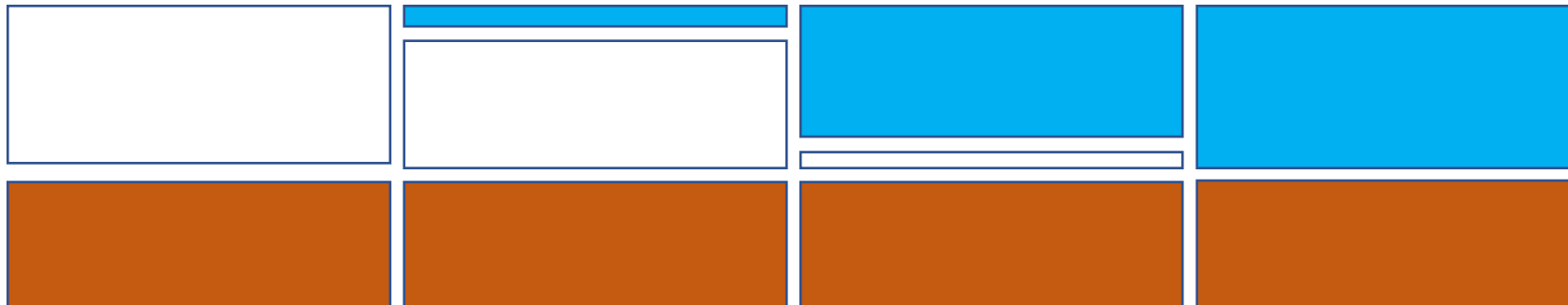


Ruptura – 12 de janeiro de 2007  
7 mortos

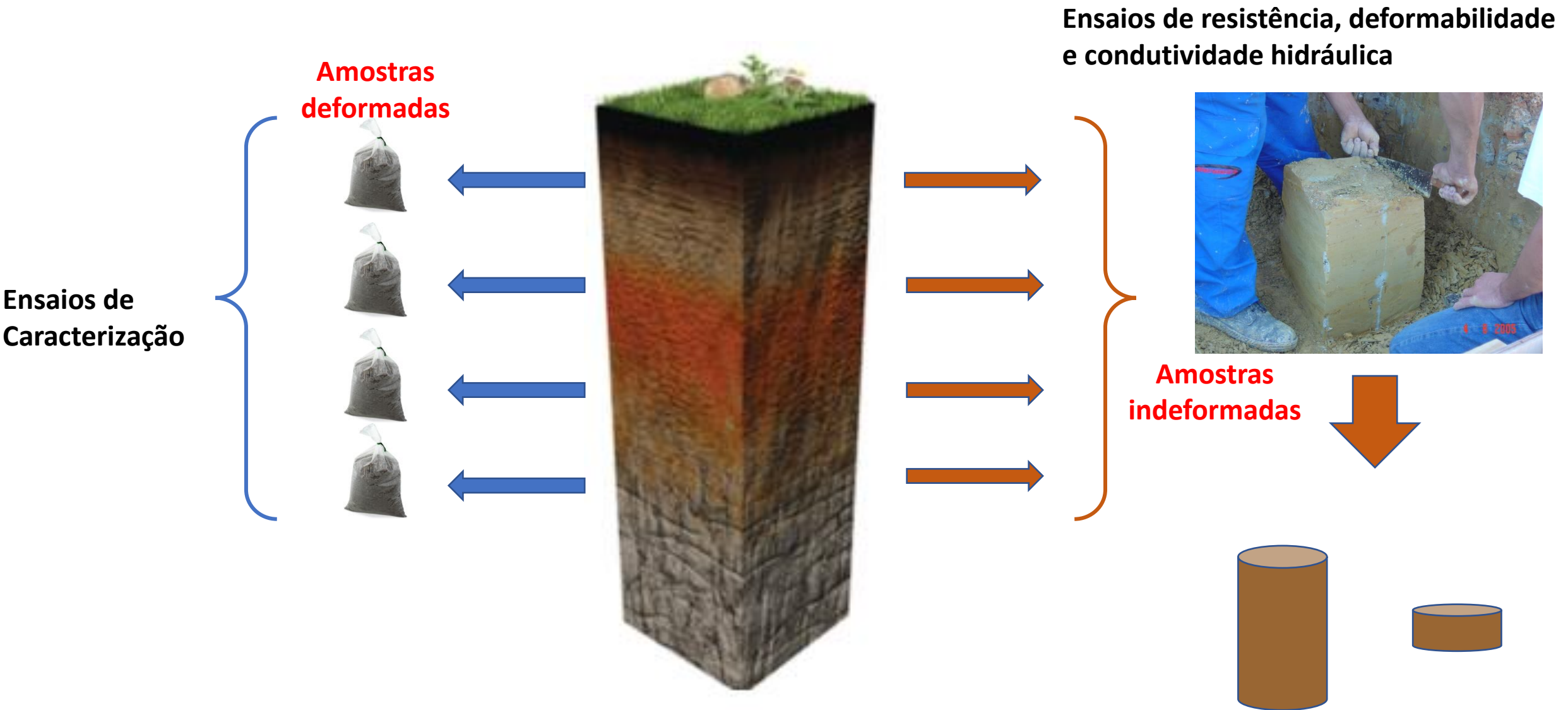
A geotecnia procura analisar o comportamento dos materiais particulados pensando em:

Resistência  
Permeabilidade  
Compressibilidade

O Objetivo é prever o comportamento das obras

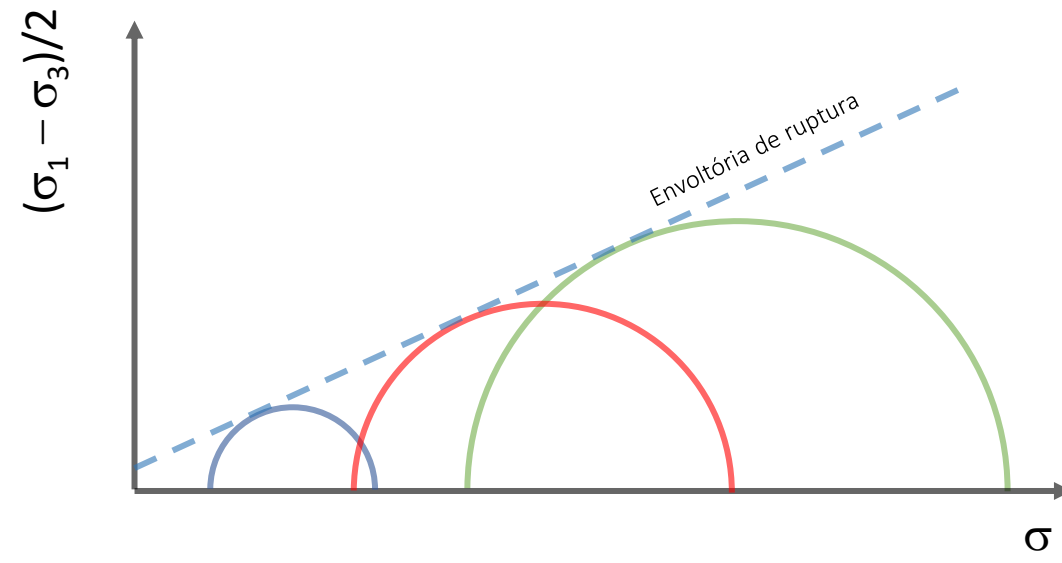
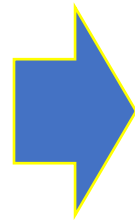
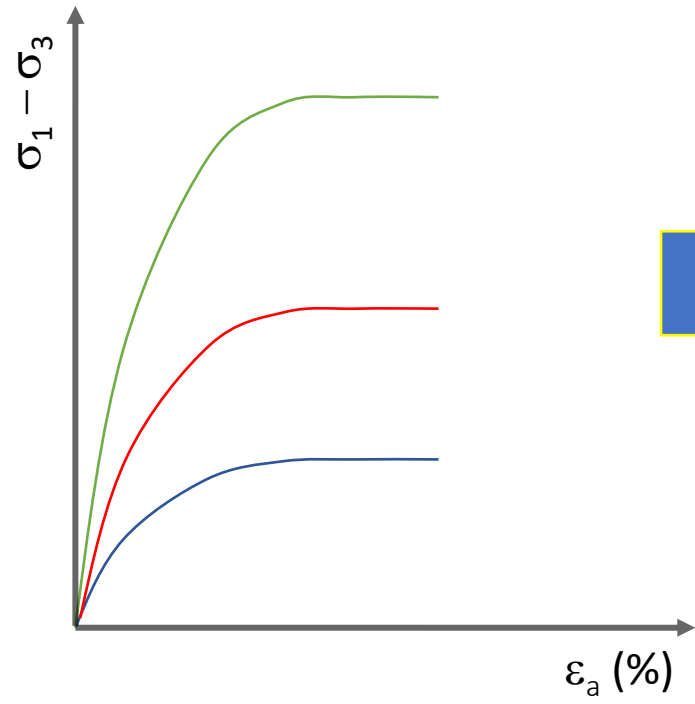


# Dados para análise de comportamento



[https://thefactfactor.com/facts/pure\\_science/biology/soil-profile/1977/](https://thefactfactor.com/facts/pure_science/biology/soil-profile/1977/)

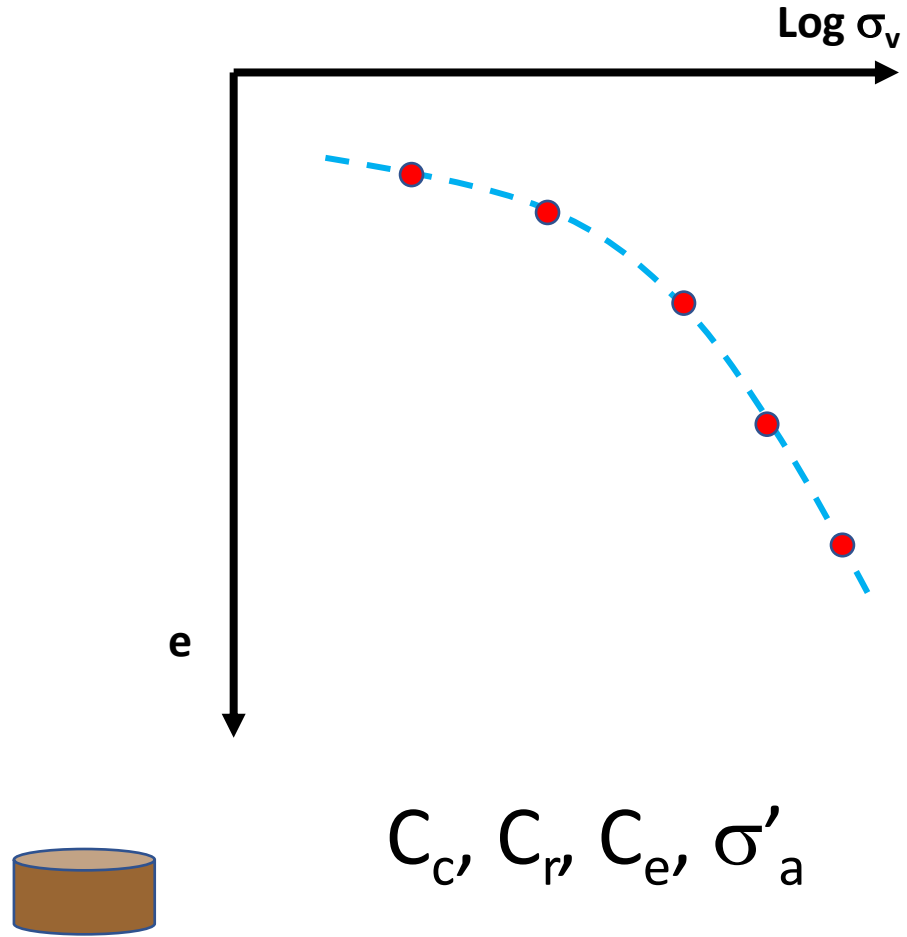
# Resistência



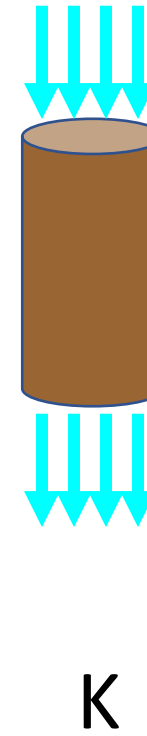
$c', \phi'$



# Compressibilidade

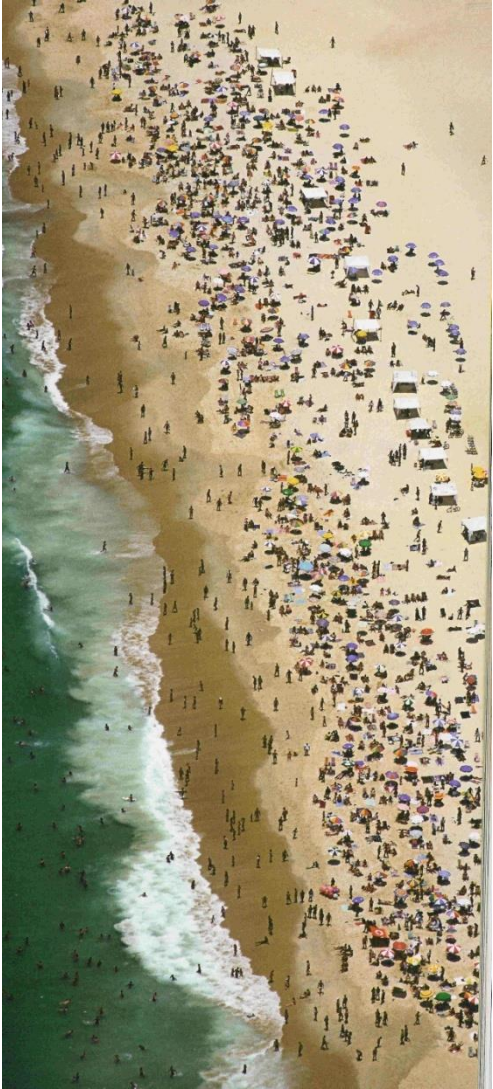


# Condutividade hidráulica





# O papel da água

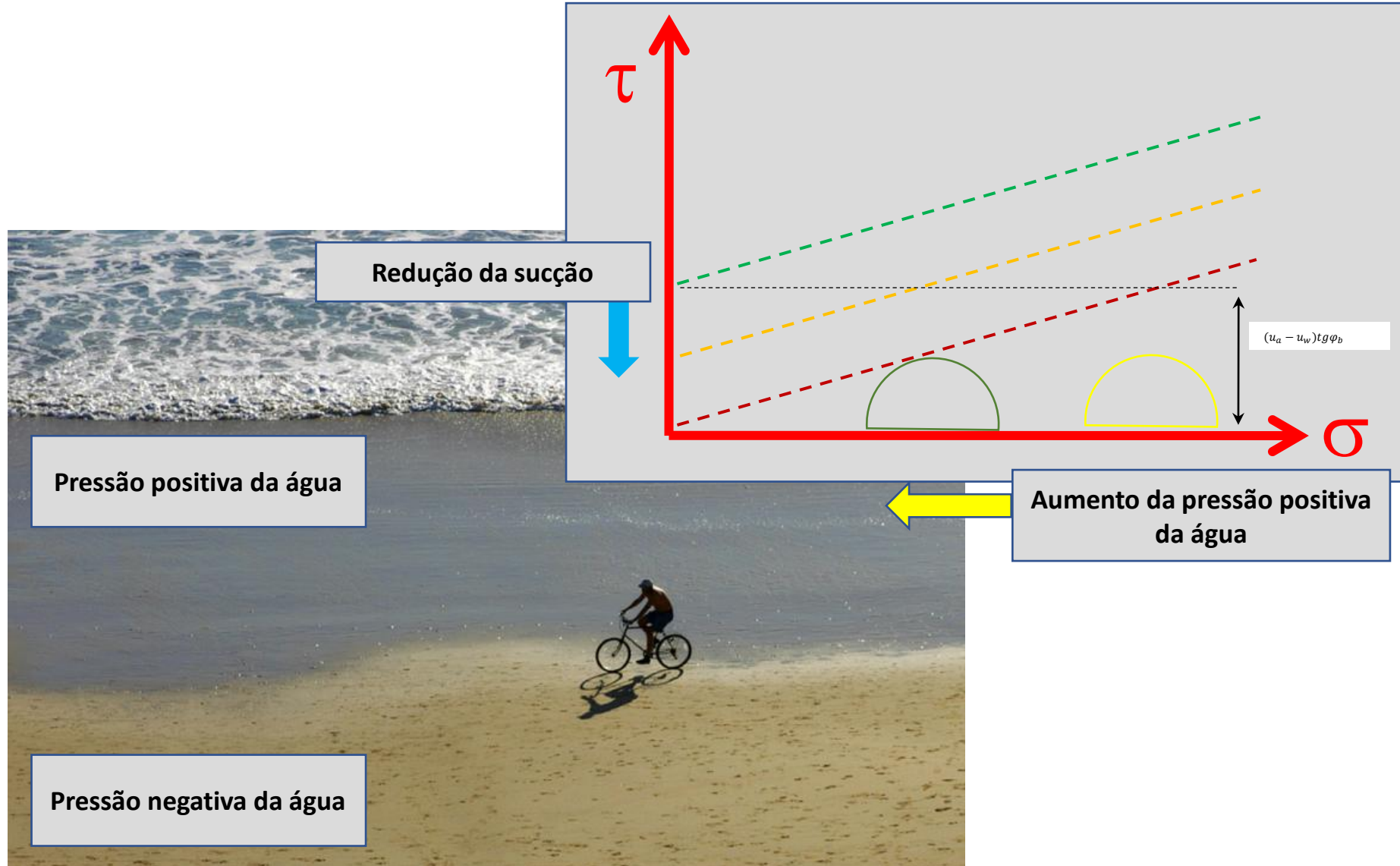


**Pressão negativa da água**

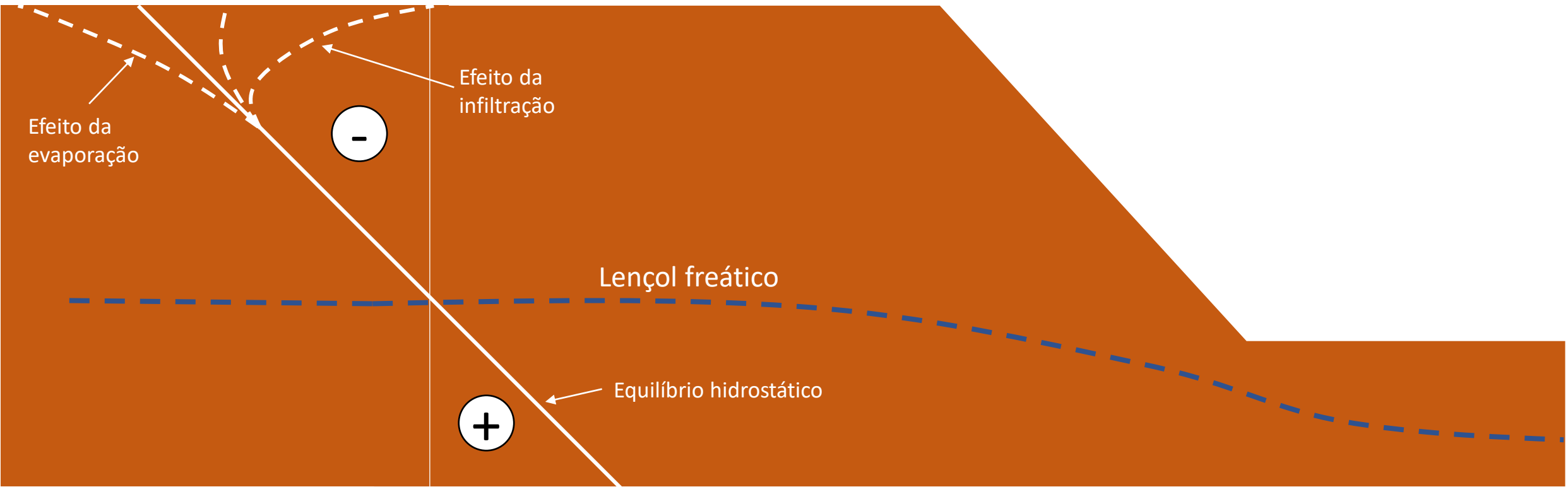


**Pressão positiva da água**

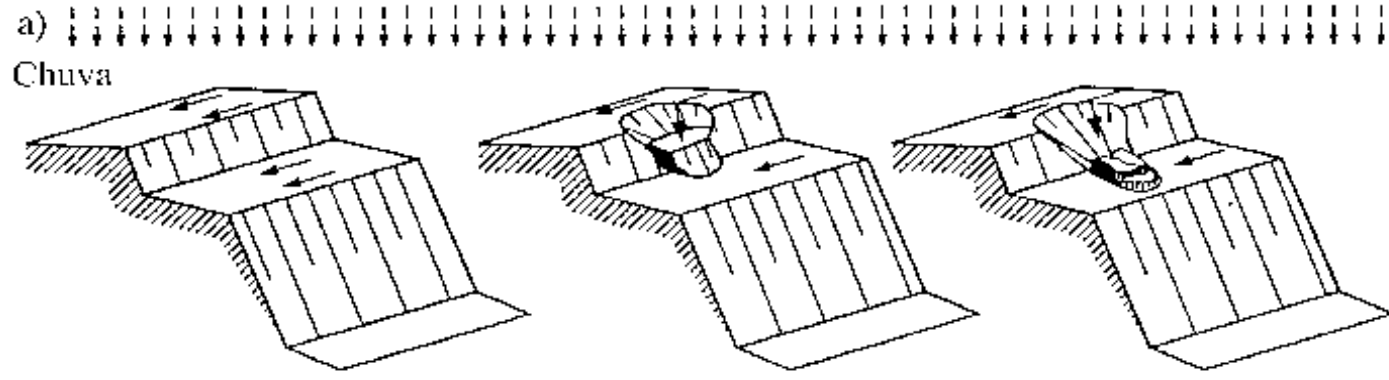
# Efeitos da pressão da água no solo



# O clima e seu efeito na pressão de água do solo



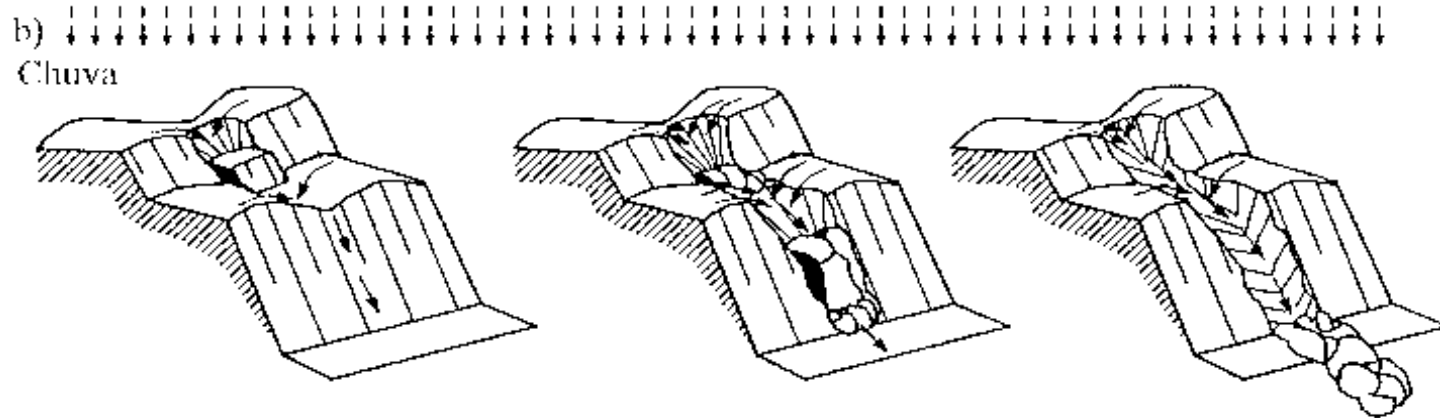
# Rupturas em taludes



Escorregamento fora de linha de drenagem



acidente pontual (raio de alcance de restrito)



Escorregamento (como estopim)  
em linha de drenagem com  
concentração de escoamento

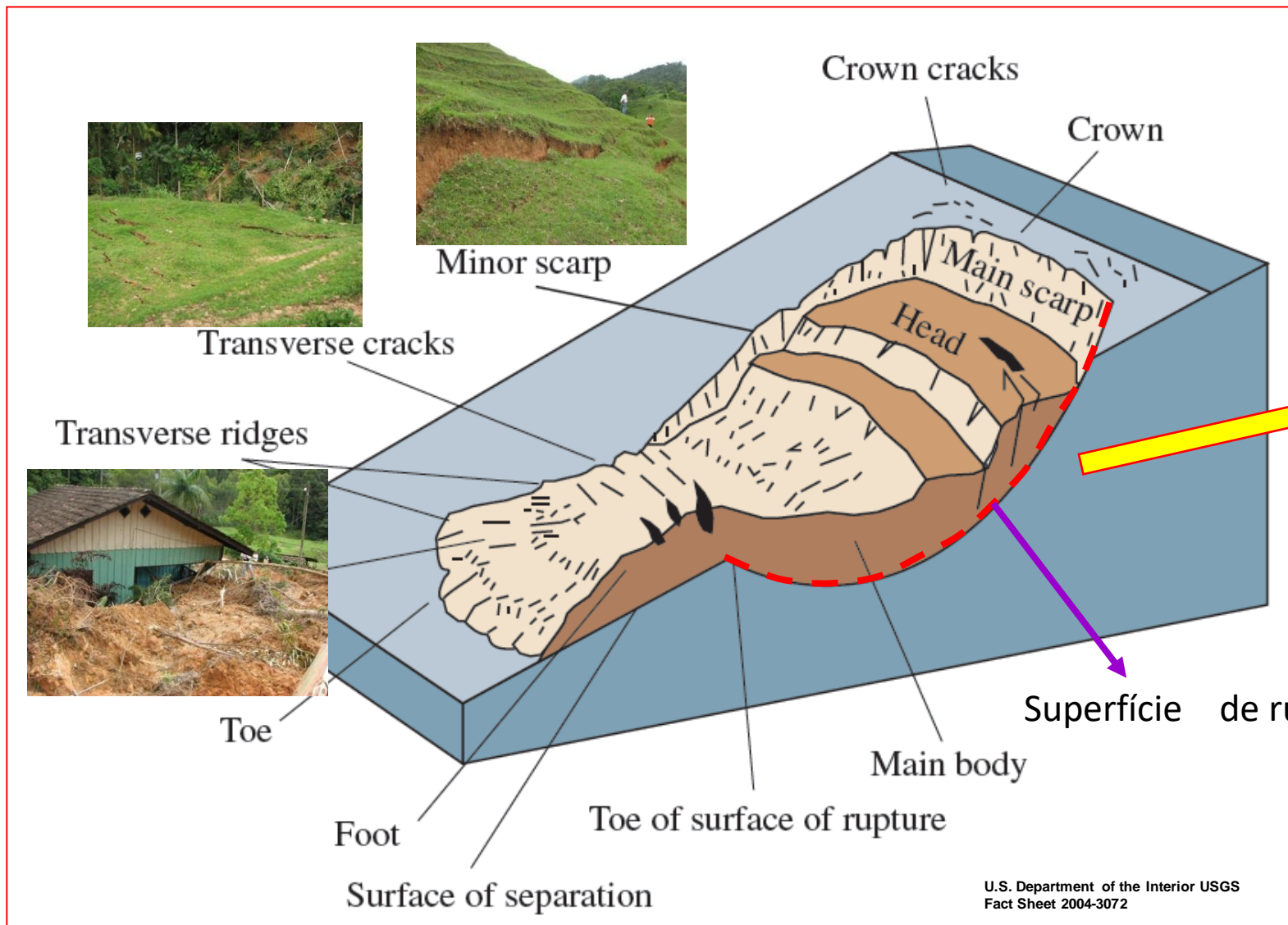


Avalanche ou  
corrida de detritos

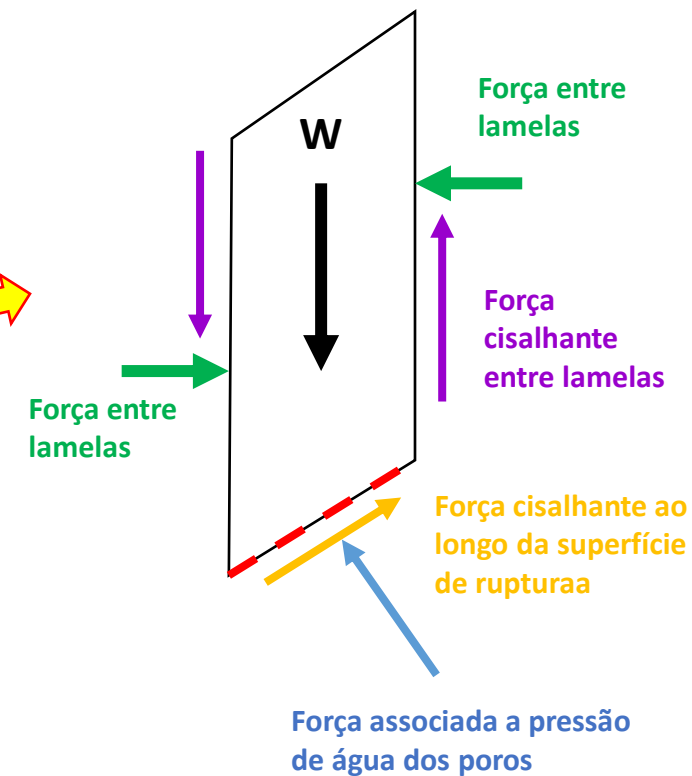


Acidente extenso  
(grande raio de alcance)

# Tipos de escorregamentos

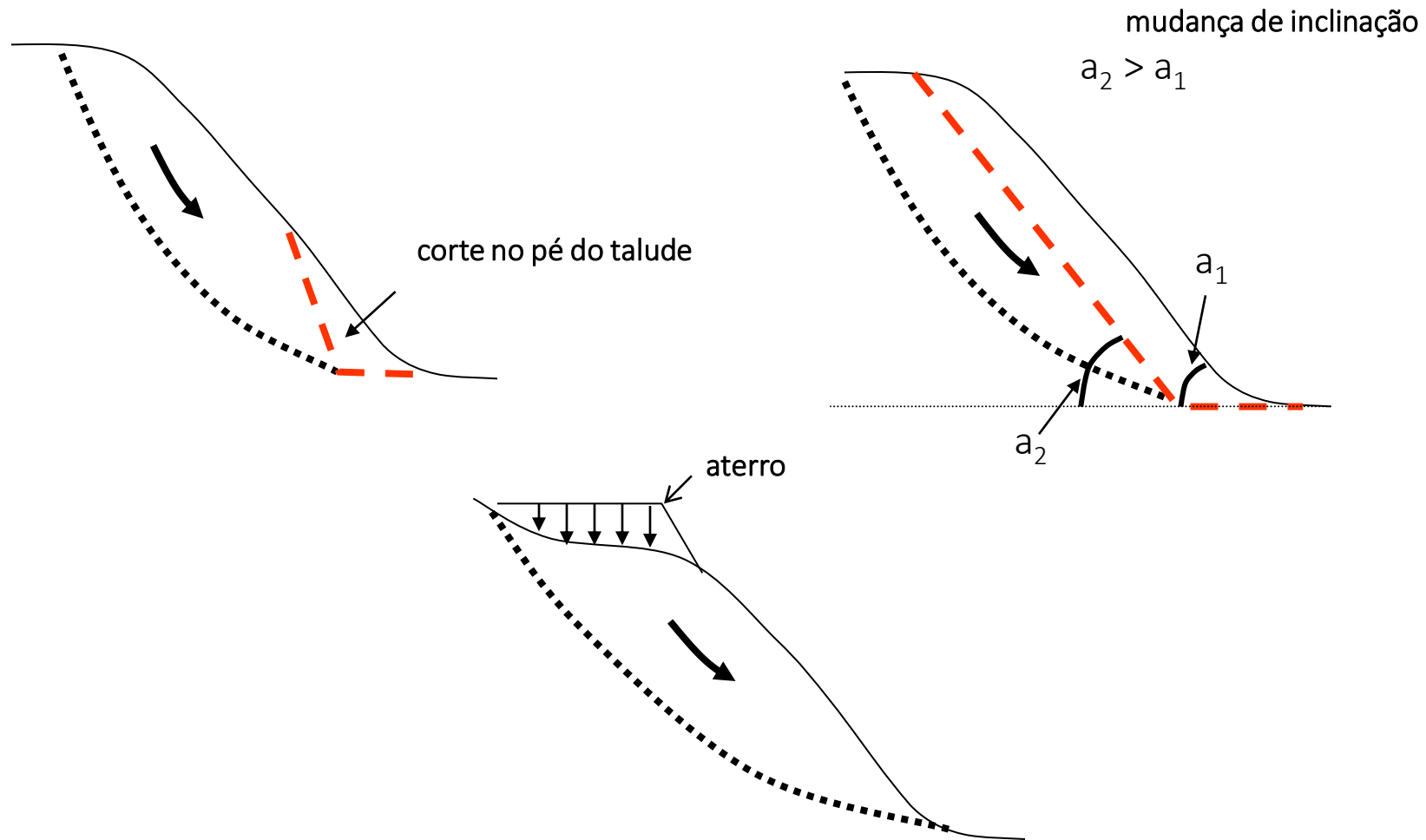


## Forças agindo em uma lamela

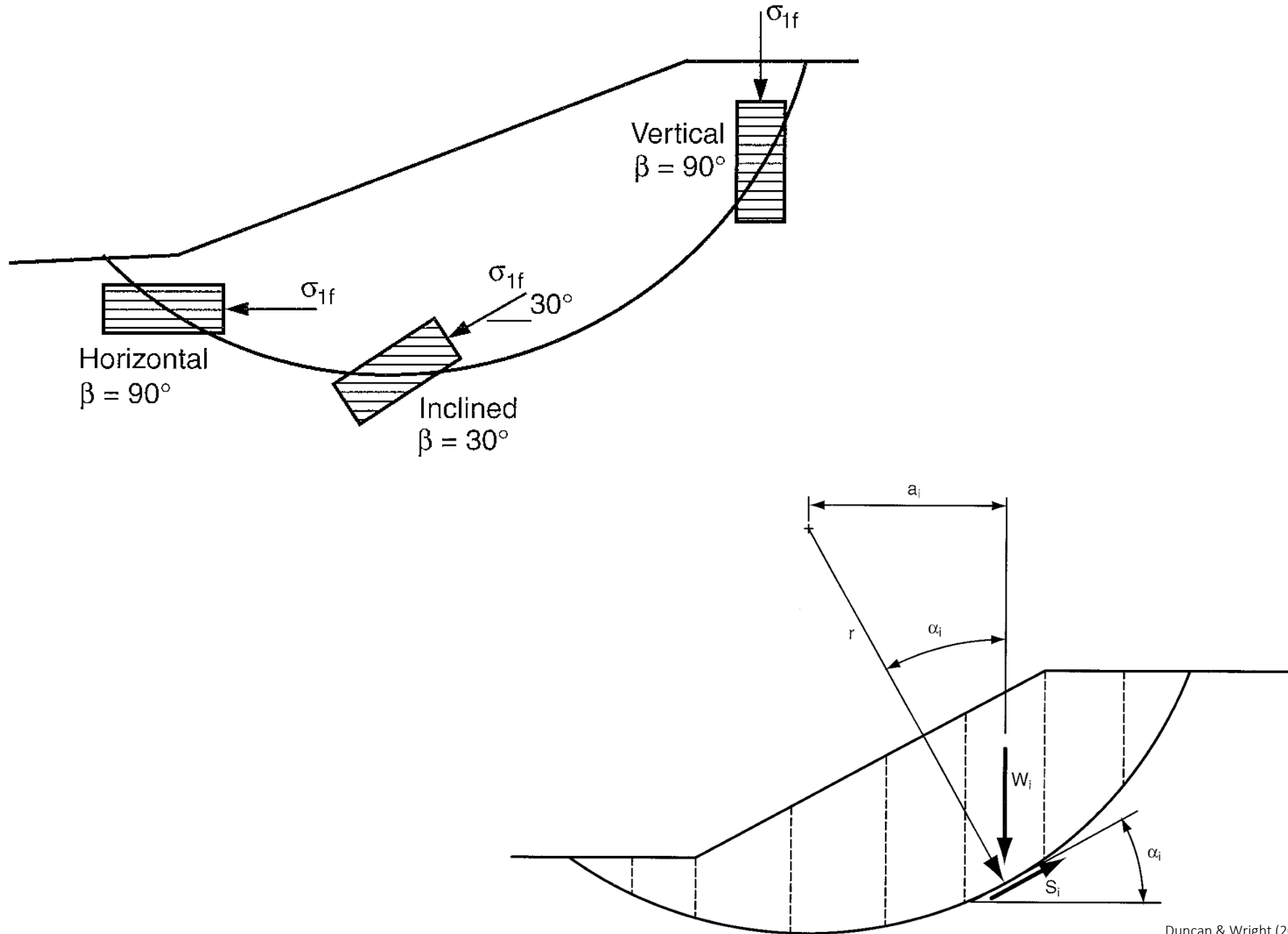


# Escorregamentos

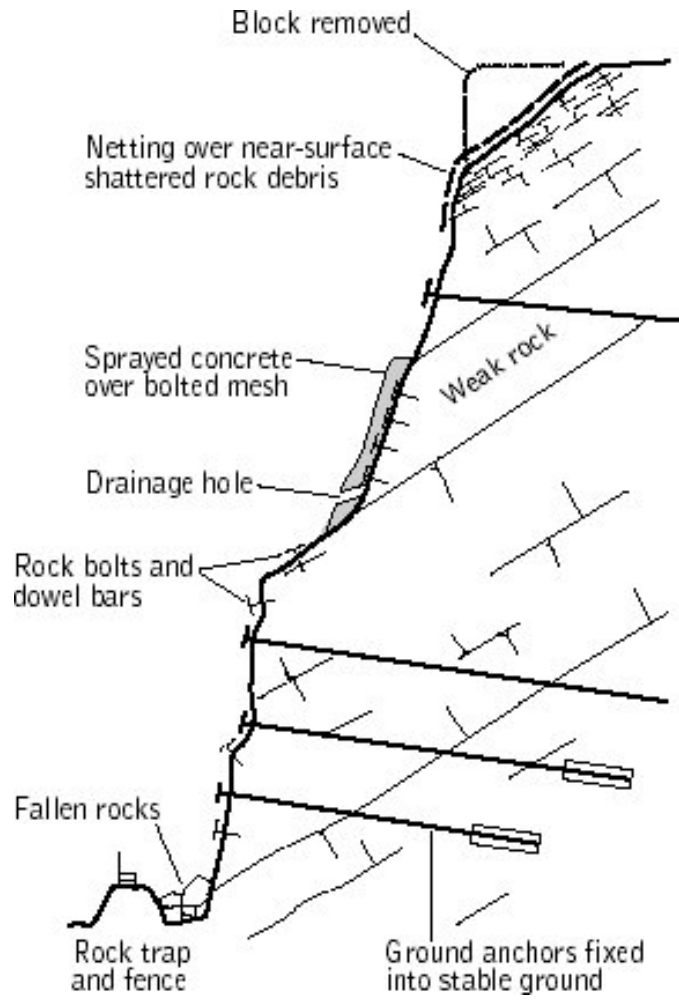
- *Alteração da geometria*
- *colocação de sobrecarga*
- *infiltração de água*
- *desmatamento e poluição ambiental*



# Análise de estabilidade



# Exemplos





# Exemplos



Salvador – Foto: Prof. Luiz Edmundo Campos

# Exemplos



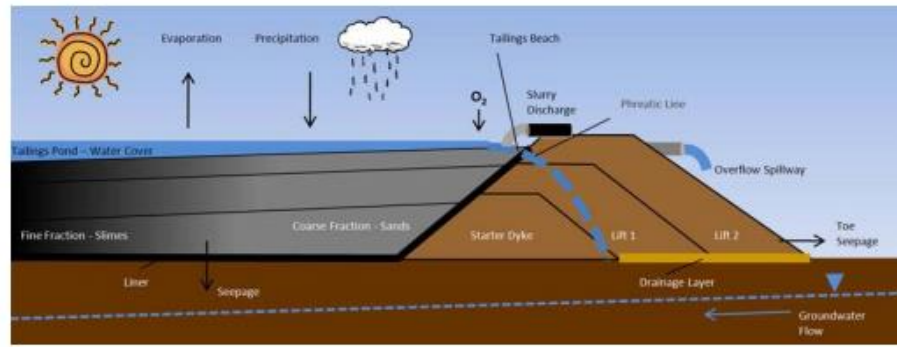
Morro do Macaco – Diadema – Foto FAMMarinho

# Exemplos

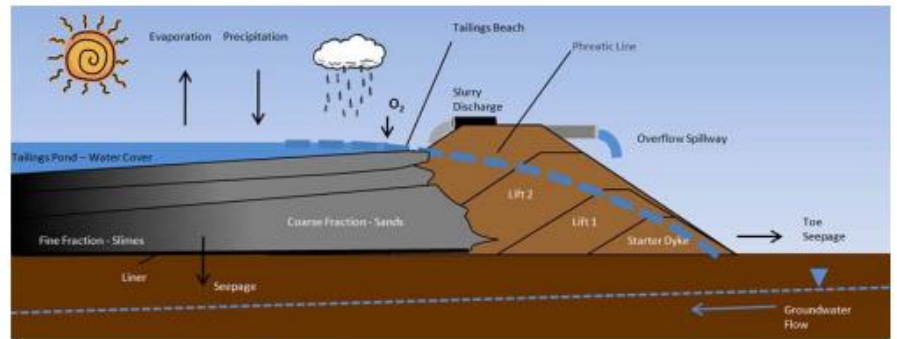


Aterro de resíduos sólidos – Itapecetuba – Foto : FAMMarinho

# Exemplos



**Downstream Construction Method**



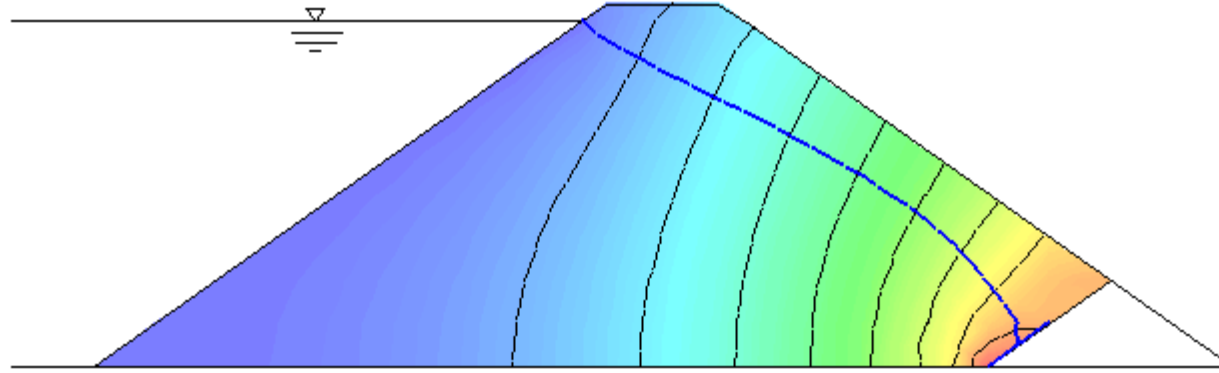
**Upstream Construction Method**



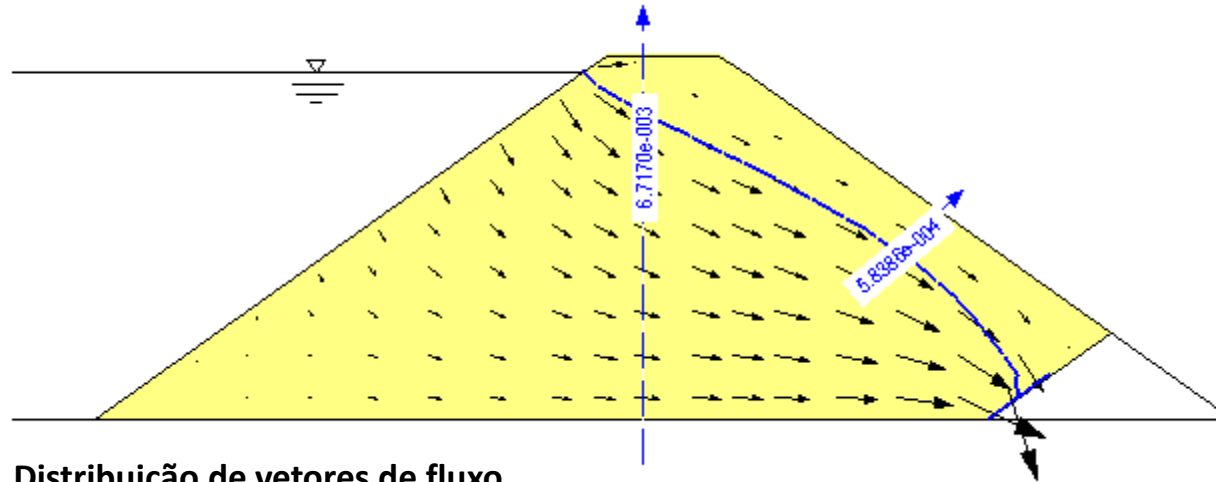
**Centerline Raise Construction Method**

# Exemplos

Análise numérica de Fluxo de Água em Barragens



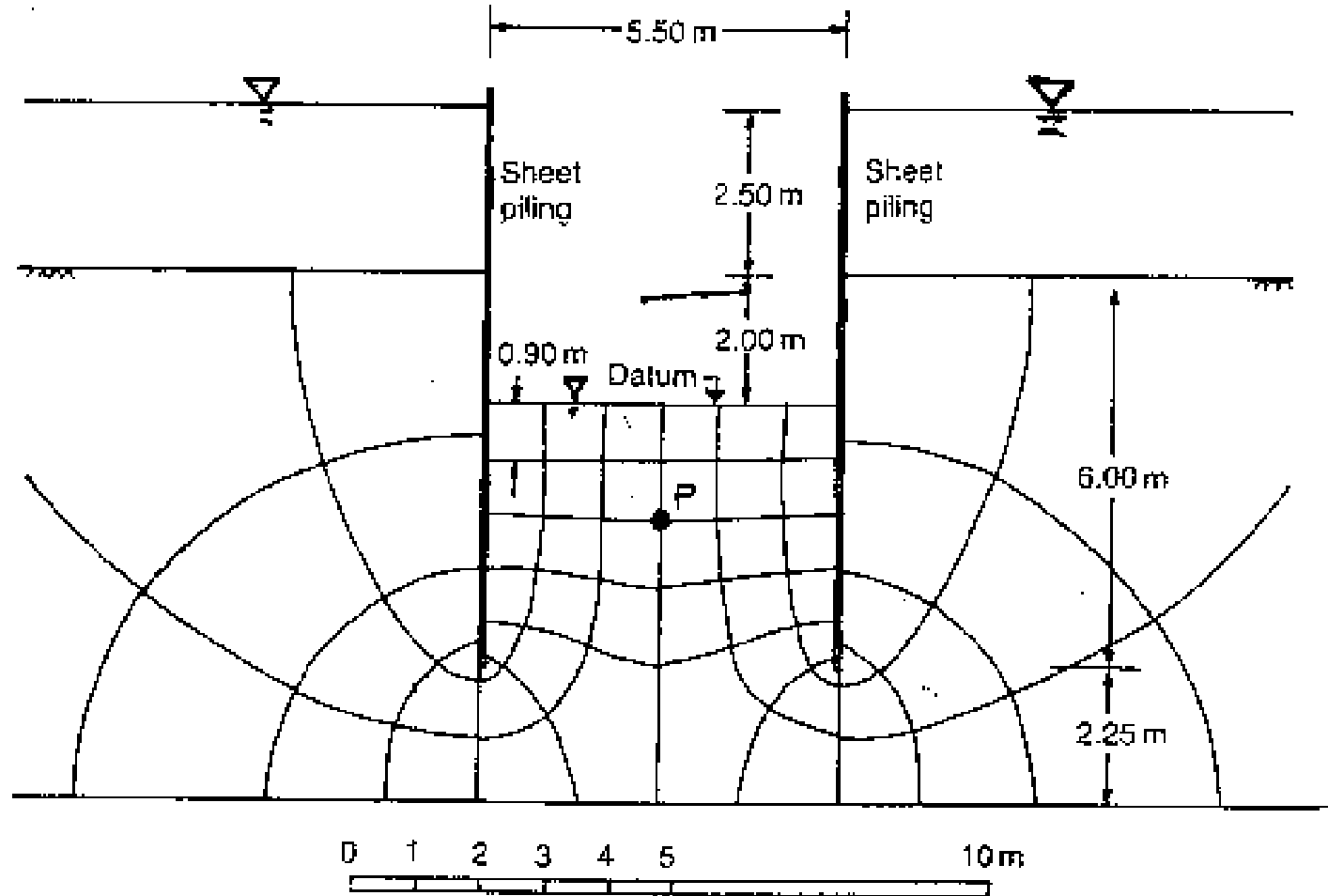
**Distribuição de cargas hidráulicas**



**Distribuição de vetores de fluxo**

# Exemplos

Fluxo de Água em Valas



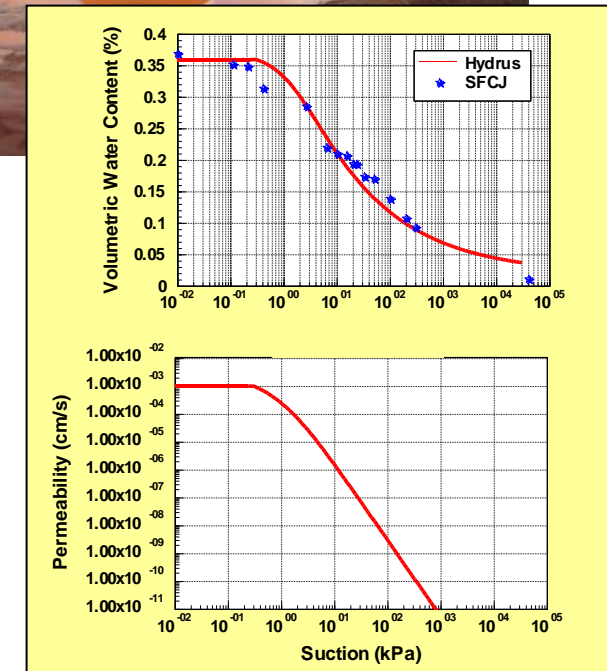
<https://sites.google.com/site/langetecniafundacao>

# Exemplos

Fluxo em meio poroso

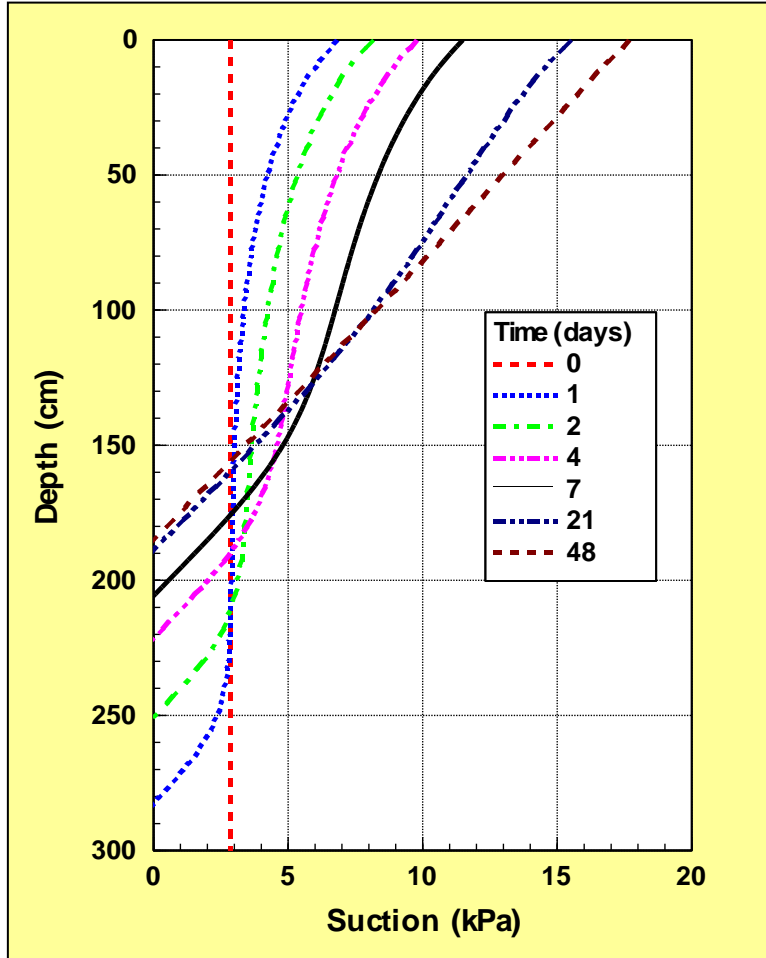
No pátio de estocagem

No navio

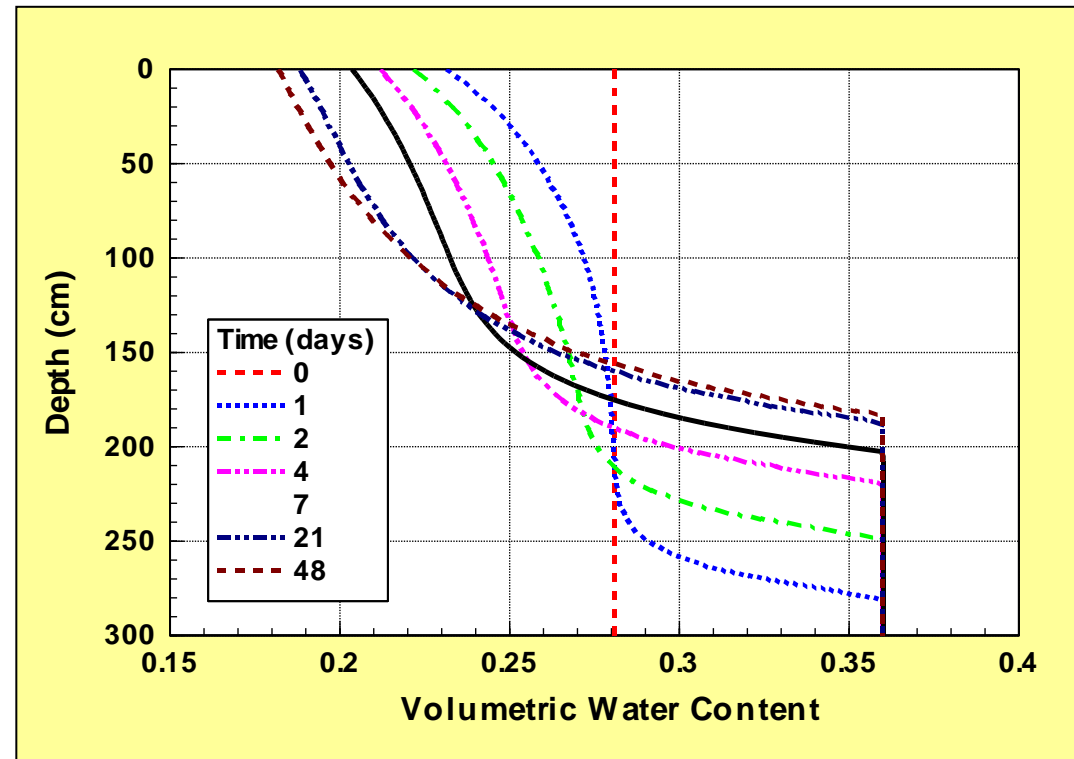


# Exemplos

## Fluxo em meio poroso



## Previsão de Comportamento *Hydrus 1D*





# Exemplos

