

# **S O L O G R A M P E A D O**

- **DETALHES EXECUTIVOS**

2. Conceito

3. Breve Histórico

4. Sequencia básica de execução

5. A execução do Chumbador

6. Exemplos de análise gráfica da injeção

7. Ensaios de Tração no Chumbador

8. Drenagem

9. Concreto Projetado

10. Chumbador Vertical

11. Medida de Deformação

- **CASOS DE OBRA**

- **CONCLUSÕES**

# “TECNICA DE ARRIMO PARA MACIÇOS EM CORTE”



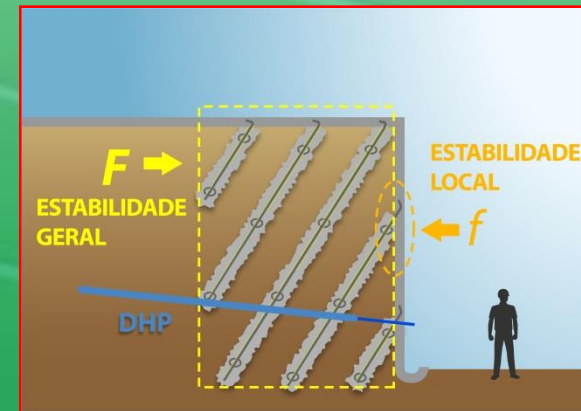
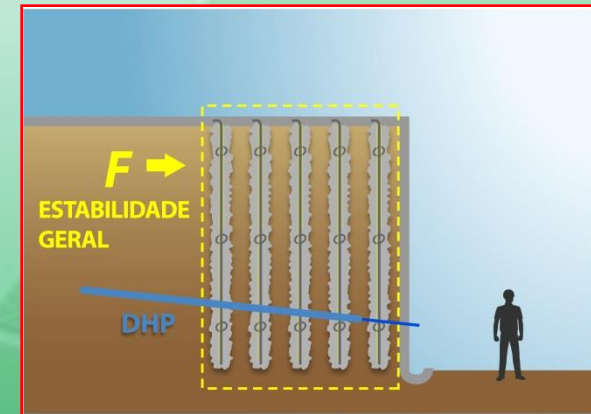
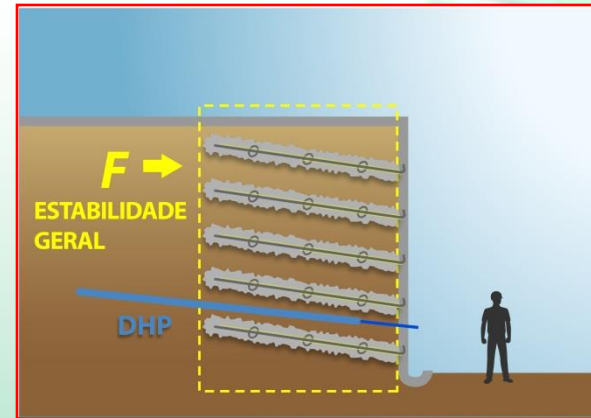
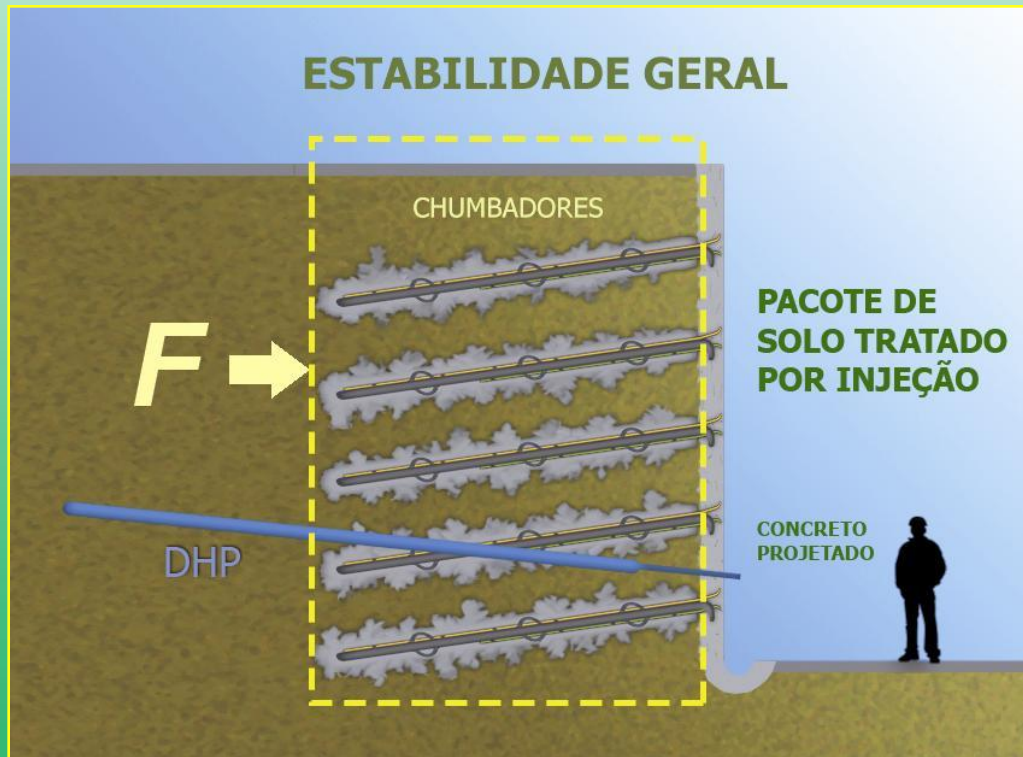
**ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES PELA  
CONSOLIDAÇÃO**

**PORTANTO MELHORIA DO SOLO**

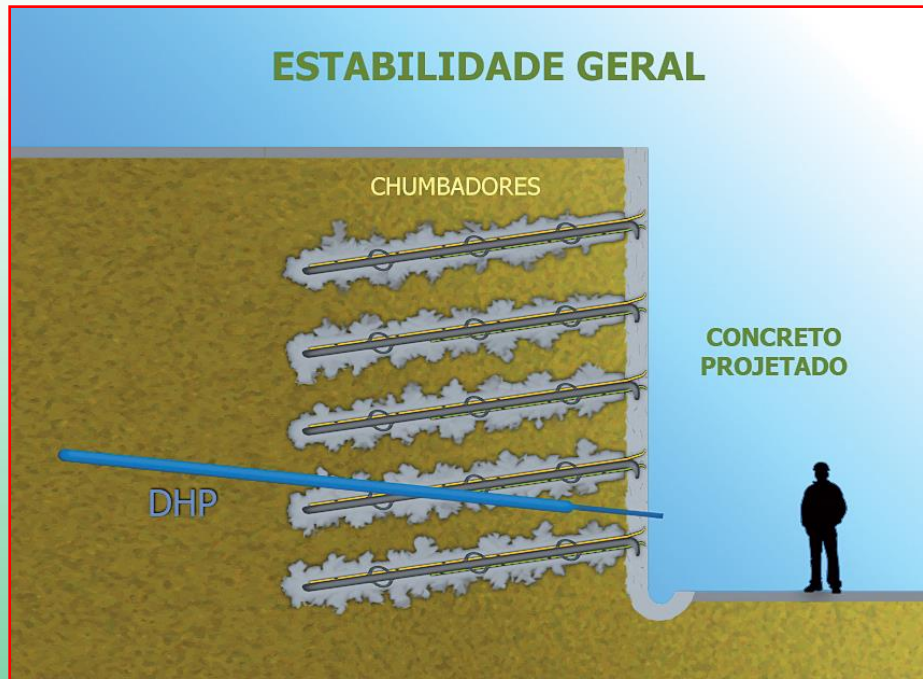
# ESTABILIDADE GERAL

Estabilidade do corte pela melhoria do solo obtida através da execução do chumbador:

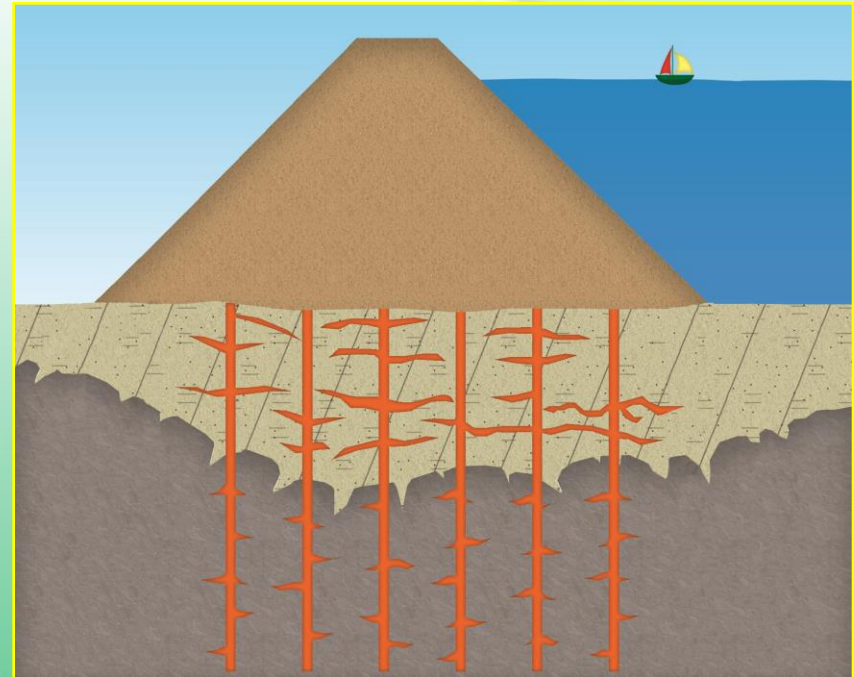
1. introdução de barras de aço
2. injeção de de calda de Cimento



# ESTABILIDADE GERAL - CRER NA INJEÇÃO



**Estabilidade obtida por melhoria do solo**



**Injeção de Impermeabilização de fundação de barragem**

## ESTABILIDADE LOCAL

- O revestimento deve estabilizar a **face** do talude, resistir:
- fluxos de água, esgoto, chuvas, etc (vindos de cima para baixo);
  - deslocamentos



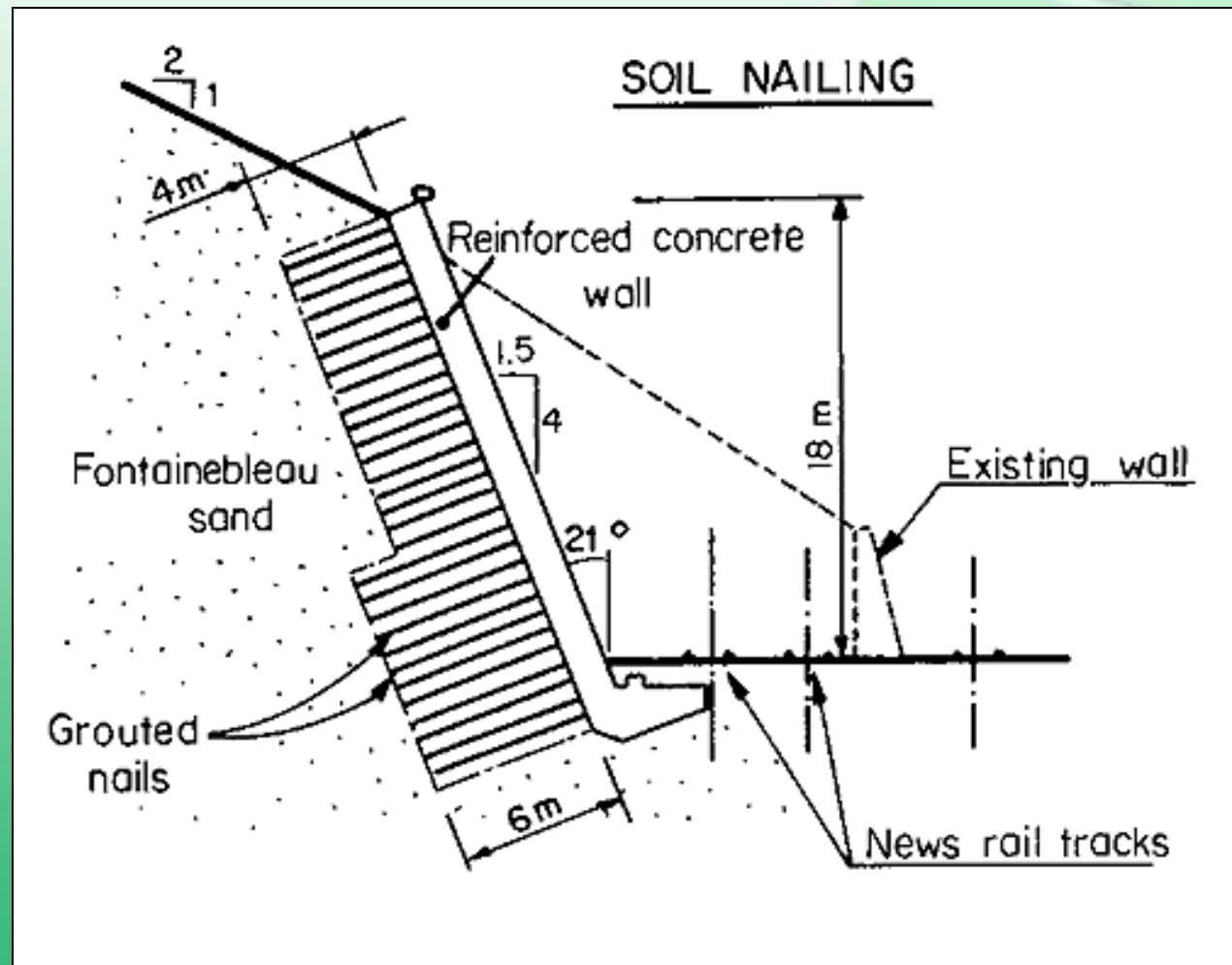
### 3. Breve Histórico - França, 1972 (1º)

As empresas **Bouygues e Soletanche** executaram o S.G. num talude ferroviário, em Versailles.

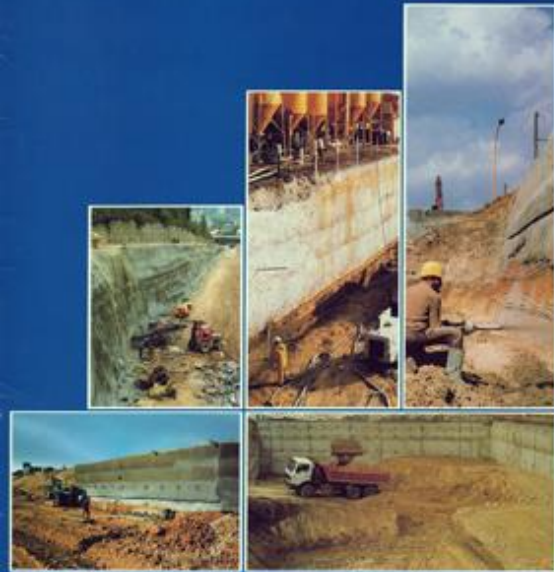
O primeiro SG !

Segundo **Schlosser, Unterreiner e Plumelle.**

ASCE Speciality Conference on Grouting, Soil Improvement, New Orleans-Louisiana-fev 1992



A França foi o primeiro país a investir no desenvolvimento do Solo Grampeado com a criação, em 1987, do **Projet National Clouterre**.



PROJET NATIONAL  
**CLOUTERRE**























Le Projet National CLOUTERRE sous le patronage de la Direction des Affaires Economiques et Internationales du Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer et de la Fédération Nationale des Travaux Publics a été réalisé par :

**DES ORGANISMES DE LABORATOIRE, D'ESSAIS ET D'ÉTUDES :**

- C.E.T.P.
- C.E.R.M.E.S.
- I.M.O.
- L.C.P.C.
- Laboratoires Régionaux de l'Est Parisien, de Lorraine et du Rhône
- TERRASOL

**DES MAÎTRES D'OUVRAGES ET MAÎTRES D'ŒUVRE :**

- COFIROUTE et SOCASO
- D.D.E. de la Moselle et de Savoie
- D.D.S.T. de la Martinique
- SCETAUROUTE
- SERIALY
- SETRA
- Société du métro de Marseille

**DES ENTREPRISES :**

- BACHY
- BALLOT
- BOUTOGUES
- E.M.C.C.
- FOUGEROLLE
- GIE SEMED DUMEZ
- INTRAFOR
- LA FOREZIENNE
- SADE
- SEH
- SOLETANCHE
- SPIE BATIGNOLLES

Direction du projet : Raymond SOULAS  
 Directeur Scientifique : François SCHLOSSER  
 Délégué Permanent : Claude PLUMELLE

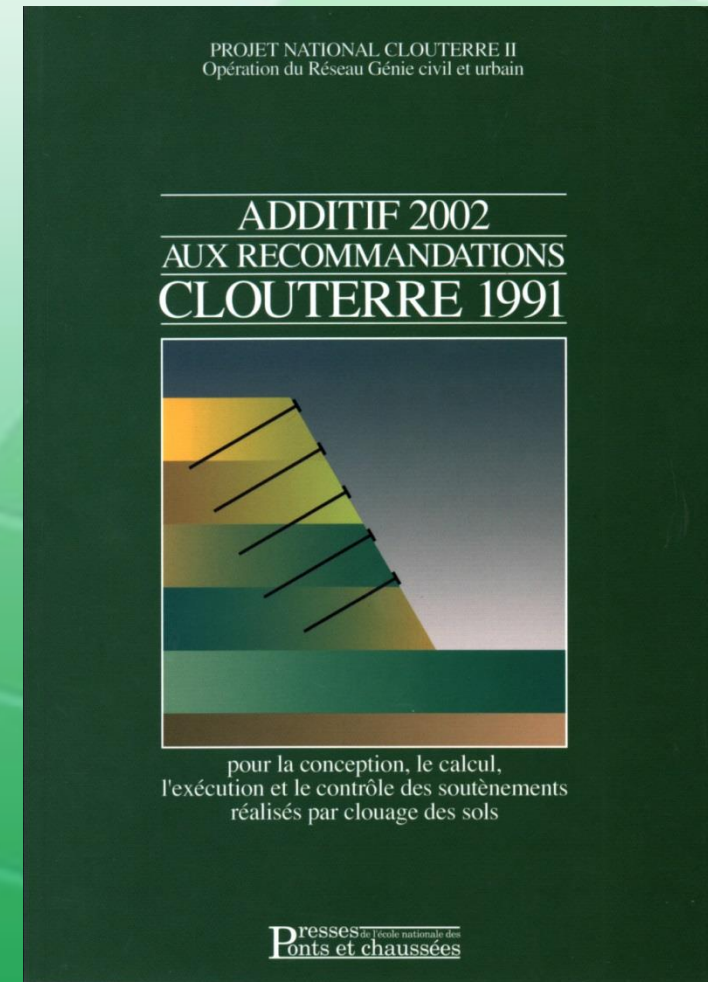
**CLOUTERRE**  
 C.E.T.P.  
 78470 Saint-Benoit-sur-Orne, France - Tél. : (1) 30.52.92.00 - Télex : 495-537 F 408847  
 Télécopie : (1) 30.52.75.75

O Clouterre teve a participação de empresas de construção, de órgãos do governo, laboratórios, universidades e de executores.

**1991**  
**Publicação do manual**  
***Clouterre***



**2002**  
**Atualização**





# Alemanha, 1975,1981,1986

**Alemanha – 1975, lançamento de programa de 4 anos para estudar 8 modelos em escala real (Stocker, Gudehus e Gassler).**

**Em 1981, publicação de análises de desempenho artificialmente levada à ruptura. Valores def.  $\sim 0,30\%h$  18mm.**

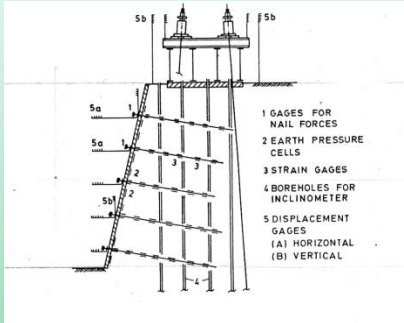


Fig. 3 Measuring facilities of the test walls

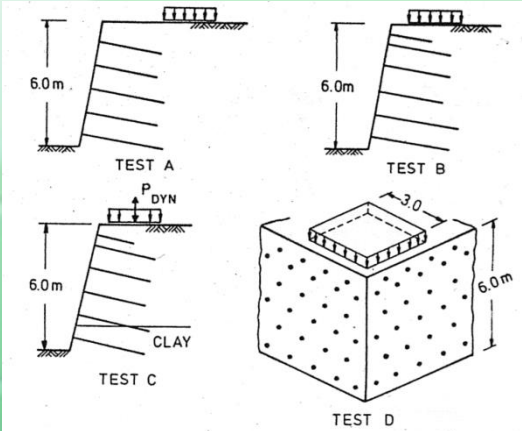
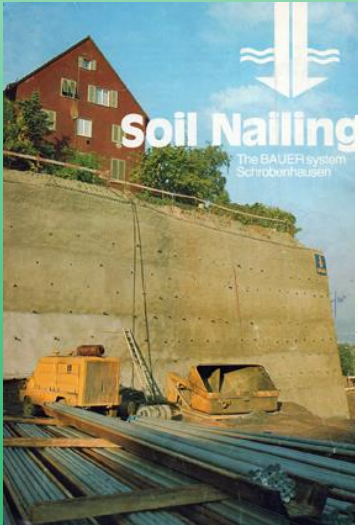


Fig. 2 Large scale tests in sand



**Full-scale Tests**

Soil has generally a relatively high compression strength but rather low tensile and shear strengths. Nailing reinforces the soil and increases resistance to tensile and shear stresses. The composite block produced in this way acts like a gravity retaining wall and can be used as a load bearing structure.

A number of model tests were carried out to verify theoretical concepts. In the course of these tests the soil nailing capacity and failure criteria of the composite block were examined.

Full scale tests were carried out to investigate practical aspects of construction, actual load bearing capacity and newly developed design concepts.

The process is patented.

Maximum loading of a precast retaining wall corner (sand soil): 340 kN/m<sup>2</sup>, height: 6 m.

**KARL BAUER SPEZIALTIEFBAU**

Lehr- & Co. AG  
 Industriestraße 1  
 D-8080 Schwanau  
 West Germany  
 Telephone (089) 22 31 - Telex 3220

**Branches and Sub-Offices:**

- Berlin
- Frankfurt
- München
- Stuttgart
- Wien
- Zürich
- Köln
- Bonn
- Düsseldorf
- Hamburg
- Leipzig
- Nürnberg
- Regensburg
- Saarbrücken
- Schwerin
- Tübingen
- Ulm
- Weimar

Budget: 300 t of precast soil nailing, height: 14.00 m (1982)

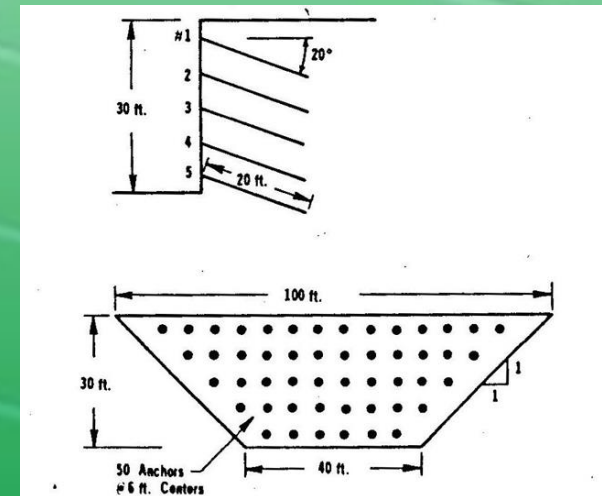
**1986, a Empreiteira Bauer divulga o Solo Grampeado em seu folder.**

## EUA, 1976

• **1976**, Contenção paredes do subsolo do **Good Samaritan Hospital** (Portland-Oregon), pela Kulchin e Consorciados. Altura do talude sedimentar entre **10,7** e **13,7** metros verticais em **2.140 m<sup>2</sup>** de área contida def. **0,3%h** ~33mm.

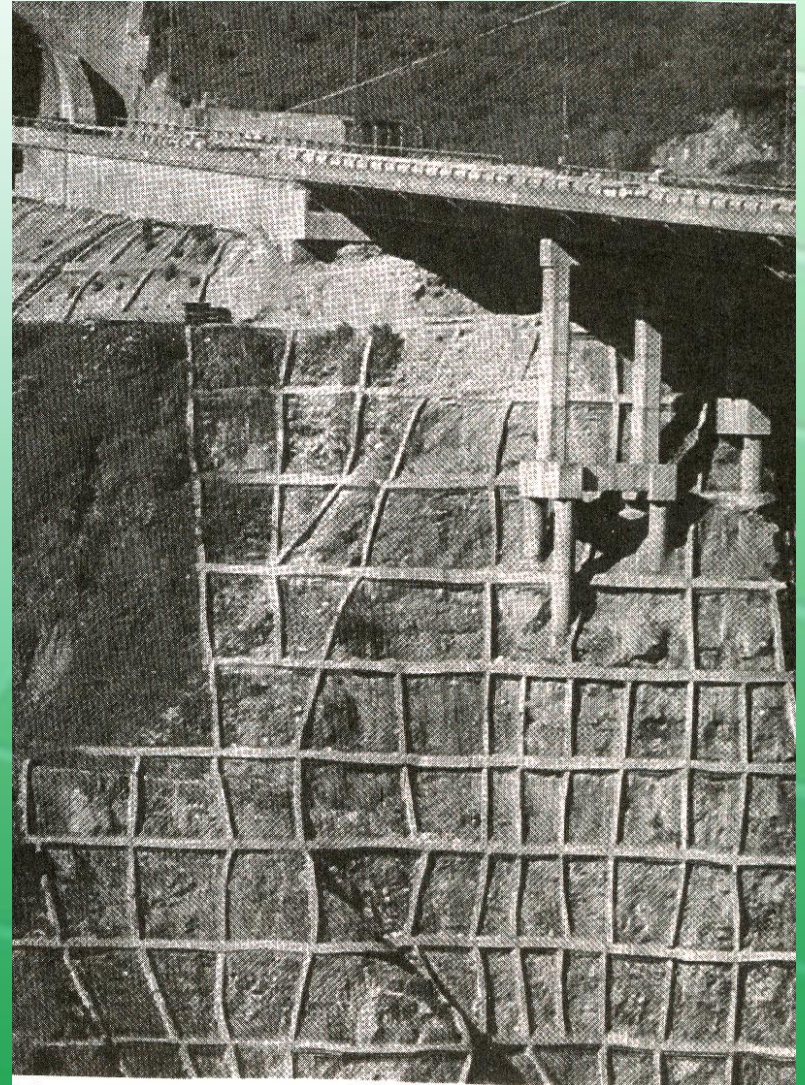
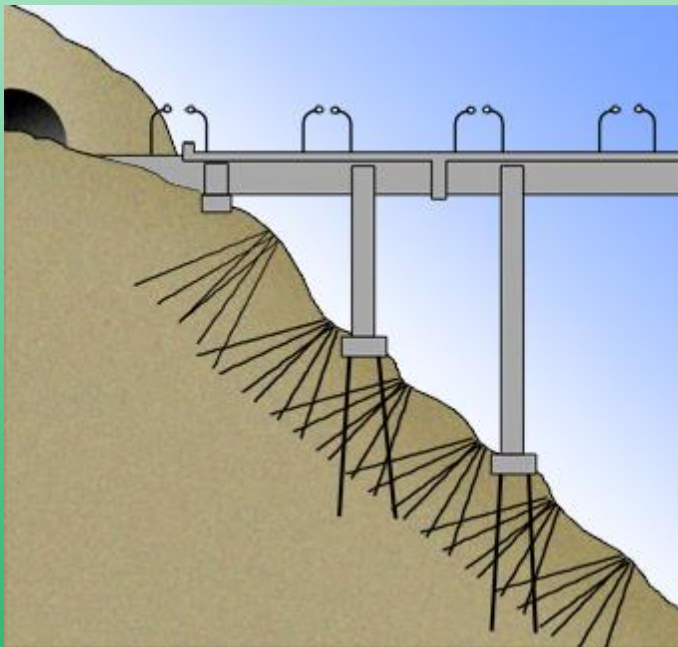
• **1979**, Davis campus, Univ. California protótipo de campo  $h=9,15\text{m}$ , sedimento de silte arenoso def. **0,14** e **0,17%h** ~15mm

• **1981**, publicação de análises de desempenho do Solo Grampeado no Good Samaritan, por **Shen C.K. et al.**



## Brasil, 1972 - Imigrantes

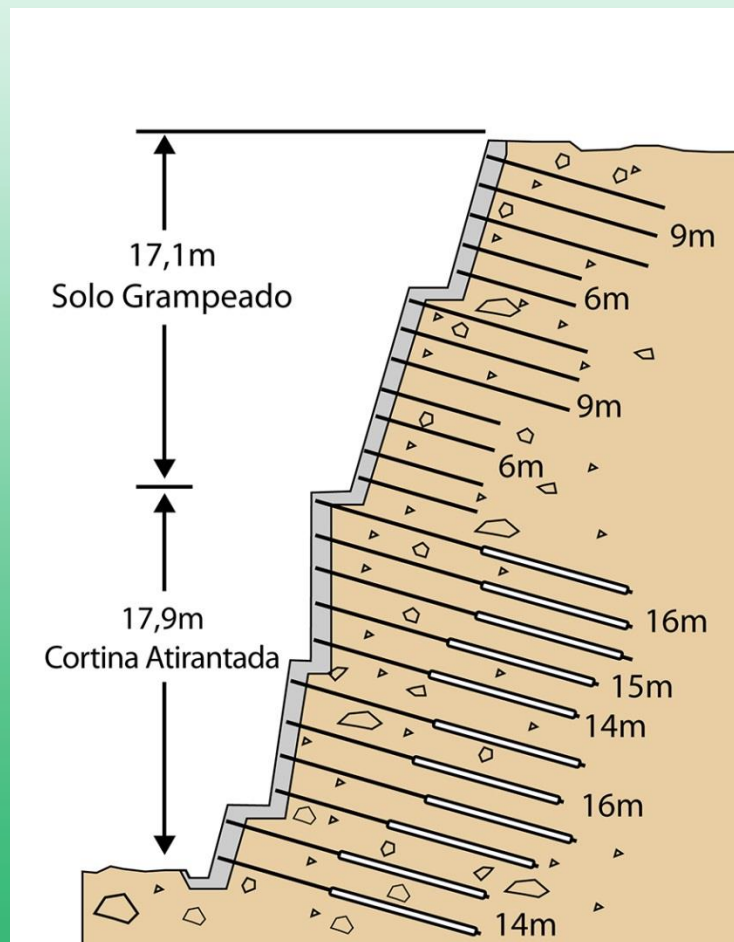
Contenções por reticulados de chumbadores , “palli radice”, Rodio, Brasfond, Soletanche nos túneis e taludes da **Rodovia dos Imigrantes.**



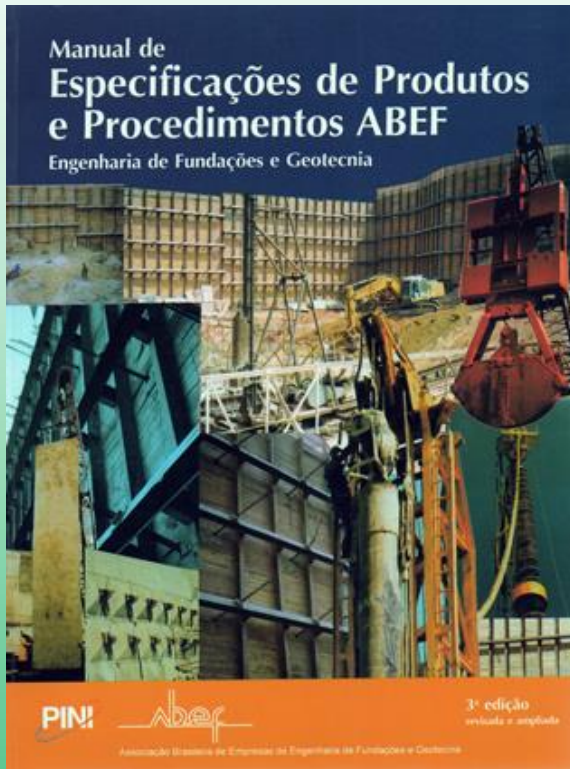
## Niterói (RJ), 1984 ESTE

Corte de **35,0m** altura sendo a porção superior com **17,1m** em Solo Grampeado

Praia de Icaraí,  
Niterói (RJ) – 1984.



# Brasil, 1998, 1º ed. Manual ABEF, nov.2004-3ºed.



## Concreto Projetado

1. Objetivo	294
2. Referência	294
• Normas	294
• Documentos complementares	294
3. Definições	294
4. Equipamentos, acessórios e ferramentas	294
5. Equipe	294
6. Procedimento executivo, atividades e responsabilidades	297
• Limpeza da superfície	297
• Aplicação do concreto projetado	298
• Dosagem e cura do concreto projetado	298
7. Procedimentos para verificação e avaliação dos serviços	298
• Características	298
• Acompanhamento	299
8. Equipamentos de segurança do trabalho, EPI's e instruções	300
9. Matéria-prima	300
• Especificação dos materiais	300
• Armazenamento e condições	301

Anexas  
7  
8

## Chumbadores

1. Objetivo	326
2. Referência	326
• Normas	326
• Documentos complementares	326
3. Definições	327
4. Equipamentos, acessórios e ferramentas	328
• Montagem	329
• Perfuração	329
• Injeção	329
5. Equipe e qualificação	329
• Equipe	329
• Qualificação	330
6. Procedimento executivo, atividades e responsabilidades	330
• Método executivo	330
• Locação	330
• Perfuração	331
• Montagem e instalação	331
• Proteção anticorrosiva e injeção	331
• Proteção da cabeça	332
• Sistema de controle de execução	332
7. Procedimentos para controle executivo e avaliação dos serviços	332
• Verificação dos serviços de locação	332
• Verificação dos serviços de perfuração	332
• Verificação dos serviços de montagem, instalação e proteção anticorrosiva	332
• Verificação dos serviços de injeção e proteção da cabeça	333
8. Equipamentos de segurança do trabalho, EPI's e instruções	333
9. Materiais necessários à execução, atividades e responsabilidades	334
• Materiais e especificações	334
• Armazenagem e condições	335

Anexas

A - Modelo de boletim para controle de produção	336
B - Modelo de boletim para execução	337
C - Proteção dos chumbadores	338
D - Listagem sintética	339

## 3. Definições

Para os fins deste documento, aplicam-se as seguintes definições:

**3.1 chumbadores:** Elementos ancorados integralmente no material encaixante (solo, rocha, etc.), conforme indicado na figura 1, os quais podem trabalhar à tração, compressão, flexão ou cisalhamento.

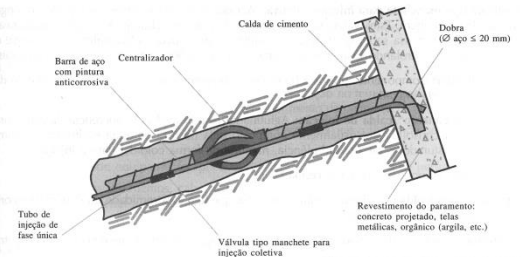


Figura 1 - Partes constituintes de um chumbador

Nos casos em que o diâmetro da barra de aço é superior a 20 mm, pode-se utilizar rosca, placa e porca ou solda de peça metálica de ligação

**3.1.1 chumbadores cravados:** Elementos estruturais, compostos de barras, cantoneiras ou tubos metálicos, os quais são introduzidos no terreno por martelos pneumáticos ou manualmente.<sup>1</sup>

**3.1.2 chumbadores moldados "in loco":<sup>2</sup>** Elementos estruturais constituídos por barras, feixes de barras ou cabos, fibras de vidro ou outros materiais (que atendam às especificações do projeto), sendo resultantes de perfuração de pequeno diâmetro, menor ou igual a 100 mm (4").

**3.2 armadura:** Componente do chumbador, resistente à tração, à flexão ou ao cisalhamento.

**3.3 bomba de perfuração:** Equipamento que possa fornecer energia ao fluido de perfuração.

**3.4 bomba injetora:** Equipamento que recebe a calda de injeção do misturador, pressurizando-a de forma a possibilitar sua injeção para pressões e vazões de projeto.

**3.5 fluido estabilizante:** Lama de argila ou outros materiais que estabilizam provisoriamente a perfuração, até que sejam introduzidos os elementos de tração.

**3.6 fluido de perfuração:** Elemento utilizado para lubrificar e conduzir o material escavado para fora, podendo ser água, lama, ar comprimido, etc.

**3.7 injeção:** Operação que objetiva a fixação do elemento de tração no terreno, resultante da introdução, sob pressão, de um determinado volume de calda de injeção.

**3.8 misturador e agitador:** Equipamento que prepara a calda de cimento, em misturador de alta turbulência e agitador, para manter o estado coloidal da mistura, medindo geometricamente seu volume.

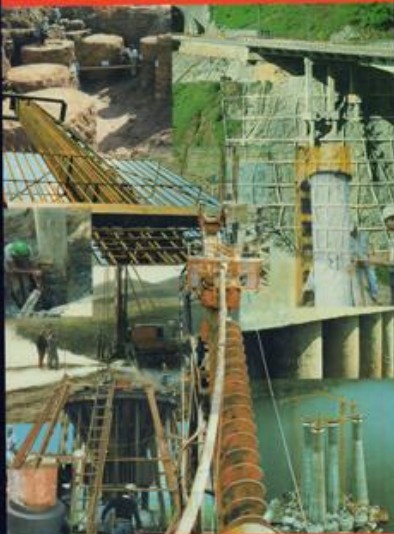
<sup>1</sup> Para esta condição, é desnecessária a execução de proteção anticorrosiva, adotando-se para tanto a espessura de aço adicional.

<sup>2</sup> Normalmente para a tração da armação injeta-se calda com elevado teor de cimento. Para terrenos rochosos, pode-se optar por injeção de resina.

# FUNDAÇÕES

Teoria e prática

EDITORES  
Waldemar Haeberli, Frederico F. Falcão, José Luiz Sere, Régis G. O. Fresta,  
César S. Carvalho e Susumu Niyama



PINI

ABMS/ABEF

2ª edição

## CAPÍTULO 18

## REFORÇO DO TERRENO

MAURÍCIO ABRAMINHO  
AKIRA KOSHIMA  
ALBERTO GASATI ZERUS

### 18.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo trata de aspectos relacionados com o reforço e melhoria do terreno. O processo de reforço de solo consiste em se introduzir no maciço elementos que possuam elevada resistência à tração (fibras metálicas, mantas geotêxteis, malhas de aço) ou compressão (carga de cimento). São abordados, no Capítulo, as seguintes técnicas de reforço e melhoria do terreno:

- a) "Jet Grouting", no item 18.2
- b) Solo Grampeado, no item 18.3
- c) Solo Reforçado ("Terra Armada"), no item 18.4
- d) Geossintéticos, no item 18.5.

Apresentam-se, a seguir, as definições, um breve histórico e os aspectos principais de cada um dos métodos de melhoria e reforço do terreno abordados no Capítulo.

#### "Jet Grouting"

AKIRA KOSHIMA

O conceito fundamental do jet grouting é o uso da força de impacto do jato hidráulico para desagregar o solo. O método é bastante antigo, e era utilizado para alterar formatos de corpos sólidos e em elementos hidráulicos.

O grande desenvolvimento desta tecnologia foi a partir dos anos 70, onde os diversos métodos de execução foram criados pelos japoneses e divulgados à comunidade técnica, sendo uma das primeiras publicações de Miki (1973) e Yabito e Yoshida (1973). As principais datas relacionadas à criação das diversas técnicas pelos japoneses são: método CCP (Cement Churning Pile) - Nakarishi, 1970 - método JSG (Jumbo Special Grout) - ou JG (Jumbo Grout) - Nakarishi e Yabito et al., 1975, método CJG (Column Jet Grout) - Yabito et al., 1976, método SSS Max (Super Soil Stabilization Management) - Nakarishi, 1985.

Nos anos 70 houve a transferência de tecnologia dos japoneses para os italianos, no estudo da Torre de Pisa. Após este intercâmbio ocorreu um intenso desenvolvimento de equipamentos, moto-

bombas, tipo de aglutinantes (inicialmente era quíscico) com uso de cimento etc., com um grande impulso nas áreas de equipamentos, de tecnologia (Colla, 1986) e de novas aplicações em engenharia (Shibanishi et al, 1996, Lonardi et al., 1986 e Tetsuira, 1981). A década da verdadeira expansão do uso do jet grouting nos diversos países foi nos anos 80.

Esta tecnologia foi introduzida no Brasil por Guatieri em 1980 e depois disseminada para todos os países do continente americano, inclusive o do Norte, exceto a Venezuela, que em 1979 já havia aplicado nas obras do Metrô de Caracas (Colla, 1979 e Perri, 1987).

No mercado brasileiro, no início, o único método disponível era o CCP (monotubo), em 1985 foi introduzido o método JSG ou JG (tubo duplo com ar comprimido); em 1987 foi introduzido o jet grouting horizontal, tipo CCP, para tratamento de abóbadas de túneis, em 1988 o método JG e em 1989 o método ENJ (Extended Nozzle Jet) uma variante do método CCP.

#### Solo Grampeado

ALBERTO GASATI ZERUS

Define-se solo grampeado como o resultado da introdução de chumbadores em um maciço de solo em corte, associado à aplicação de um revestimento na face do talude (por exemplo, concreto projetado armado).

A necessidade de estabilização rápida de escavações teve sua origem nas áreas de exploração de minérios, sendo portanto um problema antigo e basicamente restrito à engenharia de minas. A partir da década de 50, houve um crescimento muito grande da aplicação de ancoragens curtas, tipo Perlo, SN Anker, Berg-Jet, para estabilização de túneis e emboscas de túneis, na França, Alemanha e Áustria.

A partir de 1945 o professor Ladislav von Rabecowicz desenvolveu o NATM ("New Austrian Tunneling Method") para avanço de escavações em túneis rochosos, cuja patente foi depositada em 1948. Sob efeito do peso de terras e demais confinantes, uma cavidade tende a se deformar, reduzindo seu diâmetro. Na circunstância da cavidade se forma a chamada zona plástica, com raios radiais decrescentes. Obtinha-se a estábi-

1998

Publicação do capítulo ***Solo Grampeado***, no livro ***Fundações, Teoria e Prática***, da Editora Pini.

# 3. HISTÓRICO Resumo

País	FRANÇA	EUA	ALEMANHA	BRASIL		
OBRAS	1972	1976	1986	1972	1984	
	VERSAILLES	HOSP. GOOD SAMARITAN	CATALOGO BAUER	IMIGRANTES	NITERÓI	
1986 A 1991	1981	1975 a 1981	1998	2000 a 2010		
SCHLOSSER - CLOUTERRE	SHEN	GASSLER & GUDEHUS	Livro FUNDAÇÕES---Manual ABEF	out. de 2003	Mauricio Erhlich	Sinduscon SP - “Solo Grampeado-Comportamento e Procedimento de análise”.
ESTUDOS				abril de 2007	André Pereira Lima	Doutorado - “Instrumentação e monitoramento geotécnico de escoramento grampeado de grande altura em solo residual”.
				ago. de 2007	Fagner A. Nunes de França	Mestrado - “Ensaio de arrancamento em solo grampeado executados em laboratório”.
				ago. de 2007	Danilo Pacheco e Silva	Doutorado - “Análise de diferentes metodologias executivas de solo pregado a partir de arrancamento realizados em campo e laboratório”.

## **TEMPO DE PRÁTICA**

**\* 41 anos no mundo ~1972**

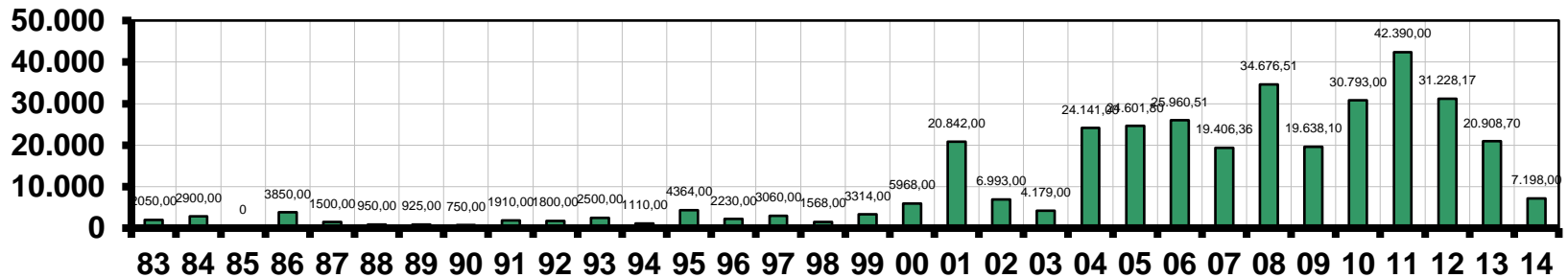
**\* 20 anos no Brasil - grande impulso a partir de 2000**



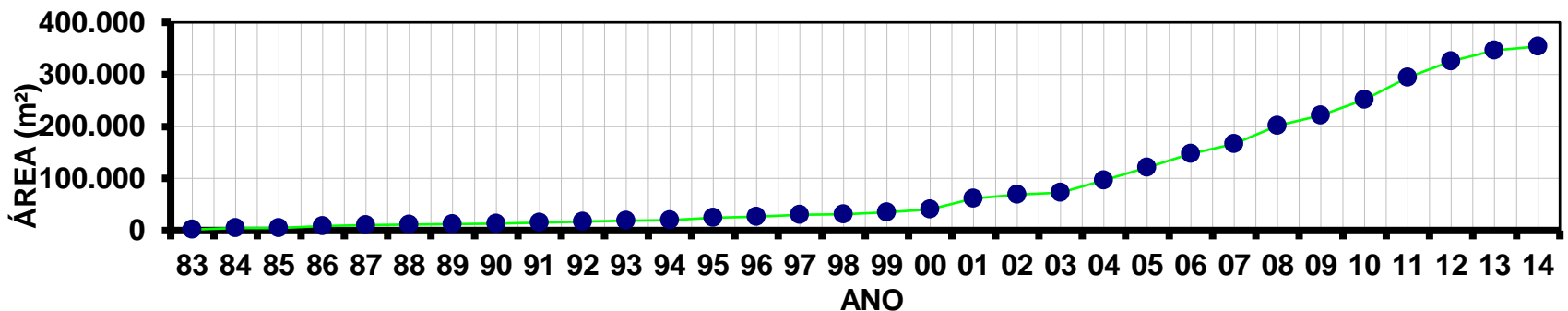
### 3. NO BRASIL

- Grande impulso a partir do **ano 2000**.
- A Solotrat tem registrado **354.000 m<sup>2</sup>** de obras executadas em 470 canteiros, sendo **315.000 m<sup>2</sup>** a partir de **2011**
- Considerando o mercado todo, cremos em mais de **1.500.000 m<sup>2</sup>** de obras executadas nos **últimos 11 anos**.

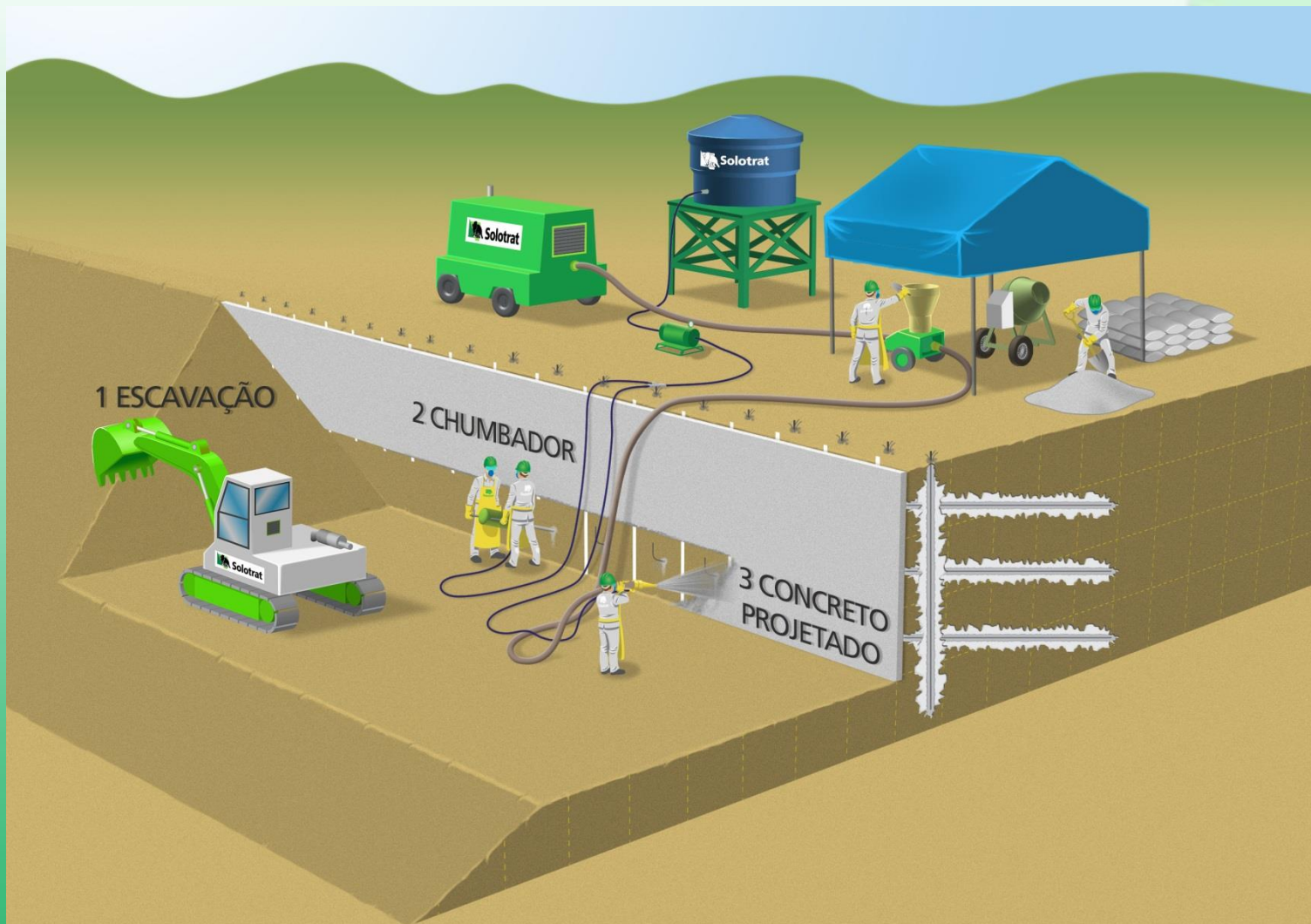
ÁREA EXECUTADA POR ANO ( m<sup>2</sup> )



ÁREA EXECUTADA ACUMULADA ( m<sup>2</sup> )



## 4. SEQUÊNCIA BÁSICA DE EXECUÇÃO



## **5. EXECUÇÃO DO CHUMBADOR**

**EM BANCADA**

**NO SOLO**

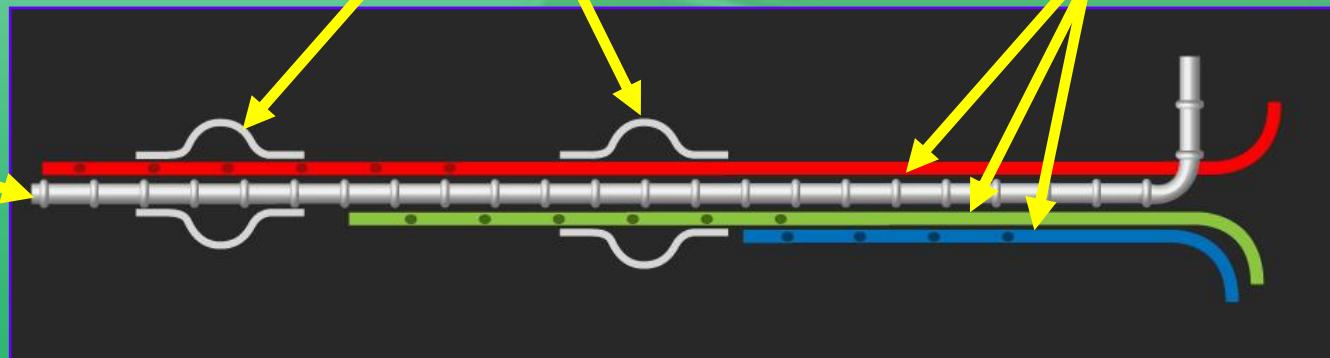
# EM BANCADA



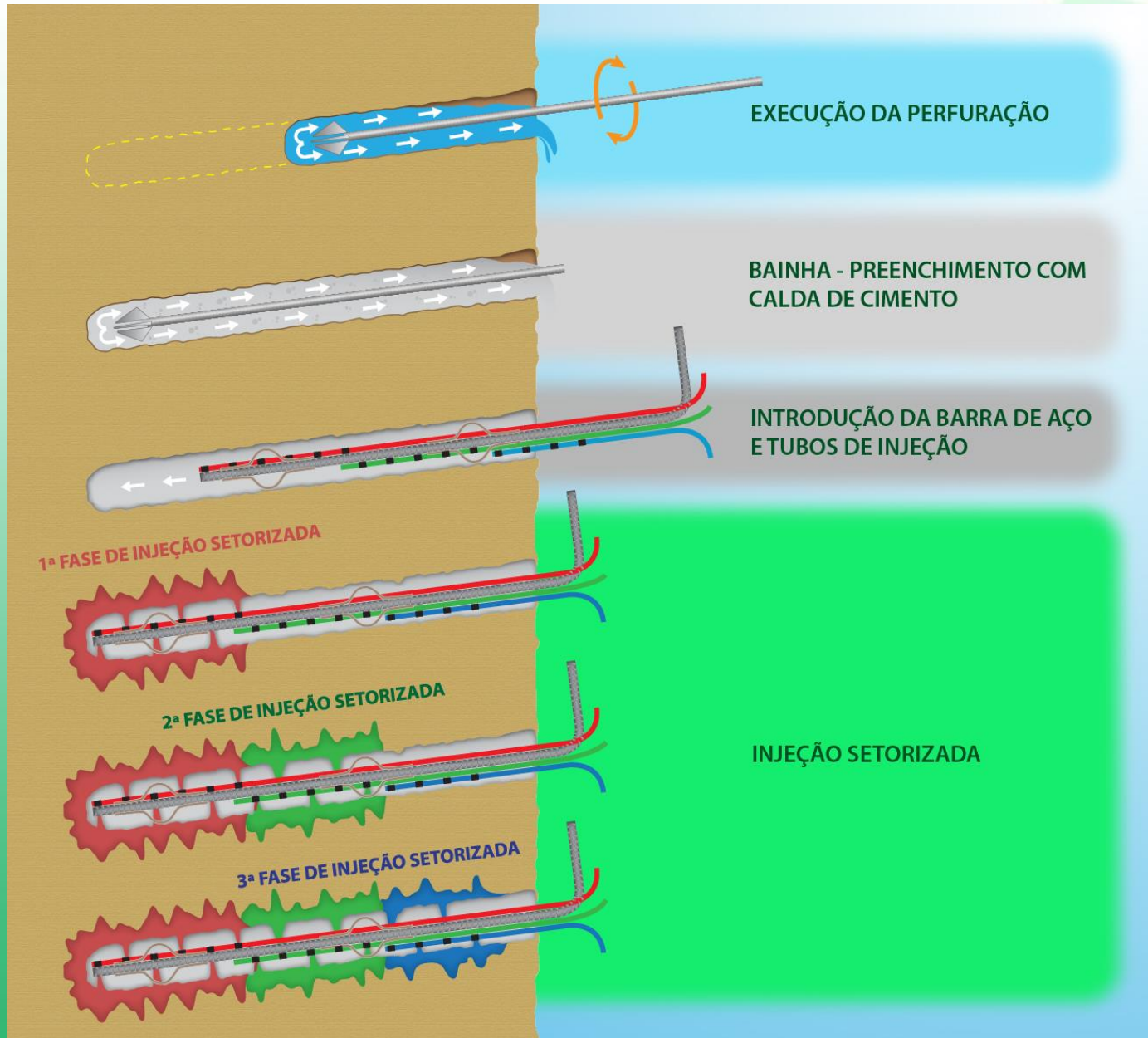
**Centralizador**

**Tubos de injeção  
setorizados**

**Barra  
de  
aço**



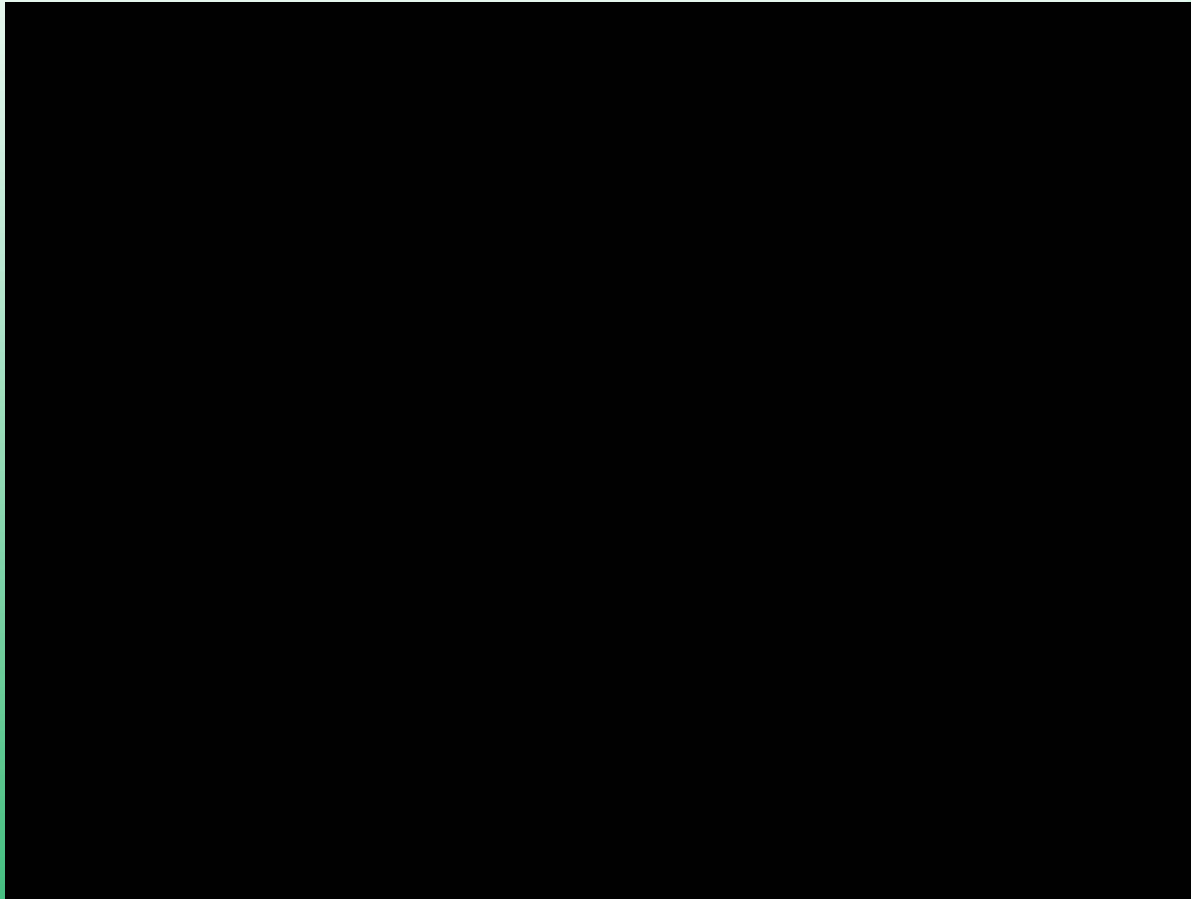
# NO SOLO



## O QUE É A PRÁTICA DA PERFURAÇÃO?

- **Diâmetro da perfuração é**  
**3" - 75mm**
- **Fluido de perfuração é a**  
**água**
- **O que observar na perfuração?**
  - perda d'água,
  - resistência das camadas
  - estabilidade da cavidade

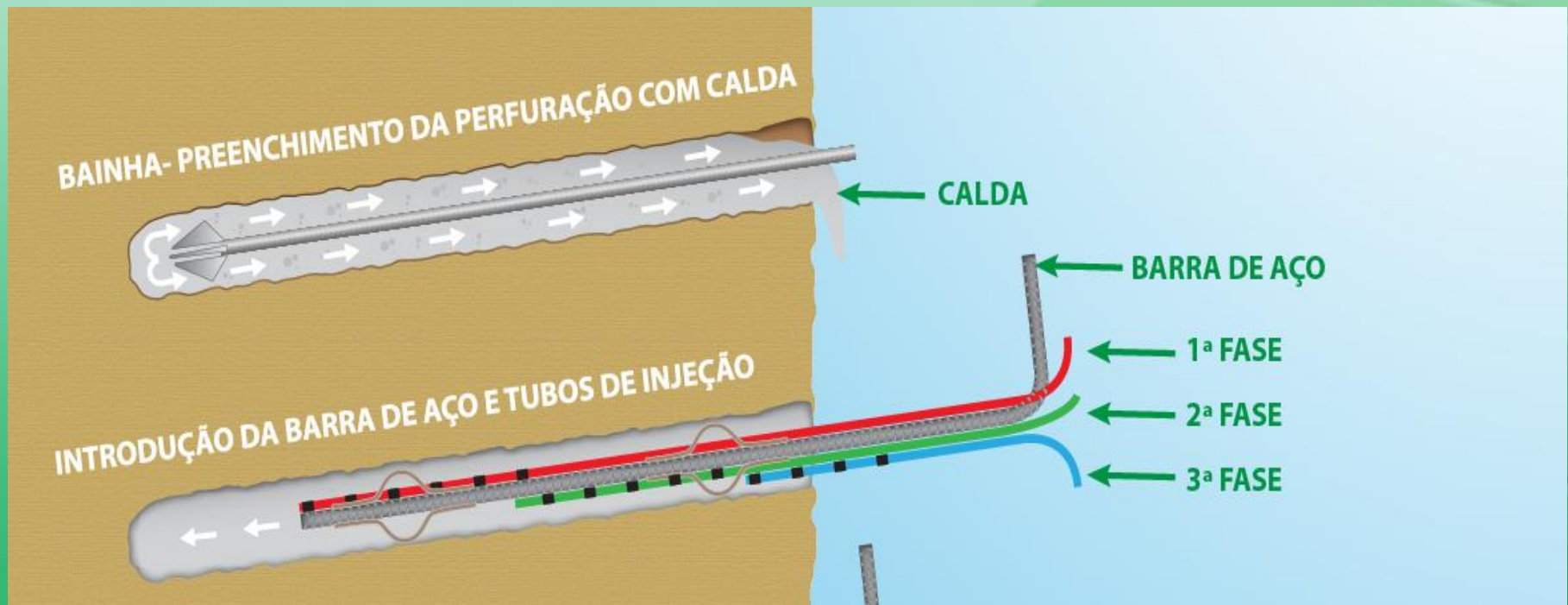
# O QUE É A PRÁTICA DA PERFURAÇÃO?



## Injeção da Bainha e Introdução da barra

### o que é a prática:

- preencher o furo de baixo para cima com a calda de cimento
- introduzir em seguida a barra de aço com os tubos de injeção

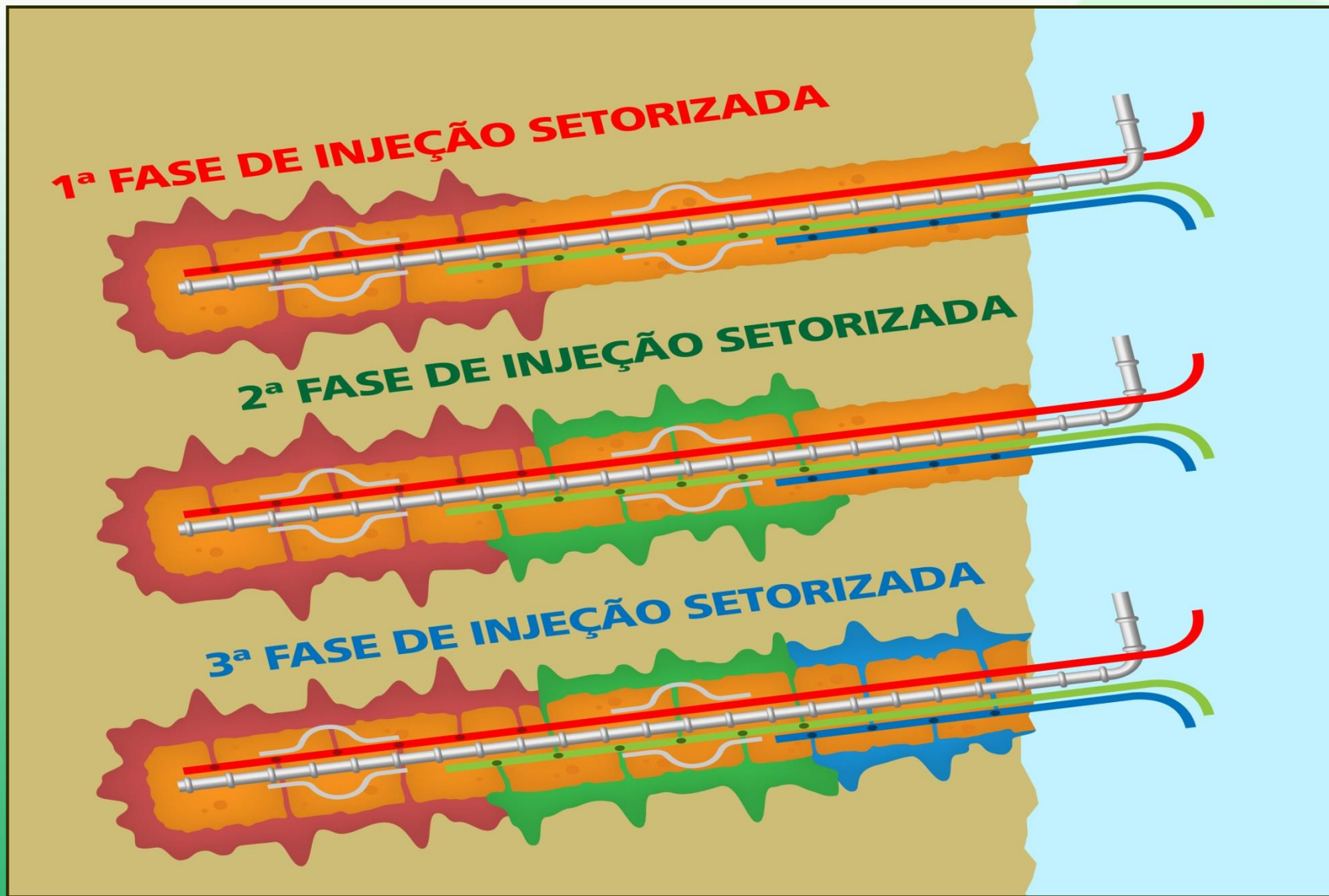




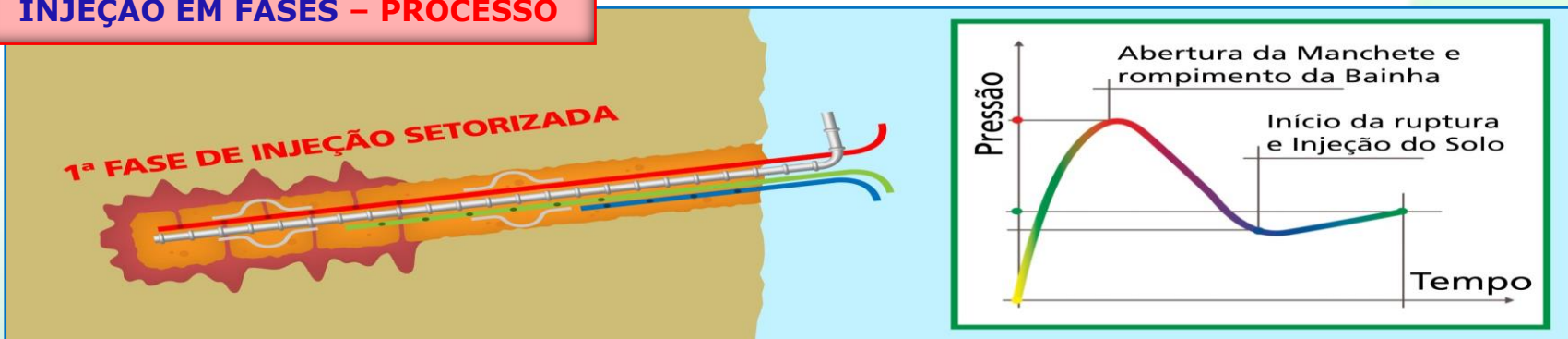
## Injeção da Bainha e Introdução da barra



# INJEÇÃO EM FASES – SETORIZAR



## INJEÇÃO EM FASES – PROCESSO



Seguem as ações básicas utilizadas no processo da injeção:

- Entre **6 e 24 horas** após o término da **bainha** inicia-se as fases de injeção.
- Adota-se o traço da calda a/c entre **0,5 e 0,7 em peso**.
- Prepara-se um volume de **calda** equivalente entre **1 a 2 sacos**, ou seja, entre **40 e 100 litros** em misturador de alta turbulência, maior ou igual a **1750 rpm**.
- Inicia-se a injeção na região do setor mais inferior, 1ª fase, considerando como expectativa de consumo o valor prático entre **5 e 15 litros por metro linear** de chumbador.
- **Mede-se a pressão** necessária para **injeção daquele volume**. Mesmo não sendo na mesma região convém aguardar entre 4 e 8 horas para realizar a 2ª fase.
- Observa-se que as pressões poderão ser muito baixas ou até nulas. Neste caso poderão ser necessárias mais fases de injeção, portanto uma nova montagem do chumbador deverá ser preparada na bancada. E ainda, os volumes de injeção acima citados poderão ser ajustados à condição específica do solo.
- Repete-se o passo anterior para 2º, 3º, tantas fases quanto previstas no projeto.
- **Executor e projetista analisam** os dados e definem a continuidade ou ajuste deste procedimento.

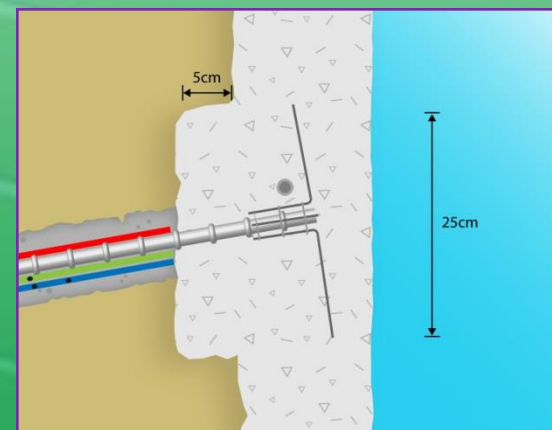
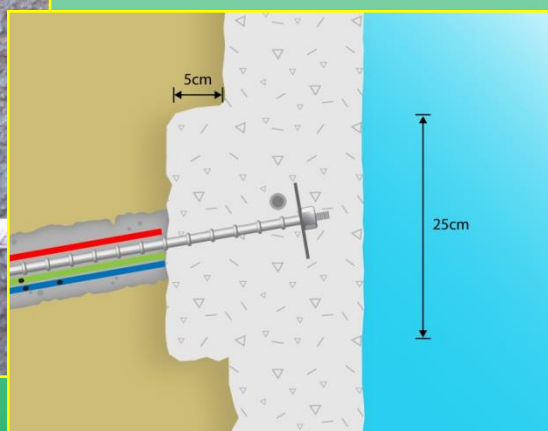
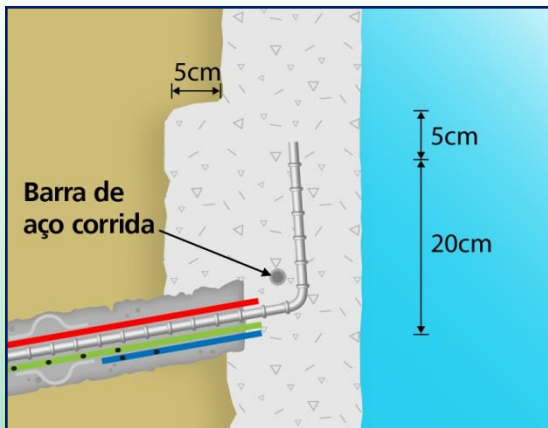
## 5. INJEÇÃO: O QUE É MUITO IMPORTANTE

- Injetar calda preparada em misturador de alta turbulência com 1750 rpm, pois o fluxo laminar permite o eficiente caminhamento da calda
- **Setorização** da injeção
- **Registrar** todos os dados do chumbador:
  - datas da peruração e ocorrências especiais durante a execução
  - pressões de abertura, de injeção, volumes absorvidos, traço da calda, vazamentos na superfície e regiões lindeiras.

## 5. INJEÇÃO: O QUE É MUITO IMPORTANTE



# DETALHE DO ACABAMENTO JUNTO A CABEÇA



## **6. EXEMPLO DE ANÁLISE GRÁFICA DA INJEÇÃO**

## Boletim de Registro de dados da execução:

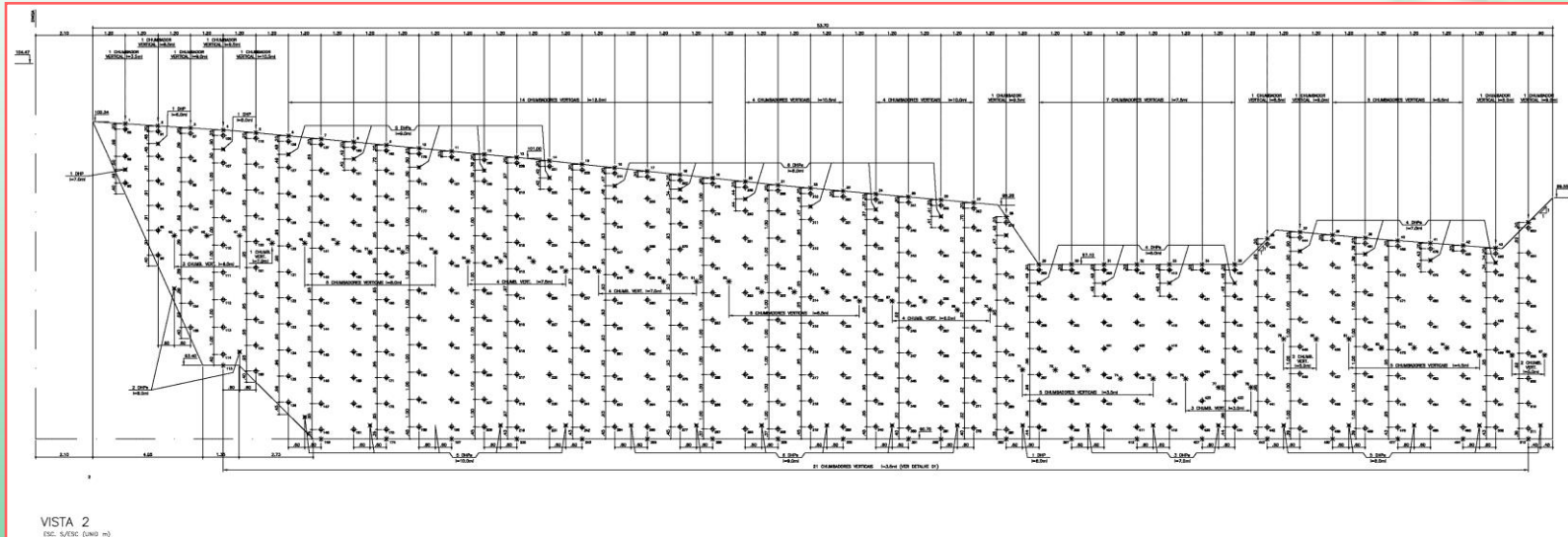
**-A injeção de bainha deve ser sempre feita imediatamente após a perfuração, portanto no mesmo dia**

**-pode-se usar a linha abaixo para escrever observações da perfuração, como obstruções, perda d'água, etc**

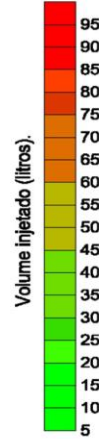
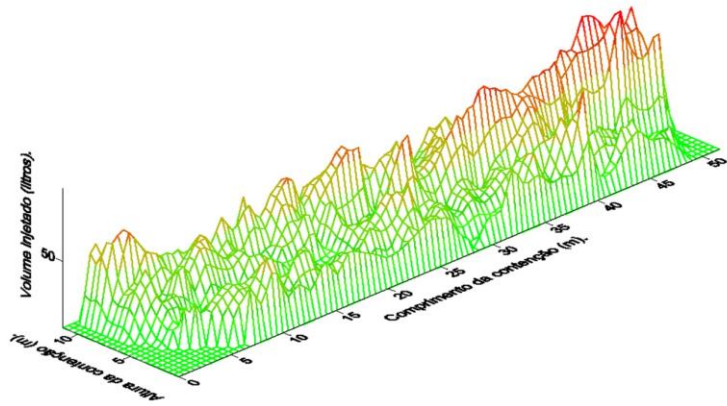
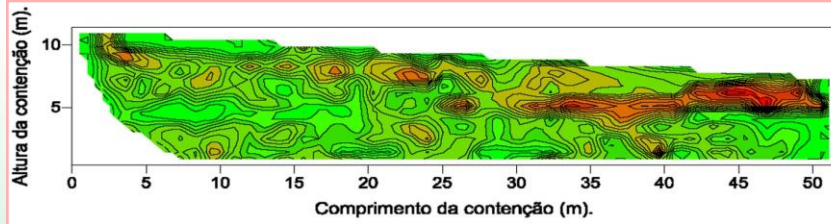
NOME DA OBRA: ARENA CASTELÃO											BOLETIM DE INJEÇÃO DE CHUMBADORES			
Nº DA OBRA:														
VISTA:														
MURO 07/ LINHA 02														
Nº DE CHUMB.	BAINHA		1º FASE				2º FASE				3º FASE			
	DATA	V(I)	DATA	Pa	Pi	V(I)	DATA	Pa	Pi	V(I)	DATA	Pa	Pi	V(I)
1														
2														
3	10/fev	48	14/fev	10	4	32	14/fev	11	5	32	14/fev	11	7	16
4	10/fev	48	14/fev	20	V.B	16	14/fev	12	V.B	V.B	14/fev	15	V.B	V.B
5	10/fev	48	14/fev	17	8	32	14/fev	19	V.B	V.B	14/fev	32	17	16
6	10/fev	48	14/fev	16	9	32	14/fev	11	V.B	32	14/fev	28	N.B	N.B
7	10/fev	48	14/fev	15	8	32	14/fev	17	9	32	14/fev	20	N.B	N.B
8	09/fev	48	10/fev	9	N.B	N.B	10/fev	15	8	32	10/fev	10	N.B	N.B
9	09/fev	48	10/fev	17	7	32	10/fev	12	6	16	10/fev	11	V.B	V.B
10	09/fev	48	10/fev	13	7	32	10/fev	15	9	16	10/fev	12	N.B	N.B
11	09/fev	48	10/fev	12	8	32	10/fev	13	6	32	10/fev	17	7	16
12	09/fev	48	10/fev	30	12	16	10/fev	27	N.B	N.B	10/fev	17	V.B	V.B
13	09/fev	48	10/fev	18	11	32	10/fev	12	8	32	10/fev	12	N.B	N.B
14	09/fev	48	10/fev	15	N.B	N.B	10/fev	13	V.B	V.B	10/fev	16	N.B	N.B
15	09/fev	48	10/fev	17	13	16	10/fev	20	N.B	N.B	10/fev	30	N.B	N.B
16	08/fev	48	10/fev	20	V.B	16	10/fev	19	N.B	N.B	10/fev	11	V.B	V.B
17	08/fev	48	10/fev	16	10	32	10/fev	15	V.B	16	10/fev	18	N.B	N.B
18	08/fev	48	10/fev	25	N.B	N.B	10/fev	17	V.B	32	10/fev	15	N.B	N.B



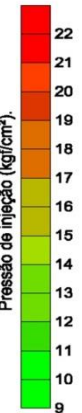
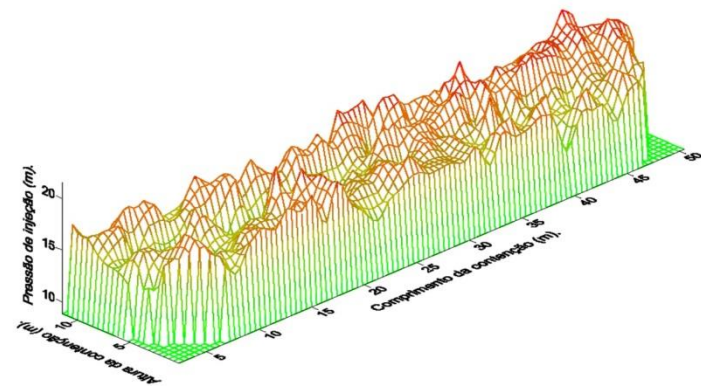
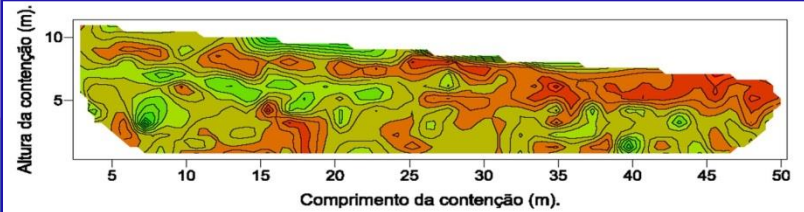
# Obra Morumbi – São Paulo – Pão de Açúcar



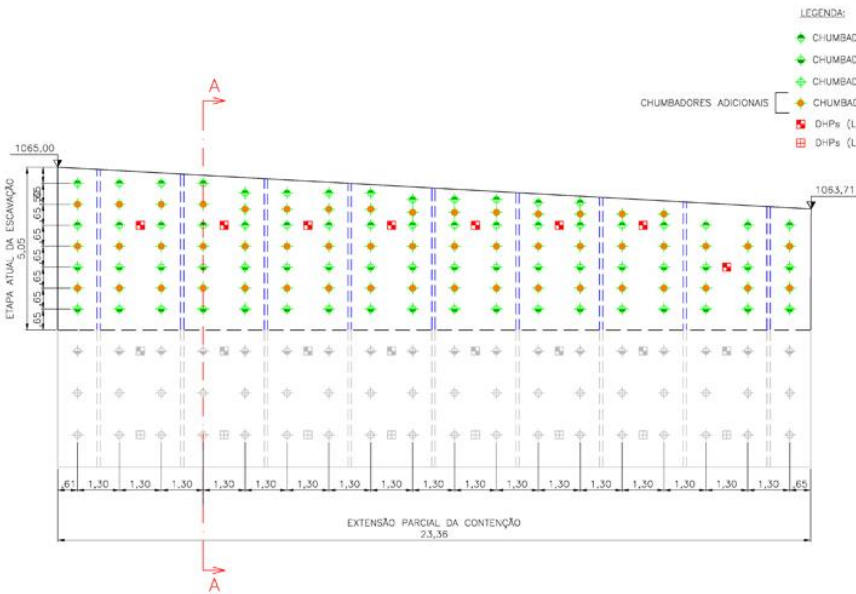
# Gráfico ISOVOLUMÉTRICO



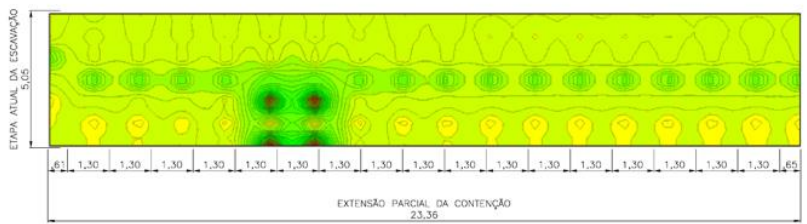
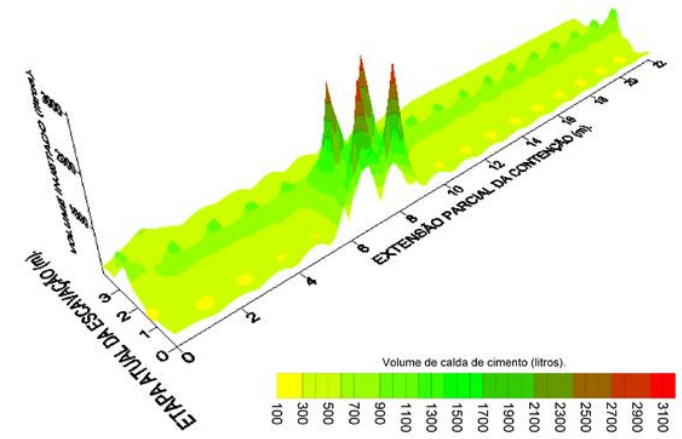
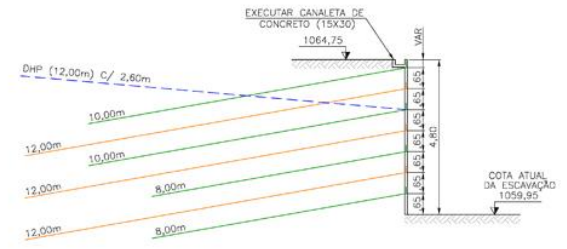
# Gráfico ISOPRESSOMÉTRICO INJEÇÃO



# Obra - Sebrae – Brasília- ISOVOLUMÉTRICO



- LEGENDA:
- CHUMBADORES L=10,00m
  - CHUMBADORES L=8,00m
  - CHUMBADORES L=6,00m
  - CHUMBADORES L=12,00m
  - DHPs (L=12,0m)
  - DHPs (L=10,0m)
- CHUMBADORES ADICIONAIS



SOLOTRAT ENGENHARIA GEOTÉCNICA LTDA. - CREA 039252-4  
RUA CAPIBARIÉ, 647 - J. AEROPORTO - SÃO PAULO - SP  
E-MAIL: solotrat@solotrat.com.br homepage: www.solotrat.com.br  
FONE/FAX: (11) 50347000



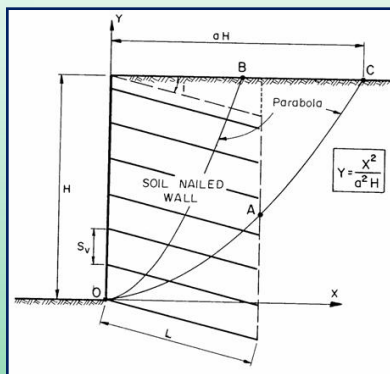
CLIENTE:  
TERMOESTE CONSTRUÇÕES E INSTALAÇÕES

OBRA:  
EDIFÍCIO SEDE DO SEBRAE – BRASÍLIA/DF

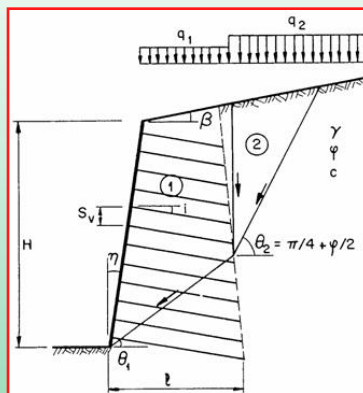
TÍTULO:  
VISTA, CORTE E GRÁFICO ISOVOLUMÉTRICO DAS INJEÇÕES DE CALDA DE CIMENTO NOS CHUMBADORES DA PAREDE 4.

# 7. ENSAIO DE TRAÇÃO EM CHUMBADOR

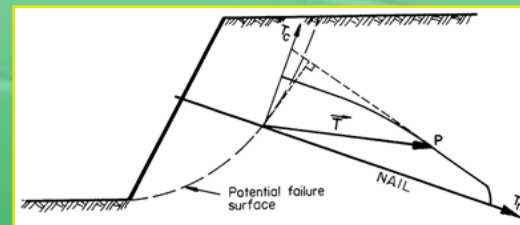
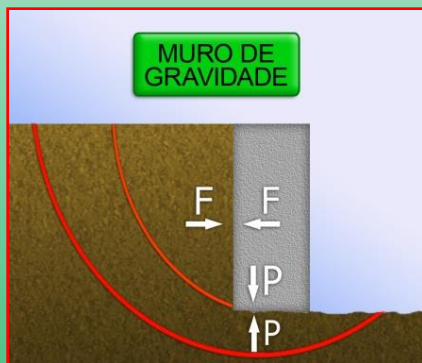
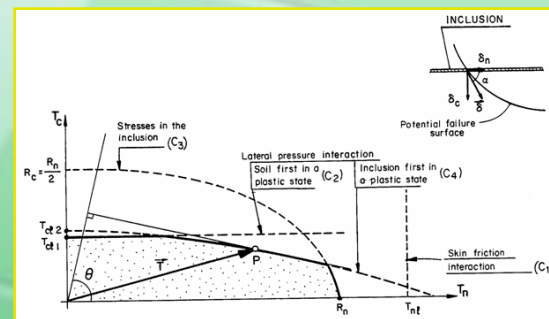
## MÉTODO DAVIS (Shen et al.1981)



## MÉTODO ALEMÃO (Stocker et al.1979)

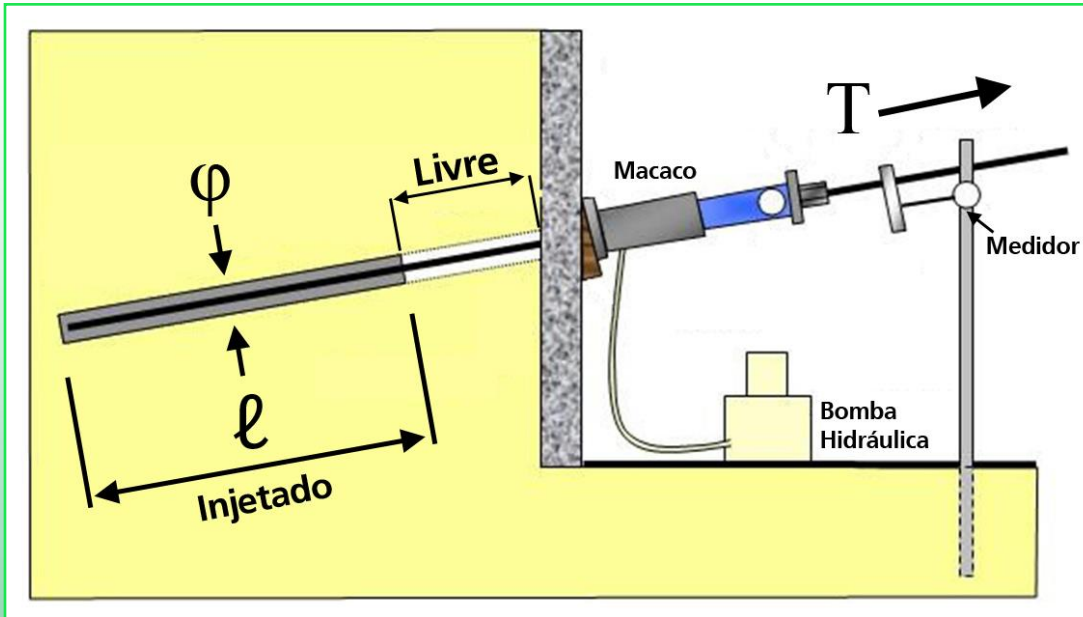


## MÉTODO FRANCÊS (Clouterre, 1991)

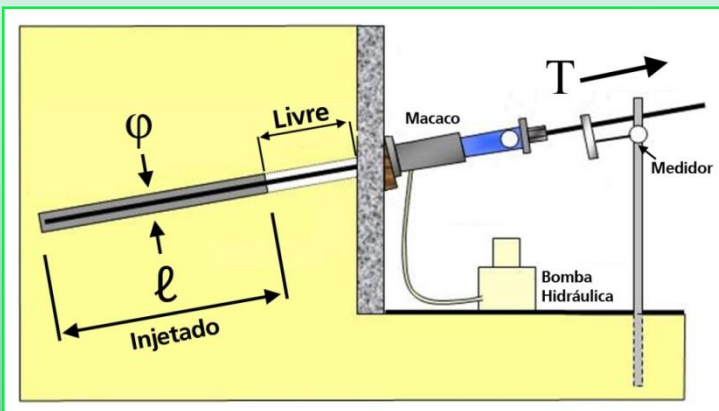


• Método XPTO etc,

## 7. ENSAIO DE TRAÇÃO EM CHUMBADOR



# BANCO DE DADOS $q_s$ ou $Q_s$



$$q_s = \text{carga/área lateral} = \frac{T}{\pi \cdot \phi \cdot \ell} \text{ (kPa)}$$

$T$  - carga de rutura

$\phi$  - diâmetro do chumbador, valor adotado

$\ell$  - comprimento do chumbador

$$Q_s = \text{carga/comprimento} = \frac{T}{\ell} \text{ (kN/m)}$$

# Chumbador escavado

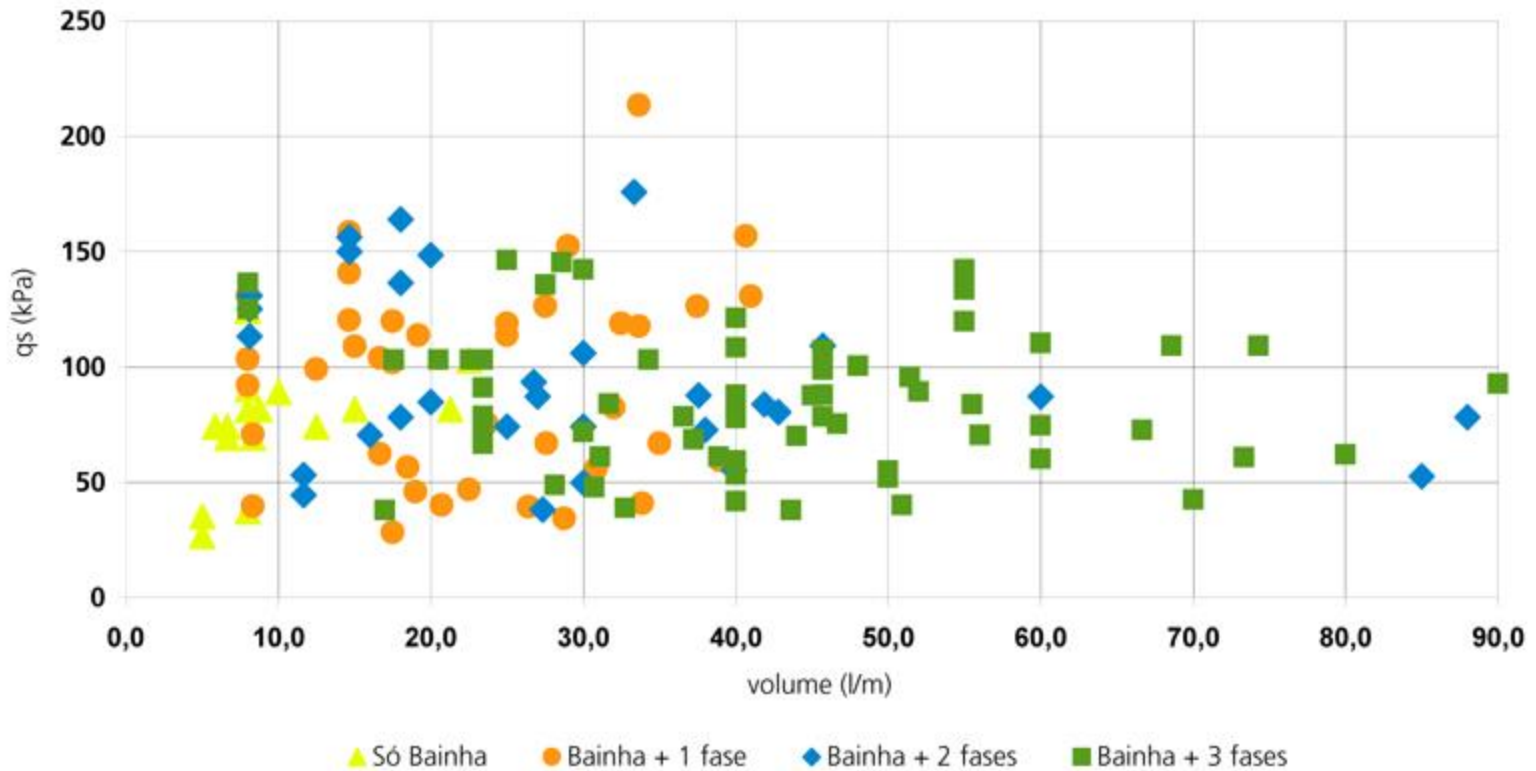






# qs x volume injetado

## Chumbadores Injetados Ensaio de Tração qs x volume injetado



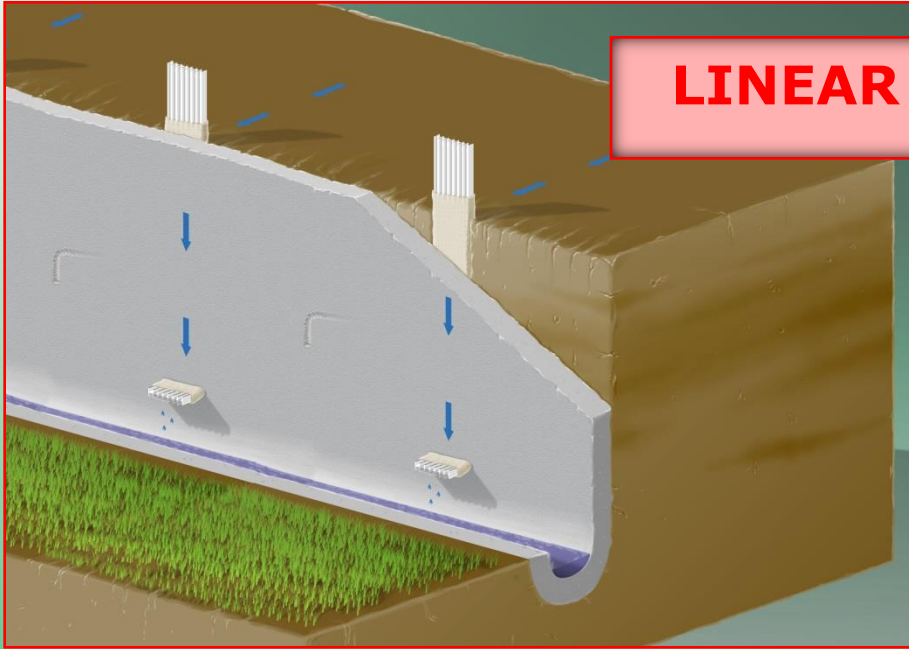
# **8. DRENAGEM**

**DA FACE OU  
PARAMENTO**

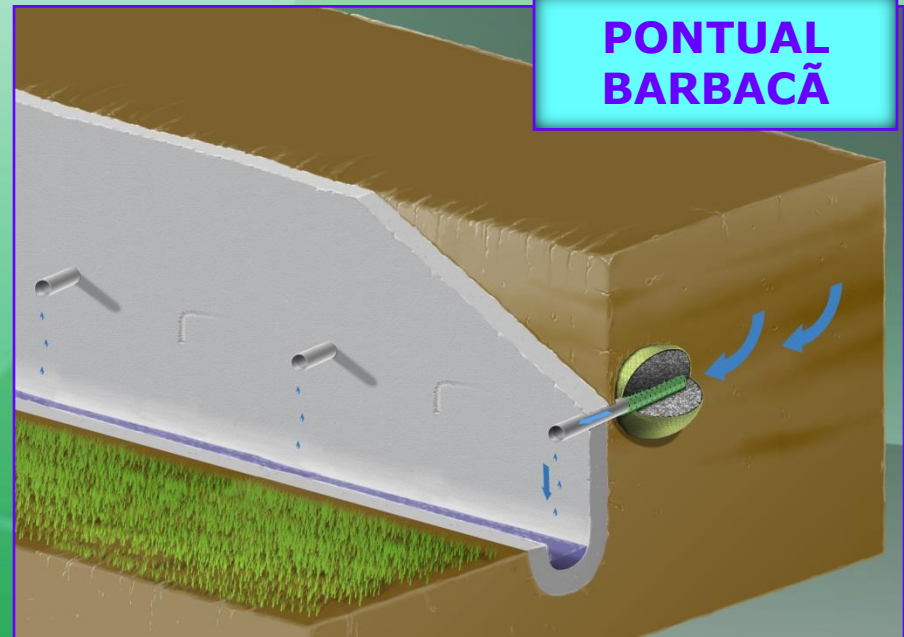
**PROFUNDA**

# FACE OU PARAMENTO

**LINEAR**

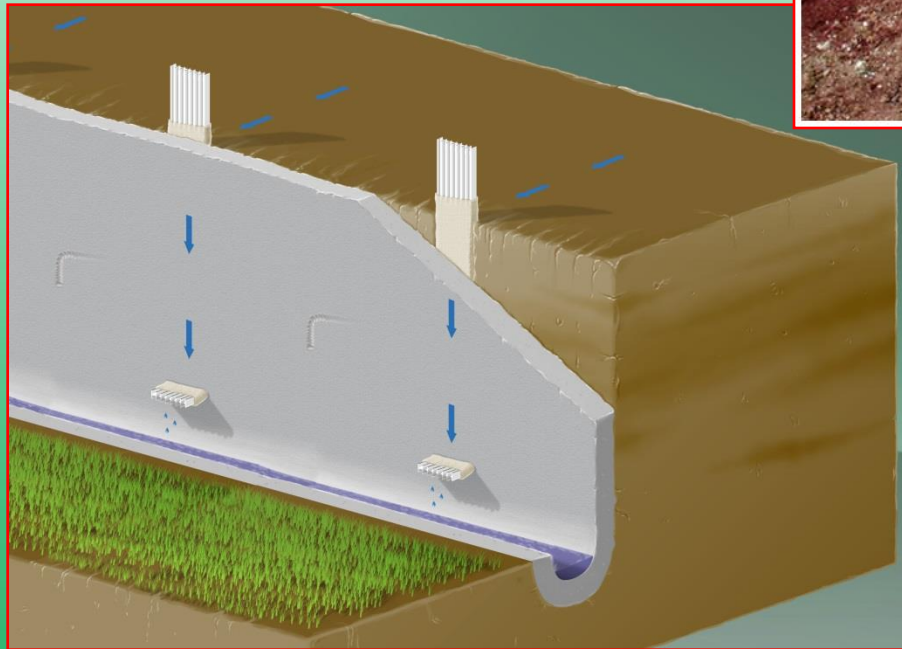


**PONTUAL  
BARBACÃ**

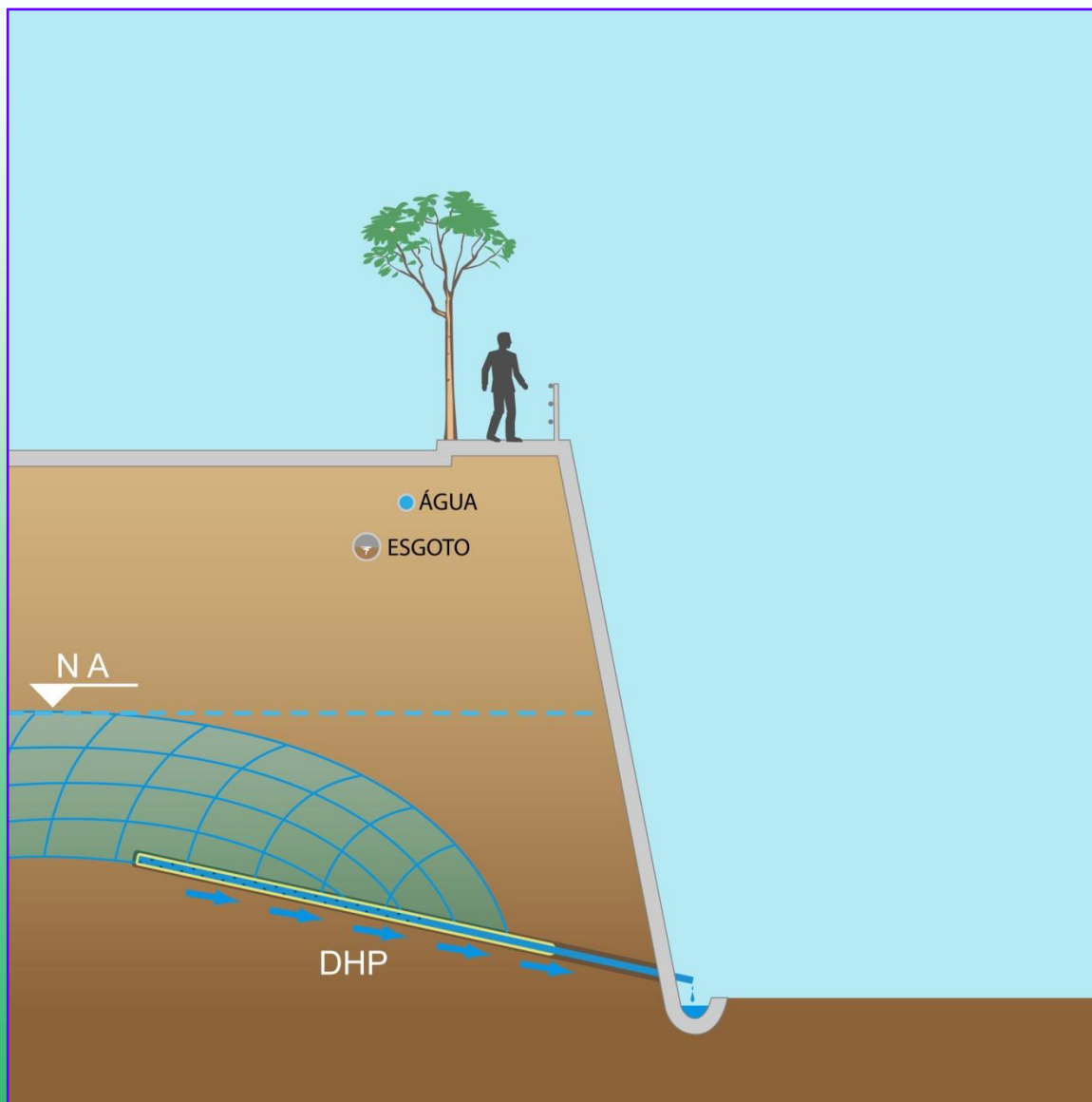


# NOSSA SUGESTÃO

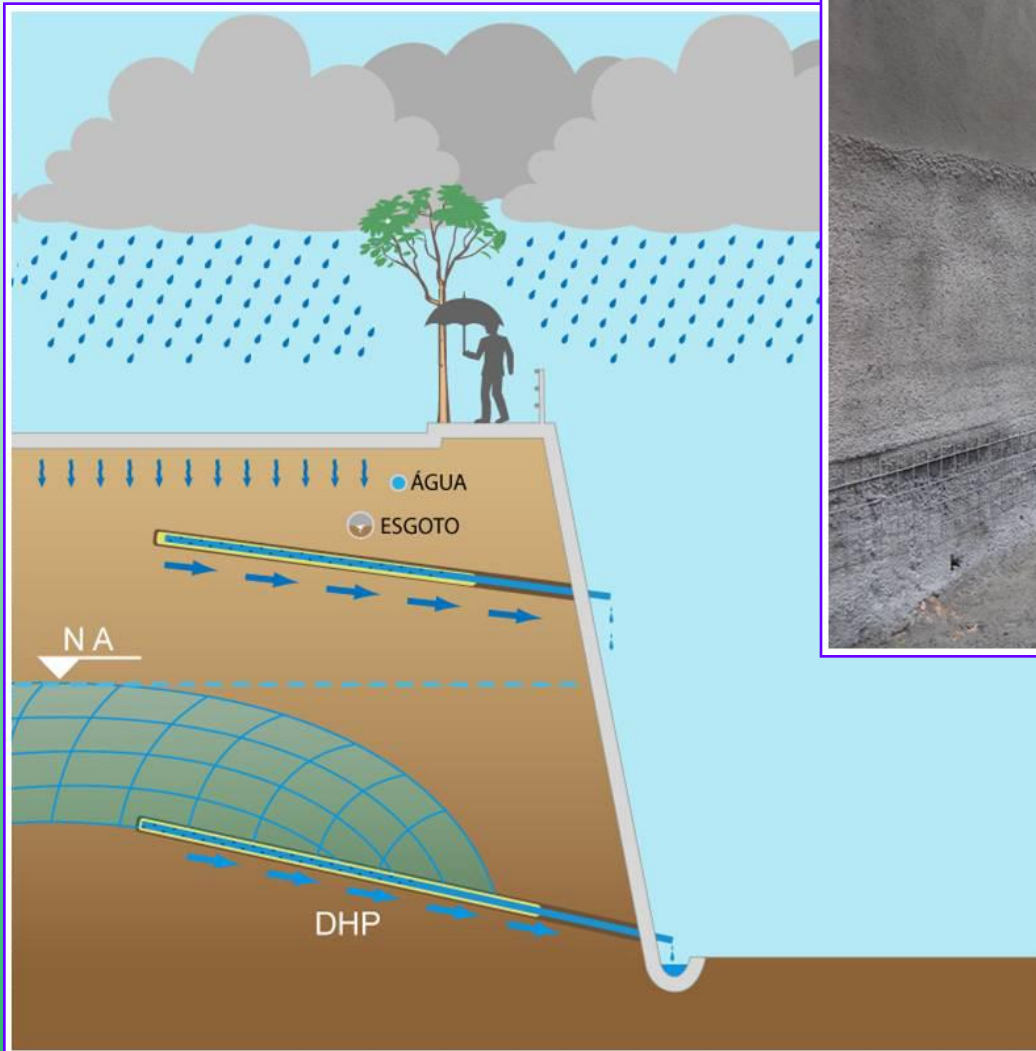
## Canaletas, crista pé, nada fechado



# PROFUNDA - DHP



# DHP - DICA PRÁTICA: Executar sempre junto a superfície

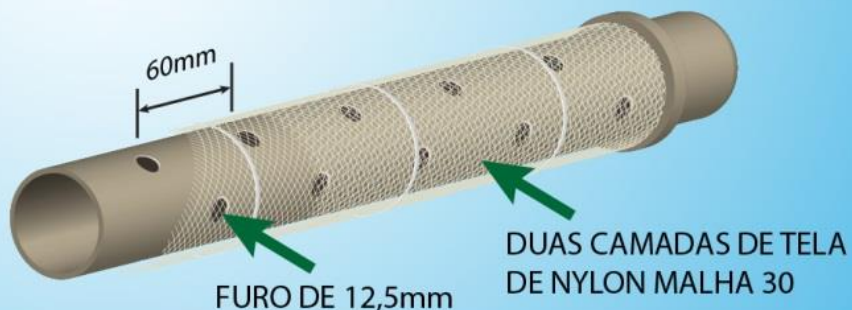


**Quantos?**

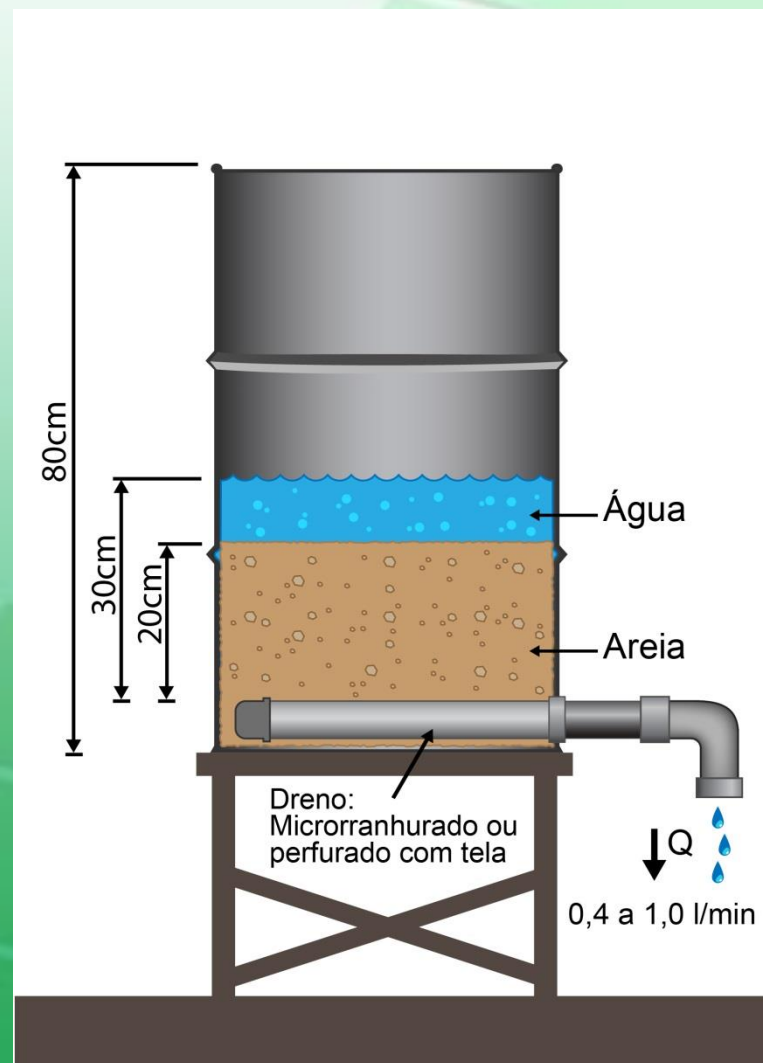
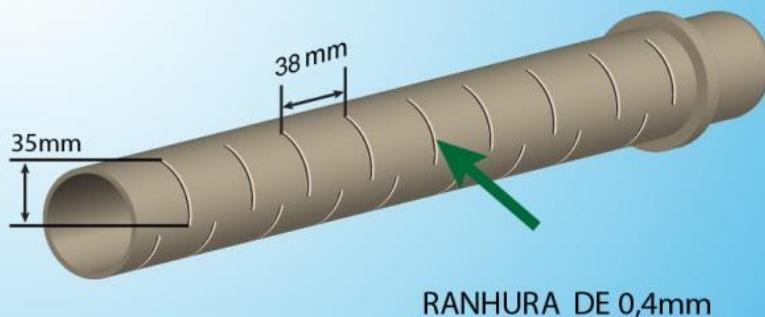
# DHP

## Ranhurado ou Tipo Geotecnica ?

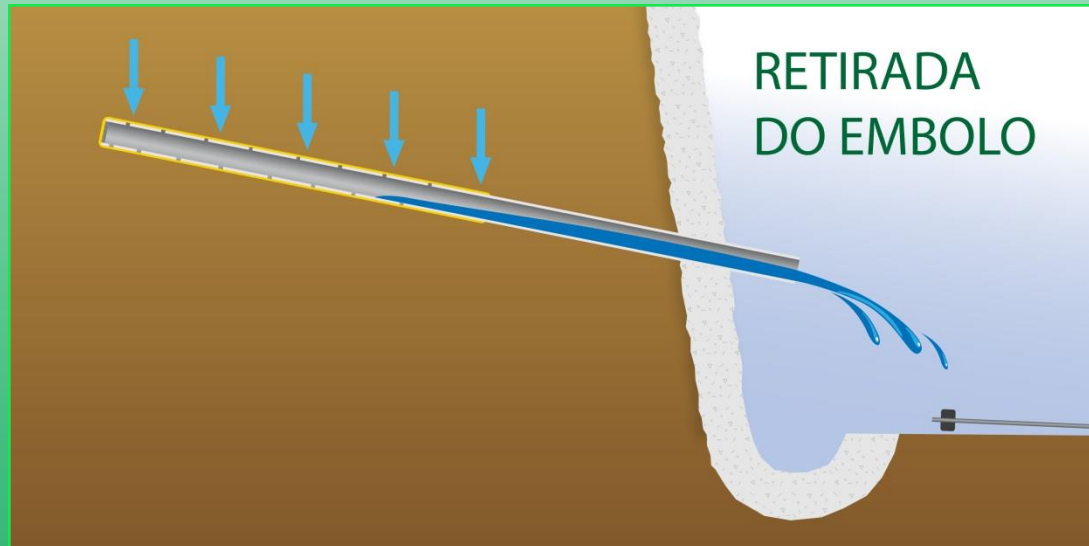
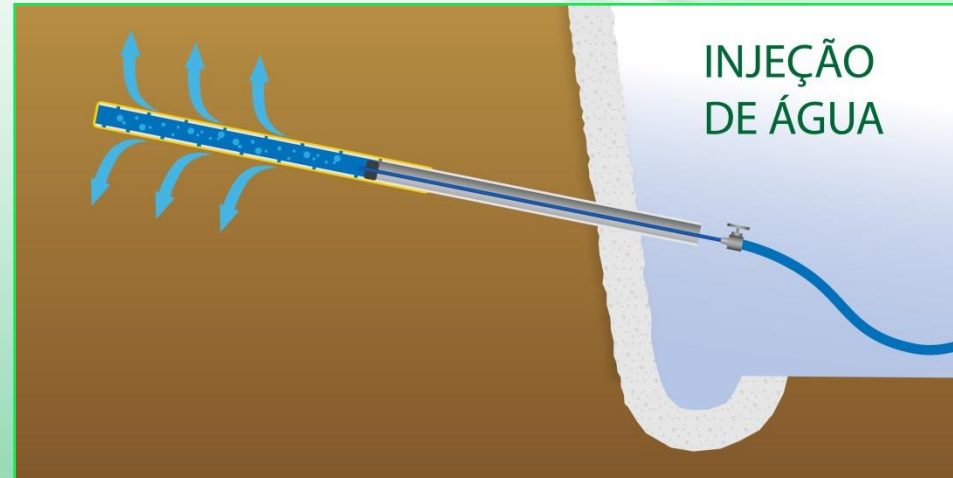
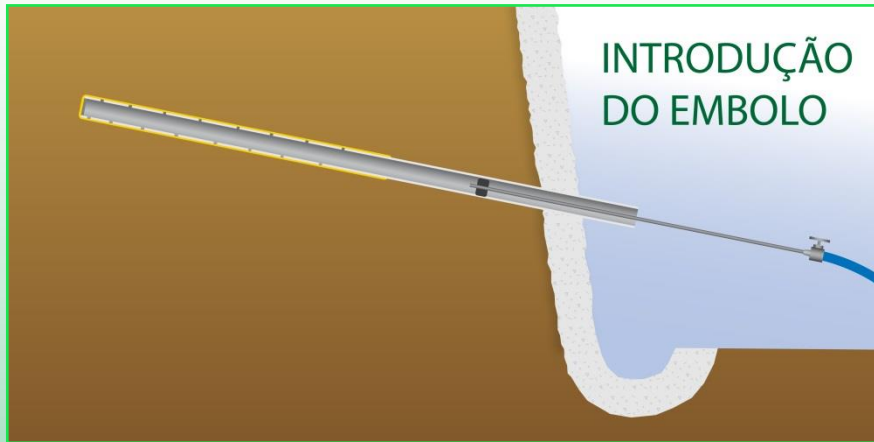
### DRENO GEOTÉCNICA



### DRENO RANHURADO



# DHP Dreno Profundo - Manutenção ?





## 9. Revestimento do paramento?

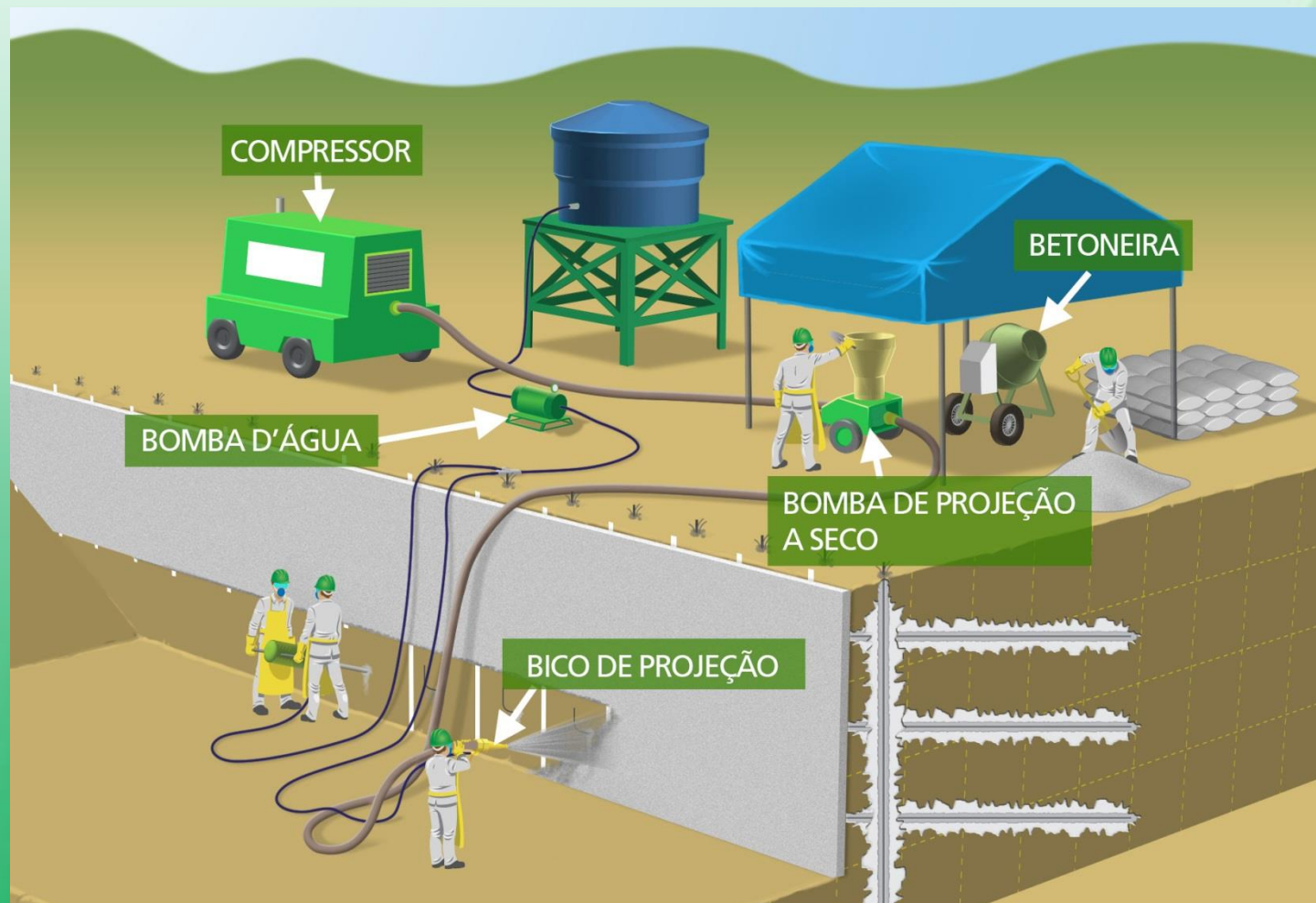
**-CONCRETO PROJETADO**

**-ORGÂNICO:biomantas,  
grama**

## Revestimento do paramento em

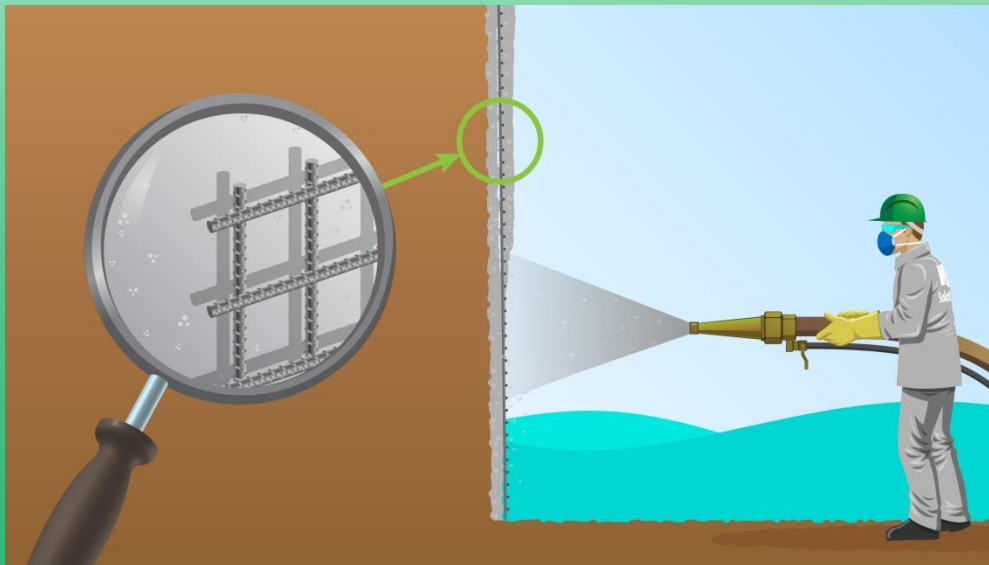
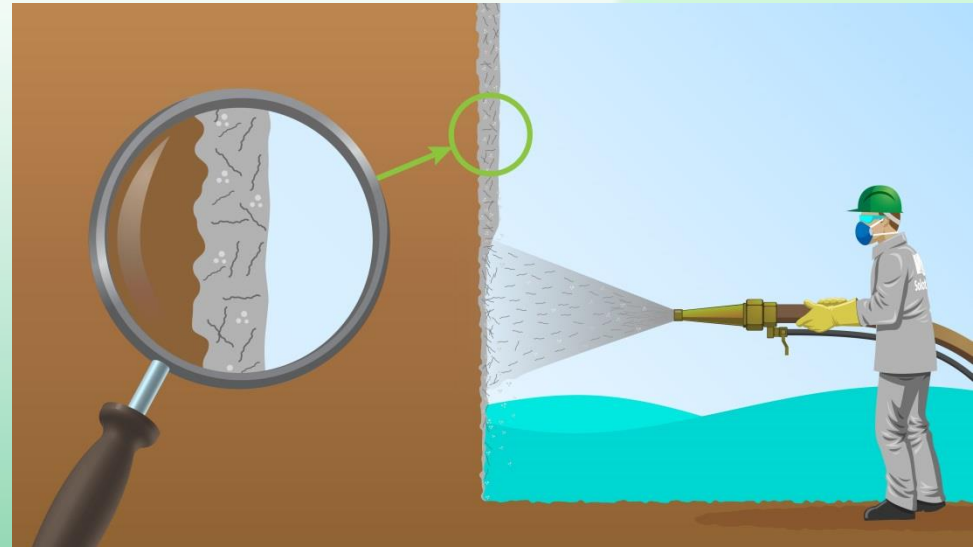
**CONCRETO PROJETADO, SEMPRE** QUE POSSÍVEL:

- Grande durabilidade
- Nenhuma manutenção

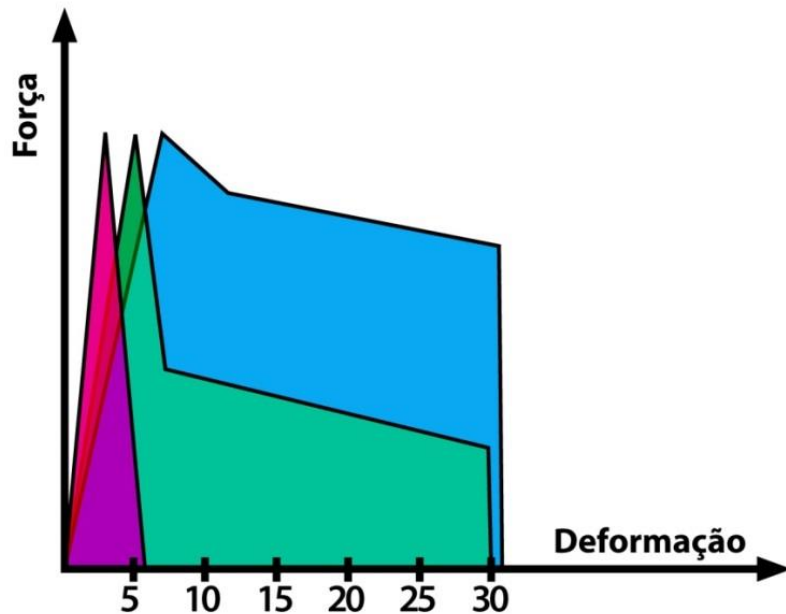


Espessura usual entre **7 e 12 cm.**

# Concreto projetado armado com: fibra, tela, ou ambas?



**Concreto projetado armado  
com:  
fibra, tela, ou ambas?**



- Tenacidade do concreto projetado com fibras
- Tenacidade do concreto projetado com tela
- Tenacidade do concreto projetado sem armação

**SEMPRE FIBRAS :**

**-RAPIDEZ EXECUTIVA**

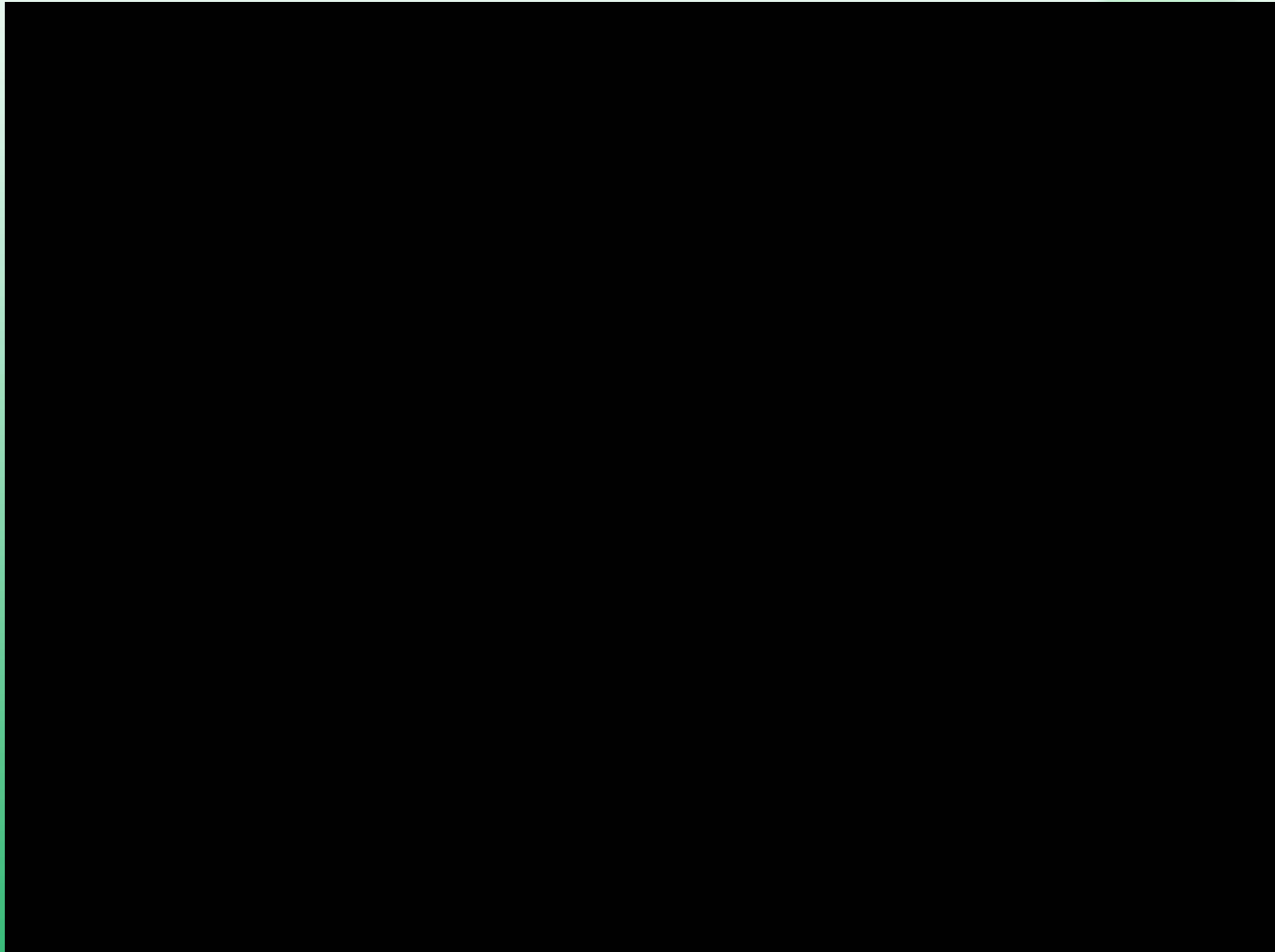
**-MELHOR QUALIDADE  
AO CONCRETO:**

**maior tenacidade**

**e**

**impermeabilidade**

**Concreto projetado armado  
com:  
fibra, tela, ou ambas?**

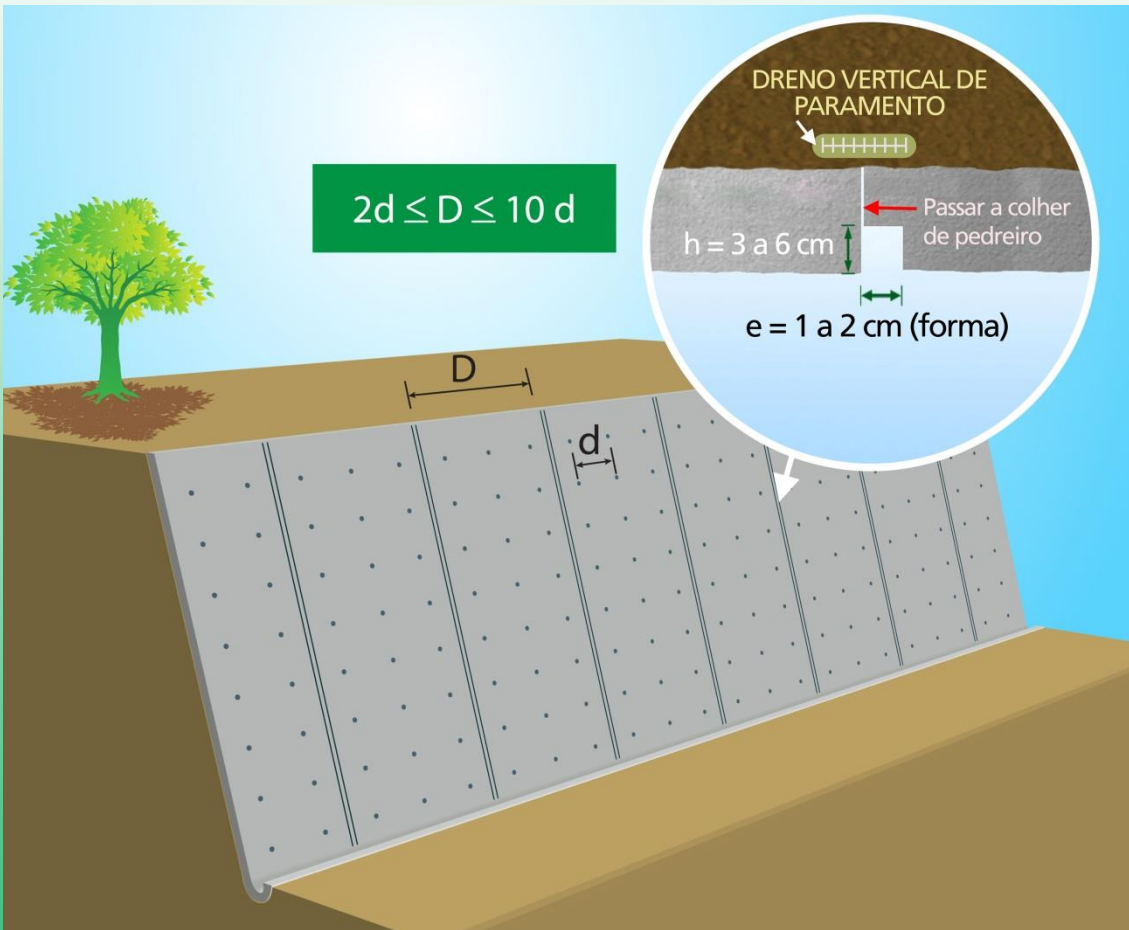


**JUNTAS?**

**VERTICAIS**

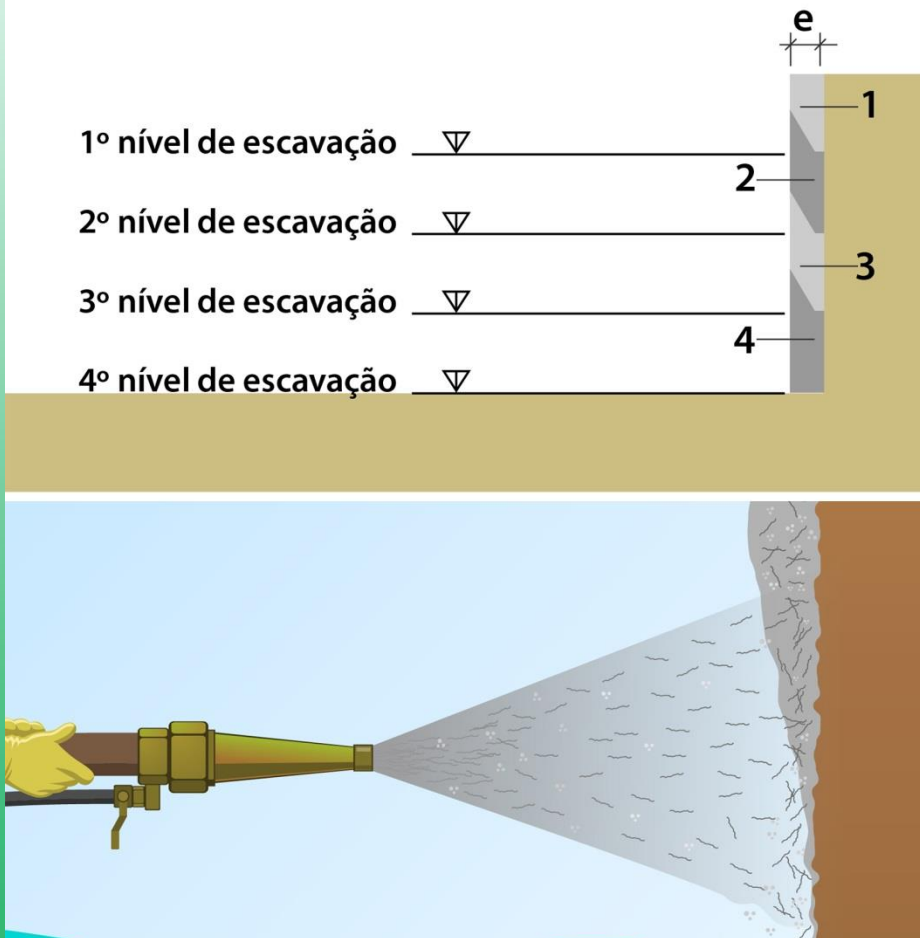
**HORIZONTAIS**

# JUNTA VERTICAL : Moldada



# JUNTA HORIZONTAL : Fria em Cunha

Sequência de aplicação do concreto projetado:  
juntas frias 1, 2, 3...





## 10. CHUMBADOR VERTICAL





## ESTUDOS NUMÉRICOS

Através de simulação numérica efetuou-se estudo paramétrico de uma escavação em solo grampeado (Lima, 1996; Ehrlich et al., 1996). A modelagem da escavação e colocação dos grampos foi realizada em etapas de forma a representar o processo executivo. Na Figura 6 apresenta-se o perfil adotado nessa simulação. Considerou-se nessas análises os seguintes parâmetros:

- (a) Solo: peso específico, coesão e ângulo de atrito igual a 20 kN/m<sup>3</sup>, 15 kPa e 30°, respectivamente.
- (b) Grampo: 100 mm e barra de aço: 25 mm.
- (c) Rigidez da face e dos grampos: EI = 6.4 kNm<sup>2</sup>/m.

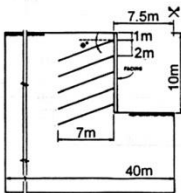


Figura 6. Simulação numérica escavação em solo grampeado (Ehrlich et al., 1996)

Variou-se a inclinação  $\theta$ , dos grampos e rigidez da face e dos grampos de forma a destacar a importância destes fatores no comportamento. Discutem-se a seguir os resultados encontrados com relação à influência do grampo.

Na Figura 7 apresenta-se o desenvolvimento de zonas de plastificação (zona achurada) para diferentes condições. Os resultados apresentados nesta figura correspondem a grampos com 20° de inclinação. Note que grampos típicos têm a rigidez situada entre EI/10 e EI (diâmetros equivalentes situados entre 56mm e 100 mm).

grampos favorece a uma menor plastificação. A extensão da área plastificada diminuiu sensivelmente com o aumento da rigidez à flexão dos grampos (EI para 10 EI). Observa-se, no entanto, que 10EI representa um grampo com diâmetro equivalente de 178 mm, pouco usual neste tipo de projeto. Em condições típicas, portanto, deve-se esperar a plastificação da zona potencialmente instável.

Na análise na qual se desconsiderou a rigidez à flexão (EI = 0) e se manteve inalterada a rigidez à tração, a extensão da zona plastificada aumentou significativamente. Este resultado destaca a importância da rigidez à flexão dos grampos na estabilização. Realizou-se também análise para condição sem os grampos, o que redundou numa extensa área plastificada.

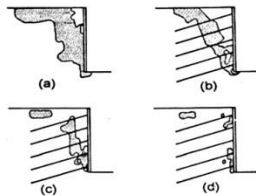


Figura 7. Zonas de plastificação: (a) s/ reforços; (b) flexíveis (EI = 0); (c) EI; (d) 10EI (Ehrlich et al., 1996)

Nas Figuras 8 observa-se, como esperado, que grampos mais rígidos permitem menores movimentações da face e se verificam maiores mobilizações da força axial e momentos fletores no grampo. A variação da inclinação do grampo de zero a 30° com a horizontal não se mostrou como um fator principal nas movimentações. Já as tensões atuantes no grampo foram influenciadas pela inclinação.

Na Tabela 1 destaca-se, em termos relativos, quantitativamente, a importância da rigidez dos grampos nos resultados. Os valores apresentados nessa tabela correspondem a grampos com 20° de inclinação. Note que grampos típicos têm a rigidez situada entre EI/10 e EI (diâmetros equivalentes situados entre 56mm e 100 mm).

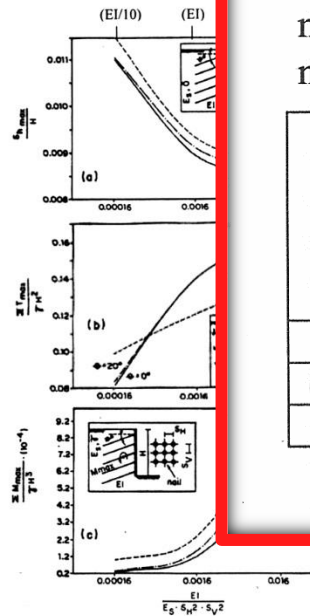


Figura 8. Influência da rigidez do grampo: (a) deslocamento horizontal da face; (b) força axial no grampo; e (c) momentos fletores (Ehrlich et al., 1996)

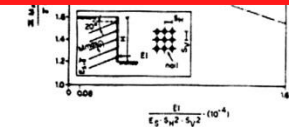
Tabela 1. Importância da rigidez dos grampos nas movimentações da face e nas tensões atuantes nos grampos ( $\theta = 20^\circ$ ).

Rigidez do grampo	Diâmetro equiv. do grampo (mm)	Valor relativo		
		Desloc. horiz. máx. da face ( $\delta_{max}$ )	Força axial máx. no grampo ( $T_{max}$ )	Momento fletor máximo no grampo ( $M_{max}$ )
(1/10)EI	56	1.22	0.57	0.16
EI(ref.)	100	1.00	1.00	1.00
10 EI	178	0.86	1.14	6.66

Tabela 2. Importância da rigidez da face nas movimentações da face e nas tensões atuantes nos grampos ( $\theta = 20^\circ$ ).

Rigidez da face	Valor relativo		
	Desloc. horizontal máx. da face ( $\delta_{max}$ )	Força axial máx. grampo ( $T_{max}$ )	Momento fletor máx. grampo ( $M_{max}$ )
sem face	1.66	0.94	1.50
(1/20) EI	1.11	0.92	1.40
EI (ref.)	1.00	1.00	1.00

Figura 9. Importância relativa dos momentos fletores frente as tensões axiais nas tensões atuantes nos grampos (Ehrlich et al., 1996)



Na Figuras 11 verifica-se que a rigidez do faceamento pouco influencia as movimentações da face e as forças axiais mobilizadas nos grampos. Na análise na qual desconsiderou-se a face observou-se, no entanto, certo aumento nas movimentações em função de deformações localizadas em zonas situadas entre grampos. Entretanto, os momentos fletores aumentam com a diminuição da rigidez da face significativamente (Figura 11c). Tal se dá visto que, com o acréscimo da rigidez, a face passa, além de restringir os movimentos laterais, também a limitar os movimentos verticais e a atuar como uma espécie de apoio para a extremidade dos grampos, o que reduz na diminuição dos momentos fletores.

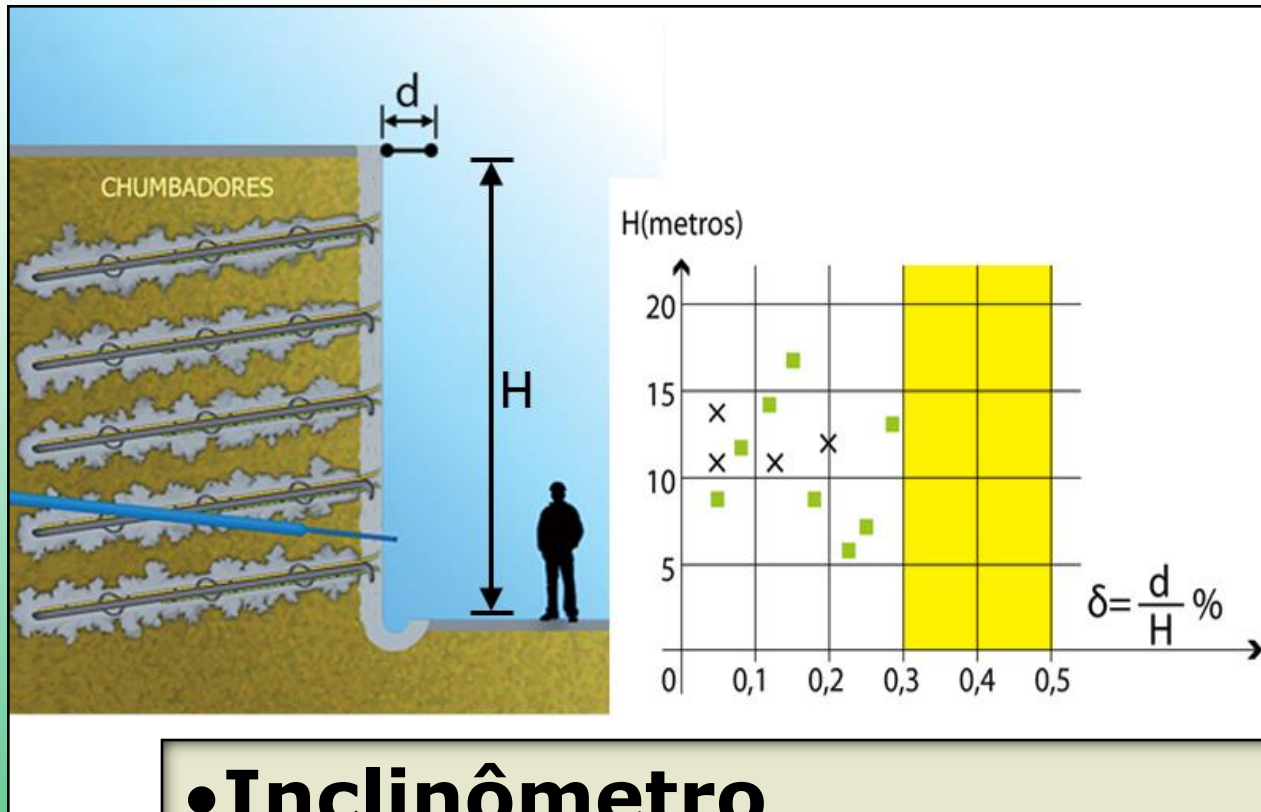
Na Tabela 2 destaca-se, em termos relativos, quantitativamente a importância da rigidez da face nos resultados.

Figura 11. Influência da rigidez da face: (a) deslocamento horizontal da face; (b) força axial no grampo; e (c) momentos fletores (Ehrlich et al., 1996)

Tabela 2. Importância da rigidez da face nas movimentações da face e nas tensões atuantes nos grampos ( $\theta = 20^\circ$ ).

Rigidez da face	Valor relativo		
	Desloc. horizontal máx. da face ( $\delta_{max}$ )	Força axial máx. grampo ( $T_{max}$ )	Momento fletor máx. grampo ( $M_{max}$ )
sem face	1.66	0.94	1.50
(1/20) EI	1.11	0.92	1.40
EI (ref.)	1.00	1.00	1.00

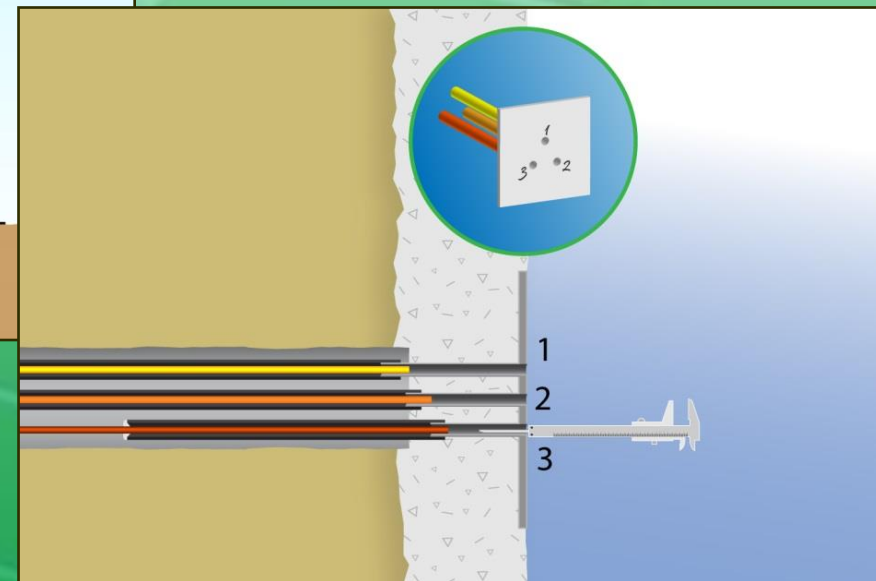
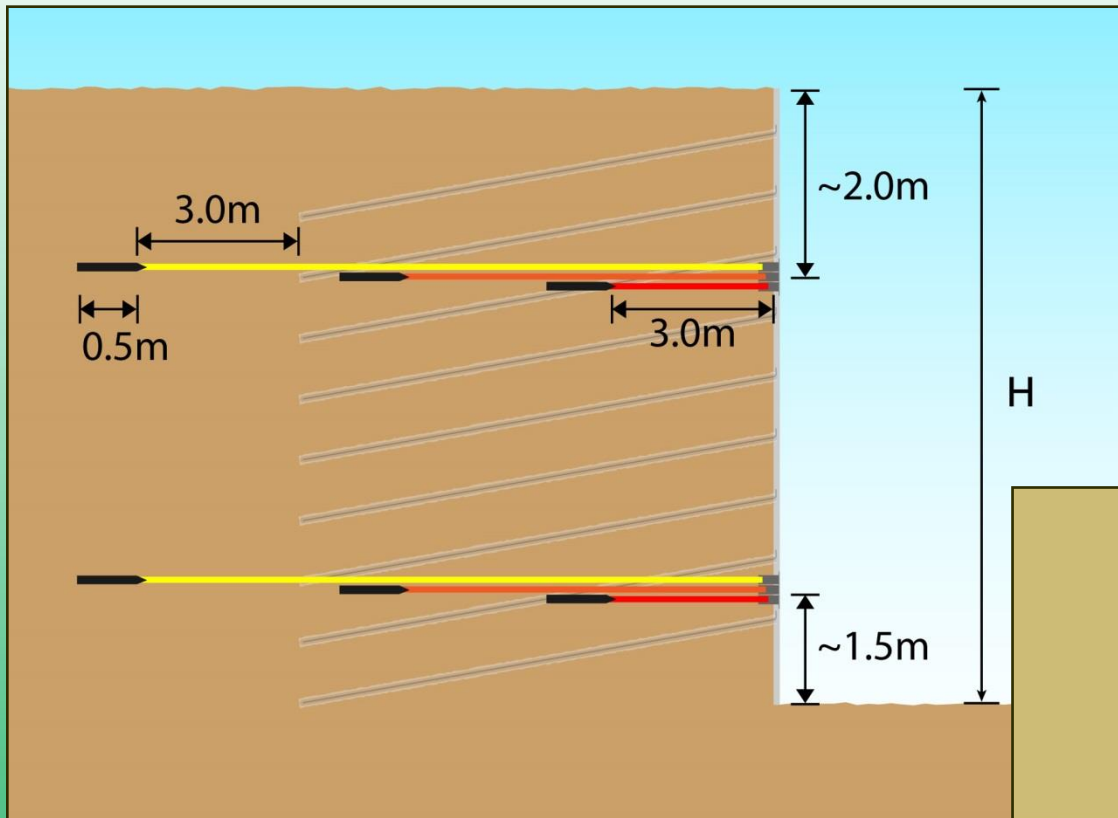
## 11. MEDIDA DE DEFORMAÇÕES



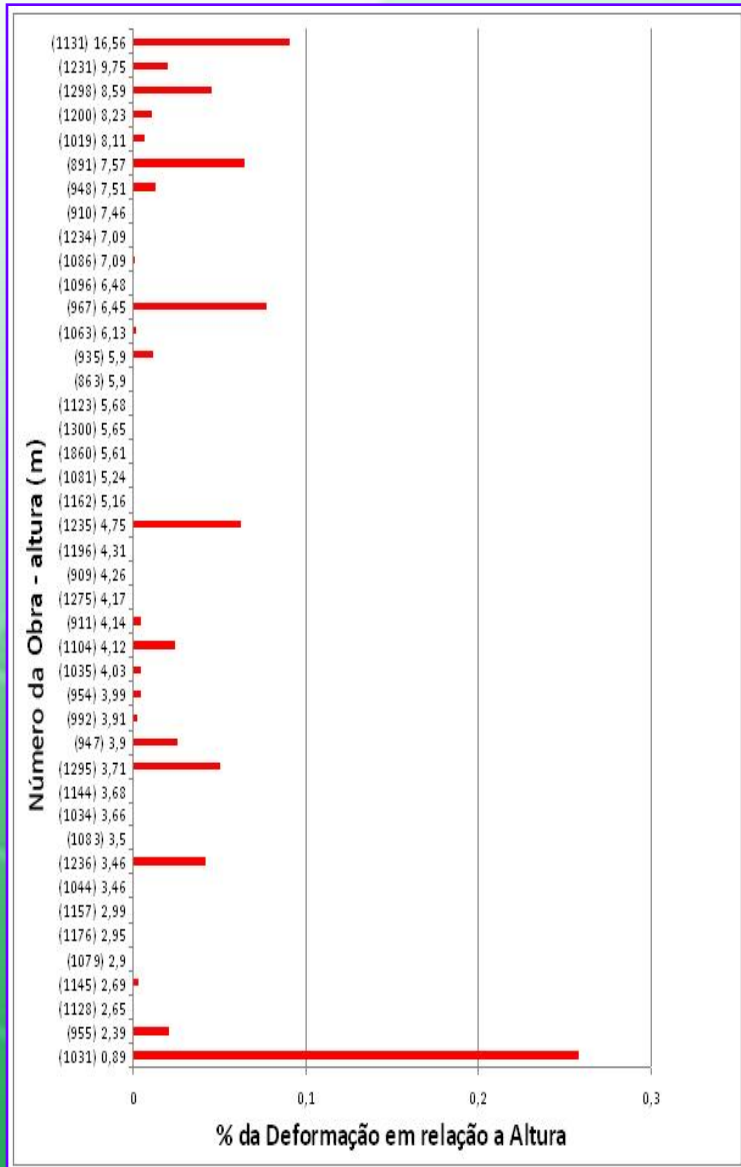
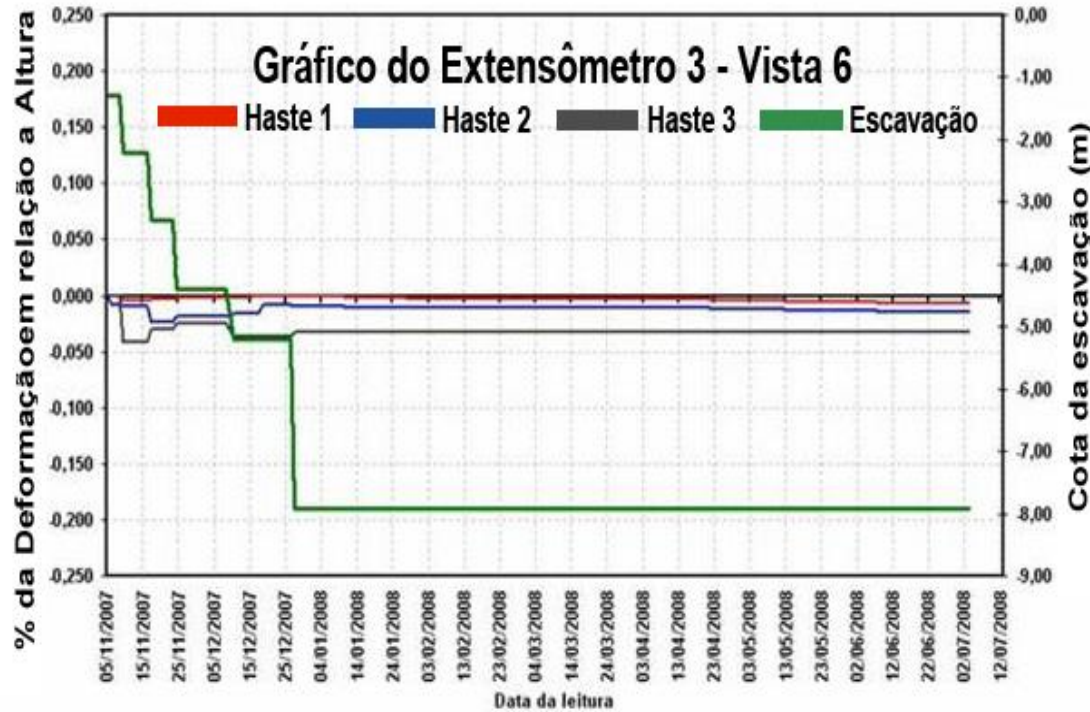
- **Inclinômetro**
- **Estação total**
- **Prumo**
- **Extensômetro múltiplo**

# EXTENSÔMETRO MULTIPLO

proposta para instrumentação relativa, simples e expedita



# EXTENSÔMETRO MULTIPLO



## EXTENSÔMETRO MULTIPLO



# **14 CASOS DE OBRA:**

**entre 2000 e 2013**

**São Paulo, Mococa, Sto André, Fortaleza,  
Paraibuna, Santana do Parnaíba, Sorocaba,  
Nova Iguaçu**



# 14 CASOS DE OBRA

1. Hosp. Beneficência Portuguesa – Rutura do paradigma da aplicabilidade do SG como obra permanente em 2000
2. Aeródromo Caiapó – Versatilidade – Ousadia
3. Biblioteca José Mindlin – Versatilidade Geométrica
4. Prédio Comercial Rua Alfredo Pujol – Elevada Altura
5. Prédio Comercial Baby Beef – Relação com Vizinho – Corte e remoção do SG
6. Estadio Castelão – Versatilidade Geométrica, curvas côncavas e reentrâncias
7. Contenção a prumo para estrada de serviço implantada em APP Supressão mínima, Detonação adjacente a obra
8. Prédio Residencial R. Sammia Haddad - Versatilidade Geométrica, curva convexa
9. Senai Cimatec, Salvador – Chumbadores longos embaixo e curtos encima
10. Prédio Comercial Alphaville – Vazamento SABESP
11. Obra industrial de ampliação da Toyota – elevadas sobrecargas acima e adjacente a contenção
12. Reforço de Talude existente - Carajás
13. Top Shopping – Elevada altura
14. Possibilidade de revestimento orgânico de paramento

**Contenções de taludes verticais para as ampliações das instalações, com alturas entre 10,4 e 13,5m a prumo, com área contida de 2.841,0m<sup>2</sup>**

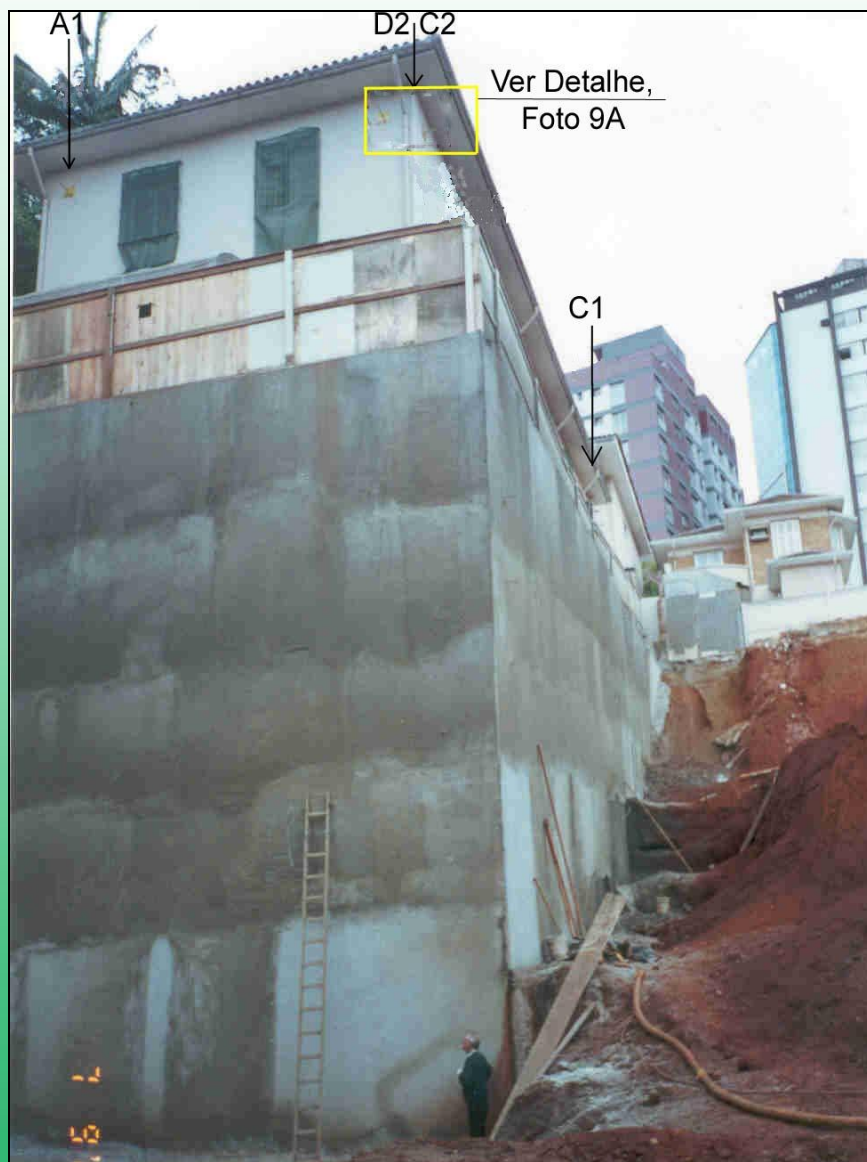
**Executada entre maio e set. de 2000 e nov. 2002 e fev. 2003.**

**Criou grande impacto no meio geotécnico pois rompeu o paradigma de não ser aplicável para construções permanentes em áreas urbanas.**

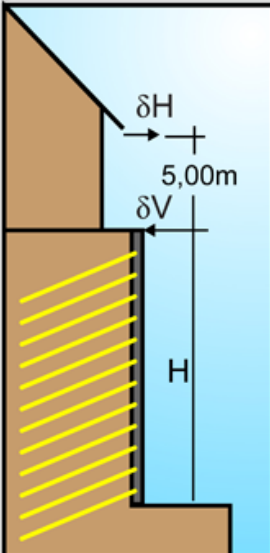
# 1- HOSP BENEF. PORTUGUESA, São Paulo, SP, 2000 A 2003



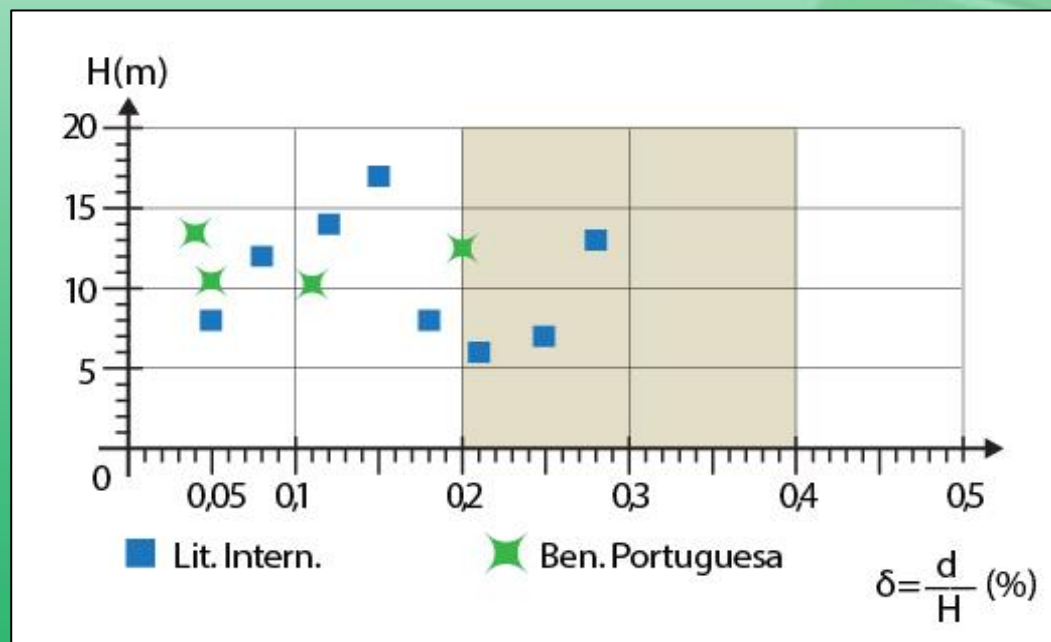
# 1- HOSP BENEF. PORTUGUESA, São Paulo, SP, 2000 A 2003



# 1- HOSP BENEF. PORTUGUESA, São Paulo, SP, 2000 A 2003



Prumada	Altura H(mm)	Deformação medida da crista do muro	
		Horizontal	
		$\delta H$ (mm)	$\delta H/H$ (%) ✨
A3	10,42	11	0,11
B2	10,5	5	0,05
C2	12,16	24	0,2
D1	13,5	5	0,04



**VERSATILIDADE - OUSADIA**

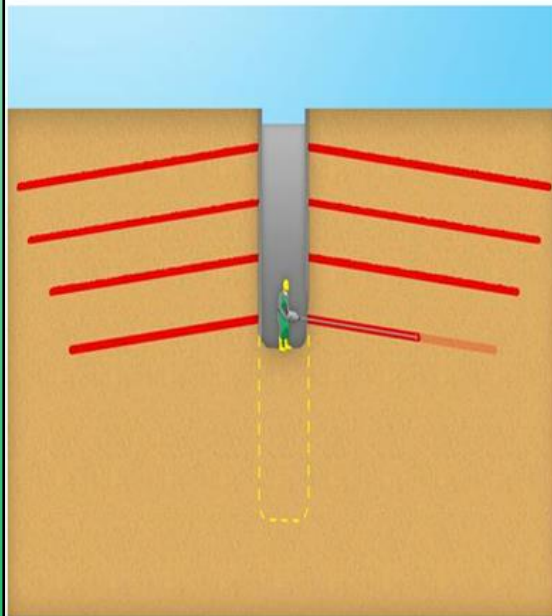
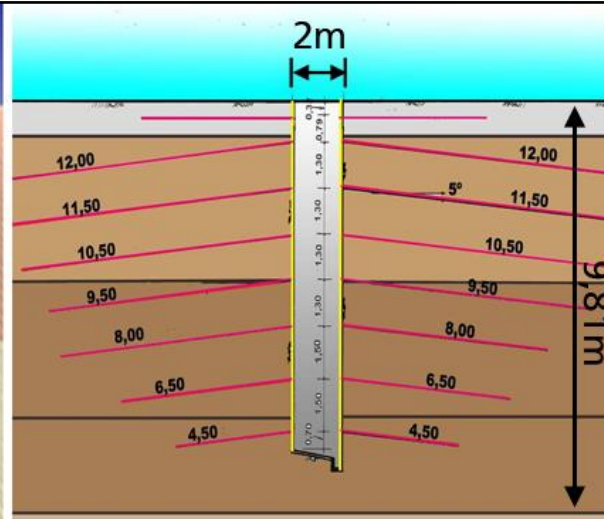
**AREIA**

**AERÓDROMO CAIAPÓ**

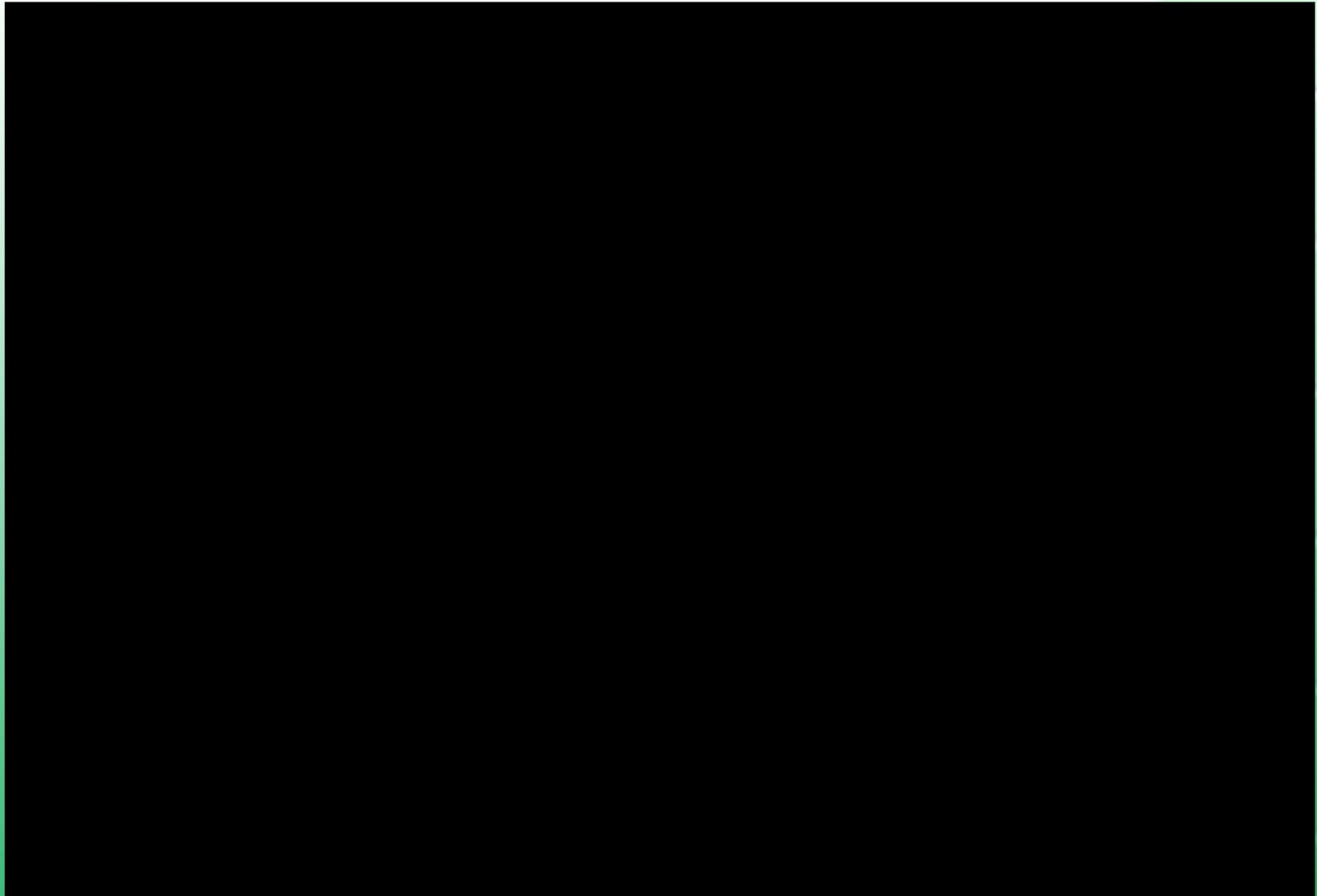
**$h = 9,81\text{m}$**

**contenção  $1.216,0\text{m}^2$ , extensão  $120,0\text{m}$**

## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003



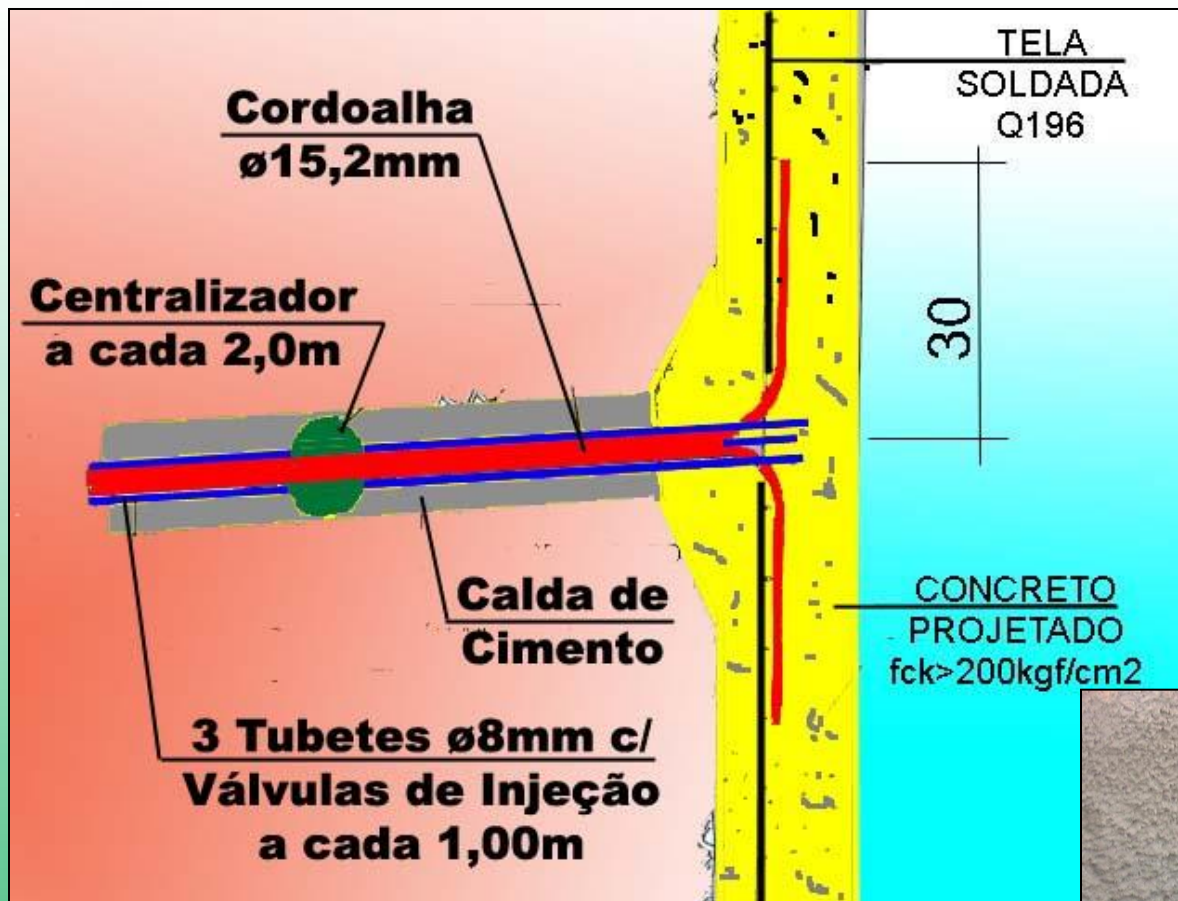
## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003







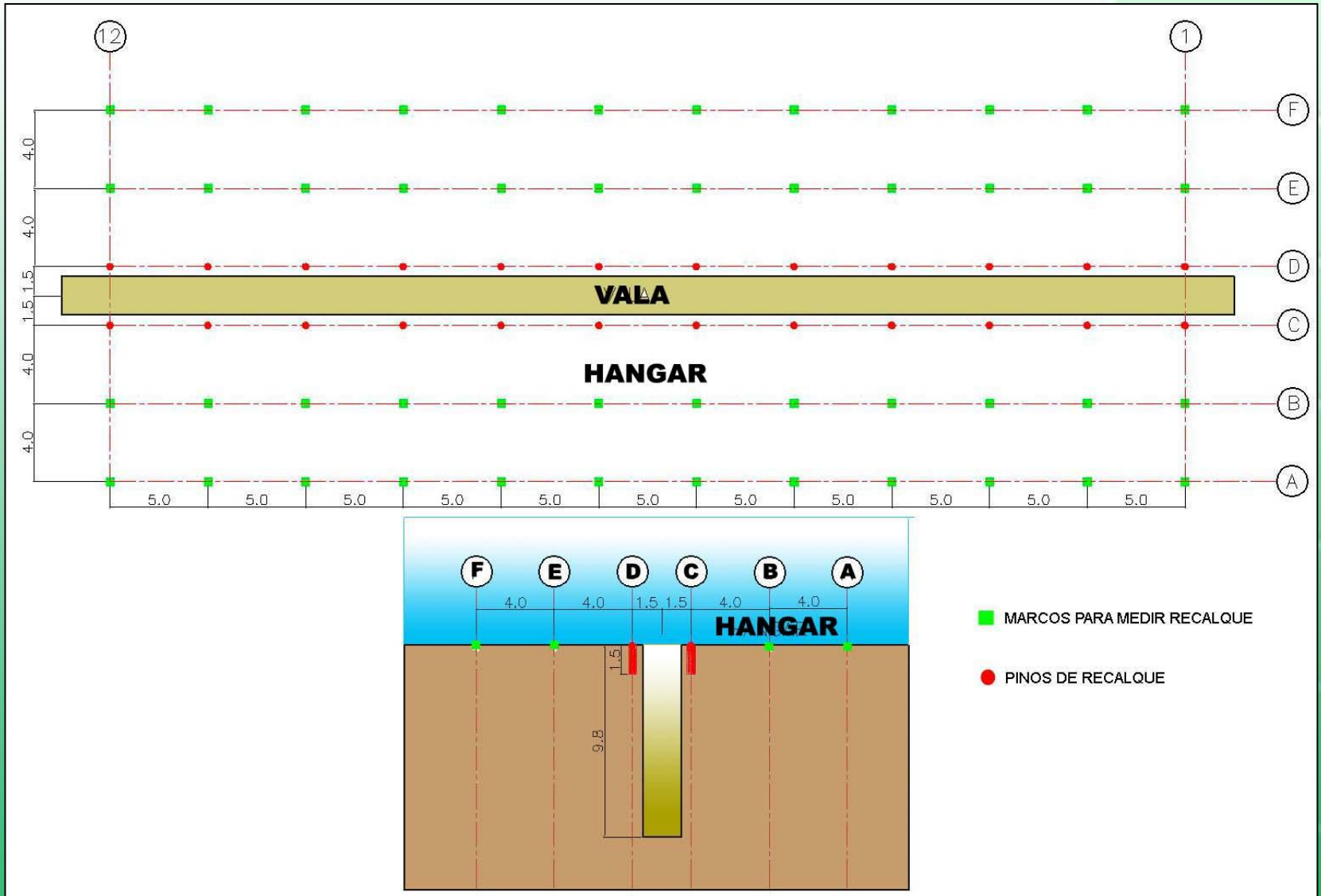
## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003



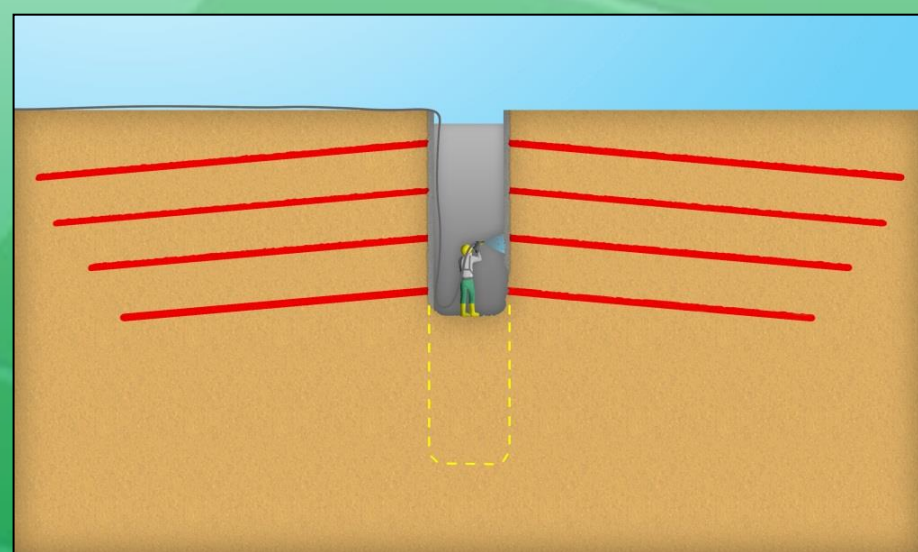
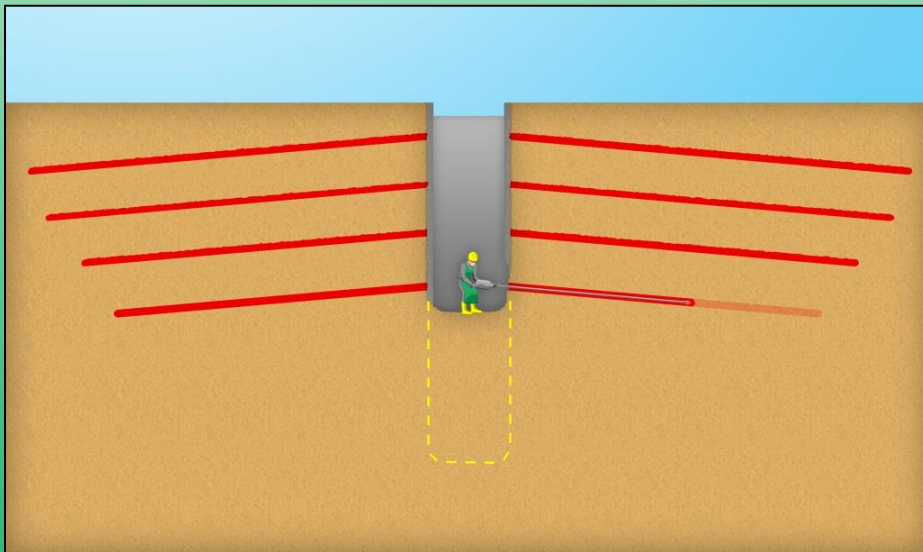
### 2.4.DETALHES chumbador, concreto projetado, armação



## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003



## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003

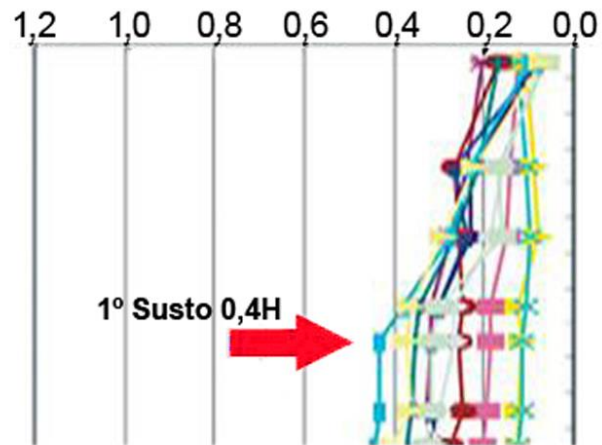


## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003

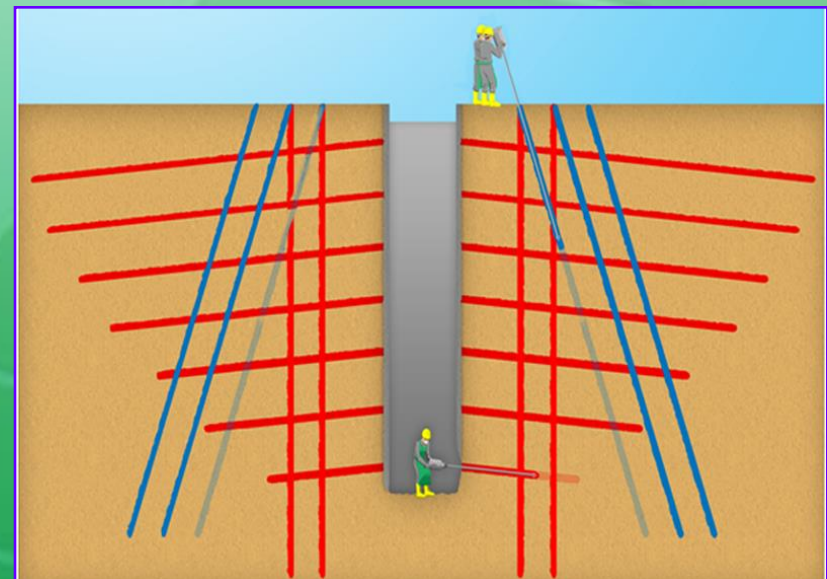
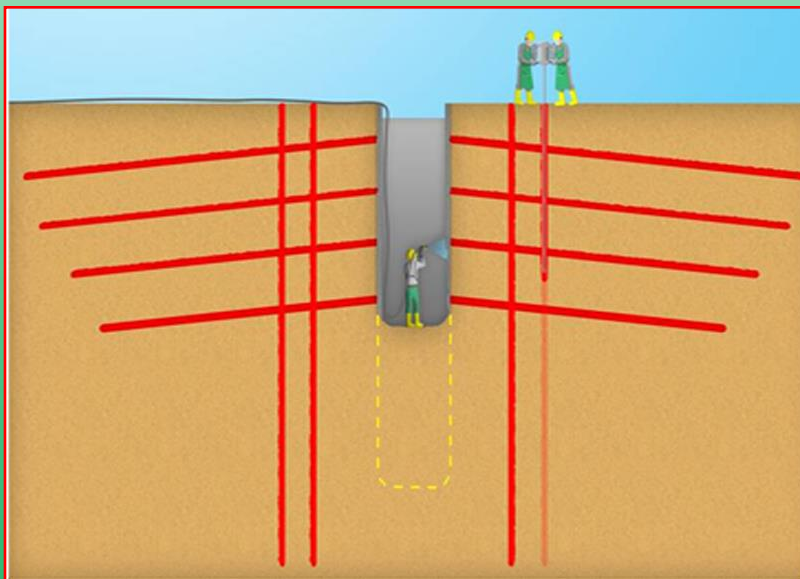
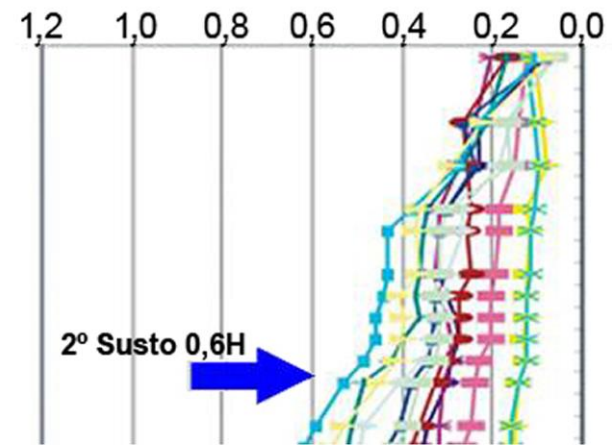


# CASOS DE OBRA – AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003

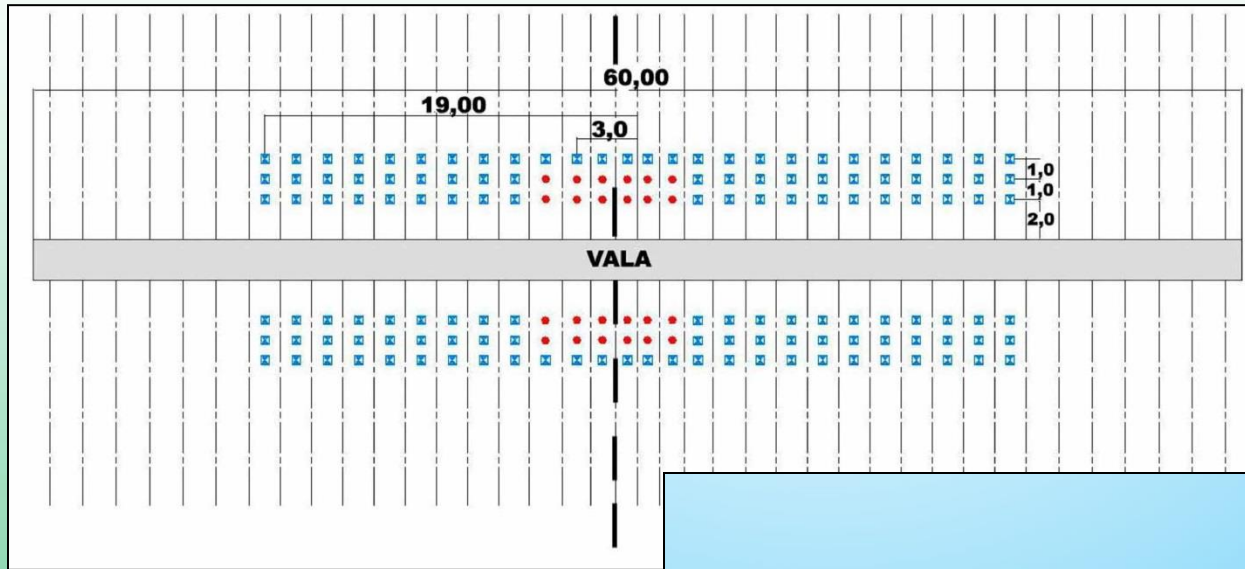
Def. horizontal da vala (%)



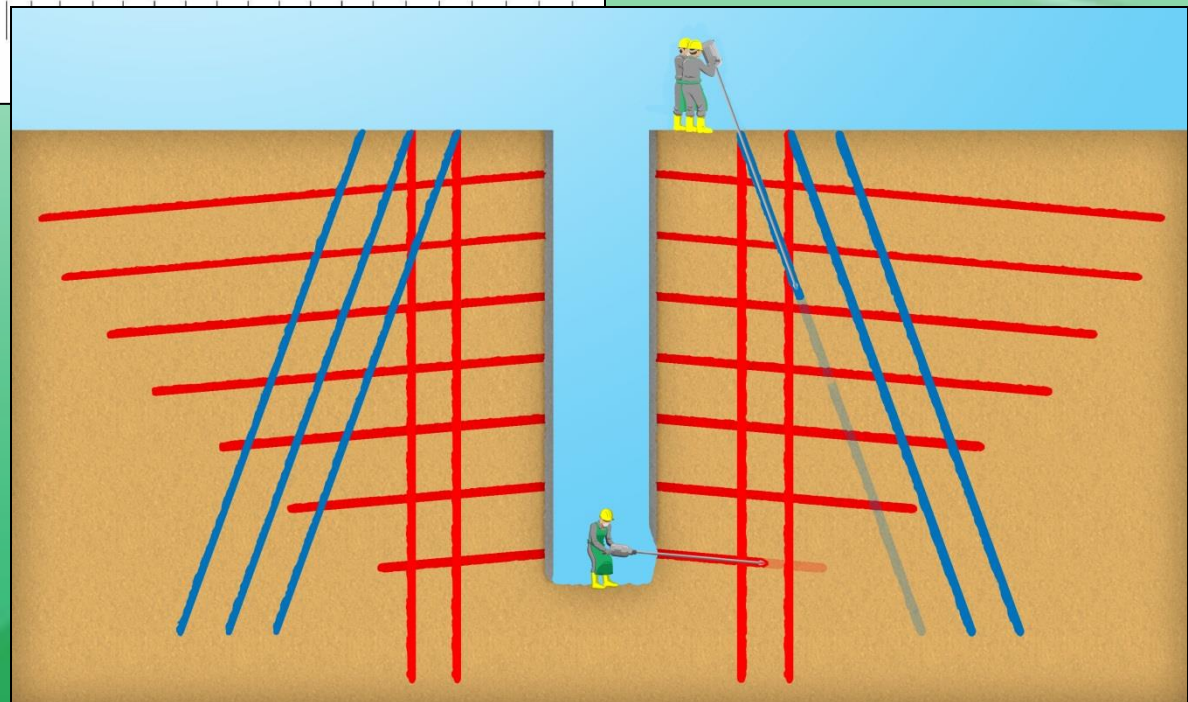
Def. horizontal da vala (%)



## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003

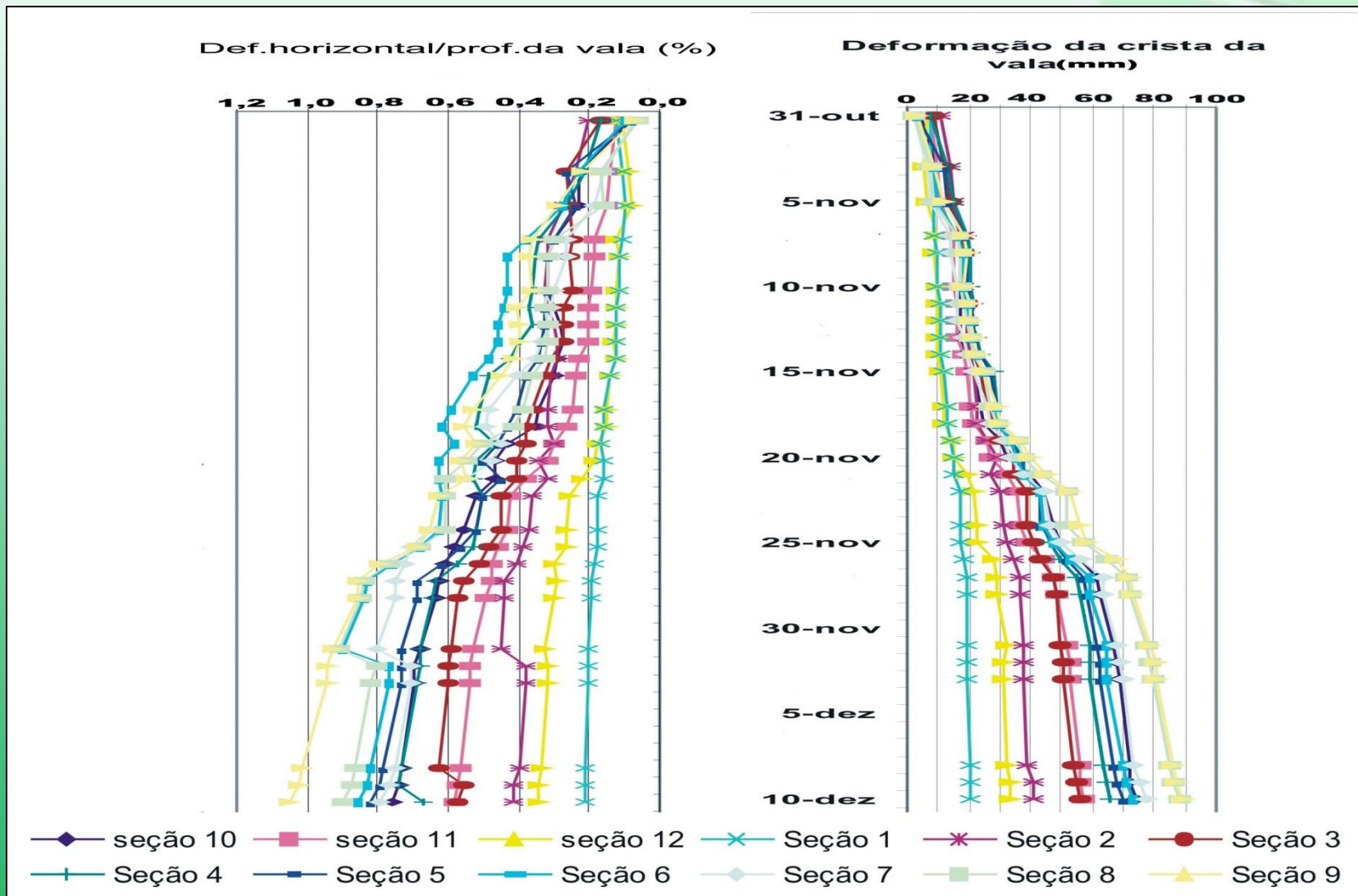


Reforço final



## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003

deformações finais entre 0,2 e 1,0%  
produção média 900 m<sup>2</sup>/mês

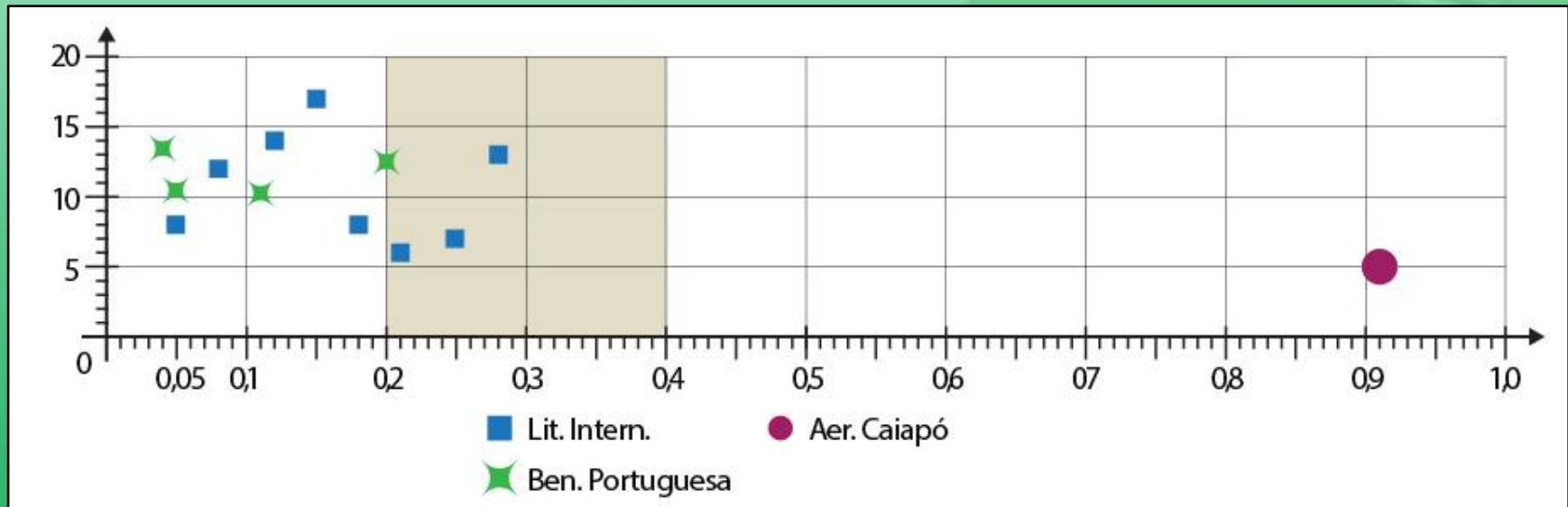




## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003

Referência	Ano	Altura(m)
Guilloux (12)	1980	14,0
Shen-Samaritan (16)	1981	13,7
Shen-Davis (17)	1981	9,2
Gassler (11)	1981	6,0
Blondeau & Ledeuil (12)	1982	16,5
Nicholson (12)	1982	9,1
Nicholson (12)	1985	12,3
Clouterre (10)	1991	5,0
Benef. Portuguesa - A3	2002	10,42
Benef. Portuguesa - B3	2002	10,50
Benef. Portuguesa - C2	2002	12,16
Benef. Portuguesa - D1	2002	13,50
Mococa	2003	9,81

**COMPARAÇÕES**  
**% DEF. DA OBRA x algumas**  
**citações da Literatura**  
**Internacional.**



## 2- AERODROMO CAIAPÓ, Mococa, SP, 2003

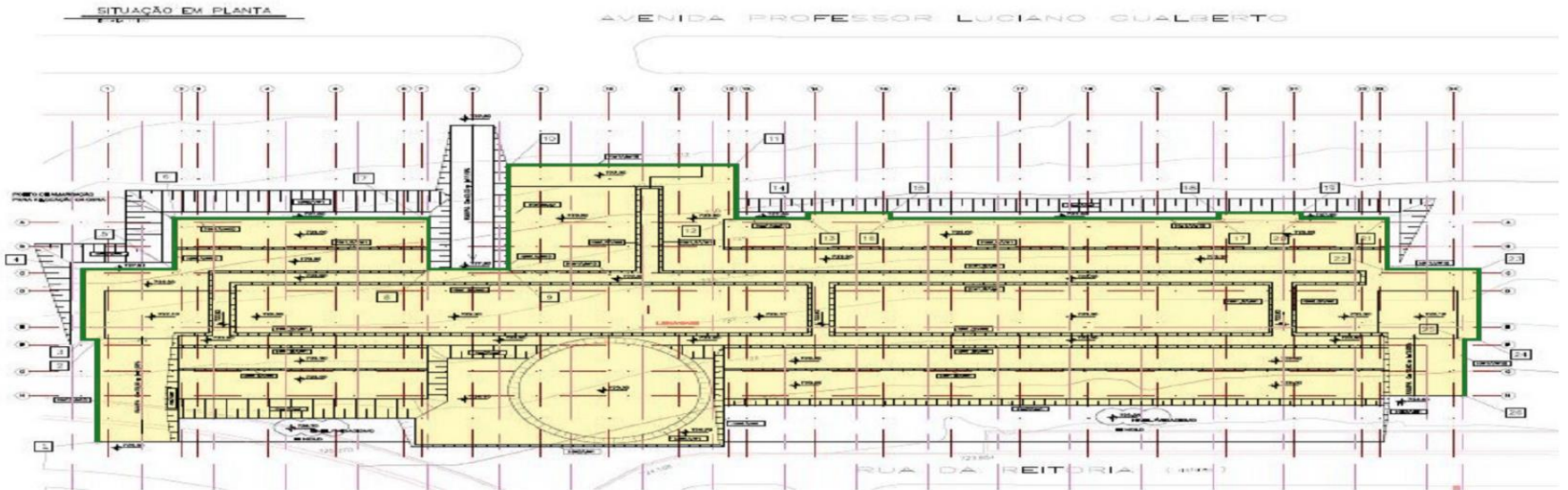


**VERSATILIDADE GEOMÉTRICA, E  
SUBSOLO MUITO VARIADO**

**4,0m ~ h ~ 9,55m**

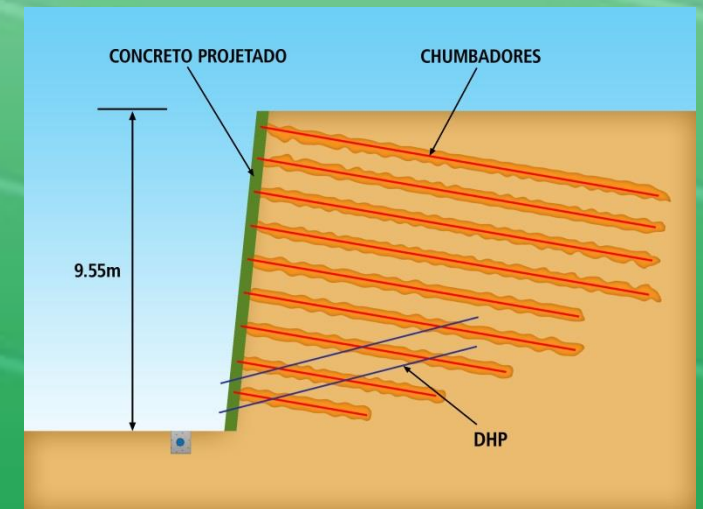
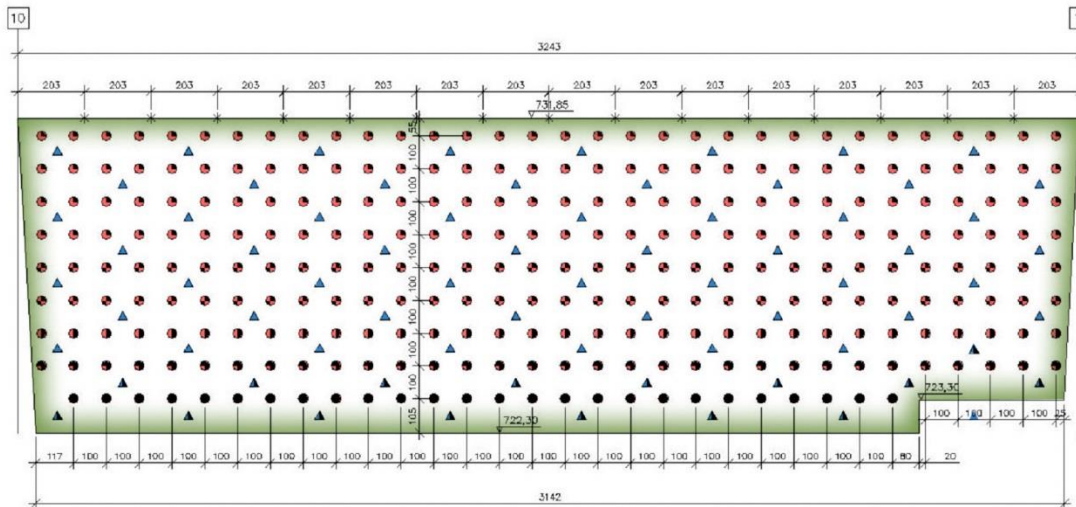
**contenção 2.300,0m<sup>2</sup>, extensão 350,0m**

# 3- BIBLIOTECA JOSÉ MINDLIN, USP, SP, 2003



ELEVAÇÃO INTERNA A OBRA ENTRE PONTOS 10 E 11

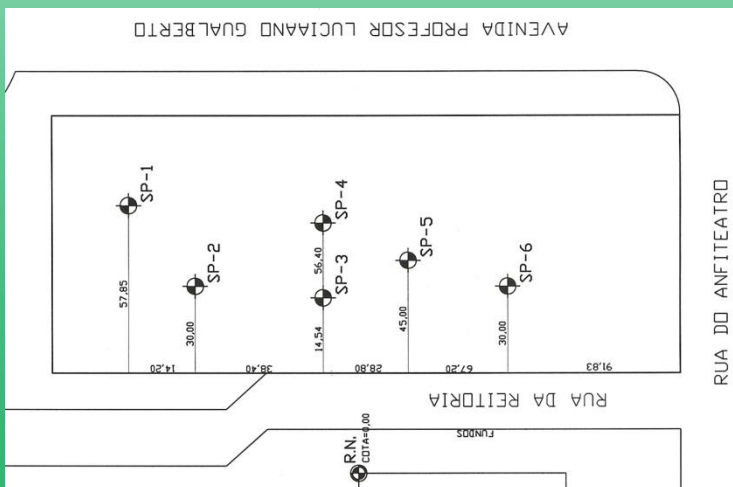
S/ESCALA



# 3- BIBLIOTECA JOSÉ MINDLIN, USP, SP, 2003

COTA E MÉTODO DE PERFURAÇÃO DA CAMADA		AMOSTRAS		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA		REVESTIMENTO		DIÂMETRO DO FURO 2 1/2"		NÍVEL D'ÁGUA		DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS		CONSISTÊNCIA COMPACTADA		RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	
MÉTODO DE PERFURAÇÃO		AMOSTRAS		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA		REVESTIMENTO		DIÂMETRO DO FURO 2 1/2"		NÍVEL D'ÁGUA		DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS		CONSISTÊNCIA COMPACTADA		RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	
MÉTODO DE PERFURAÇÃO		AMOSTRAS		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA		REVESTIMENTO		DIÂMETRO DO FURO 2 1/2"		NÍVEL D'ÁGUA		DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS		CONSISTÊNCIA COMPACTADA		RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	
0,95		1										ARGILA ARENOSA, POUCO SILTOSA, VERMELHA.				TIPO DE AMOSTRADOR: TERZAGHI & PECK Ø EXTERNO DE 2" PESO DE 65Kg. Ø INTERNO DE 1 3/8" QUEDA DE 75cm	
2		2		A								SILTE ARGILOSO, POUCO ARENOSO, ROXO E AMARELO.		MOLE		NÚMEROS DE GOLPES 10 20 30 40 50	
3		3		T													
4		4		E													
5		5		R								ARGILA ARENOSA, POUCO SILTOSA, VERMELHA E CINZA CLARA.		MÉDIA			
6		6		D				NA = 5,90									
7		7		O								ARGILA SILTOSA, POUCO ARENOSA, CINZA ESCURA E VERMELHA.		RIJA			
8		8		A								AREIA FINA, CINZA CLARA.		POUCO COMPACTA			
9		9		L													
10		10		U								IMPENETRÁVEL À FERRAMENTA DE PERCUSSÃO (ROCHA DO MATACÃO).		MUITO COMPACTA			

COTA E MÉTODO DE PERFURAÇÃO DA CAMADA		AMOSTRAS		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA		REVESTIMENTO		DIÂMETRO DO FURO 2 1/2"		NÍVEL D'ÁGUA		DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS		CONSISTÊNCIA COMPACTADA		RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	
MÉTODO DE PERFURAÇÃO		AMOSTRAS		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA		REVESTIMENTO		DIÂMETRO DO FURO 2 1/2"		NÍVEL D'ÁGUA		DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS		CONSISTÊNCIA COMPACTADA		RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	
MÉTODO DE PERFURAÇÃO		AMOSTRAS		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA		REVESTIMENTO		DIÂMETRO DO FURO 2 1/2"		NÍVEL D'ÁGUA		DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS		CONSISTÊNCIA COMPACTADA		RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	
0,10		1										ARGILA SILTOSA, POUCO ARENOSA, VERMELHA E CINZA CLARA.				TIPO DE AMOSTRADOR: TERZAGHI & PECK Ø EXTERNO DE 2" PESO DE 65Kg. Ø INTERNO DE 1 3/8" QUEDA DE 75cm	
1,80		2		A								SILTE ARENOSO, POUCO ARGILOSO, POUCO MICACÉO, ROXO E CINZA CLARO E AMARELO (VAR).		FOFO		NÚMEROS DE GOLPES 10 20 30 40 50	
2,75		3		T													
3,60		4		E								ARGILA SILTOSA, POUCO ARENOSA, CINZA CLARA E AMARELA.		MOLE			
4		5		R								porosa, marrom.					
5,00		6		D								porosa, vermelha.					
5,60		7		O				NA = 6,00				ARGILA, ARENOSA, POUCO SILTOSA, com pedregulhos finos, anareta e cinza clara.		MOLE			
6,50		8		A								cinza clara e anareta.					
7,30		9		L													
8		10		U								anareta e cinza clara.					
9,20		11		R													
10		12		D								SILTE ARENOSO, POUCO ARGILOSO, POUCO MICACÉO, com veios de quartzo, cinza clara e anareta.		MEDE. COMPACTO			
11		13		O													
12		14		A													
13		15		L													
14		16		U								IMPENETRÁVEL À FERRAMENTA DE PERCUSSÃO (ROCHA DO MATACÃO).		MUITO COMPACTO			
15		17		R													



## 3.2.SOLO LOCAL- SP-01 e SP-04 Biblioteca Jose Mindlin

### 3- BIBLIOTECA JOSÉ MINDLIN, USP, SP, 2003



### 3- BIBLIOTECA JOSÉ MINDLIN, USP, SP, 2003



#### 3.4. Contenção pronta



### 3- BIBLIOTECA JOSÉ MINDLIN, USP, SP, 2003





**4. ELEVADA ALTURA E VERSATILIDADE**

**$h = 19,0\text{m}$**

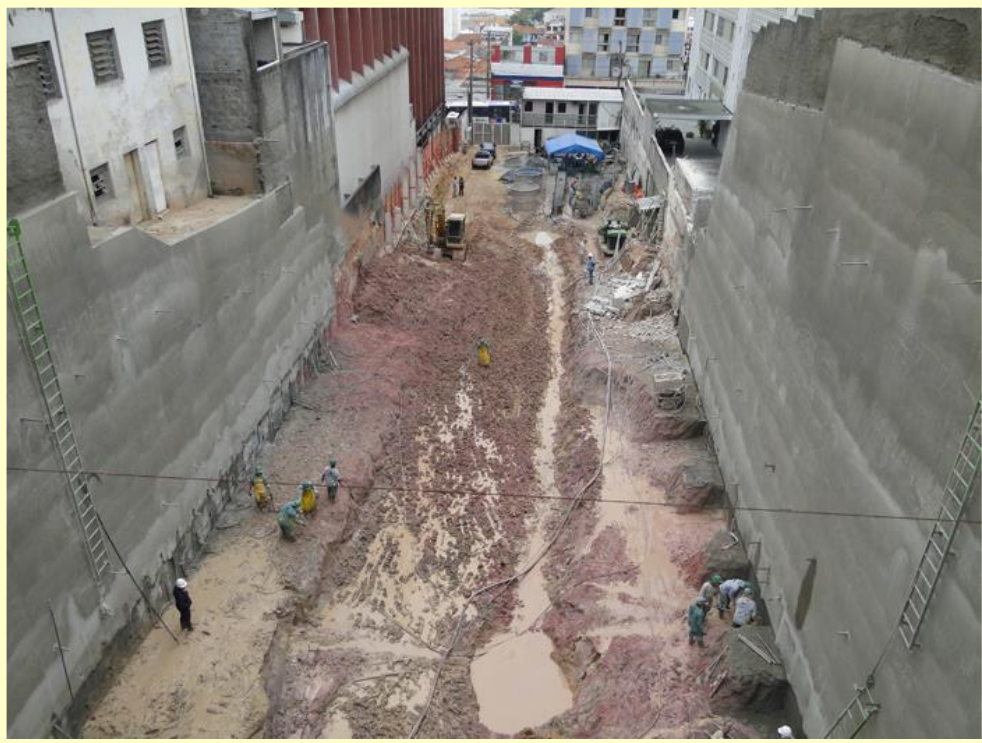
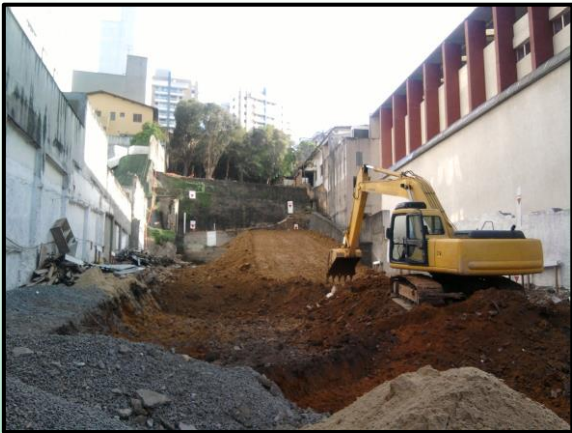
**deformação  $0,02\%h$  (inclinômetro)**

**lote:largura =  $16,0 \times 80,0\text{m}$**

**( contenção S.G. =  $1.860,0\text{m}^2$  )**



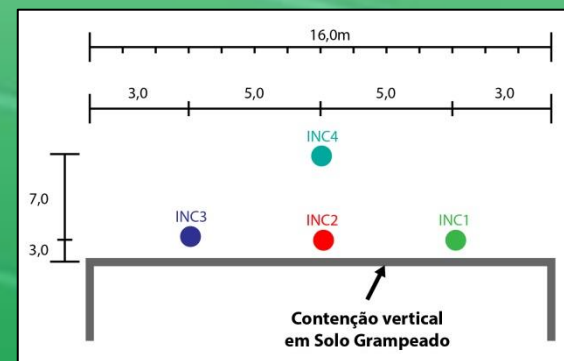
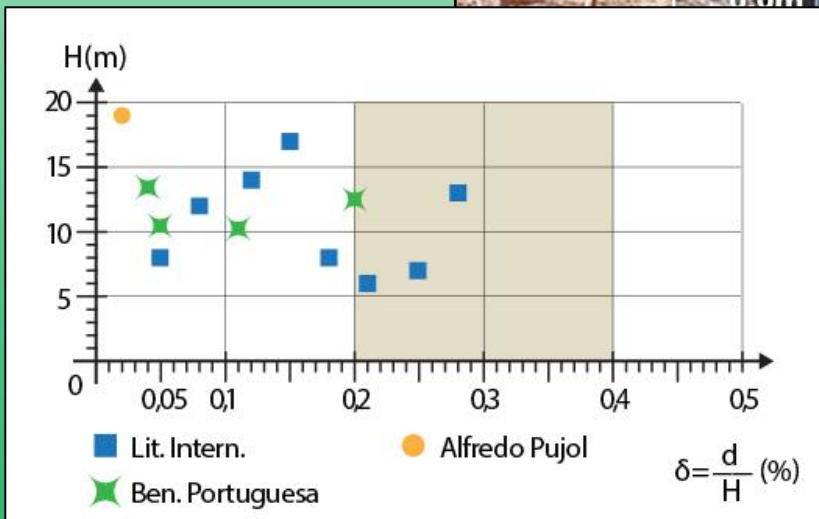
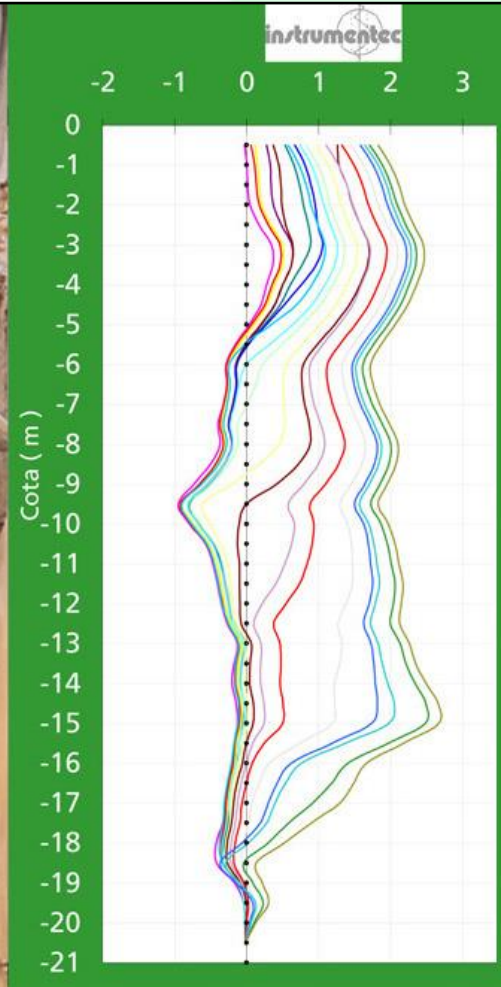
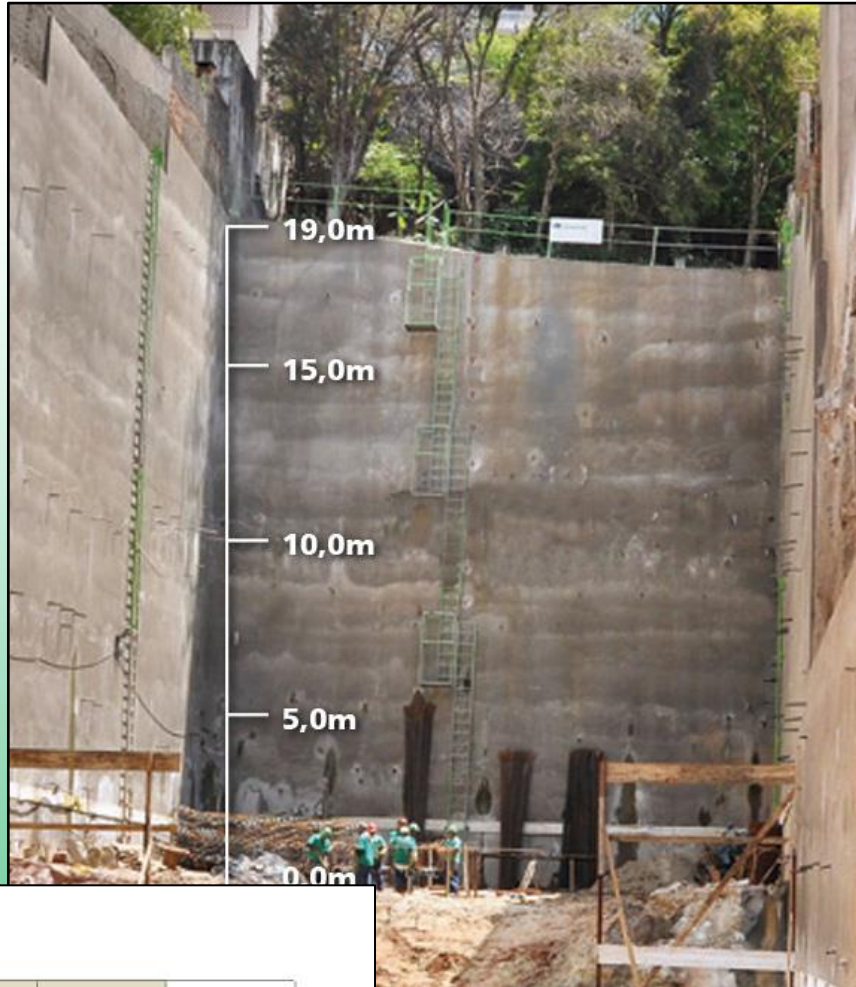
## 4- RUA ALFREDO PUJOL, São Paulo, SP, 2012



## 4- RUA ALFREDO PUJOL, São Paulo, SP, 2012



**4- RUA ALFREDO PUJOL, São Paulo, SP, 2012, 3,2 mm - 0,02%H**



## **RELAÇÃO COM VIZINHO**

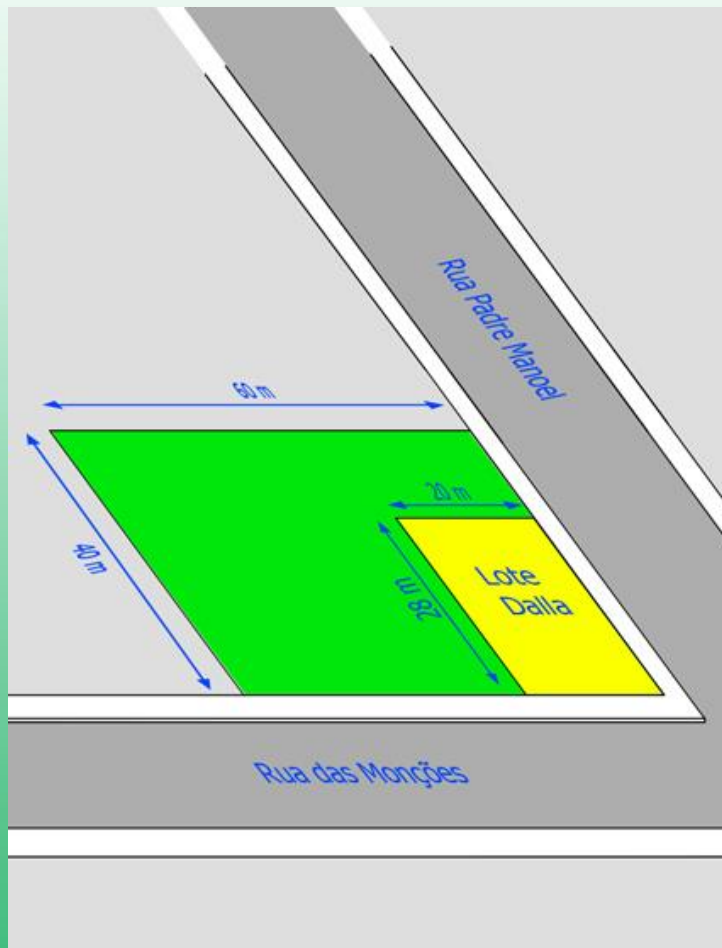
### **CORTE E REMOÇÃO DO SOLOGRAMPEADO**

**PREDIO COMERCIAL**

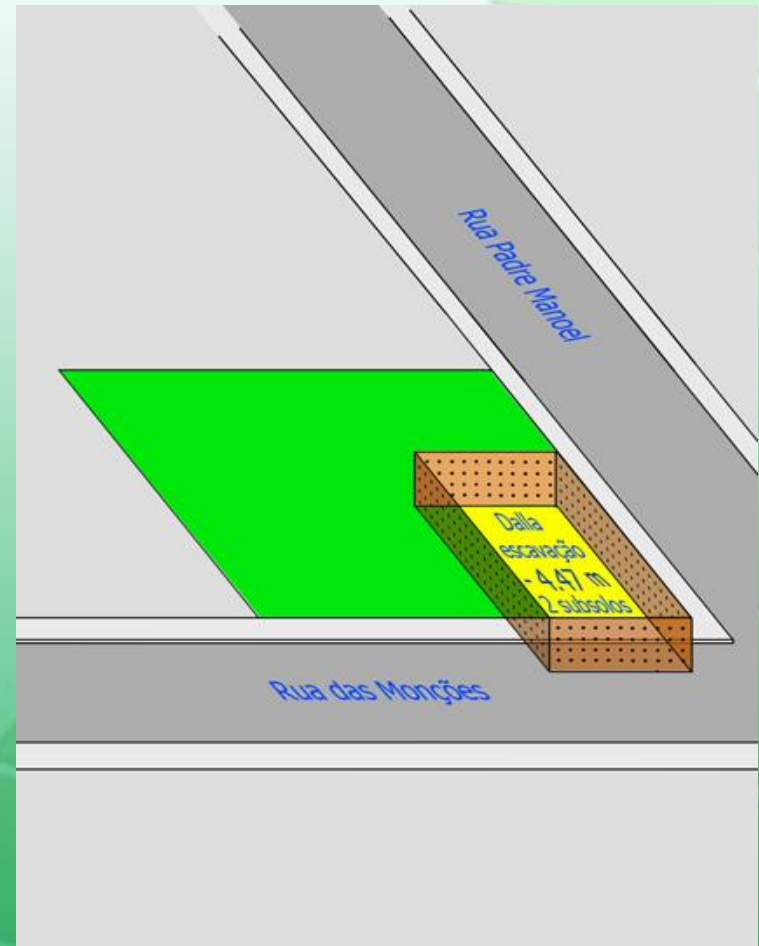
**$h = 10,35\text{m}$**

**contenção  $1.306,0\text{m}^2$**

## CONSTRUÇÃO DO 1º SUBSOLO



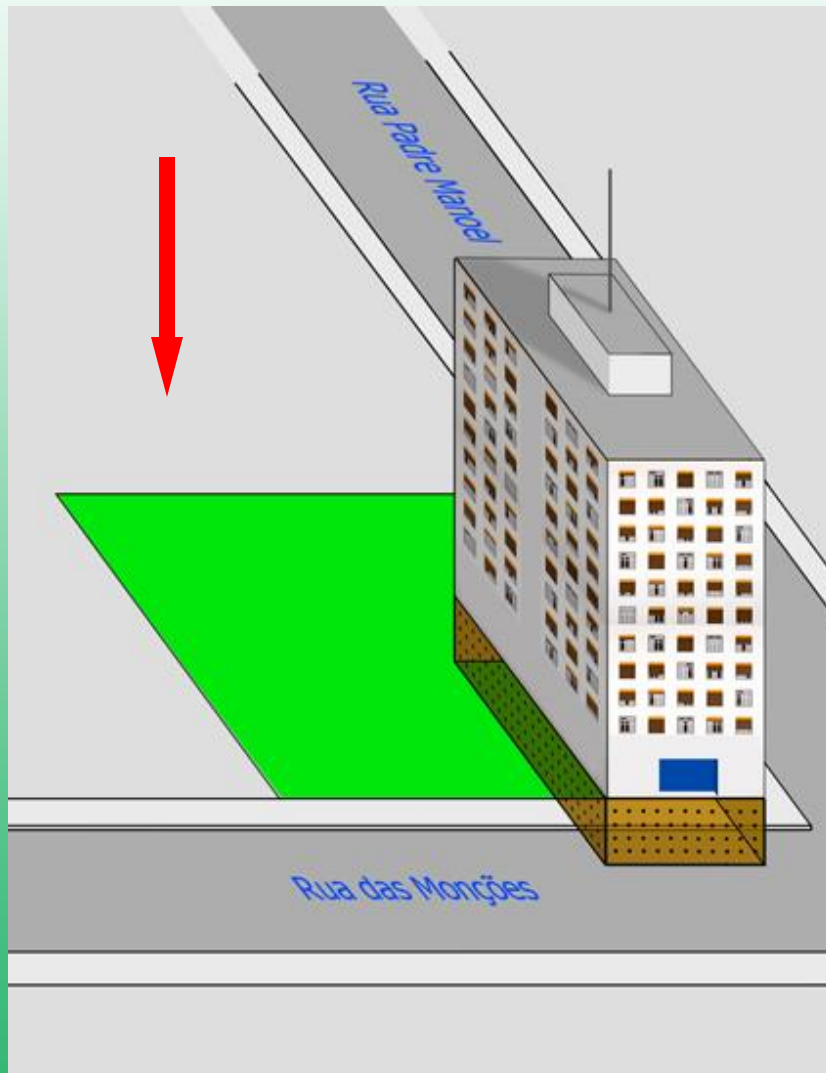
Lote onde a Dalla  
construiria seu prédio.



Escavação de subsolo  
e contenção com Solo  
Grampeado.

## 5- BABY BEEF, Sto André, SP, 2002

### CONSTRUÇÃO DO PRÉDIO



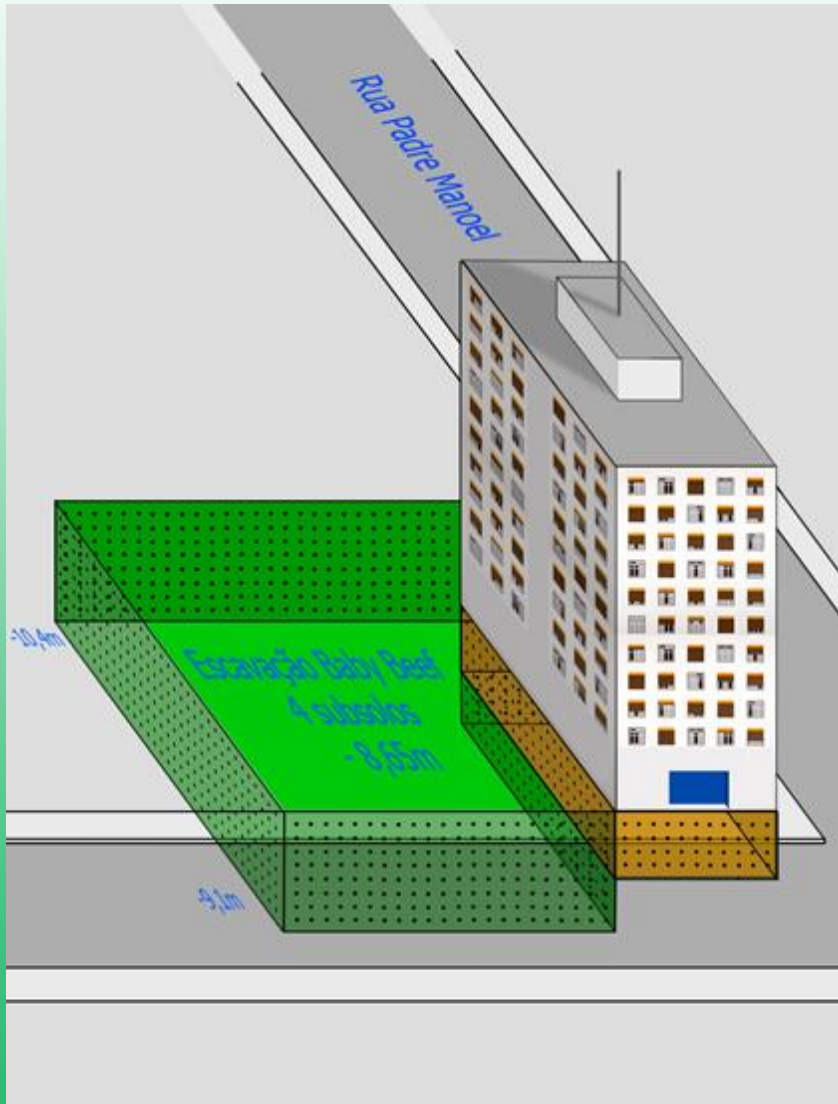
O Baby Beef adquiriu o terreno ao lado e era preciso escavar o subsolo para construir outro prédio, onde teríamos alturas:

- 8,65m adjacente a obra
- 9,1m e 10,4m noutra extremo.



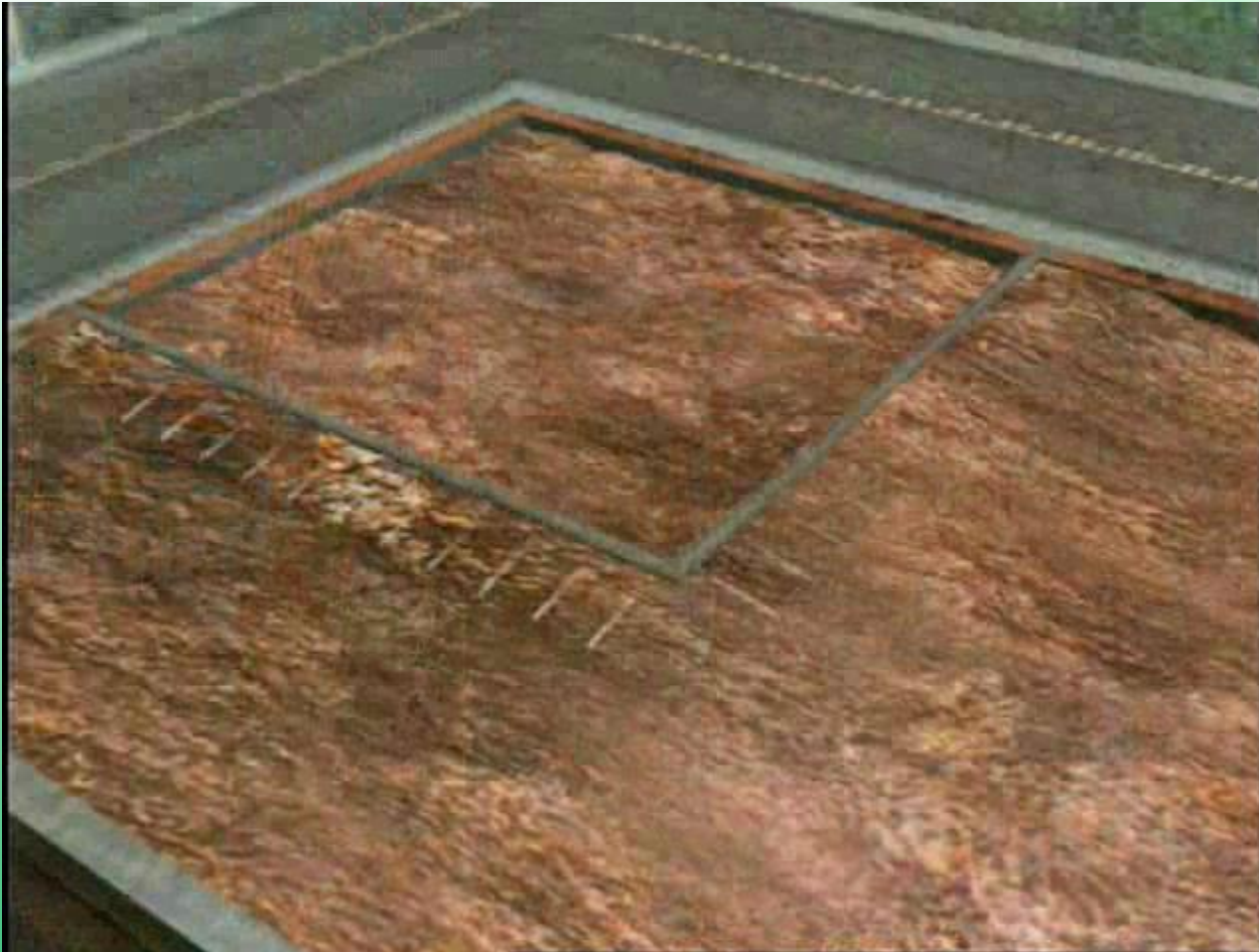
## 5- BABY BEEF, Sto André, SP, 2002

### CONSTRUÇÃO ABAIXO DOS SUBSOLOS



Para isso foi preciso **cortar os chumbadores** instalados quando da contenção executada para a construção do prédio da Dalla.

**5- BABY BEEF, Sto André, SP, 2002**



## 5- BABY BEEF, Sto André, SP, 2002



**Área de contenção 1.306 m<sup>2</sup> em argila plástica arenosa. Altura máxima do talude vertical foi de 10,4m na face oposta.**

## 6- ESTÁDIO CASTELÃO, Fortaleza, CE, 2012

**VERSATILIDADE: CURVAS REENTRÂNCIAS**

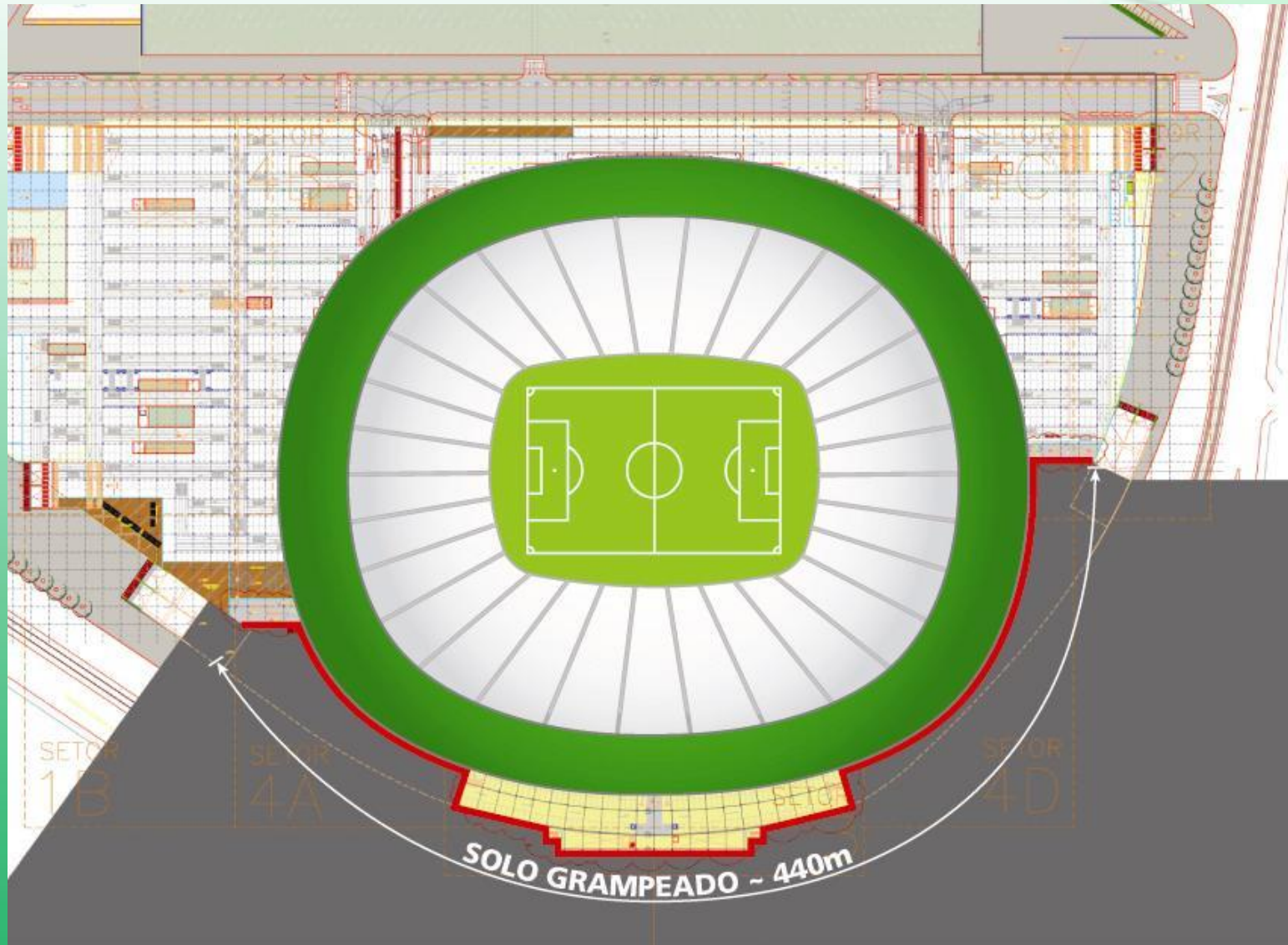
**$h = 6,80\text{m}$**

**contenção  $3.000,0\text{m}^2$ , extensão  $440,0\text{m}$**



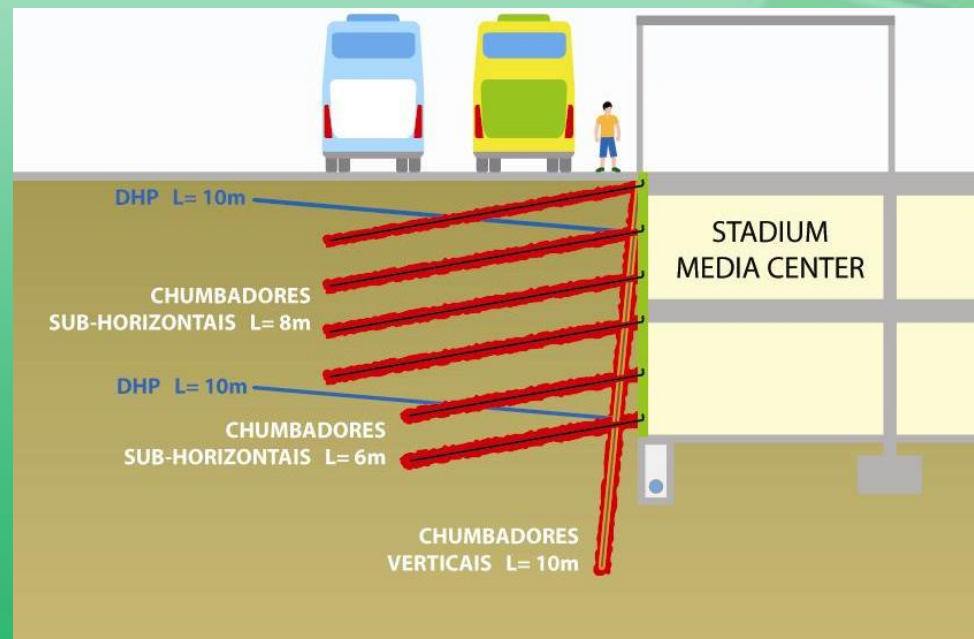
## 6- ESTÁDIO CASTELÃO, Fortaleza, CE, 2012

### projeto/planta



# 6- ESTÁDIO CASTELÃO, Fortaleza, CE, 2012

projeto/corte



## 6- ESTÁDIO CASTELÃO, Fortaleza, CE, 2012

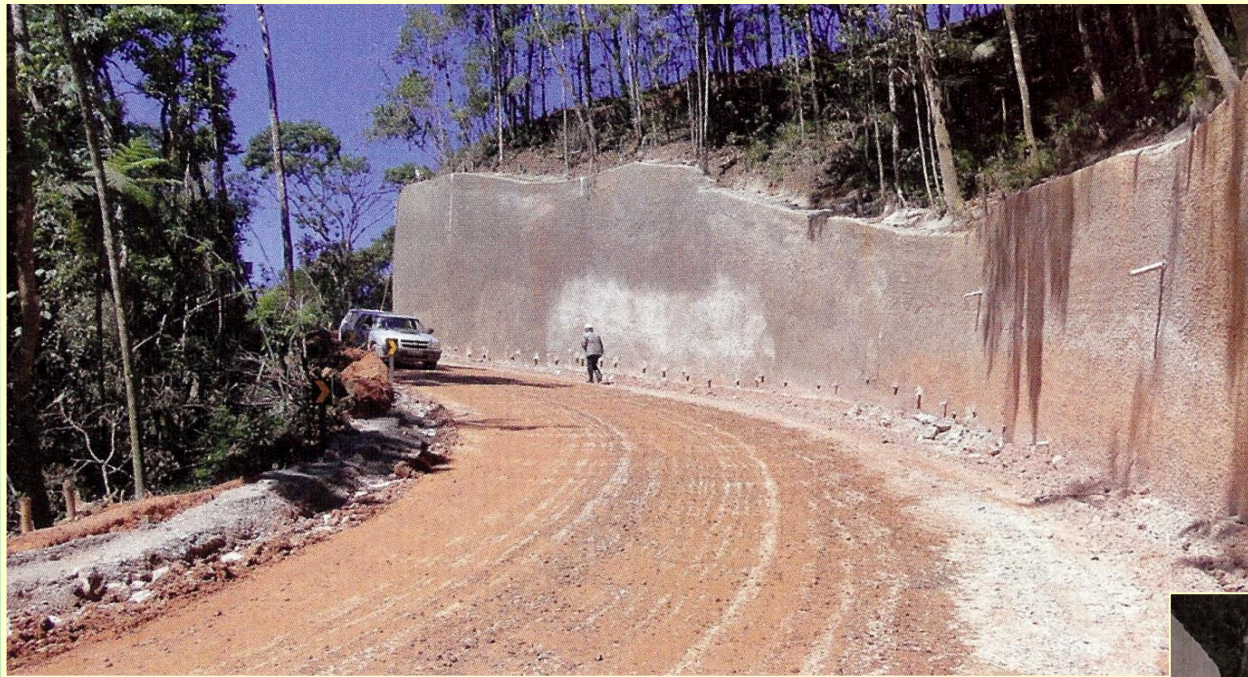


## CONTENÇÃO A PRUMO PARA CONSTRUÇÃO DA ESTRADA DE ACESSO EM APP- PARAIBUNA (Azevedo Travassos)

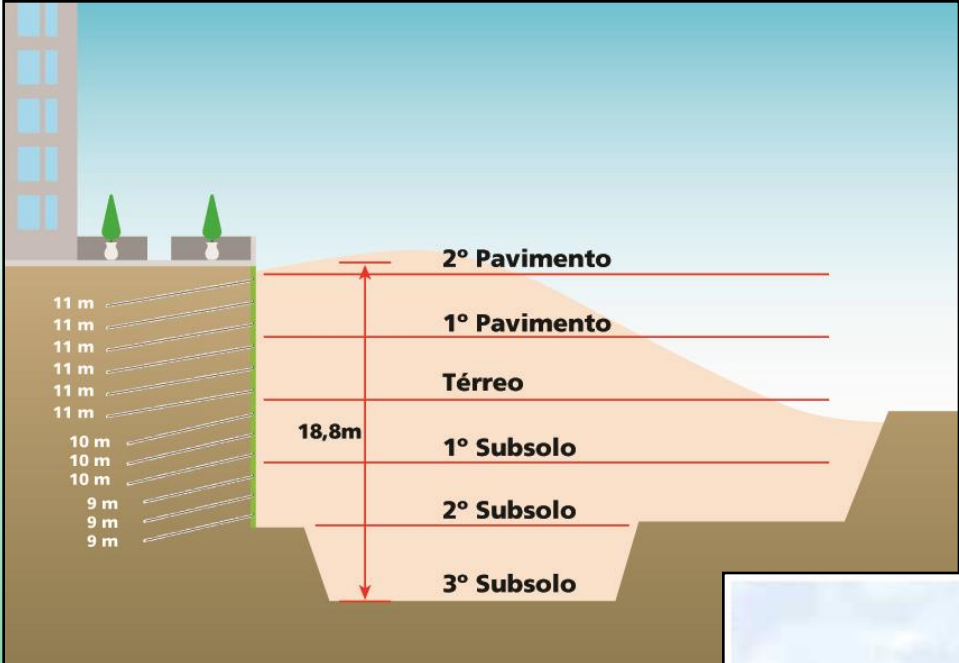
- TAG Transportadora Associada de Gás – PETROBRAS - Gasoduto Caraguatatuba a Taubaté
- Alturas de até 12,0m contenção de 2.000,0 m<sup>2</sup>
- Áreas de **supressão mínima**, observar a mata junto a crista da obra
- Aplicação de **explosivos adjacente a obra** com cargas de espera de 4,2kg, razão de carregamento de 4kg/m<sup>3</sup>, frequência de 250 Hz e vibrações de 175 mm/s



## 7- TAG Petrobras, área em APP, Paraibuna, SP, 2009



# 8- PREDIO RESIDENCIAL, Morumbi, SP, 2002



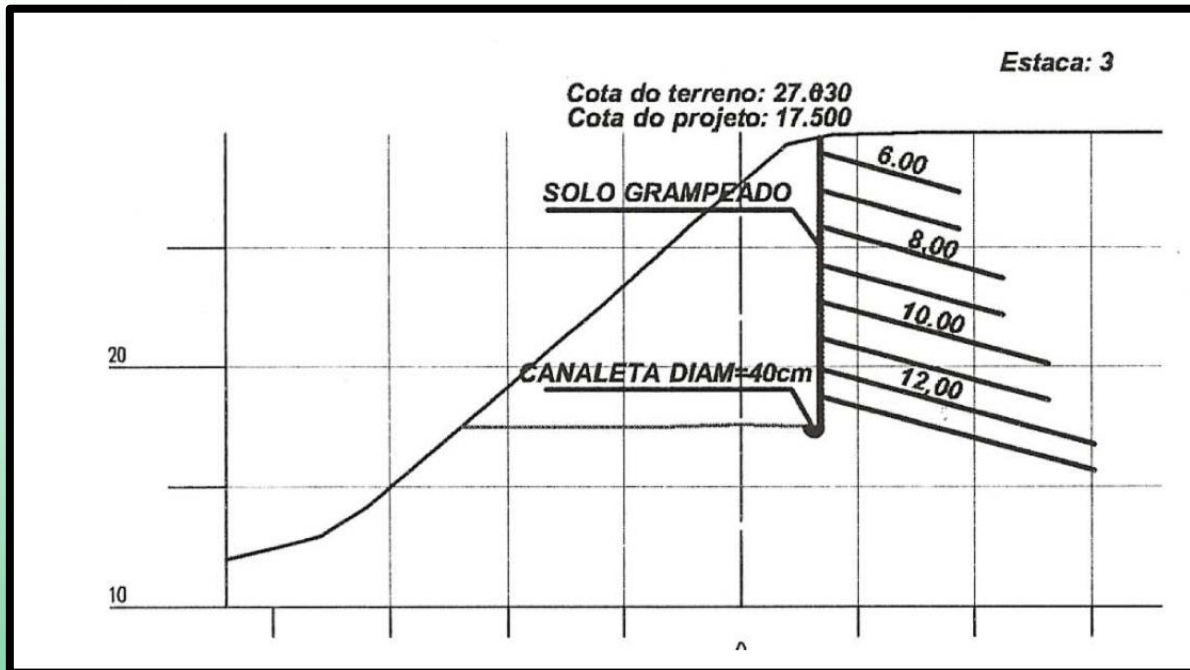
**CHUMBADOR CURTO ENCIMA, LONGO EMBAIXO**

**$h = 9,50\text{m}$**

**contenção  $3.429,0\text{m}^2$ ,**

**extensão  $300,0\text{m}$**

# 9- SENAI CIMATEC, Salvador, BA, 2008

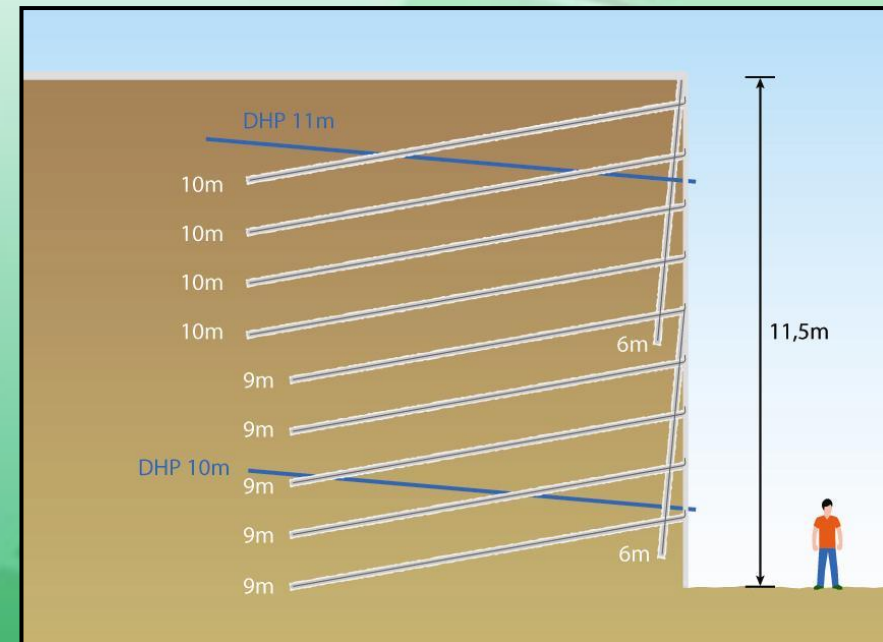
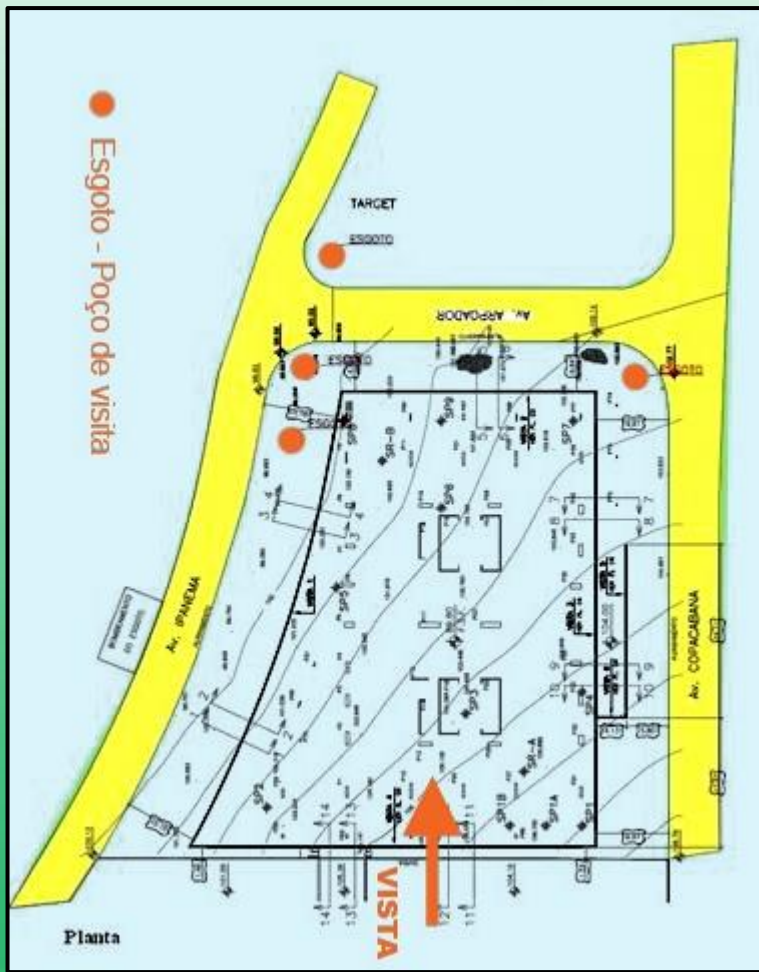


<b>JCJ</b> Consultoria em Geotecnia		Desenho nº: DES-007/08
<b>PROJETO : ESTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS</b> SOLO GRAMPEADO - DETALHES LOCAL : AMPLIAÇÃO DO SENAI/CIMATEC		
RESPONSÁVELS	DATA	ASSINATURA
Elaboração: João Carlos Jorge	Mai/2007	
Desenho: Humberto	Mai/2007	
Verificação:		
Aprovação:		
		Escala: INDICADA Folha: 07 de 06 Substitui a: Arquivo: des 007.dwg



# 10- PREDIO COMERCIAL, Santana do Parnaíba, SP, 2012

## VAZAMENTO SABESP Montreal Plaza - Anjor - Alphaville 9,45 ~ h ~ 11,55m contenção 1.840,0m<sup>2</sup>



# 10- PREDIO COMERCIAL, Santana do Parnaíba, SP, 2012

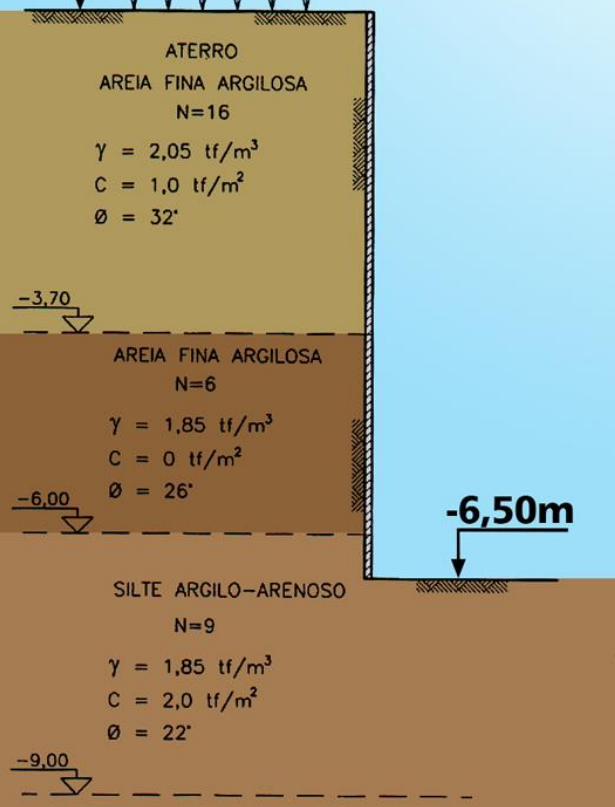


**elevadas sobrecargas acima e  
adjacente a contenção**

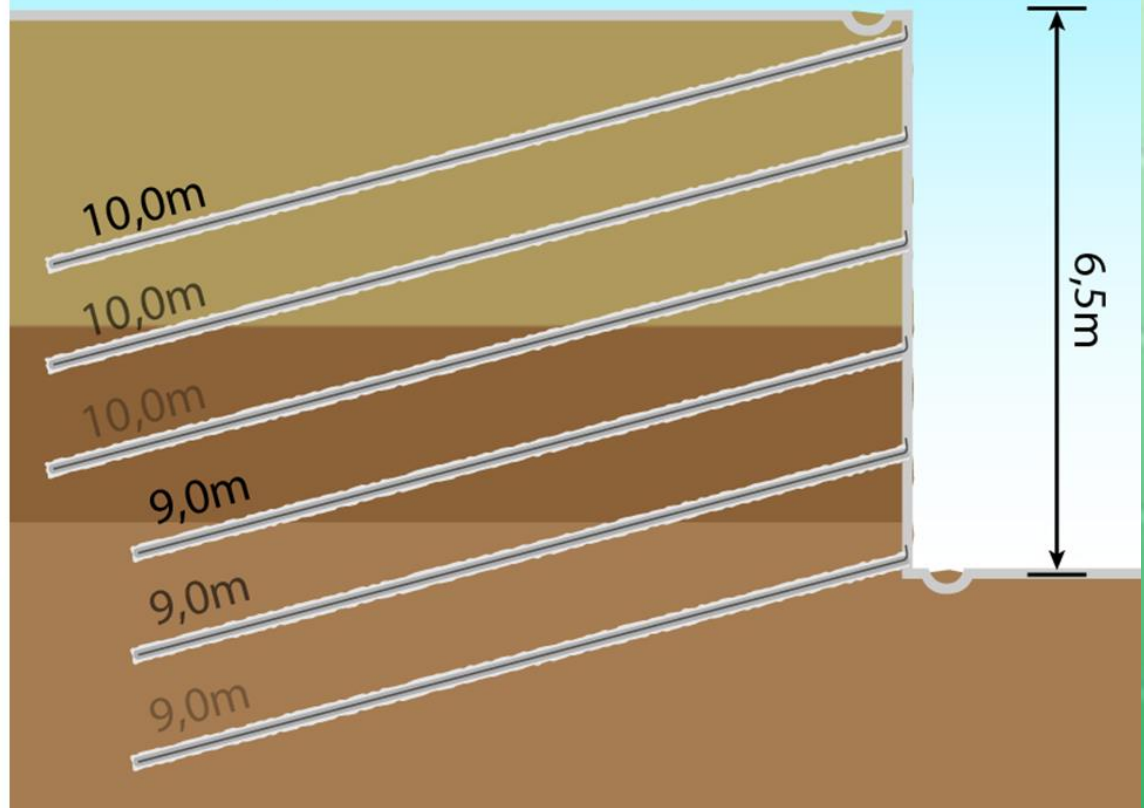
**altura = 6,5m  
sobrecarga até 10,0 t/m<sup>2</sup>**

# 11- AMPLIAÇÃO DA TOYOTA, Sorocaba, SP, 2012

0,00m  $\rho = 10,0 \text{ tf/m}^2$



10 tf/m<sup>2</sup>





## 11- AMPLIAÇÃO DA TOYOTA, Sorocaba, SP, 2012



# **Obra industrial de Reforço de talude na Mina de Carajás**

## 12- REFORÇO DE TALUDE, CARAJÁS , PA, 2013



## 12- REFORÇO DE TALUDE, CARAJÁS , PA, 2013



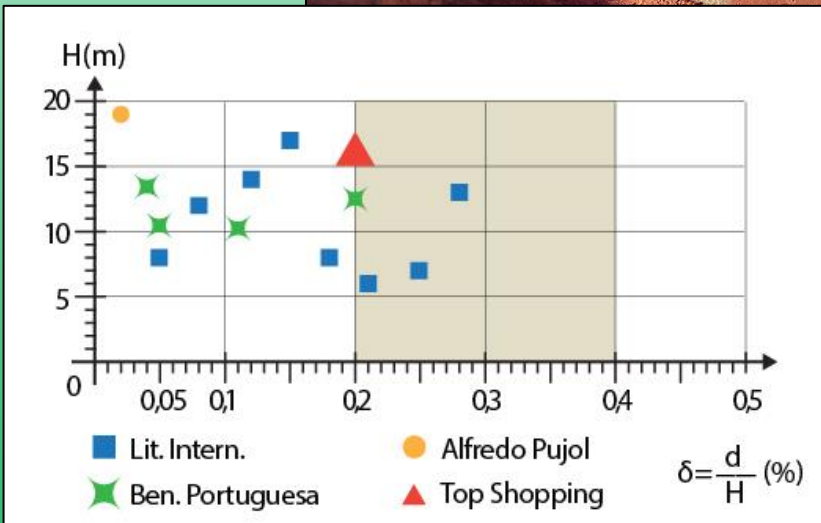
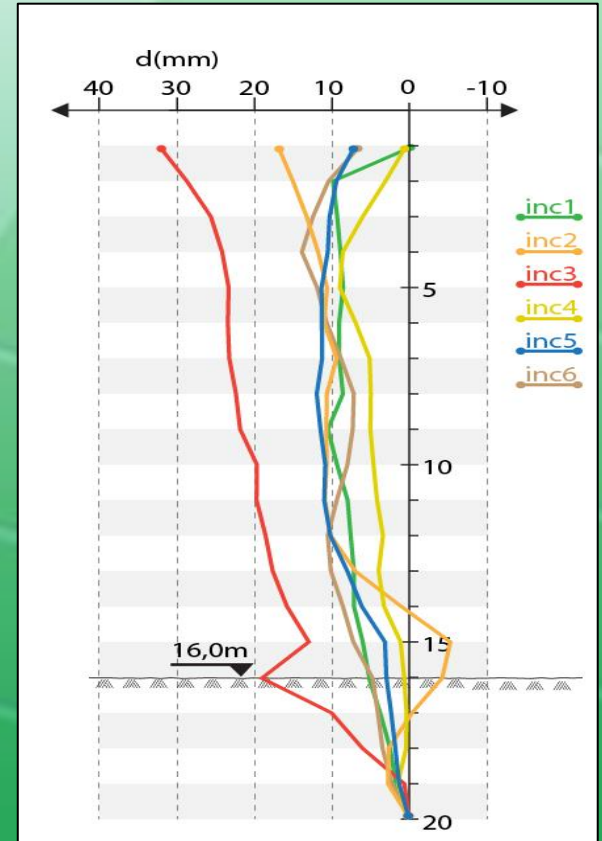
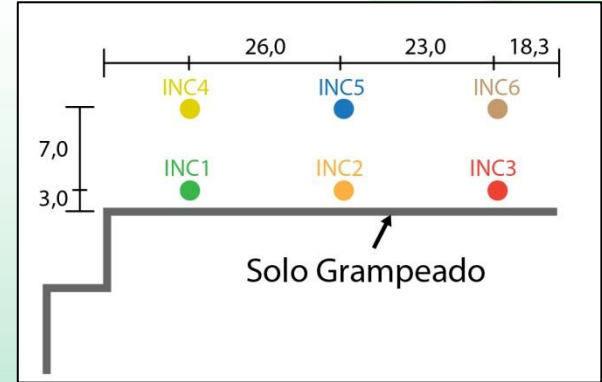
## 12- REFORÇO DE TALUDE, CARAJÁS , PA, 2013





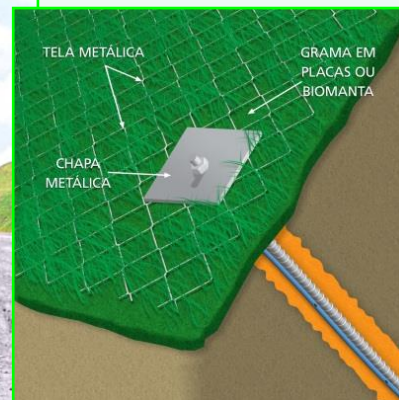


# DEFORMAÇÃO MÁXIMA DA CRISTA 32,2 mm - 0,20%H

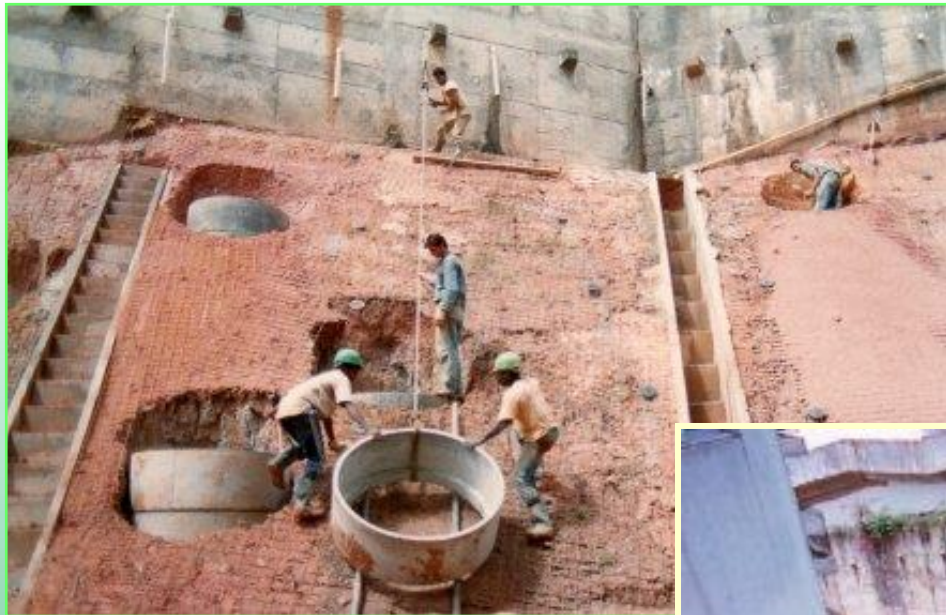




# 14 - POSSIBILIDADE DE REVESTIMENTO ORGANICO DE PARAMENTO



## 14 - POSSIBILIDADE DE REVESTIMENTO ORGANICO DE PARAMENTO

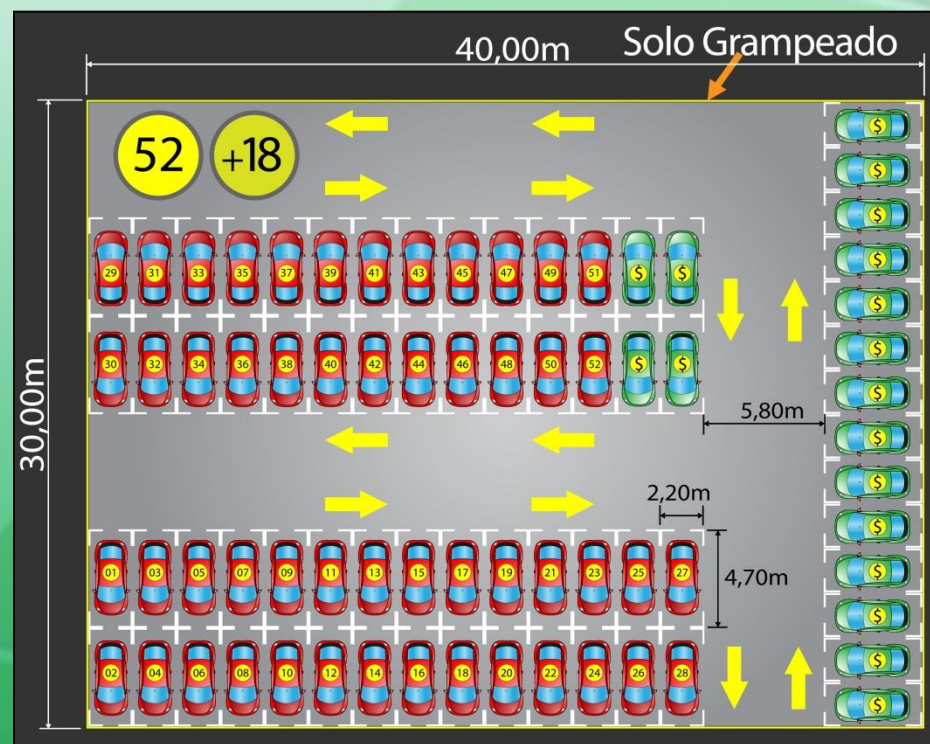
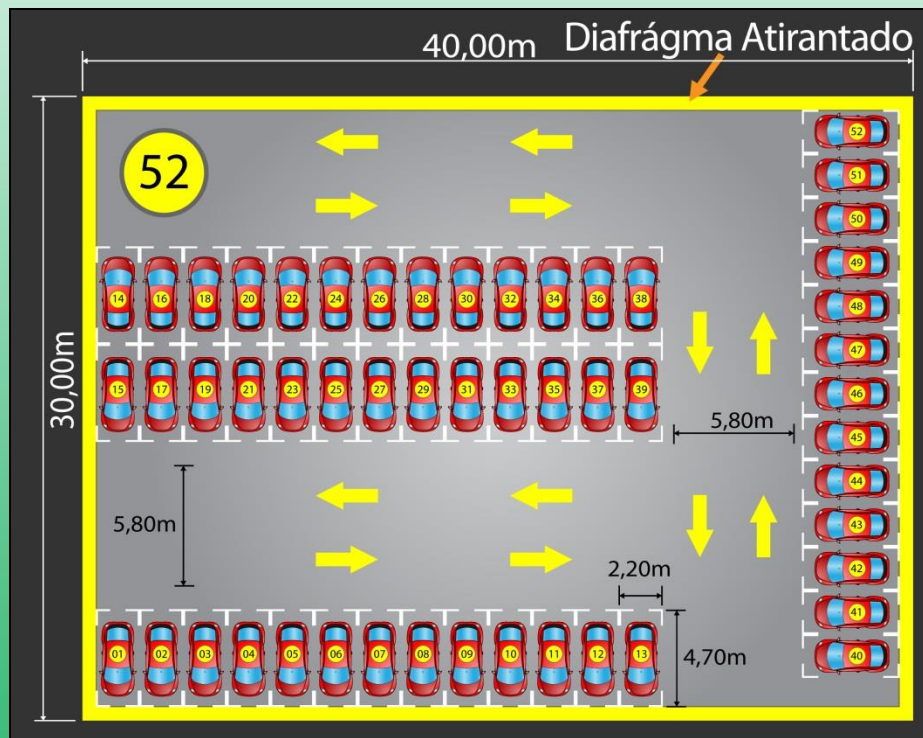


**ALGUMAS CONSTATAÇÕES  
SOBRE A **APLICABILIDADE** DO  
**SOLO GRAMPEADO****

**1. O Solo Grampeado é uma técnica de contenção capacitada para uso em todo o Brasil, em caráter permanente.**

**2. Aplica-se a todos os tipos de solo, não sendo excluídas nem as argilas moles orgânicas.**

**3. Para áreas de subsolos ocupa menor espaço que as soluções convencionais, tem espessuras entre 7 a 15 cm. Por exemplo uma área de piso de 1.200 m<sup>2</sup> teremos cerca de 70 m<sup>2</sup> de ganho de área por pavimento. Acabamento sarrafeado pronto para o uso.**

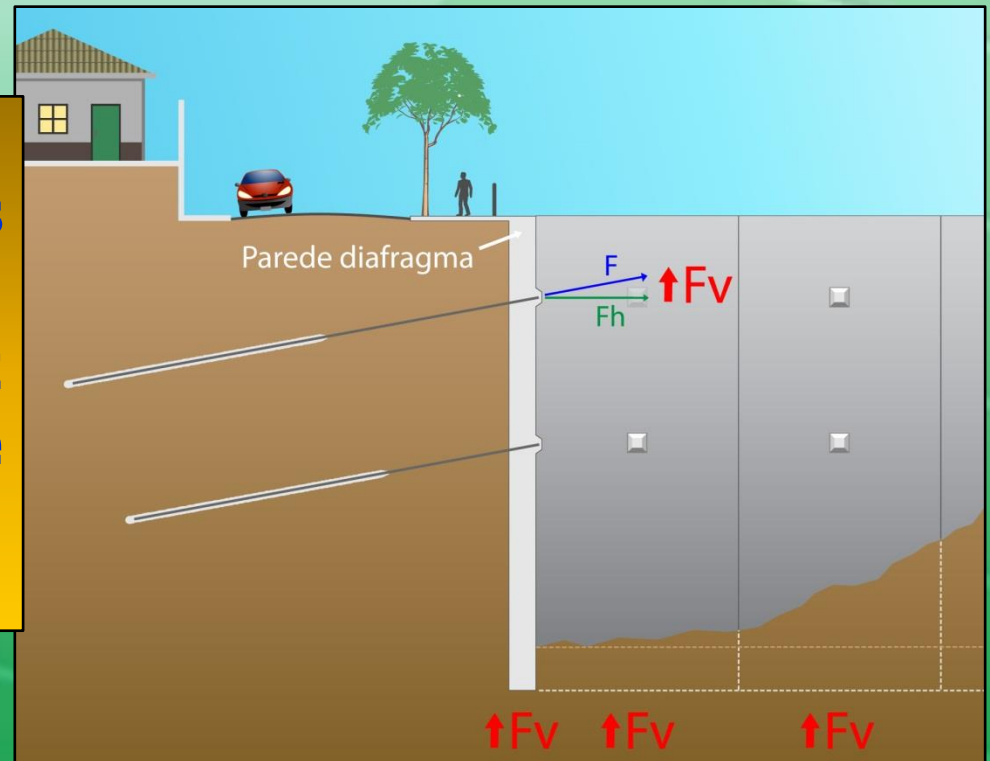


**4. Ajusta-se facilmente a reentrâncias, podendo ser executado em paredes curvas, ou com ângulos quaisquer, grande versatilidade geométrica.**



**5. Sua execução quando comparada com cortinas atirantadas, é muito mais segura pois os passos de execução são menores e a imprecisão ou falha de 1 chumbador é muito menos comprometedora que a falha de um tirante.**

**6. Não induz cargas verticais na sua fundação como o faz qualquer obra de tirantes.**

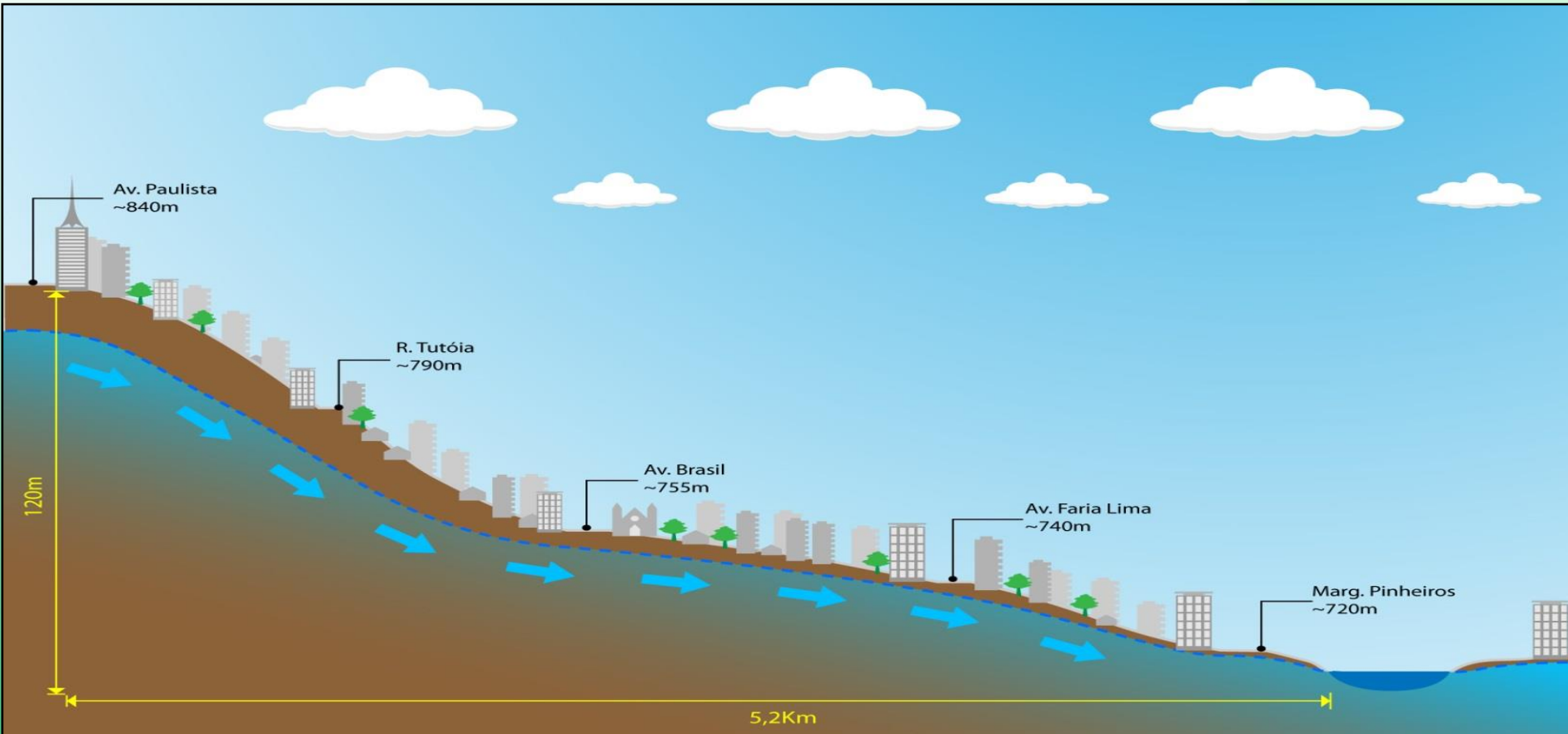


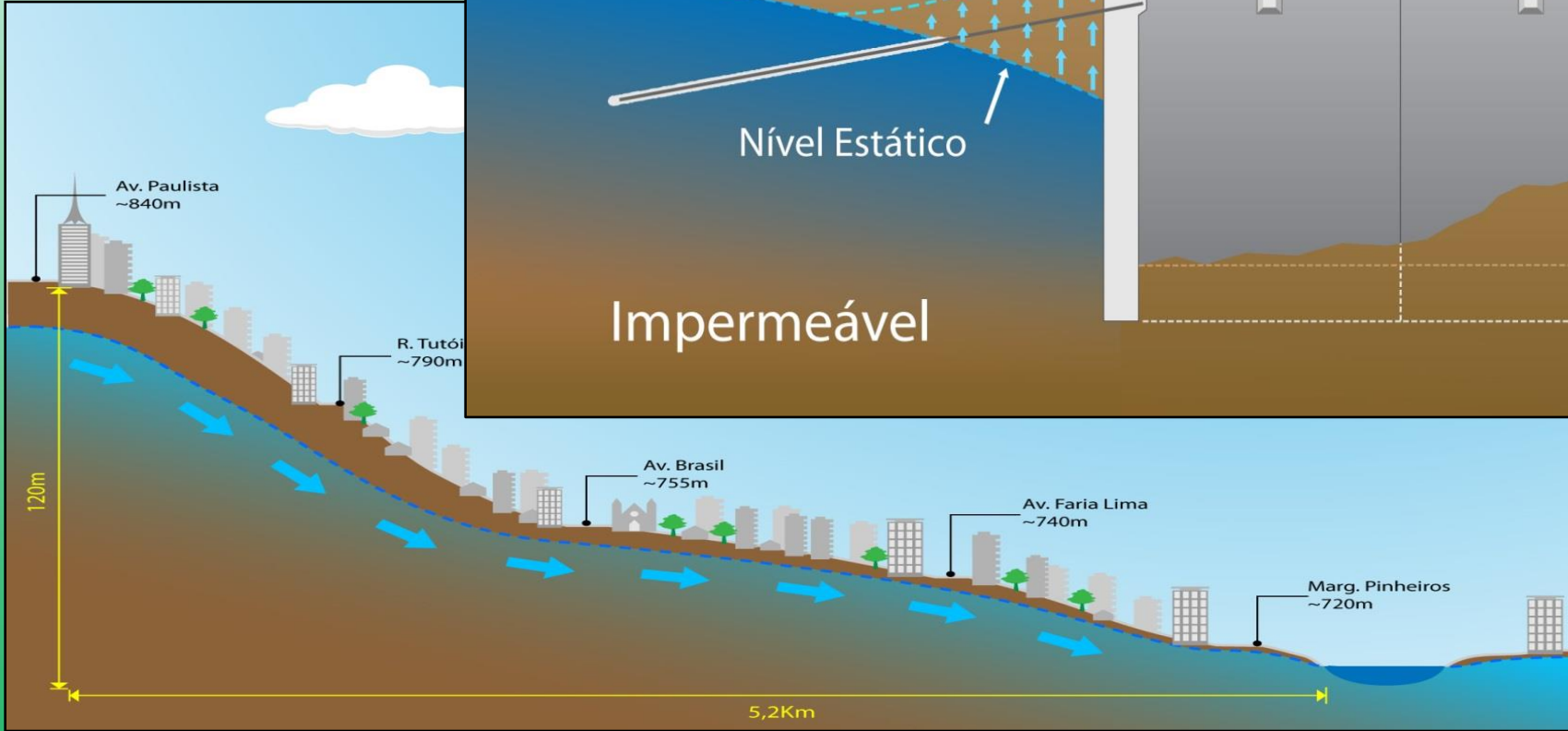
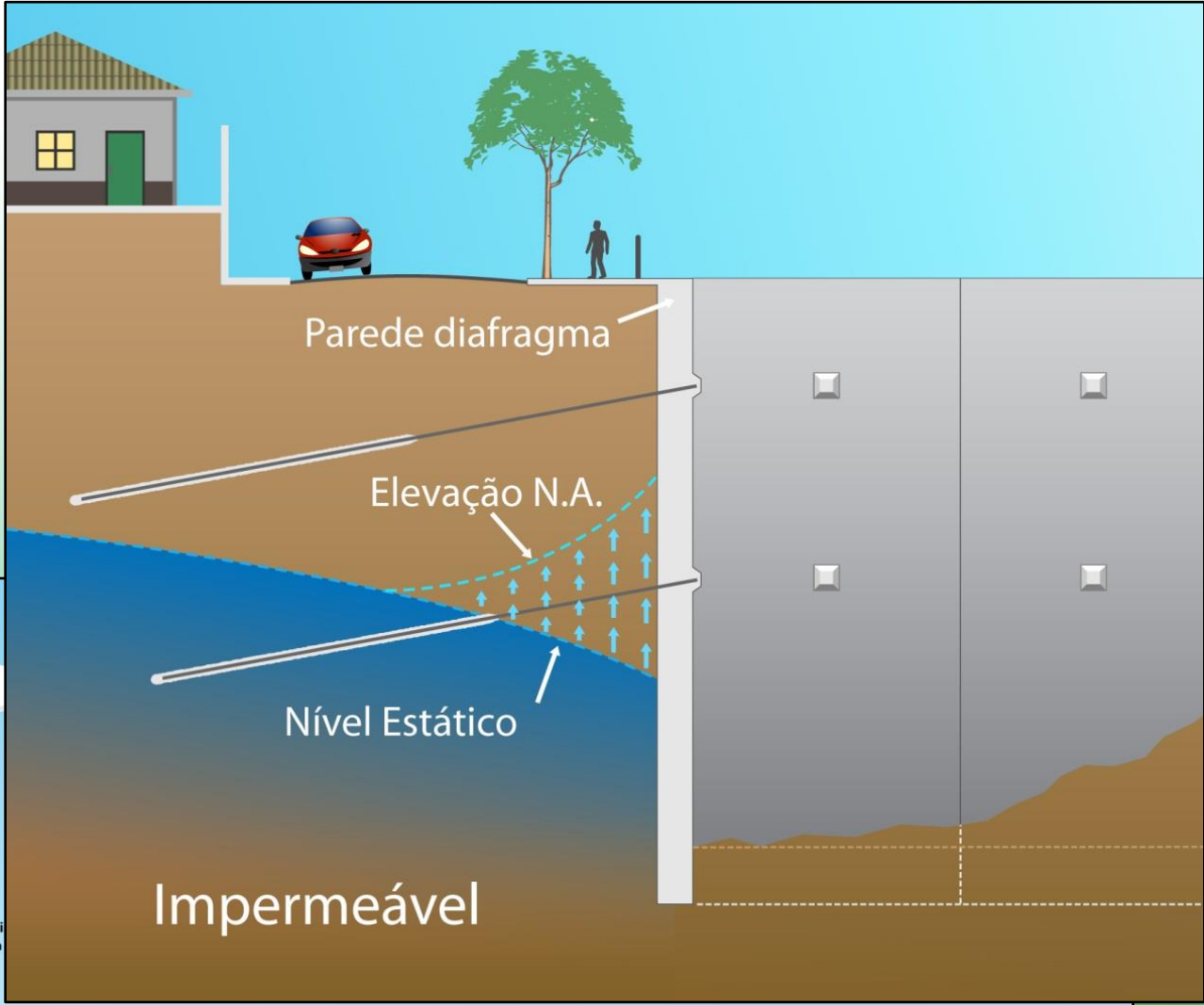
**7. Paredes diafragma podem trabalhar como "cut off" induzindo a perigosa subida do lençol freático.**

**O SOLO GRAMPEADO é muito drenante.**



# Seção Típica da cidade de SP NE-SE (~ ortogonal paulista-Brasil-faria lima-marg pinheiros)





**8. Elevada velocidade de execução, em média 500 m<sup>2</sup> / mês, e trabalho contínuo em épocas chuvosas ( o caminho crítico é sempre a escavação).**

**9. Sua execução deve ser sempre acompanhada pelo projetista e fiscal, pois as fases construtivas são os momentos delicados.**

•

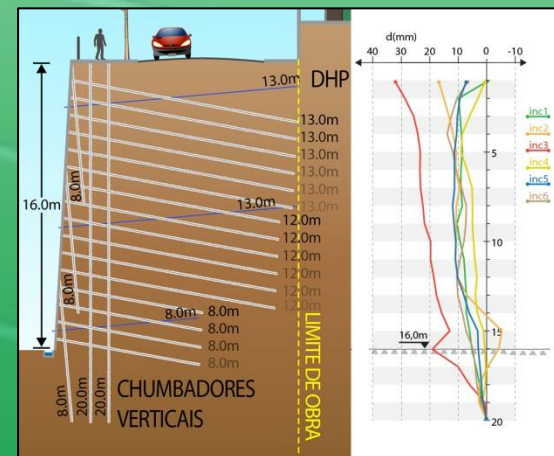
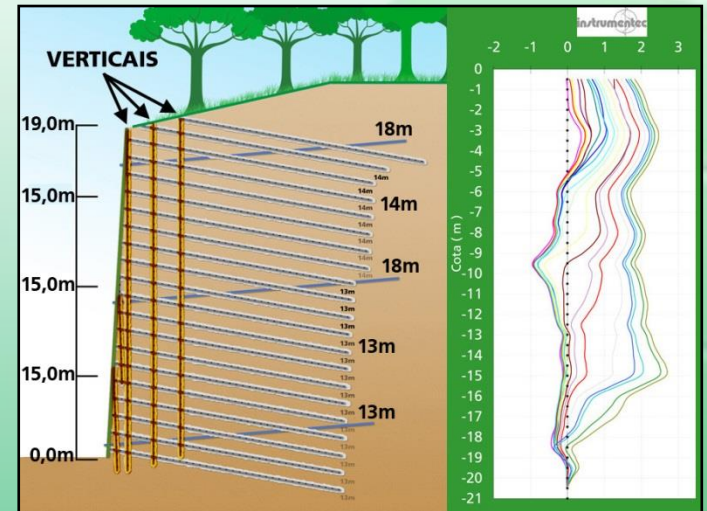
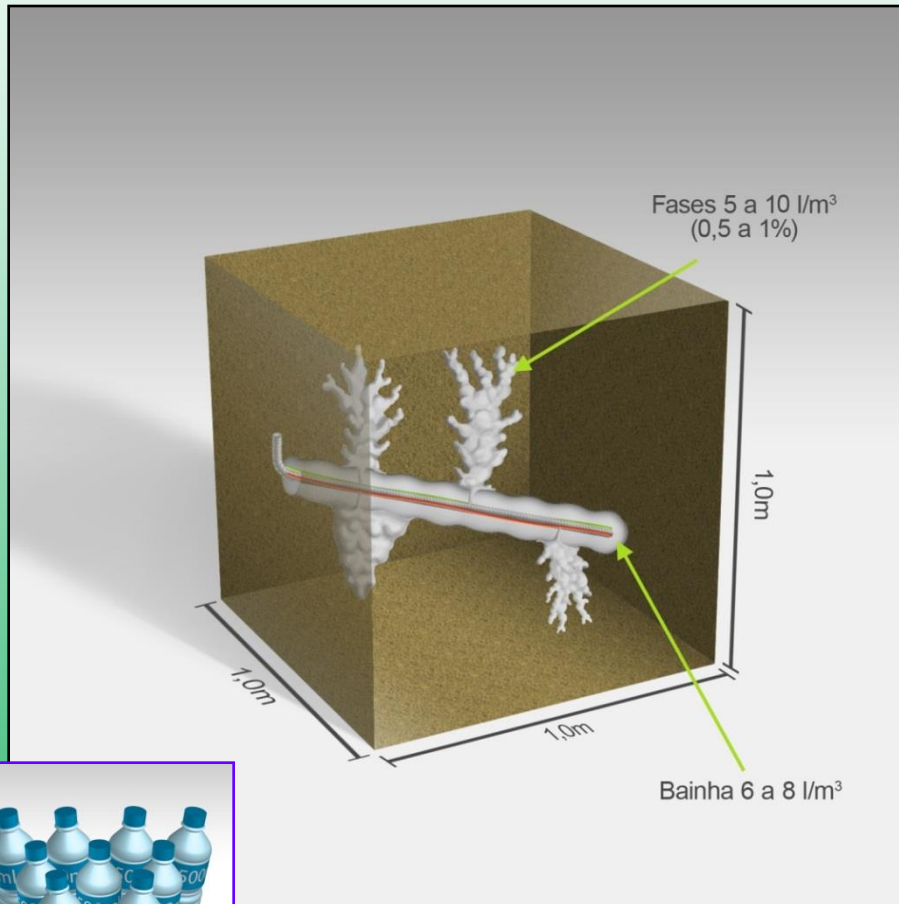
**10. A tecnica executiva tem sempre incorporado melhorias face a sua "recente" aplicação:**

**\* 41 anos no mundo ~1972**

**\* 20 anos no Brasil - grande impulso a partir de 2000**

# 11. DEFORMAÇÕES IMPERCEPTÍVEIS

## INJEÇÕES MUDAM AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO 0,2 A 1,0%



**NÃO TEMOS**

**NORMA**

Alguns detalhes da **PRÁTICA** de execução do **SOLO GRAMPEADO**  
**SÃO PAULO ?**



**Eng. Civil**

**Alberto Casati  
Zirlis (58)**



**Geólogo**

**Cairbar Azzi  
Pitta (65)**



**Eng. Civil**

**George J. Teles  
de Souza (61)**



Karl Terzaghi (1883 - 1963)

COMEMORAÇÃO, EM 1983, DO  
CENTENÁRIO DE NASCIMENTO

## FUNDAMENTOS DA GEOTECNIA SEGUNDO TERZAGHI

TRADUÇÃO:

Eng. A. J. da Costa Nunes

Prof. Emérito da Universidade  
do Rio de Janeiro

Presidente da TECNOSOLO S.A.

### CARACTERÍSTICAS PESSOAIS FAVORÁVEIS À EXCELÊNCIA DAS SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS - PAPEL DA INTUIÇÃO

Em seu discurso de abertura do 4º Congresso Internacional (Londres) Terzaghi (1957) discute a essência da atitude mental mais propícia à solução mais adequada dos problemas de Mecânica dos Solos.

O Mestre sustenta que a solução dos problemas de Mecânica dos Solos é uma arte, antes que uma ciência.

Diz-nos Terzaghi: "Durante a década que se seguiu ao Primeiro Congresso Internacional de Mecânica dos Solos, em Cambridge, Mass., em 1936, esforços extenuantes foram feitos, em quase todos os grandes países do globo, para resolver os problemas de engenharia de solos, como os do projeto de pontes, em bases puramente matemáticas. Entretanto, a natureza impôs limites bastante estreitos ao número de problemas que podem ser resolvidos desta maneira.

"Isto se deve ao fato de que são raros os exemplos nos quais as propriedades significativas do sub-solo podem ser determinadas acuradamente antes da construção."

"Para praticar uma arte com sucesso, deve-se possuir a capacidade, atribuída a Theodore Roosevelt de pensar com a intuição (Thinking with the hips)."

"Em outras palavras, deve-se ser capaz de chegar a conclusões corretas sem processar um raciocínio lógico."

"Entretanto esta capacidade só pode ser adquirida, absorvendo mentalmente tudo que deve ser sabido e então retirar o ensinamento do subconsciente pela prática contínua."

Já em 1953, em seu curto discurso de abertura do 3º Congresso, Terzaghi nos dizia:

"Entretanto, em nosso campo o raciocínio teórico isolado não é suficiente para os problemas que somos chamados a enfrentar."

De fato, ele pode mesmo ser enganador se cada gota dele não for diluída por um jarro (pint) de experiência inteligentemente dirigida (Terzaghi 1953)."



...a solução dos problemas de mecânica dos solos é **arte**, antes que **ciência**.

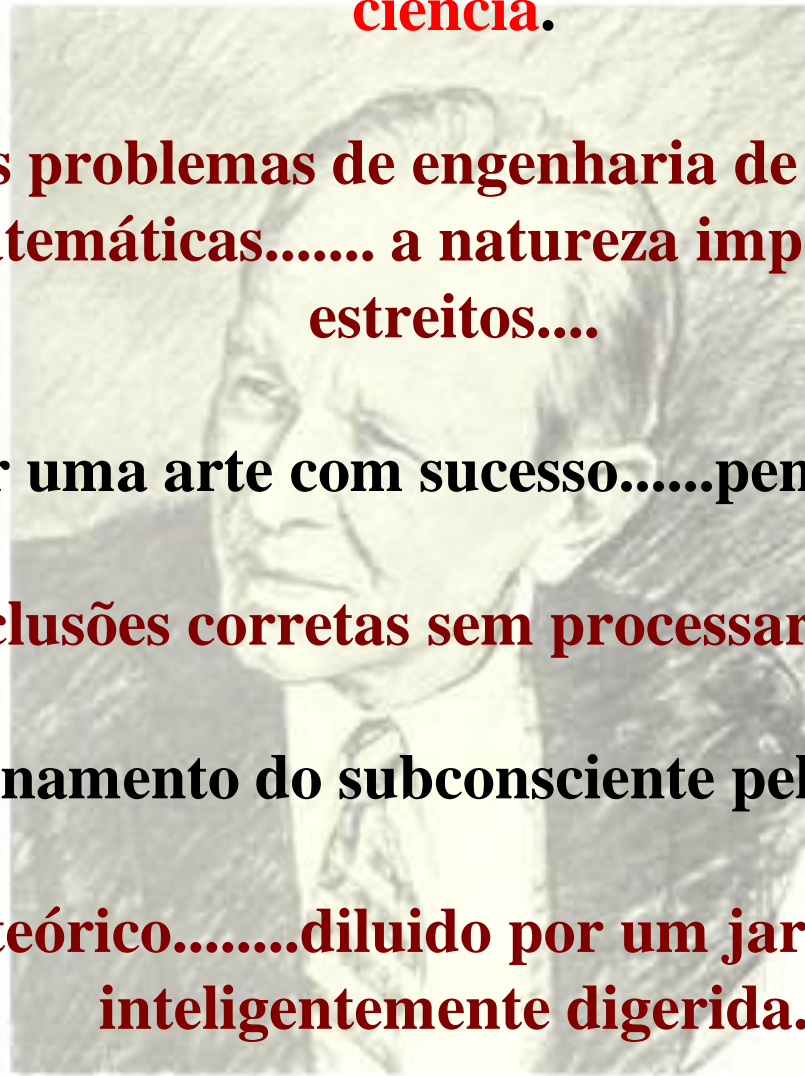
...resolver os problemas de engenharia de solos...em bases puramente matemáticas..... a natureza impôs limites bastante estreitos....

...para praticar uma arte com sucesso.....pensar com a intuição.

...chegar a conclusões corretas sem processar o raciocínio lógico.

...retirar o ensinamento do subconsciente pela prática continua.

...raciocínio teórico.....diluido por um jarro de experiência inteligentemente digerida.



Karl Terzaghi (1883 - 1963)

## Nosso Comprometimento :

“Zelar pelo proficiente e econômico desenvolvimento da Geotecnia no Brasil”

