

Seminário

ESTADO DE ARTE DE OBRAS GEOTÉCNICAS ESPECIAIS ANCORAGENS NO TERRENO

BCAML – Soluções Ancoradas em
Escavação de Grande Profundidade



Alexandre Pinto
apinto@jetsj.com

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS
3. SOLUÇÕES ADOTADAS
4. DIMENSIONAMENTO
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS
3. SOLUÇÕES ADOTADAS
4. DIMENSIONAMENTO
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

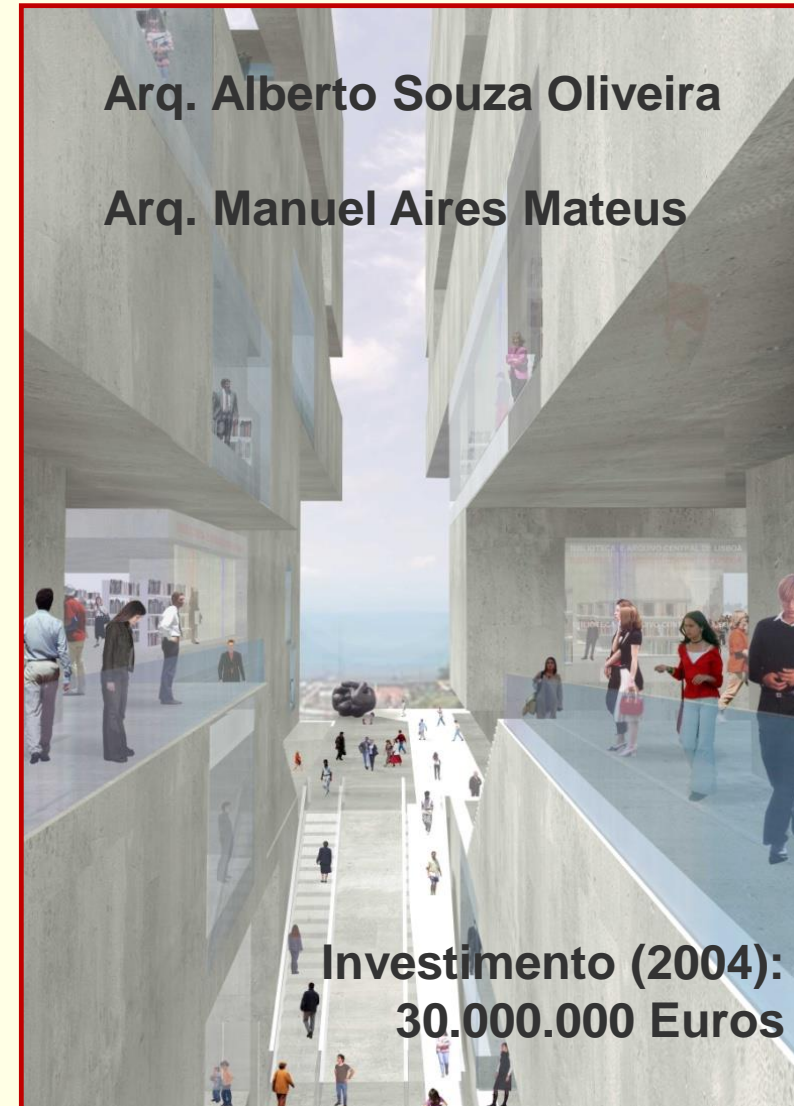
1. INTRODUÇÃO - LOCALIZAÇÃO

1. INTRODUÇÃO - LOCALIZAÇÃO



1. INTRODUÇÃO – PROGRAMA FUNCIONAL

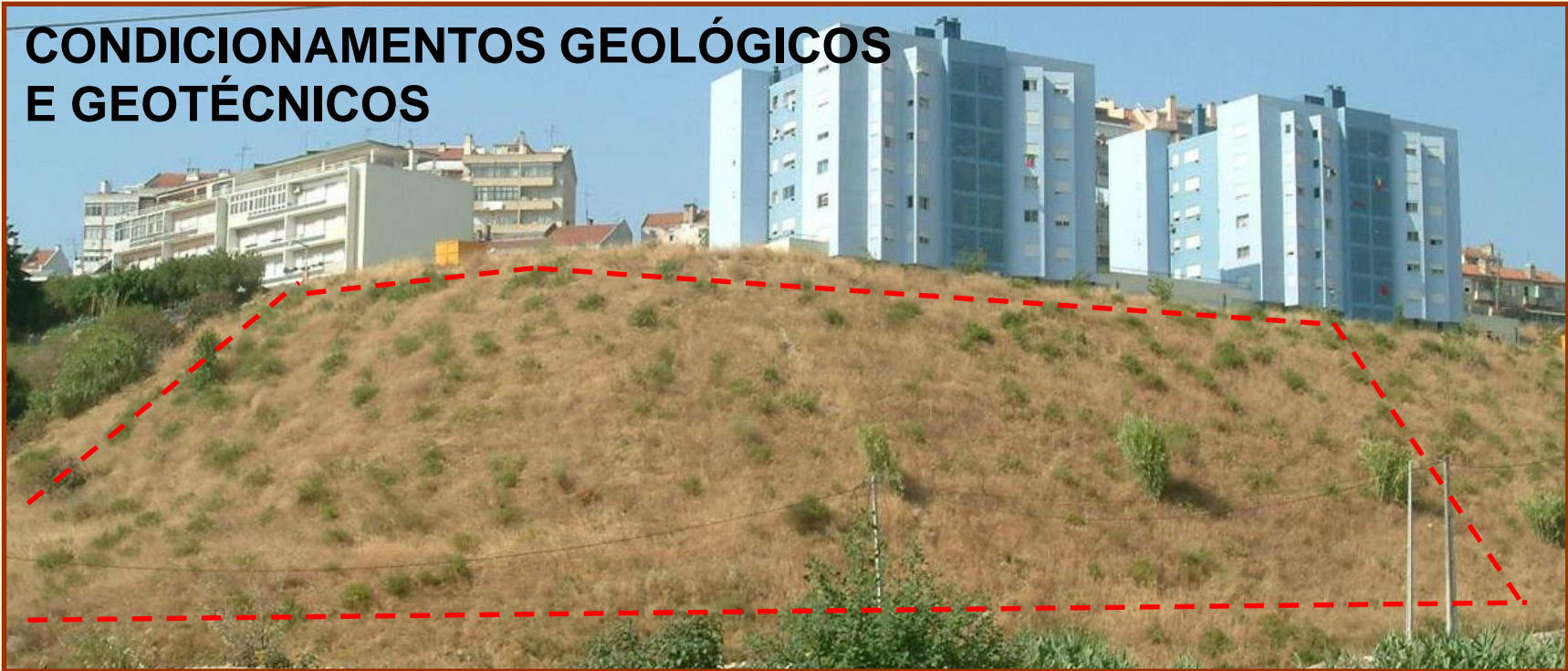
- ❑ A Biblioteca e Arquivo Municipal de Lisboa (BCAML) como parte do Plano de Urbanização do Vale de Santo António
- ❑ O edifício com 17 pisos, sendo 5 totalmente enterrados
- ❑ Área do edifício: 100 × 40 m²
- ❑ Entrada principal ao nível do piso 0, junto à Av. Mouzinho de Albuquerque (a Norte / Nascente)
- ❑ A luz entra por um enorme rasgo e permite a iluminação dos espaços mais nucleares da proposta



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS
3. SOLUÇÕES ADOTADAS
4. DIMENSIONAMENTO
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS



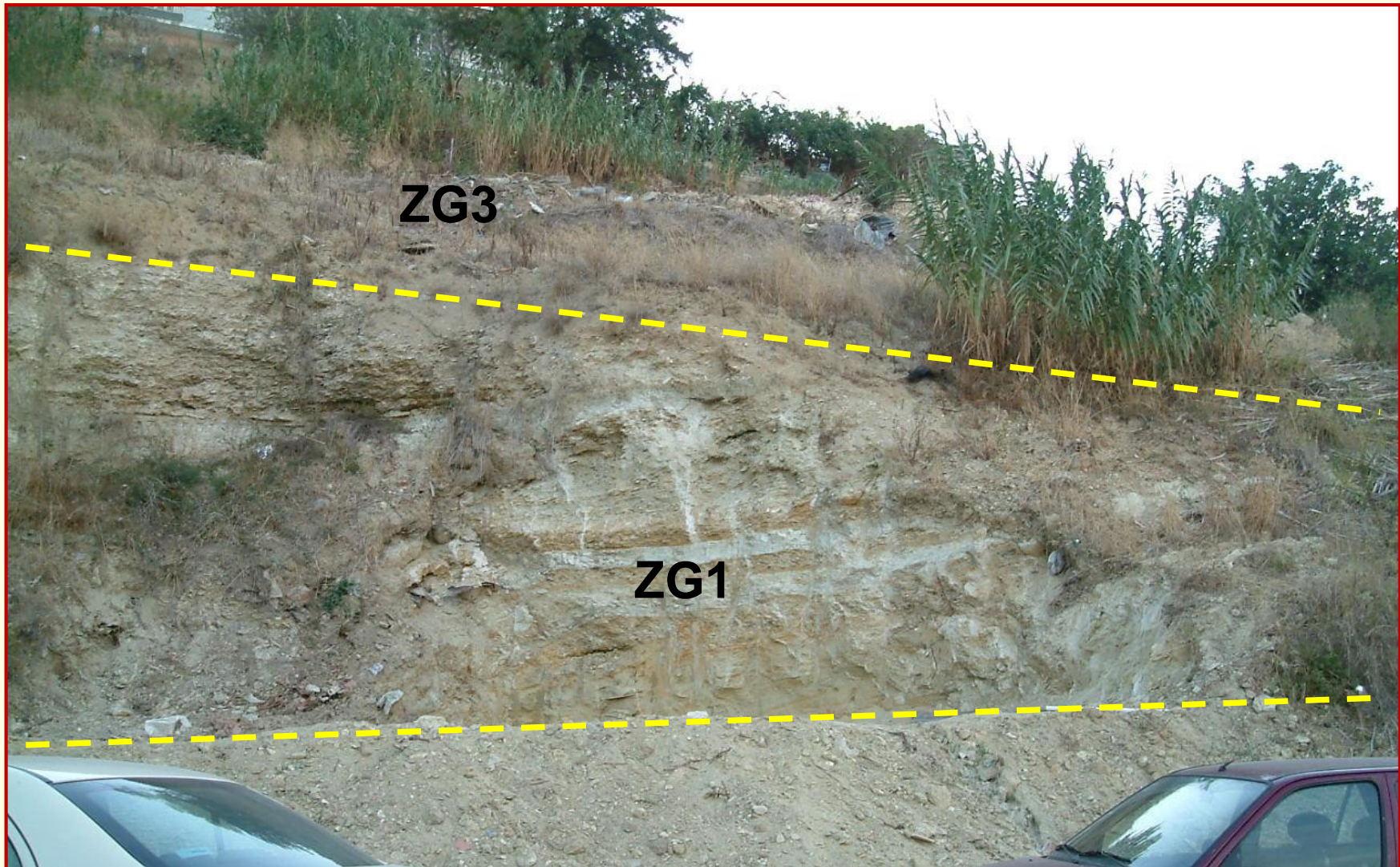
- ❑ Aterros heterogéneos (espessura de 1.5m a 20m)
- ❑ Terrenos muito heterogéneos pertencentes ao Miocénico (areias siltsosas e/ou argilosas, argilas siltsosas e/ou arenosas, calcarenitos e calcários margosos)

CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

- ZG1 – areias, argilas, com concentrações fossilíferas, calcarenitos e calcários margosos ($N_{SPT} > 60$ pancadas)
- ZG2 – areias e argilas do Miocénico ($N_{SPT} < 60$ pancadas)
- ZG3 – aterros heterogéneos

Zonas Geotécnicas	N_{SPT}	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)
ZG1	>60	21	80	45	140
ZG2	15 a 60	19	20	36	40
ZG3	9 a 30	17	0	25	7

2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

CONDICIONAMENTOS TOPOGRÁFICOS



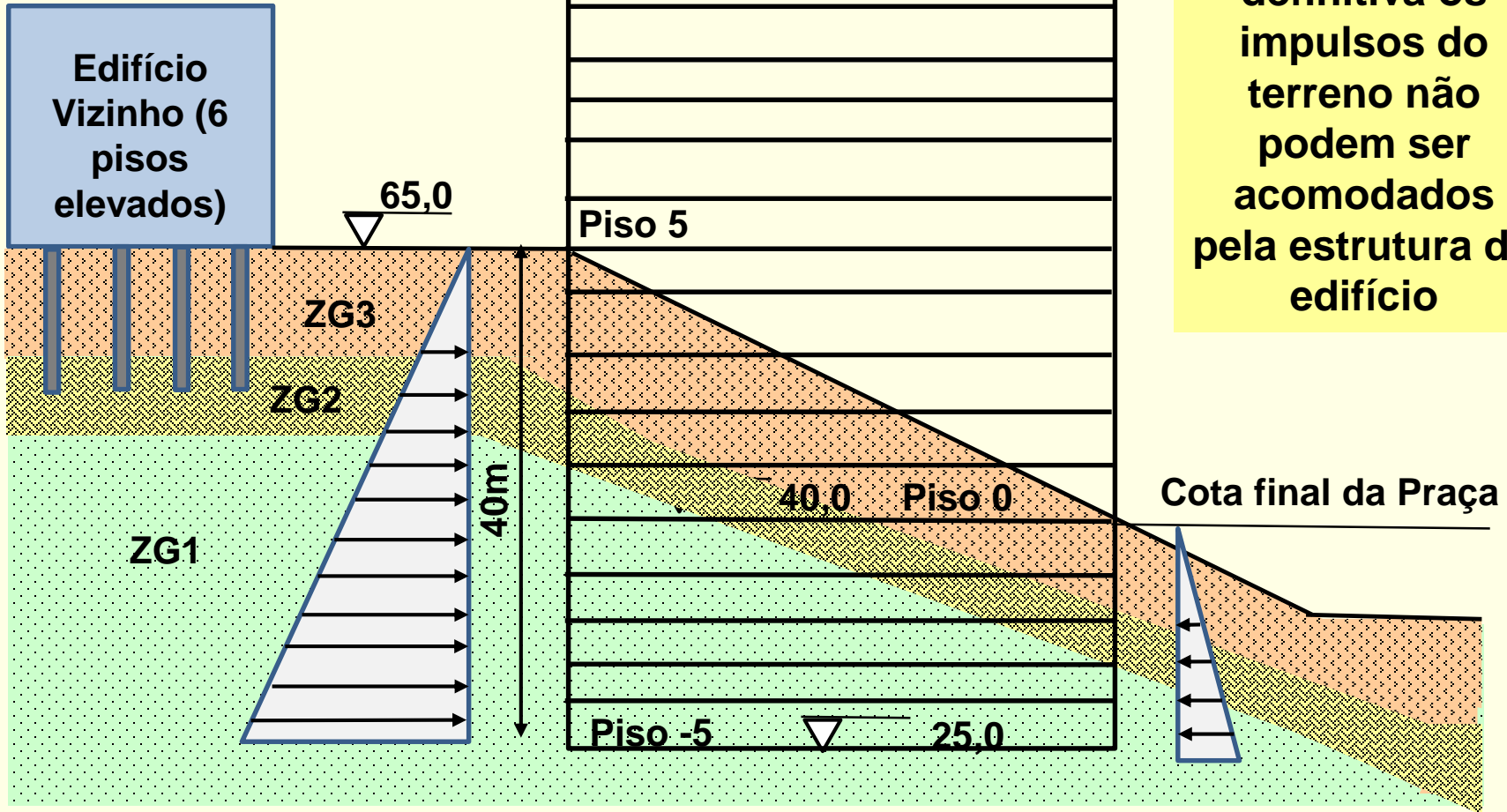
2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

Organização:

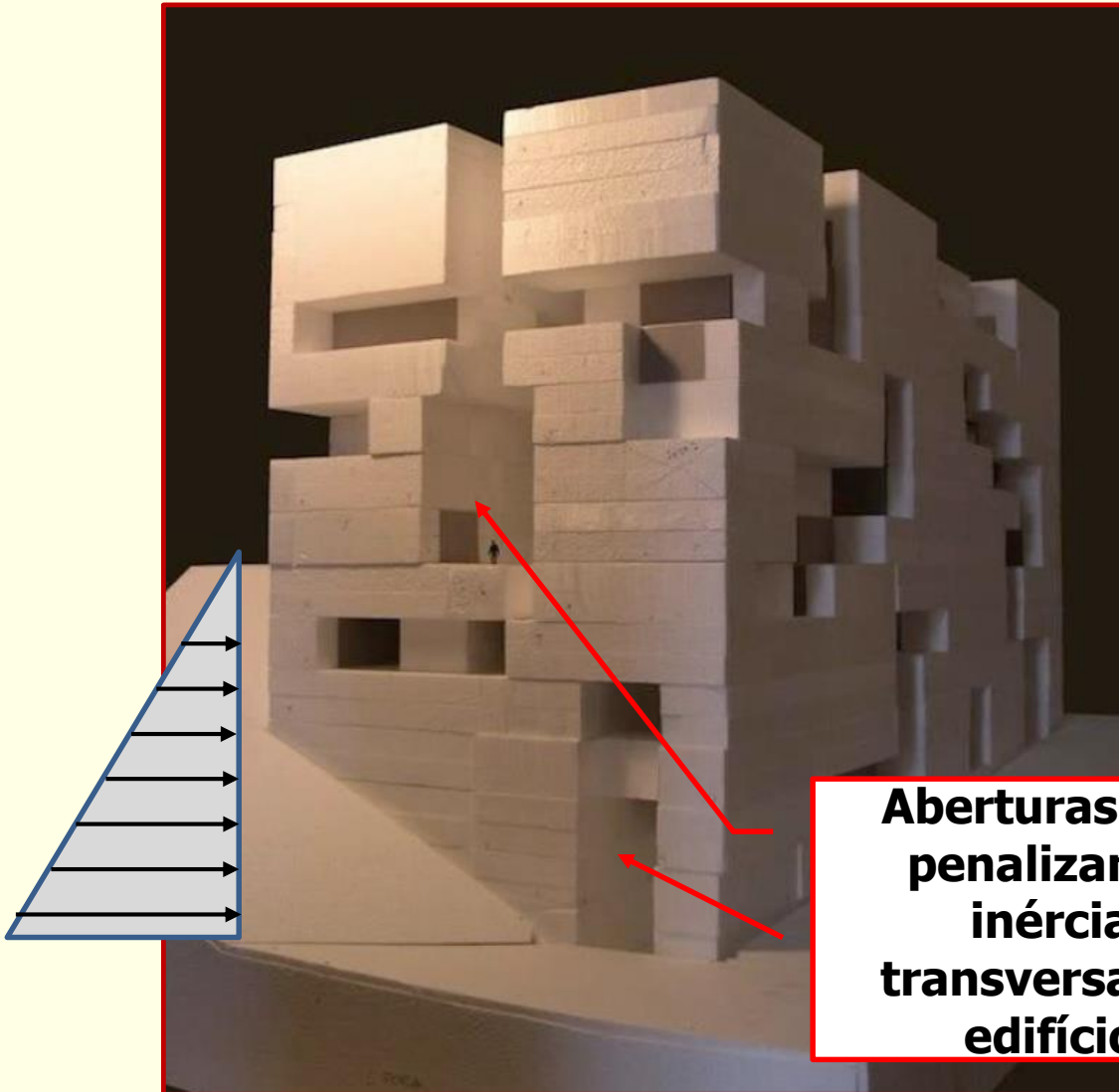
Apoios:

CONDICIONAMENTOS ARQUITETÓNICOS

2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS



2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS



Aberturas que penalizam a inércia transversal do edifício

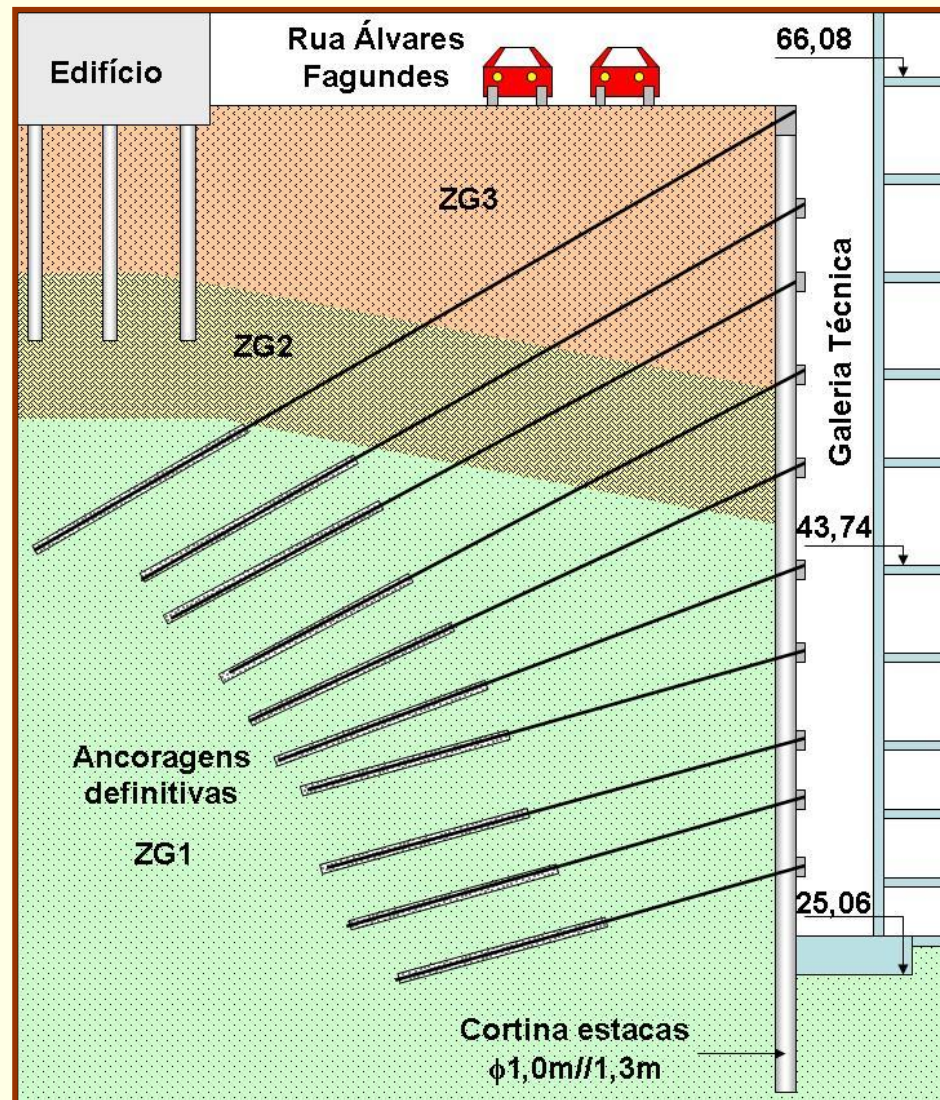
ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS
3. SOLUÇÕES ADOTADAS
4. DIMENSIONAMENTO
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

3. SOLUÇÕES ADOTADAS – SOLUÇÃO 1

Cortina de estacas de betão armado moldadas, travadas através de ancoragens definitivas

- ❑ Estacas $\varnothing 1000//1.3\text{m}$ - altura de escavação entre 36 e 40m
- ❑ Estacas $\varnothing 800//1.5\text{m}$ - altura de escavação entre 20 e 36m



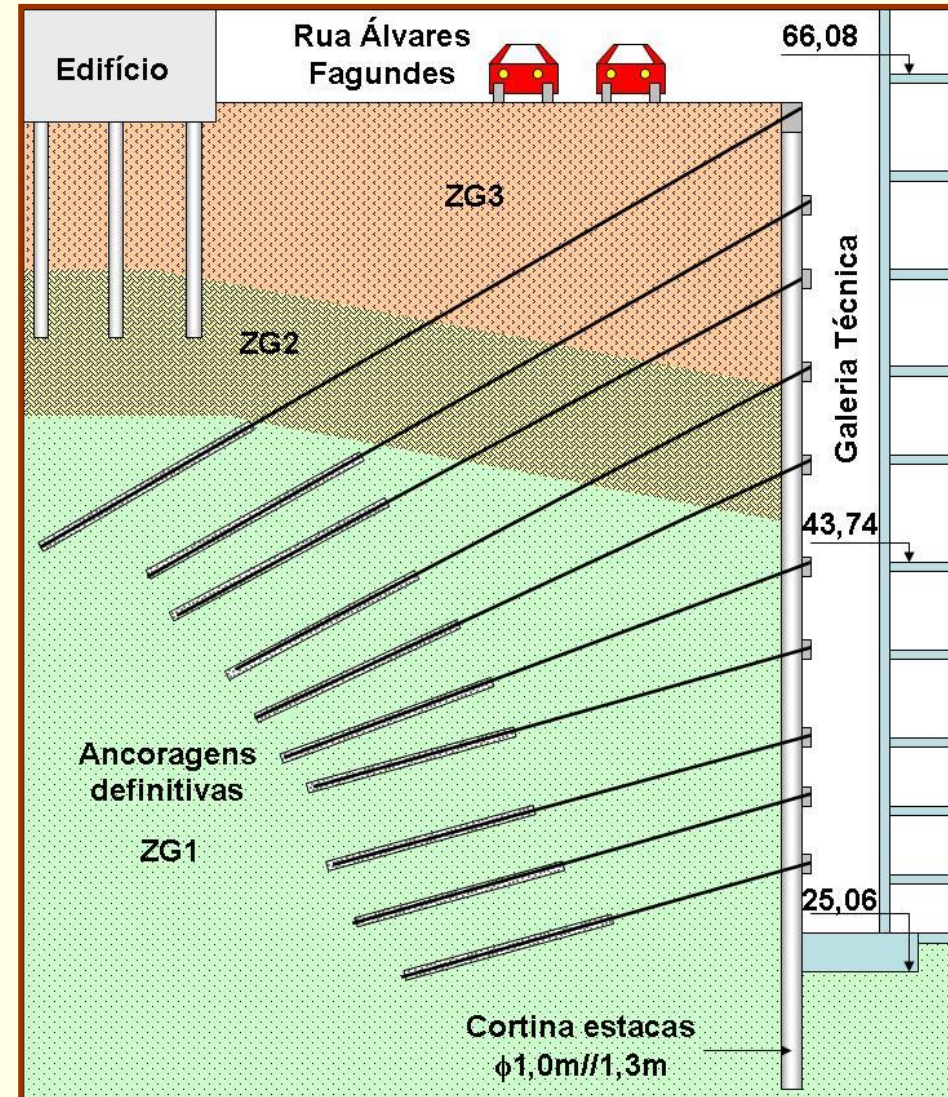
3. SOLUÇÕES ADOTADAS – SOLUÇÃO 1

Cortina de estacas de betão armado moldadas, travadas através de ancoragens definitivas

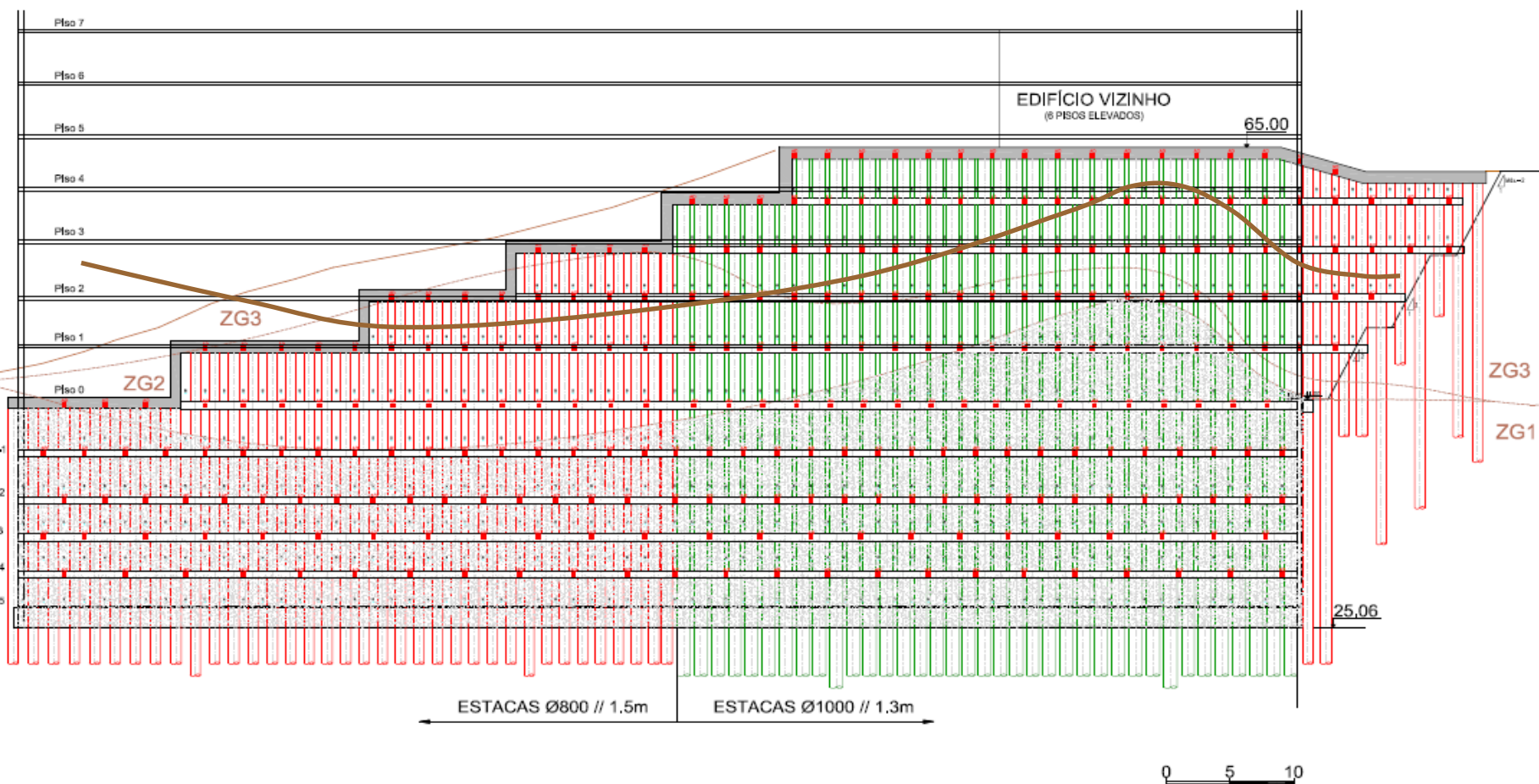
- ❑ Estacas $\varnothing 1000//1.3\text{m}$ - altura de escavação entre 36 e 40m
- ❑ Estacas $\varnothing 800//1.5\text{m}$ - altura de escavação entre 20 e 36m

Contenção do terreno entre estacas:

- ❑ colunas de jet-grouting nas ZG3 e ZG2
- ❑ betão projetado armado e drenado na ZG1



Alçado Sul / Poente



VISTA DO ALÇADO SUL / POENTE



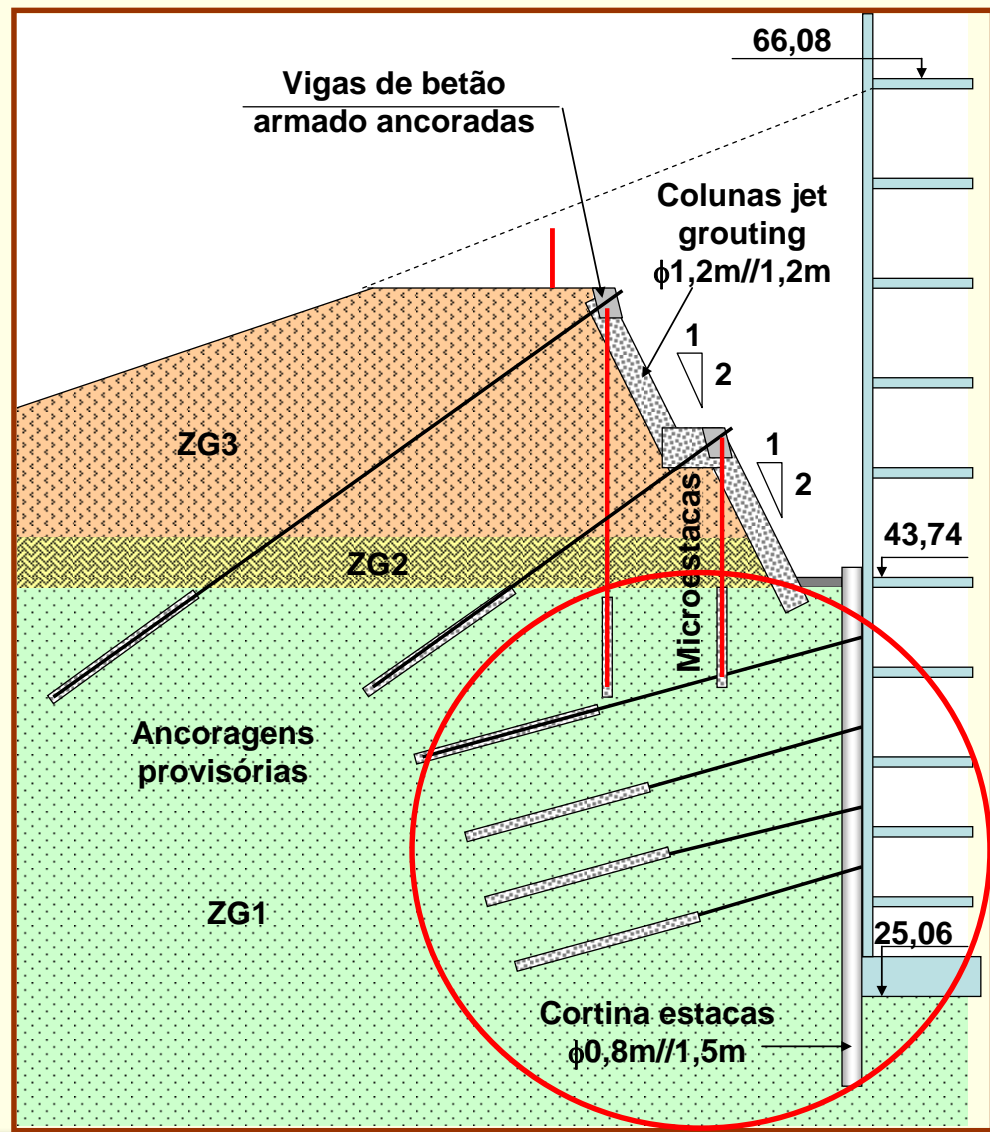
Estacas
Ø800//1.5m

Estacas
Ø1000//1.3m

3. SOLUÇÕES ADOTADAS

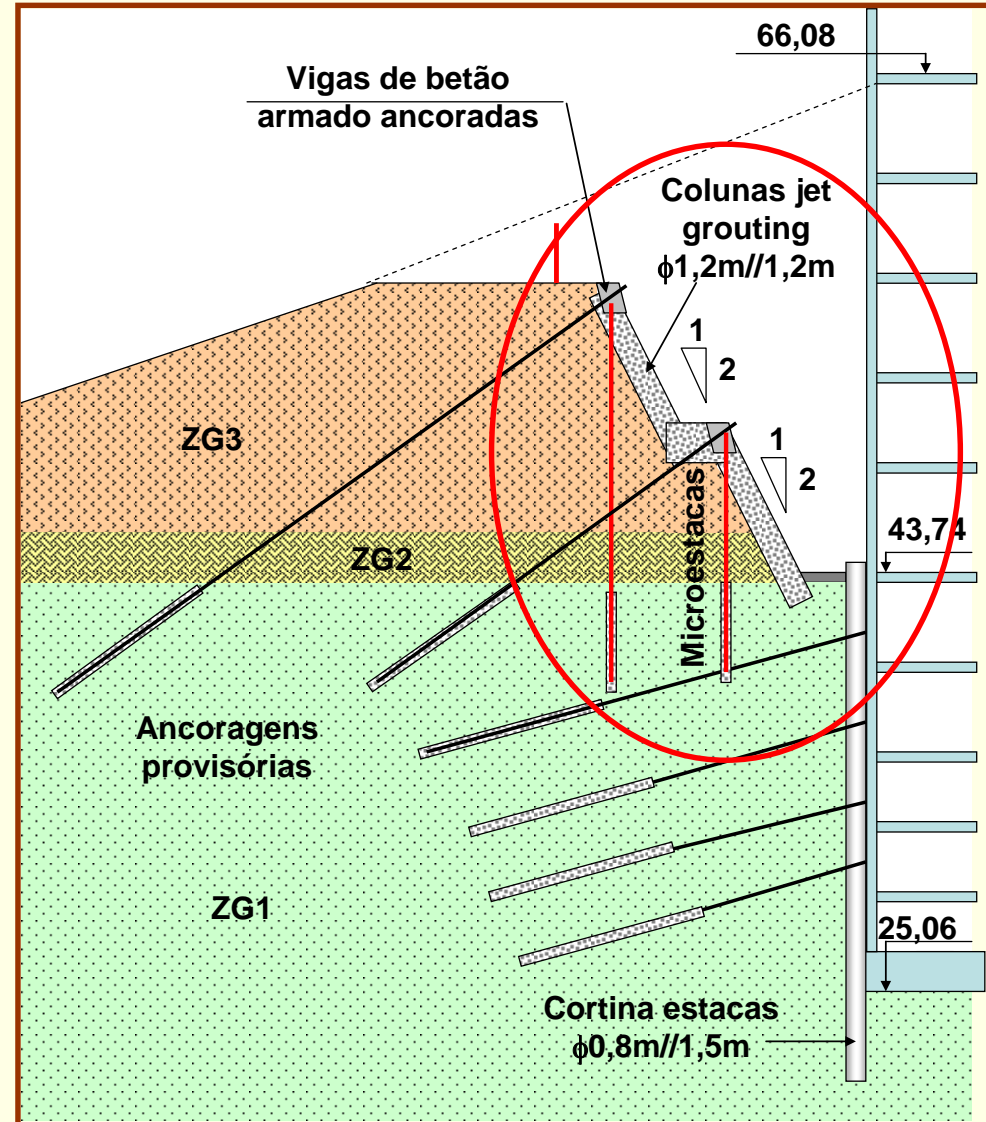
3. SOLUÇÕES ADOTADAS – SOLUÇÃO 2

- ❑ Cortina de estacas moldadas ($\varnothing 800\text{mm}/1.5\text{m}$) com ancoragens provisórias
- ❑ Solução de estabilização de talude através da realização de colunas de jet-grouting inclinadas, com vigas de betão armado no topo, ancoradas



3. SOLUÇÕES ADOTADAS – SOLUÇÃO 2

- ❑ Cortina de estacas moldadas ($\phi 800\text{mm}/1.5\text{m}$) com ancoragens provisórias
- ❑ Solução de estabilização de talude através da realização de colunas de jet-grouting inclinadas, com vigas de betão armado no topo, ancoradas



SOLUÇÃO 2 - Alçado Norte / Poente

3. SOLUÇÕES ADOTADAS



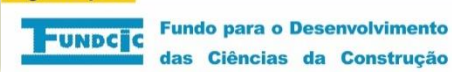
**3. SOLUÇÕES ADOTADAS –
CORTINA DE ESTACAS**



3. SOLUÇÕES ADOTADAS - ESTACAS



Organização:



Apoios:



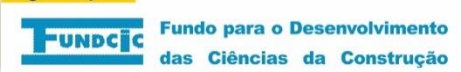
ORDEM DOS ENGENHEIROS



3. SOLUÇÕES ADOTADAS - ESTACAS



Organização:



Apoios:



ORDEM DOS ENGENHEIROS



3. SOLUÇÕES ADOTADAS: JET GROUTING

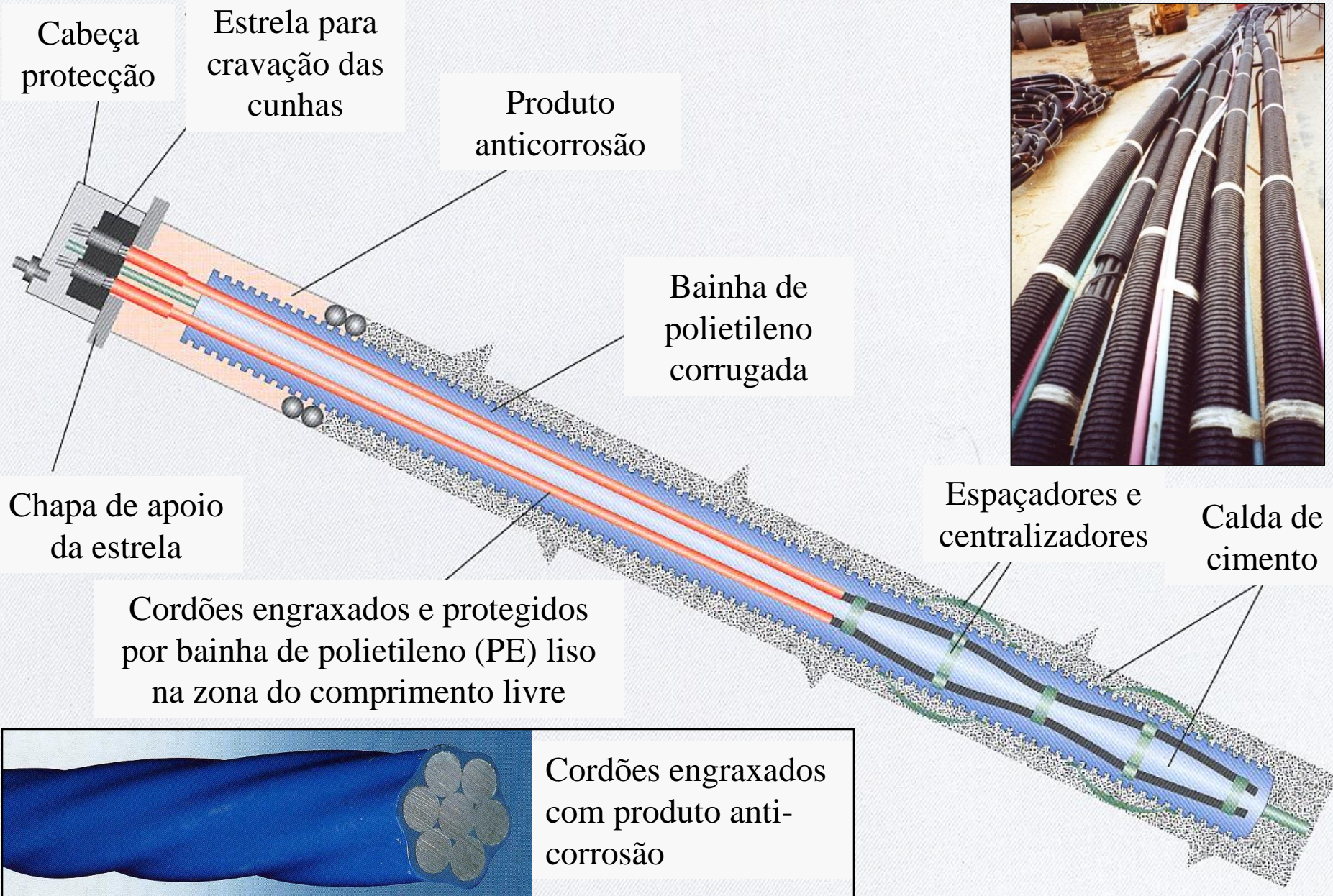


**3. SOLUÇÕES ADOTADAS: ANCORAGENS
E JET GROUTING**



**3. SOLUÇÕES ADOTADAS: ANCORAGENS
E JET GROUTING**





**3. SOLUÇÕES ADOTADAS –
ANCORAGENS DEFINITIVAS**



Solução inicial: injeção IRS

Bolbo típico de injeção IRS

3. SOLUÇÕES ADOTADAS – ANCORAGENS DEFINITIVAS



**3. SOLUÇÕES ADOTADAS –
ANCORAGENS DEFINITIVAS**



Solução adotada: pré injeção interior em obra



3. SOLUÇÕES ADOTADAS – ANCORAGENS DEFINITIVAS

**3. SOLUÇÕES ADOTADAS –
ANCORAGENS DEFINITIVAS**



3. SOLUÇÕES ADOTADAS

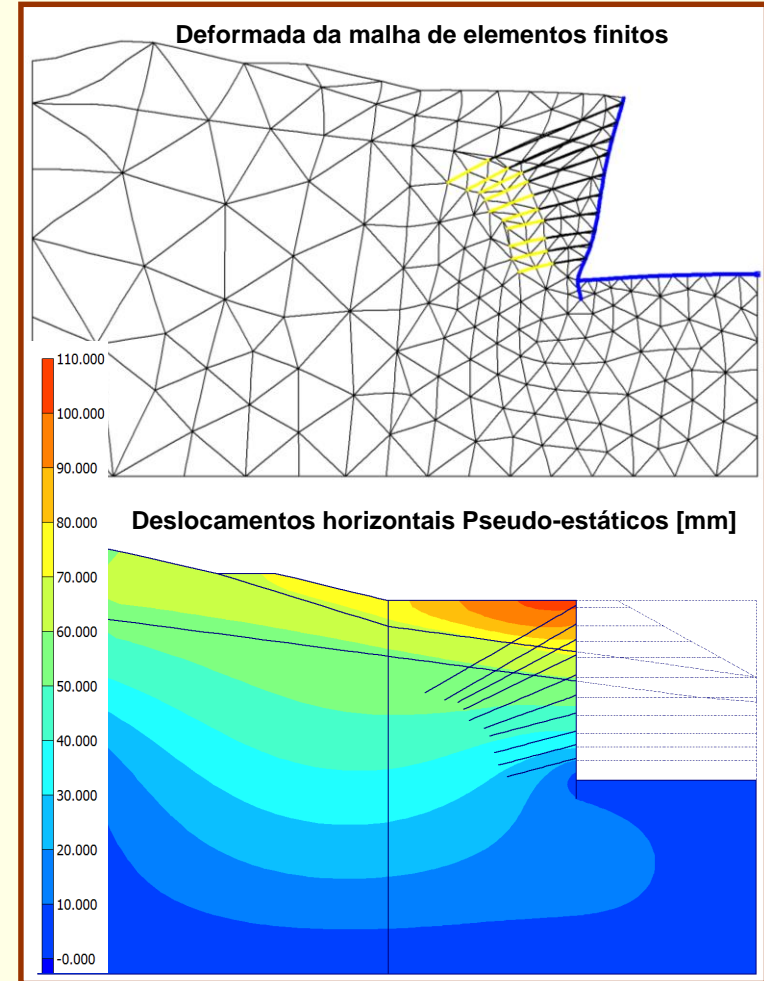
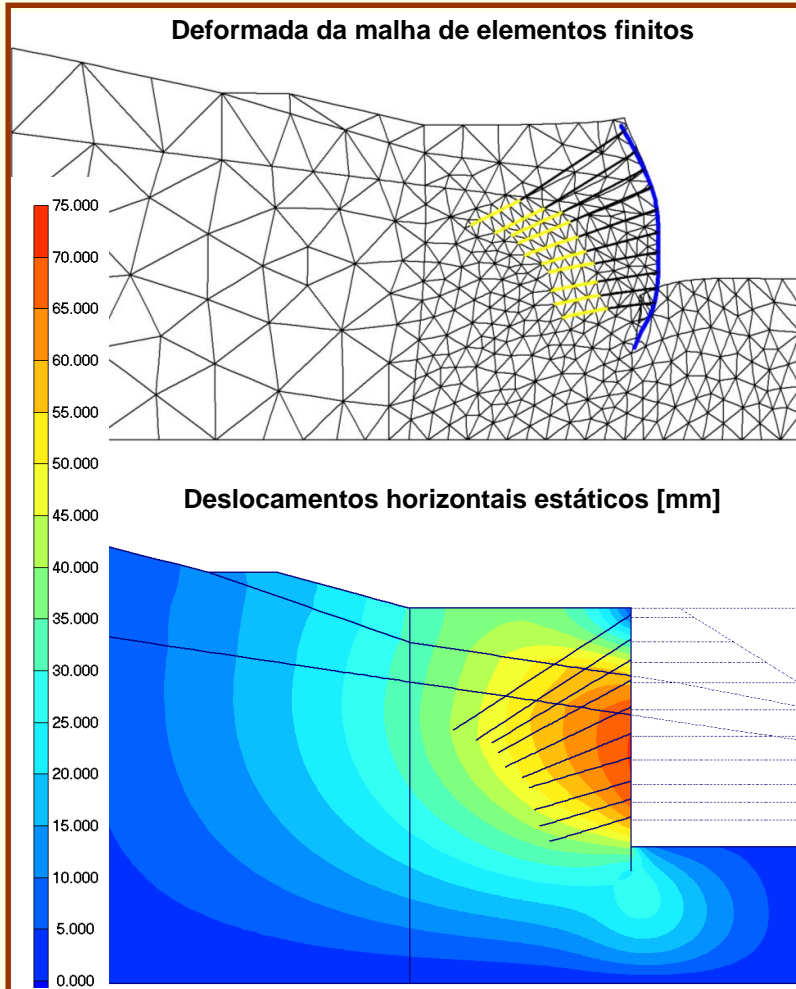


ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS
3. SOLUÇÕES ADOTADAS
4. DIMENSIONAMENTO
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Análise realizada em software de elementos finitos - Solução 1

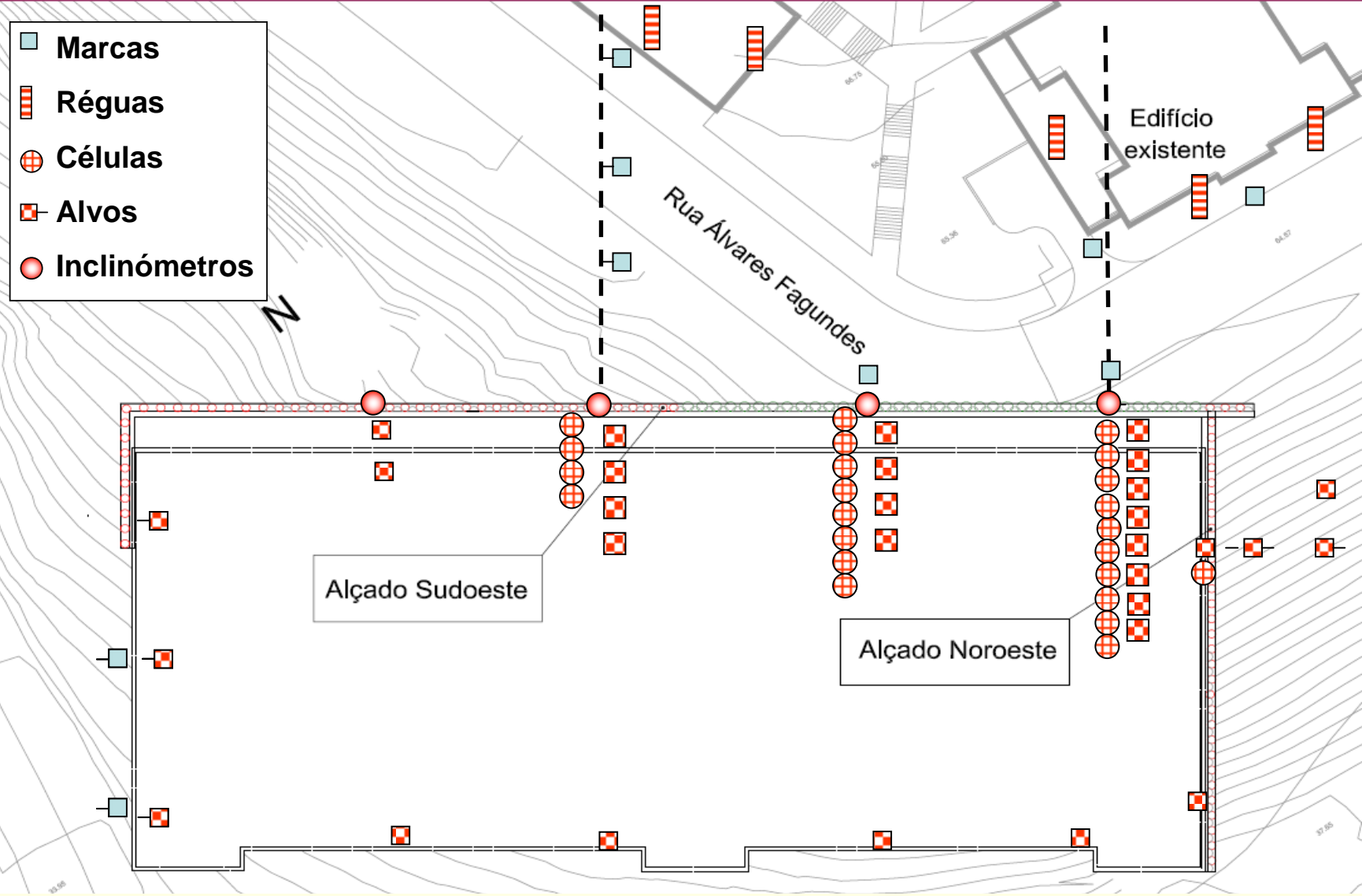
4. DIMENSIONAMENTO



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS
3. SOLUÇÕES ADOTADAS
4. DIMENSIONAMENTO
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

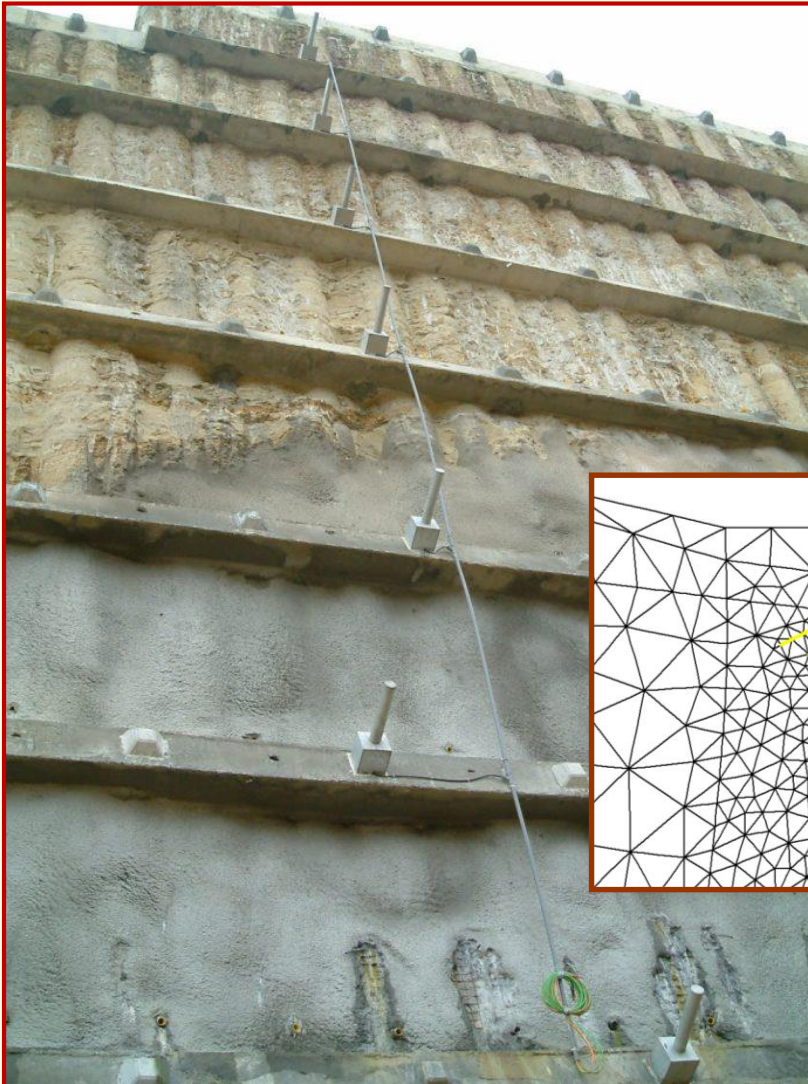
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO



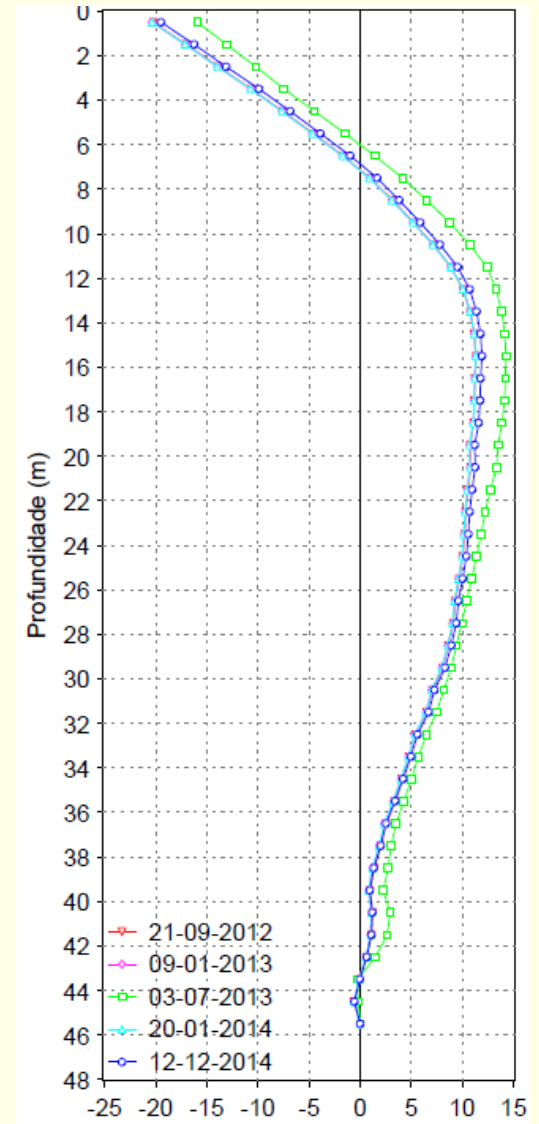
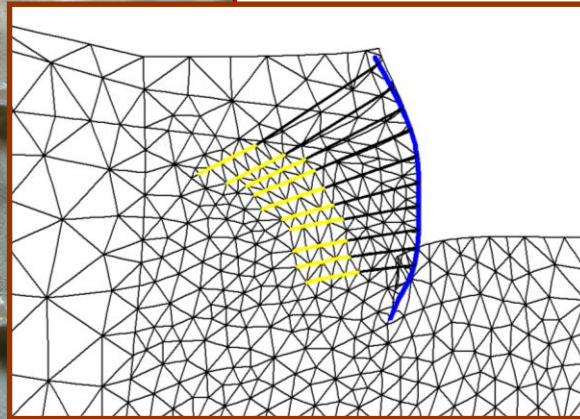
Organização:

Apoios:

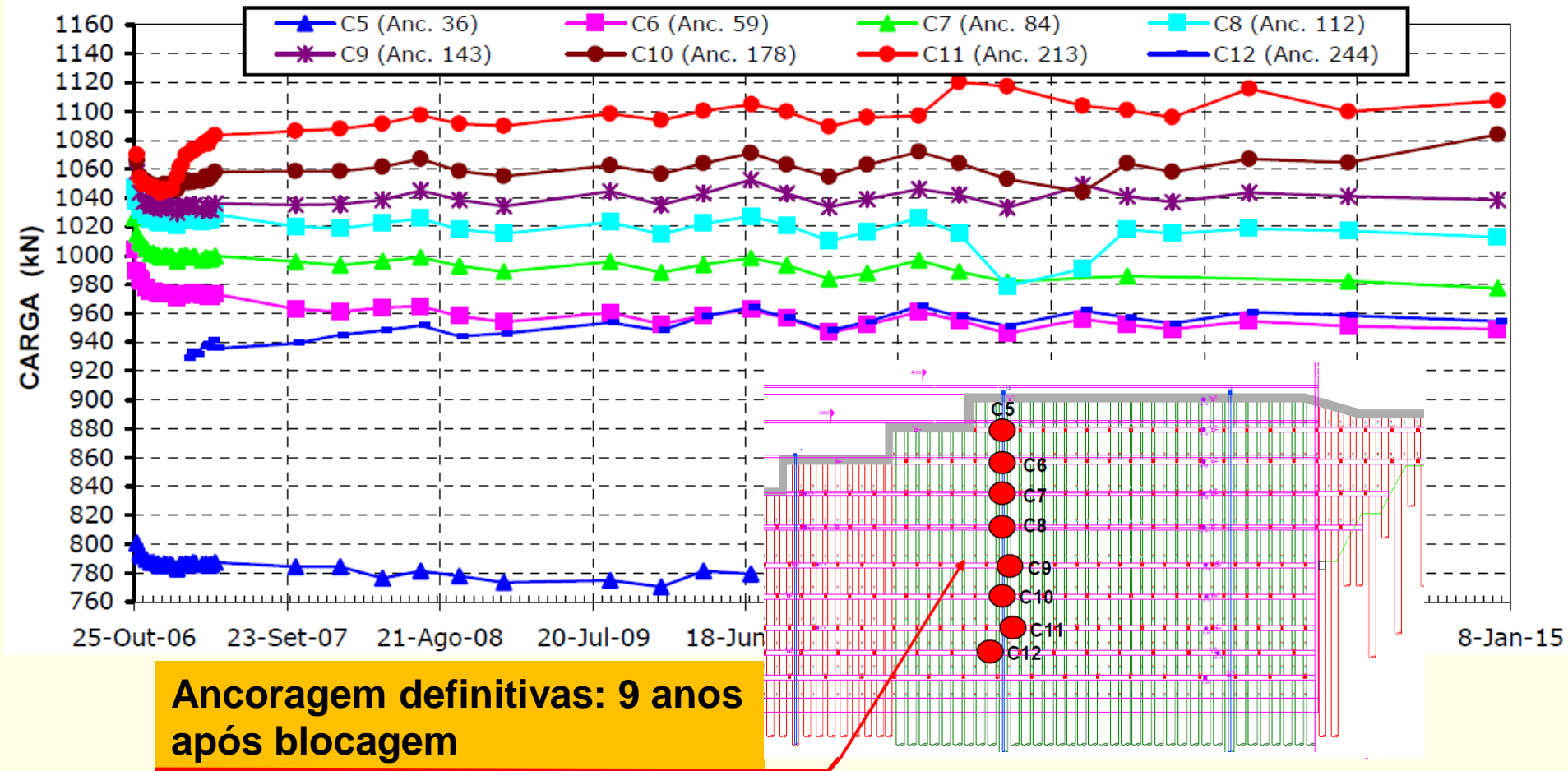
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

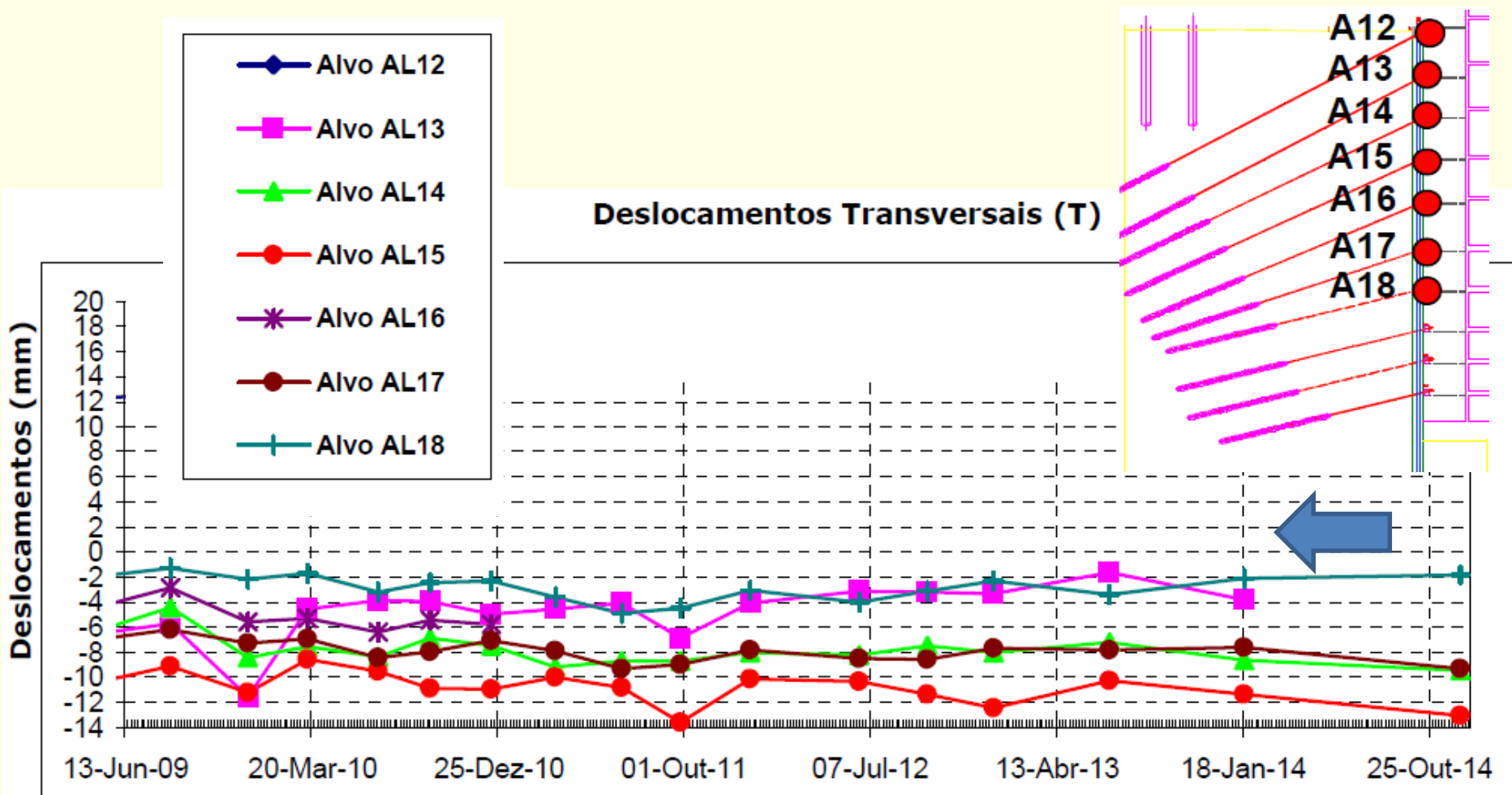


**I3 –
Deslocamento
acumulado
(mm),
desde
21/06/2006
8 ANOS**

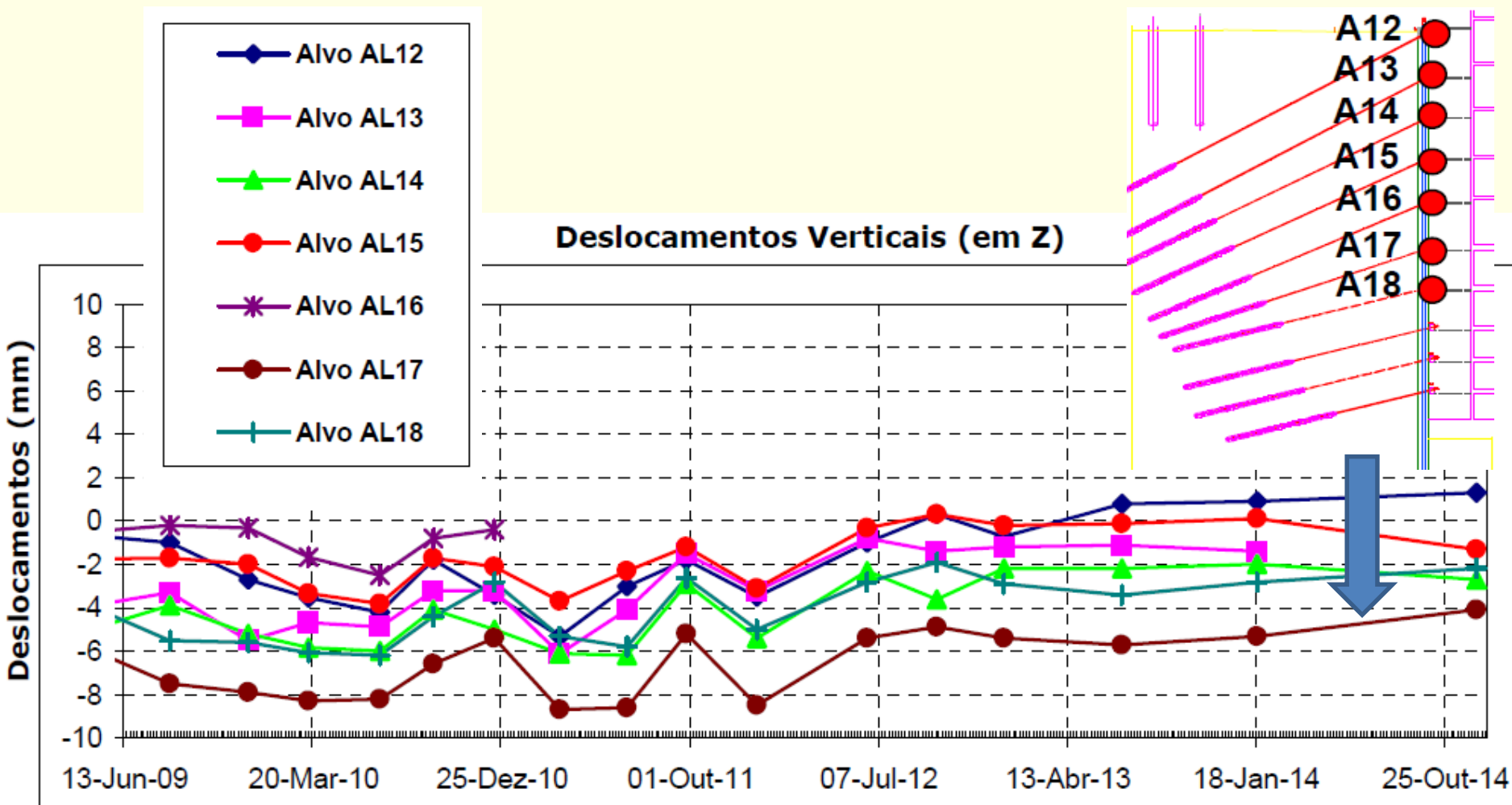


CÉLULAS DE CARGA



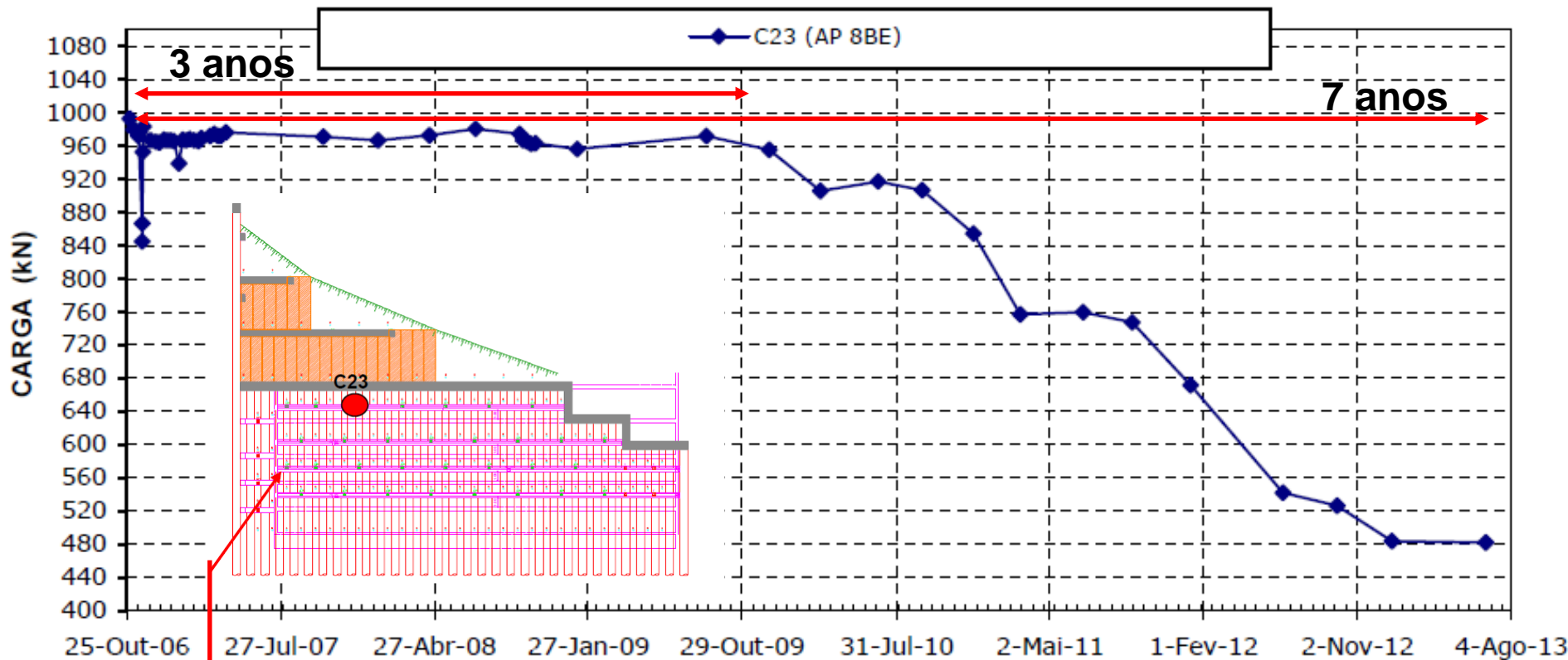


Alvos: 8 anos após conclusão da obra



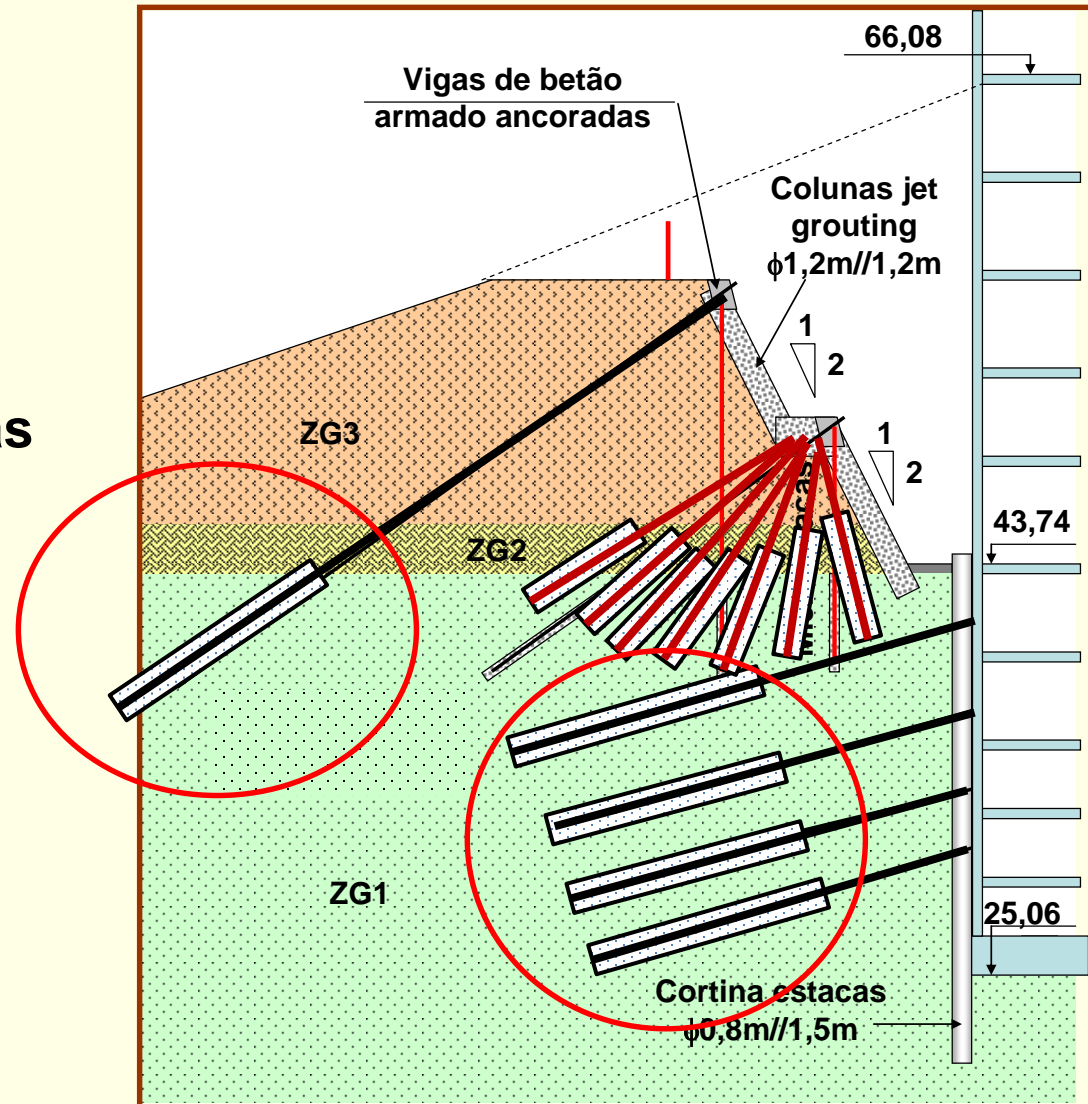
Alvos: 8 anos após conclusão da obra

CÉLULAS DE CARGA



SUBSTITUIÇÃO DE ANCORAGENS PROVISÓRIAS COM MAIS DE 2 ANOS

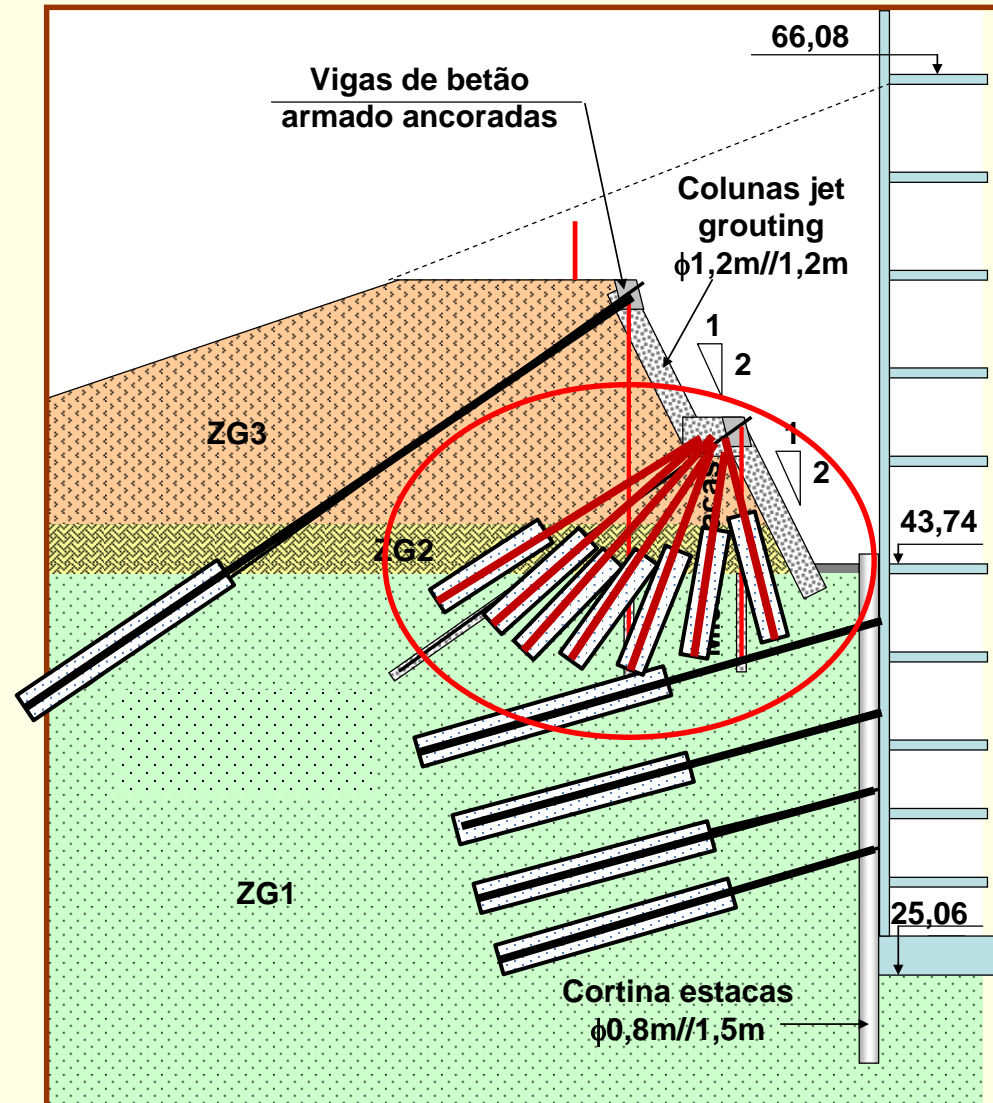
- Ancoragens definitivas de baixa carga
- Microestacas de tratamento do talude



3. SOLUÇÕES ADOTADAS

SUBSTITUIÇÃO DE ANCORAGENS PROVISÓRIAS AO FIM DE 2 ANOS

- Ancoragens definitivas de baixa carga
- Microestacas de tratamento do talude



3. SOLUÇÕES ADOTADAS

**3. SOLUÇÕES ADOTADAS –
ANCORAGENS REFORÇO (2008)**



Organização:



Apoios:



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS
3. SOLUÇÕES ADOTADAS
4. DIMENSIONAMENTO
5. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

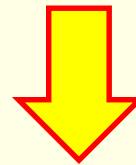
Principais critérios que condicionaram a conceção das soluções:

- Condições geológico-geotécnicas desfavoráveis devidas à presença de aterros com espessura significativa (máx. ≈20m)
- Condicionamentos de projeto determinados pela topografia, pela arquitetura e pela estrutura do edifício: escavação com grande profundidade (mais de 40 m)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Principais critérios que condicionaram a conceção das soluções:

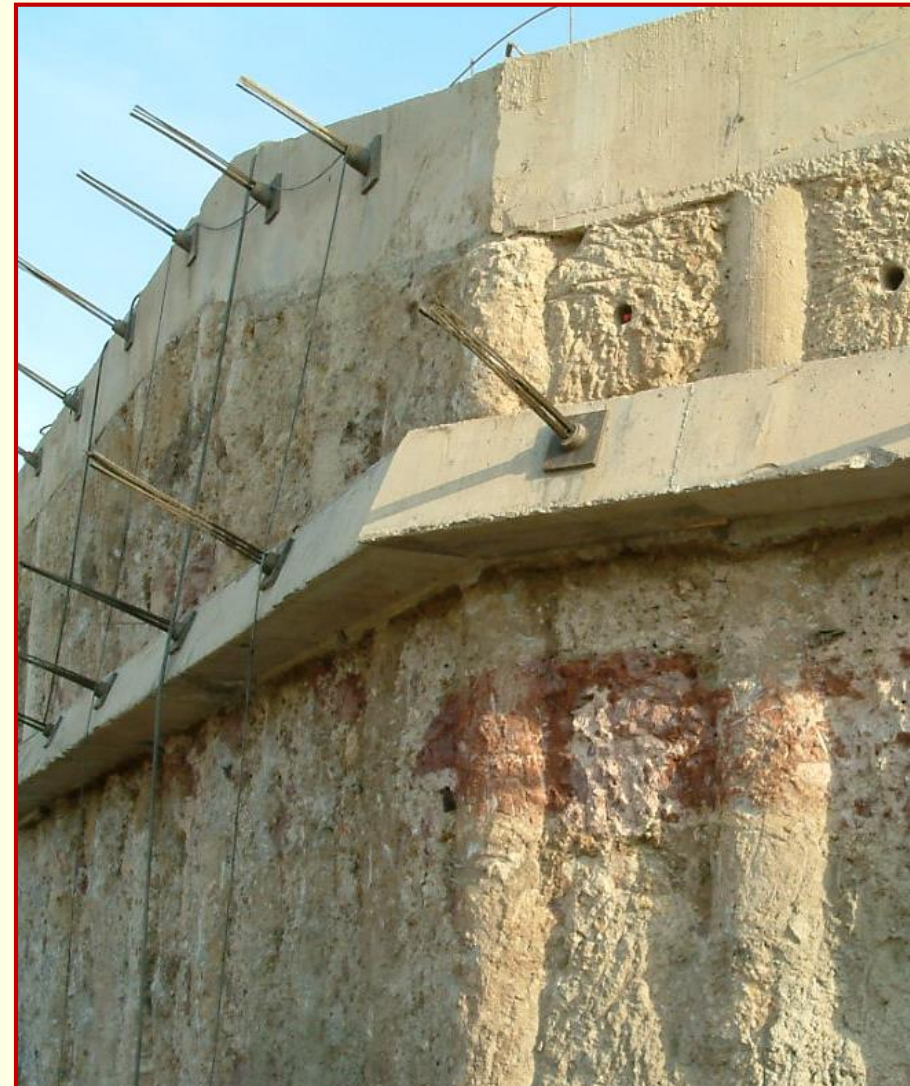
- Condições geológico-geotécnicas desfavoráveis devidas à presença de aterros com espessura significativa (máx. ≈20m)
- Condicionamentos de projeto determinados pela topografia, pela arquitetura e pela estrutura do edifício: escavação com grande profundidade (mais de 40 m)



- Recurso a cortinas de estacas com até 10 níveis de ancoragens definitivas**
- Resultados da instrumentação revelaram, até cerca de 10 anos após a conclusão da obra, deslocamentos bastante reduzidos (cerca de 0,03% da altura de escavação)**

Reflexão sobre a utilização de ancoragens definitivas

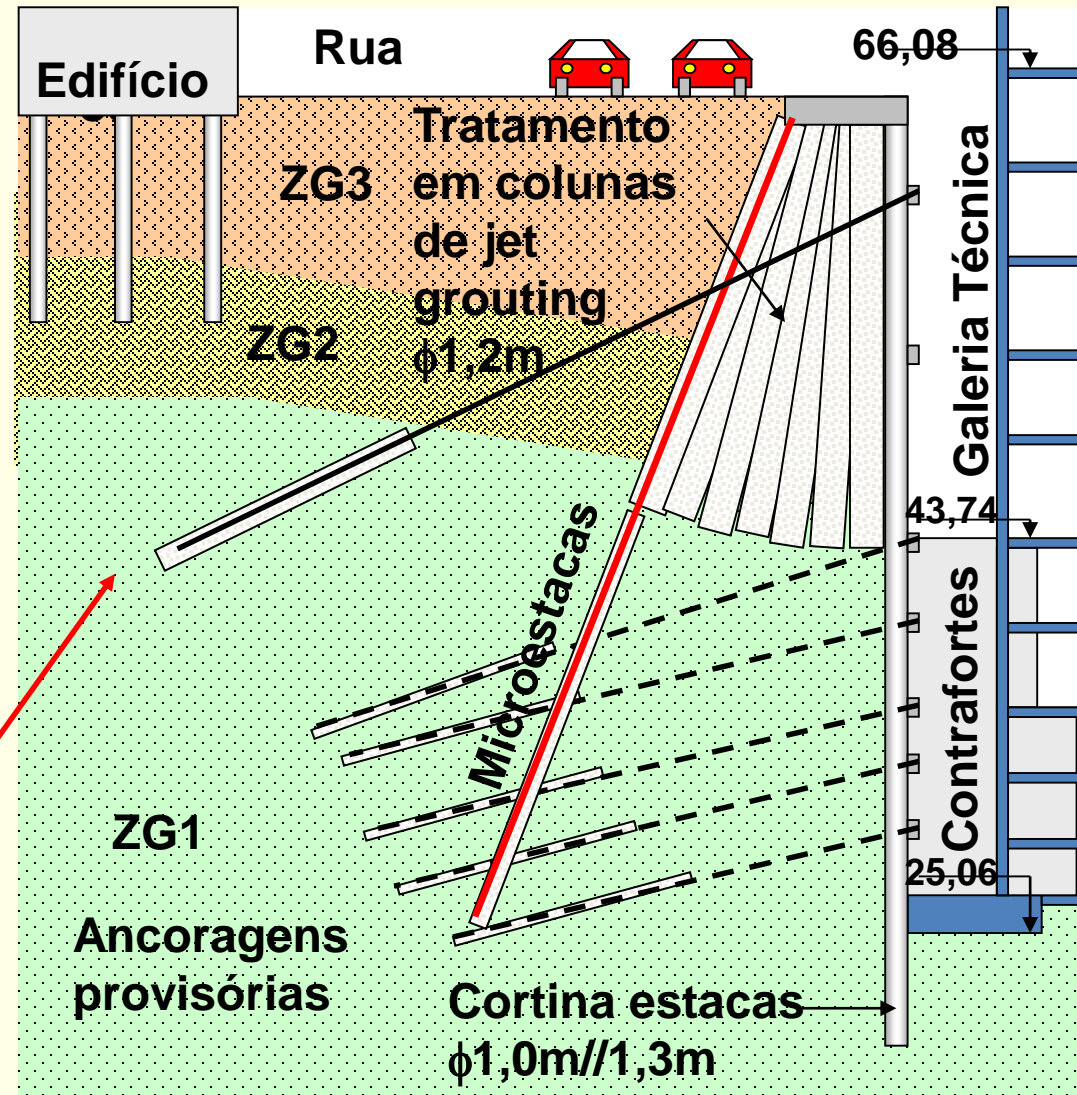
- Exigências de instrumentação e observação
- Condições de acesso a ancoragens definitivas e de execução de novas ancoragens
- Sistemas de proteção
- Compatibilização com restantes especialidades



Reflexão sobre a utilização de ancoragens definitivas

- Exigências de instrumentação e observação
- Condições de acesso a ancoragens definitivas
- Sistemas de proteção
- Compatibilização com especialidades

Ancoragens definitivas sobretudo para controlo das deformações



Principais intervenientes: Dono de Obra: CML

Empreiteiro Geral: Somague

Empreiteiro Geotecnia: Tecnasol



AGRADECIMENTOS:

- COMISSÃO ORGANIZADORA
- CML



OBRIGADO
PELA ATENÇÃO

www.jetsj.com

apinto@jetsj.com