

CONCEÇÃO E EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES EM MEIO URBANO

Parque de Estacionamento Público Subterrâneo Arco do Cego

Catarina Fartaria
JETsj – Geotecnia, Lda
cfartaria@jetsj.com



JET SJ

Marco Almeida
Alves Ribeiro S.A.
marco.almeida@alvesribeiro.pt



ALVES RIBEIRO, S.A.



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

1

ÍNDICE

1. Introdução
2. Principais condicionamentos
3. Soluções adotadas
4. Projeto
5. Instrumentação e observação
6. Obra
7. Considerações finais

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

2

ÍNDICE

- 1. Introdução
- 2. Principais condicionamentos
- 3. Soluções adotadas
- 4. Projeto
- 5. Plano de instrumentação e observação
- 6. Obra
- 7. Considerações finais

1. Introdução

INTRODUÇÃO - LOCALIZAÇÃO

Map showing the location of the excavation site in Lisbon, Portugal. The site is located near the intersection of Av. João Crisóstomo and Av. Defensores de Chaves. Other nearby locations marked include Campo Pequeno, Saldanha, and Av. Duque d'Ávila. An inset map shows the location of Lisbon within Portugal.

1. Introdução

□ INTRODUÇÃO – PRINCIPAIS OBJETIVOS

Parque de estacionamento com 4 pisos enterrados - $h_{\text{máx}}=11\text{m}$

Recalçamento de fundações dos pórticos da Gare do Arco do Cego

Recinto da obra



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

5

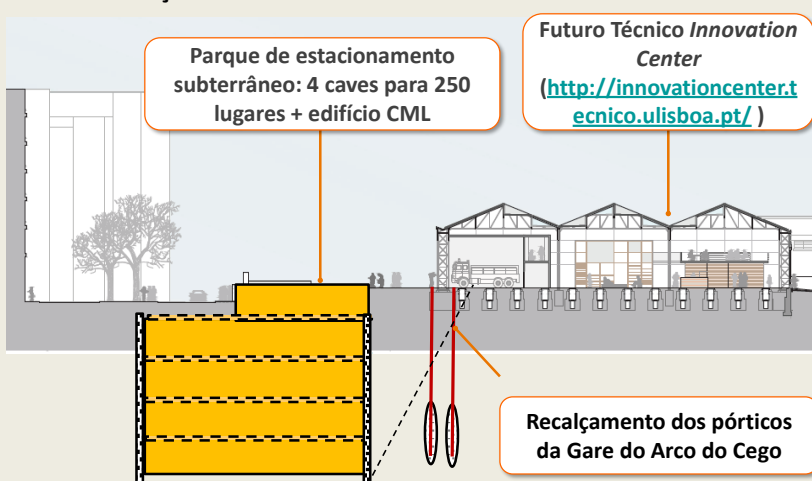
1. Introdução

□ INTRODUÇÃO – PRINCIPAIS OBJETIVOS

Parque de estacionamento subterrâneo: 4 caves para 250 lugares + edifício CML

Futuro Técnico *Innovation Center*
(<http://innovationcenter.tecnico.ulisboa.pt/>)

Recalçamento dos pórticos da Gare do Arco do Cego



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

6

ÍNDICE

1. Introdução
- 2. Principais condicionamentos**
3. Soluções adotadas
4. Projeto
5. Plano de instrumentação e observação
6. Obra
7. Considerações finais

2. Principais condicionamentos

□ PRINCIPAIS CONDICIONAMENTOS

1. Geológicos e geotécnicos
2. Condições de vizinhança / arquitetónicos
3. Serviços afetados
4. Prazo de execução

2. Principais condicionamentos

CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

Principais trabalhos de prospeção geológica e geotécnica

Ensaio de campo:

- 4x furos para sondagens mecânicas (S1 a S4)
- 1x poço (PF01) para inspeção das fundações existentes (PF01)
- 1 piezômetro

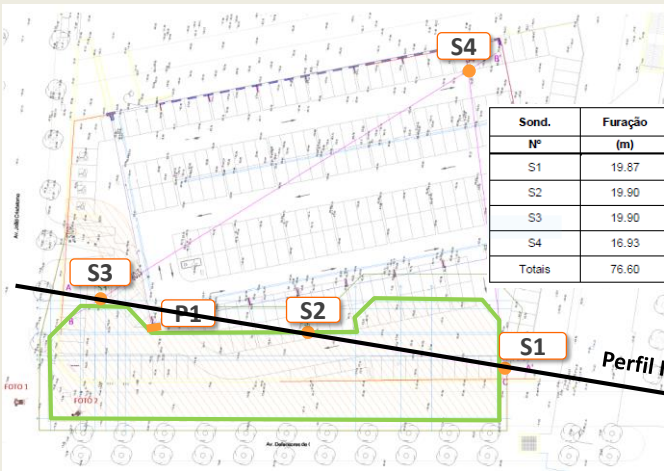
Ensaio laboratorial:

- Análise granulométrica por peneiração (LNEC E239)
- Teor em água natural (NP-84)
- Limites de liquidez e plasticidade (NP-143)

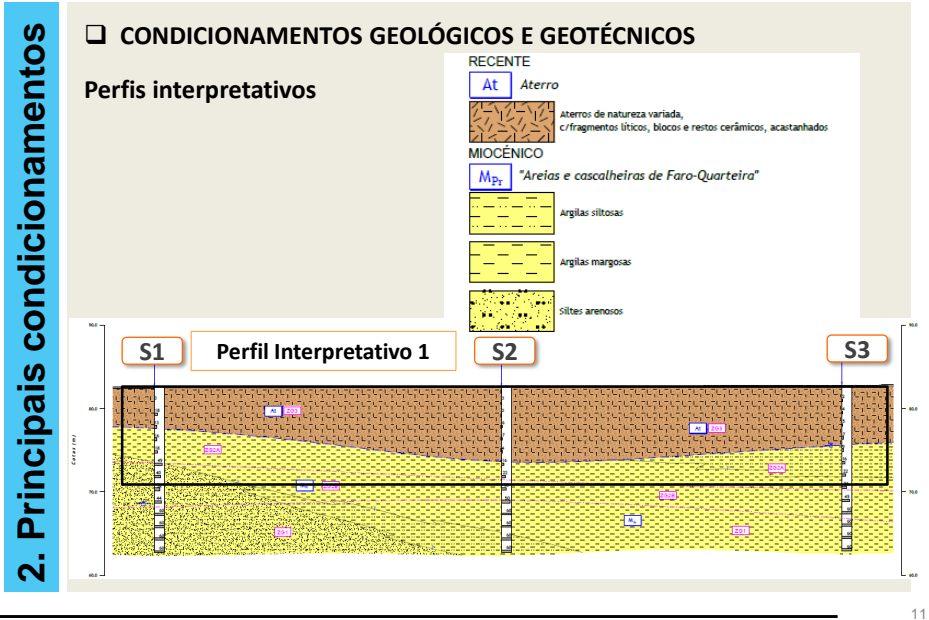
2. Principais condicionamentos

CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

Localização dos ensaios de campo



Sond. Nº	Furação (m)	SPT (un)	Piez. (m)
S1	19.87	13	19.87
S2	19.90	13	--
S3	19.90	13	--
S4	16.93	11	--
Totais	76.60	50	19.87



1ST, 6 e 7 de Dezembro de 2018



1ST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

2. Principais condicionamentos

CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

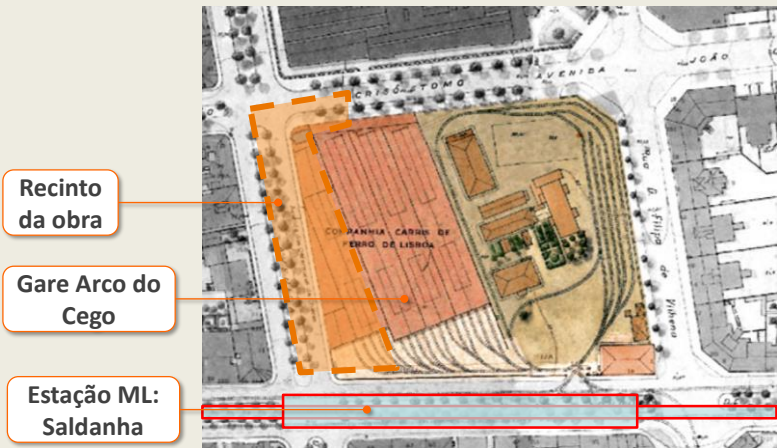
Parametrização inicial do modelo geotécnico

Estrat.	Zona Geotécnica	Tipo de material	N _{SPT}	Peso volúmico γ _t (kN/m ³)	Ângulo de atrito interno φ' (°)	Coesão c' (KPa)	Módulo de deformabilidade de E (MPa)
At (Aterro)	ZG3	argilas arenosas e areias argilosas ou siltosas	0 - 7	18	24	nula	3
M _{PR} (Miocénico – Argilas de Prazeres)	ZG2A	Argilas siltosas e argilas-margosas, por vezes com intercalações silto-arenosas	6 - 26	19	32	5	10
	ZG2B		30 - 45	20	34	10	20
	ZG1		60	20	36	20	50

2. Principais condicionamentos

CONDIÇÕES DE VIZINHANÇA / ARQUITETÓNICAS


Zona de grande maturidade urbana e Gare Centenária do Arco do Cego



2. Principais condicionamentos

❑ CONDIÇÕES DE VIZINHANÇA / ARQUITETÓNICAS

Gare Centenária do Arco do Cego



Pórticos da Gare do Arco do Cego: **a preservar**

2. Principais condicionamentos

❑ CONDIÇÕES DE VIZINHANÇA / ARQUITETÓNICAS

Gare Centenária do Arco do Cego



Pórticos da Gare do Arco do Cego: **degradados e a preservar**

1. Introdução

□ CONDIÇÕES DE VIZINHANÇA / ARQUITETÓNICAS

Estação Saldanha da Linha Vermelha do ML



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

17

ÍNDICE

1. Introdução
2. Principais condicionamentos
3. Soluções adotadas
4. Projeto
5. Plano de instrumentação e observação
6. Obra
7. Considerações finais

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

18

3. Soluções adotadas

❑ SOLUÇÕES DE CONTENÇÃO PERIFÉRICA: OBJETIVOS

➤ Controlo de deformações

➤ Minimizar interferência com infraestruturas vizinhas

➤ Otimizar custos e prazos

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

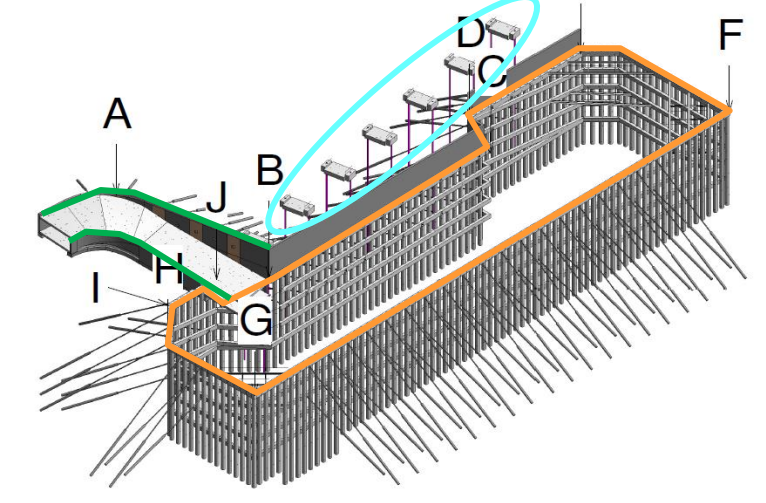
19

FUNDEC
FUNDAÇÃO PARA A PESQUISA E O DESENVOLVIMENTO
EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

CONCEÇÃO E EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES EM MEIO URBANO

3. Soluções adotadas

❑ SOLUÇÕES DE CONTENÇÃO PERIFÉRICA



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

20

10

3. Soluções adotadas

❑ SOLUÇÕES DE CONTENÇÃO PERIFÉRICA

SOLUÇÃO A:
PAREDE DE BERLIM
DEFINITIVO

- Equipamento mais flexível e convencional



SOLUÇÃO B:
CORTINA DE ESTACAS
MOLDADAS

- Execução + rápida
- Menor perda de confinamento



3. Soluções adotadas

❑ SOLUÇÕES DE RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES: OBJETIVOS

➤ Controlo de deformações

➤ Carácter preventivo de minimizar interferência da escavação

➤ Reforço de fundações

3. Soluções adotadas

SOLUÇÕES DE RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

23

3. Soluções adotadas

SOLUÇÕES DE RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES

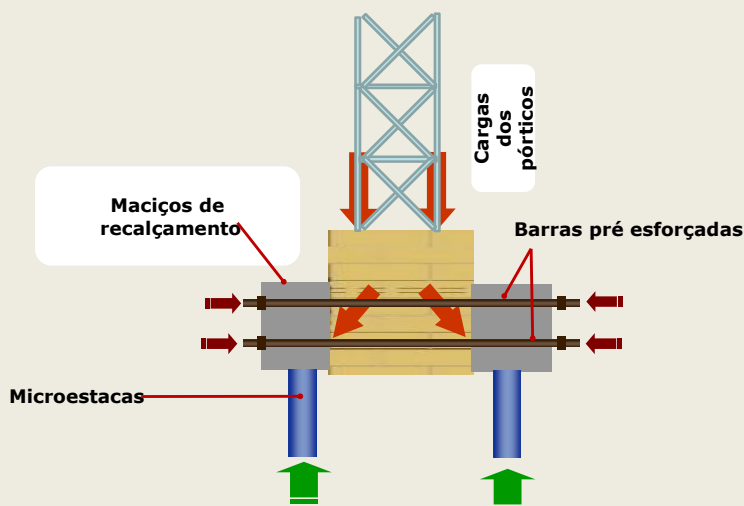
Medida Preventiva

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

24

3. Soluções adotadas

SOLUÇÕES DE RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES

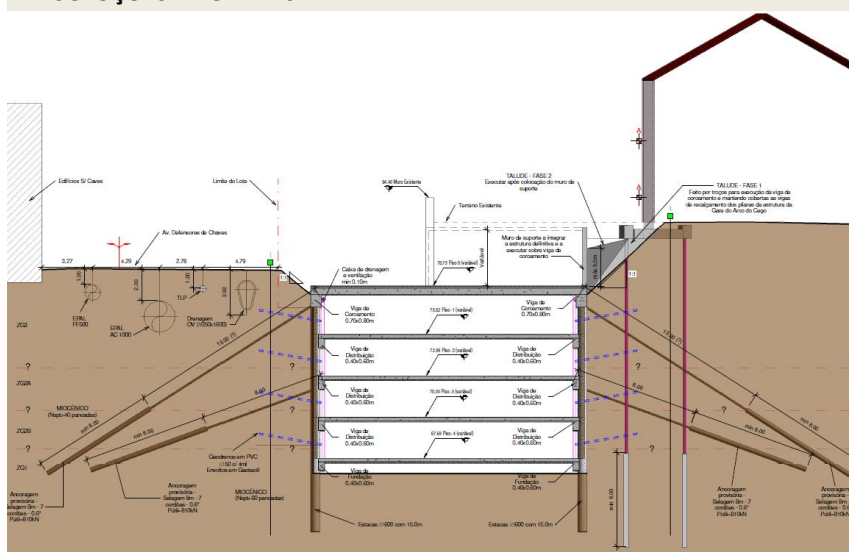


IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

25

3. Soluções adotadas

SOLUÇÕES ADOTADAS



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

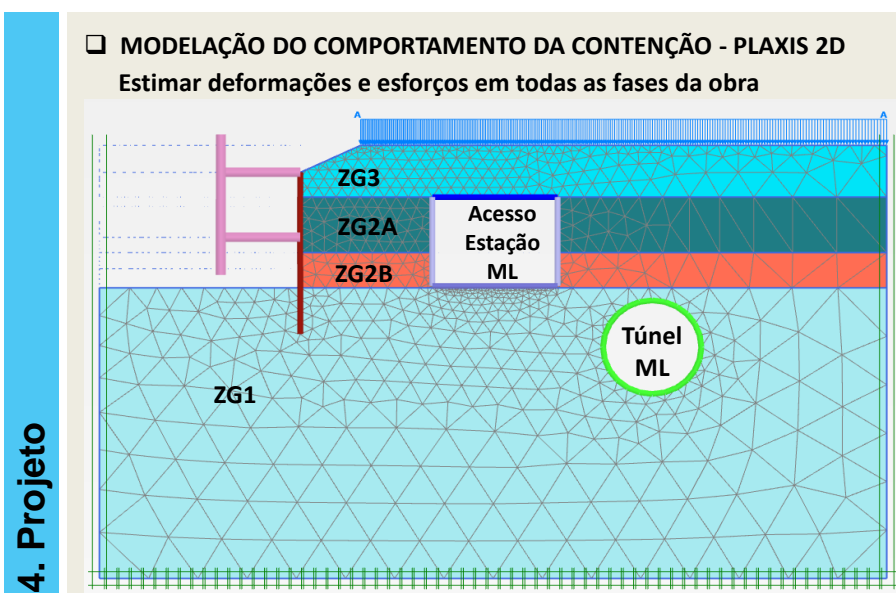
26

ÍNDICE

1. Introdução
2. Principais condicionamentos
3. Soluções adotadas
- 4. Projeto**
5. Plano de instrumentação e observação
6. Obra
7. Considerações finais

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

27



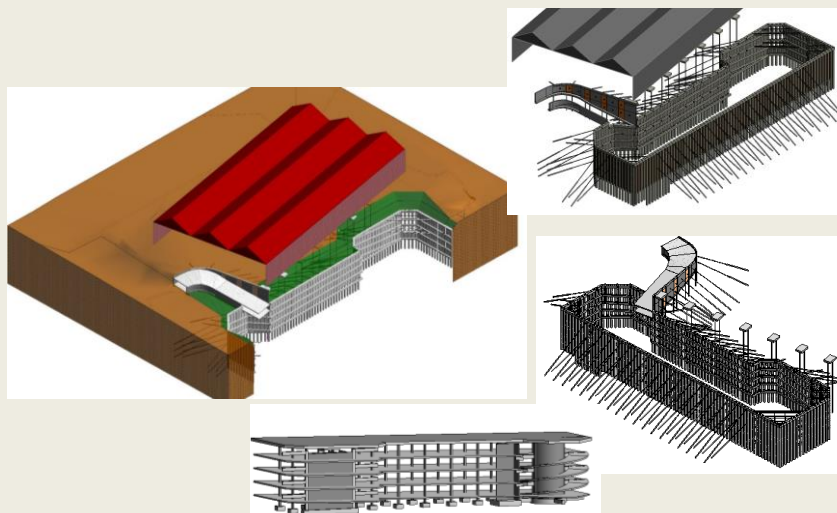
IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

28

4. Projeto

□ MODELAÇÃO DA CONTENÇÃO - REVIT

Analisar interferências entre soluções (ex: ancoragens e microestacas)



29

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

ÍNDICE

1. Introdução
2. Principais condicionamentos
3. Soluções adotadas
4. Projeto
5. Instrumentação e observação
6. Obra
7. Considerações finais

30

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

5. Instrumentação e observação

❑ PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

❖ Deslocamentos verticais e horizontais

- Cortina de estacas / muro de Berlim
- Edifício da Gare do Arco do Cego
- Estrutura de acesso à estação do ML
- Terrenos contidos

Alvos topográficos

Inclinómetros

❖ Variação da carga nas ancoragens provisórias → Células de carga

❖ Cotas piezométricas → Piezómetros

5. Instrumentação e observação

❑ PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

Critérios de Alerta e de Alarme

	ALERTA		ALARME	
	δ hor. [mm]	δ vert. [mm]	δ hor. [mm]	δ vert. [mm]
Contenções periféricas	20	15	40	30
Estrutura de acesso ao ML	7	7	10	10
Edifícios vizinhos	20	15	40	30

	ALERTA	ALARME
Variação de carga nas ancoragens	15%	25%

5. Instrumentação e observação

□ PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

Acesso à Estação Saldanha do ML

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

33

5. Instrumentação e observação

□ PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

Acesso à Estação Saldanha do ML

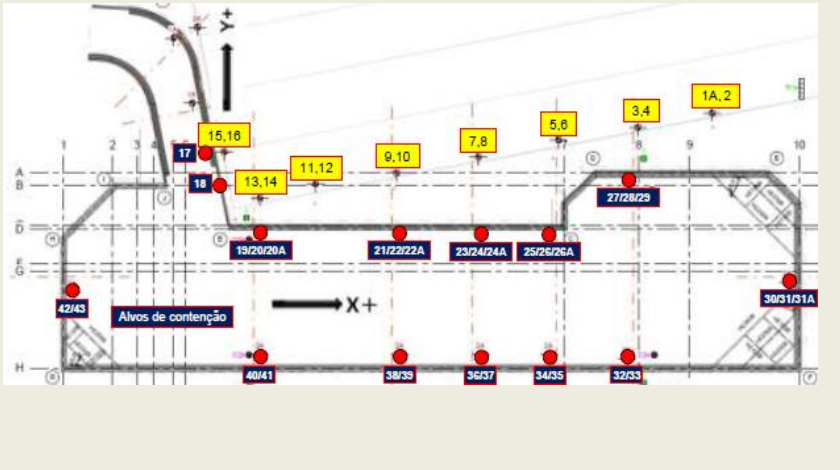
IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

34

5. Instrumentação e observação

PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

Alvos topográficos na Gare do Arco do Cego

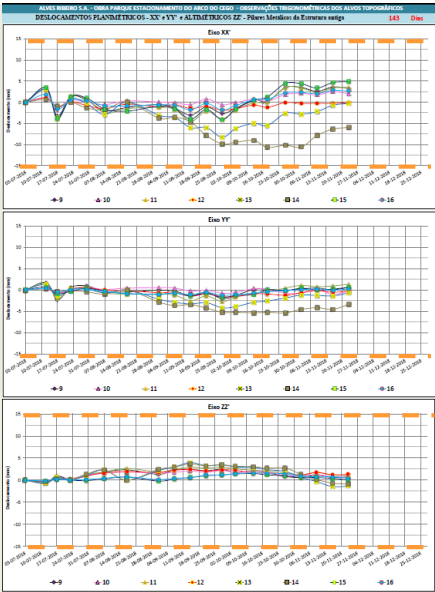


15T, 6 e 7 de Dezembro de 2018

35

5. Instrumentação e observação

PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO



ALERTA – δ hor. 20mm; δ vert. 40mm

ALARME – δ hor. 15mm; δ vert. 30mm

15T, 6 e 7 de Dezembro de 2018

36

ÍNDICE

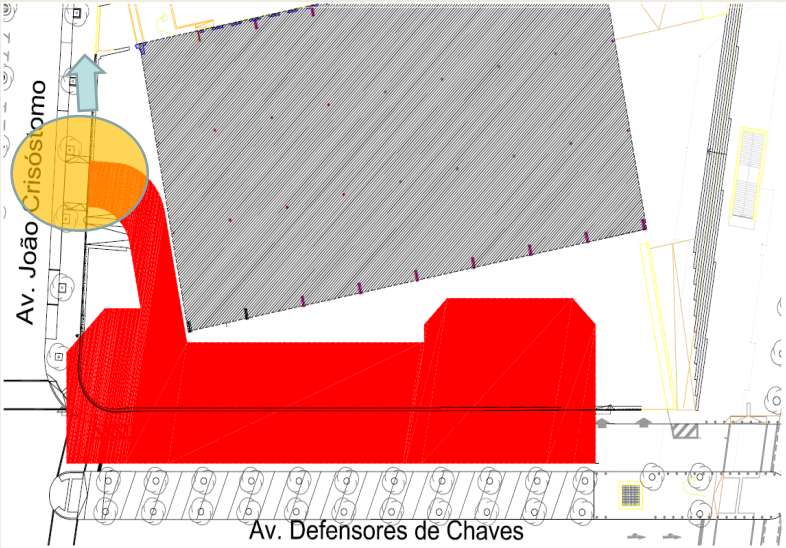
1. Introdução
2. Principais condicionamentos
3. Soluções adotadas
4. Projeto
5. Instrumentação e observação
- 6. Obra**
7. Considerações finais

☐ PRINCIPAIS ASPETOS A DESTACAR

1. Alteração da localização do acesso ao Parque de Estacionamento
2. Recalçamento das fundações
3. Serviços afetados sob a Av. Defensores de Chaves

6. Obra

❑ ALTERAÇÃO LOCALIZAÇÃO DO ACESSO AO PARQUE ESTACIONAMENTO



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

39

6. Obra

❑ ALTERAÇÃO LOCALIZAÇÃO DO ACESSO AO PARQUE ESTACIONAMENTO



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

40

6. Obra

❑ ALTERAÇÃO LOCALIZAÇÃO DO ACESSO AO PARQUE ESTACIONAMENTO



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

41

6. Obra

❑ ALTERAÇÃO LOCALIZAÇÃO DO ACESSO AO PARQUE ESTACIONAMENTO



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

42

6. Obra

ALTERAÇÃO LOCALIZAÇÃO DO ACESSO AO PARQUE ESTACIONAMENTO



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

43

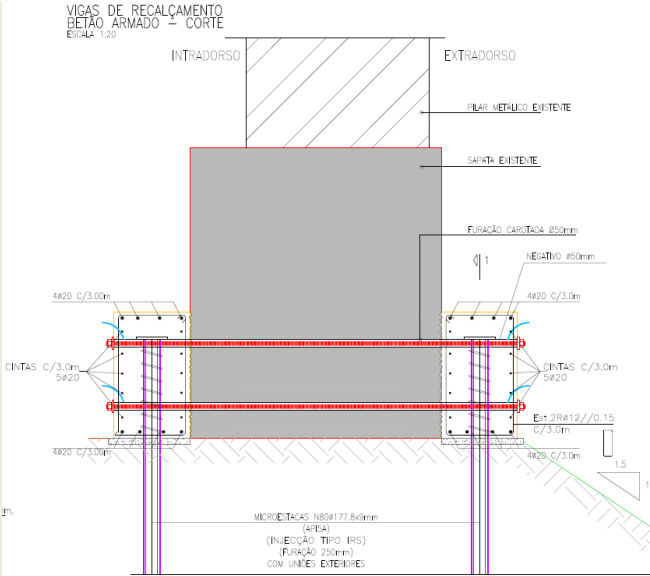
4. Condicionantes

RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES

Adaptações em fase de obra:

- Dimensão dos maciços;
- Armaduras dos maciços
- Comprimento das microestacas

VIGAS DE RECALÇAMENTO
BETÃO ARMADO – CORTE
ESCALA 1:20



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

44

6. Obra

▣

RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

45

6. Obra

▣

RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

46

6. Obra

▣ RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

47

6. Obra

▣ RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

48

6. Obra

RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

49

6. Obra

RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

50

4. Condicionantes

RECALÇAMENTO DE FUNDAÇÕES

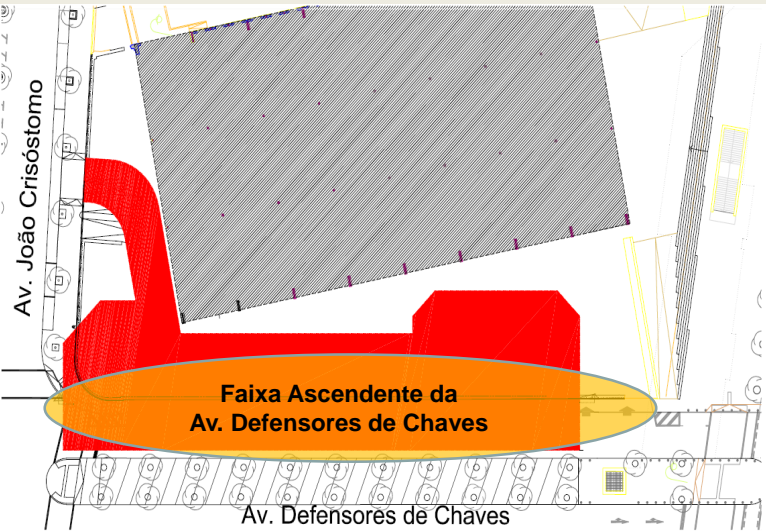


IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

51

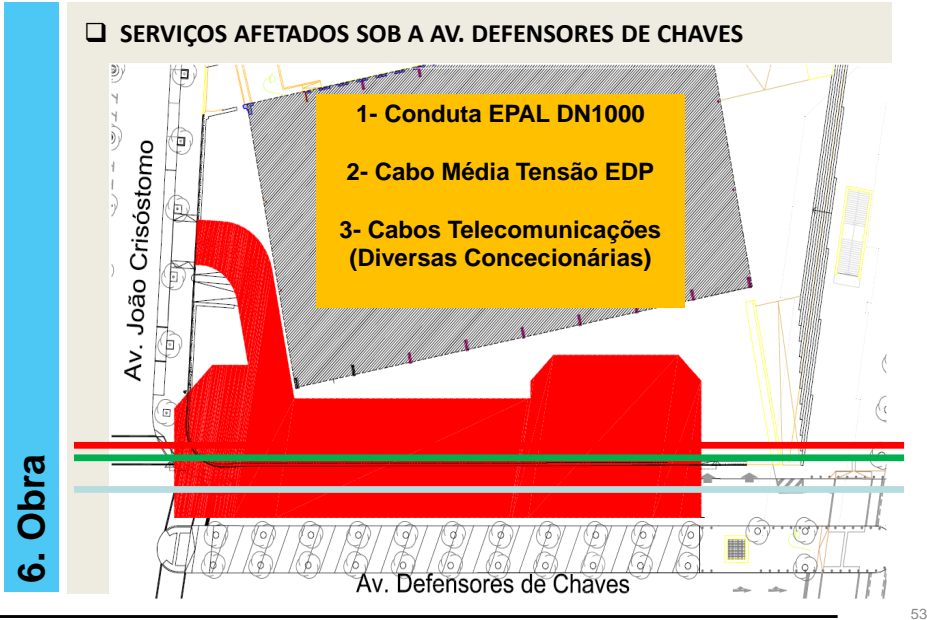
6. Obra

SERVIÇOS AFETADOS SOB A AV. DEFENSORES DE CHAVES



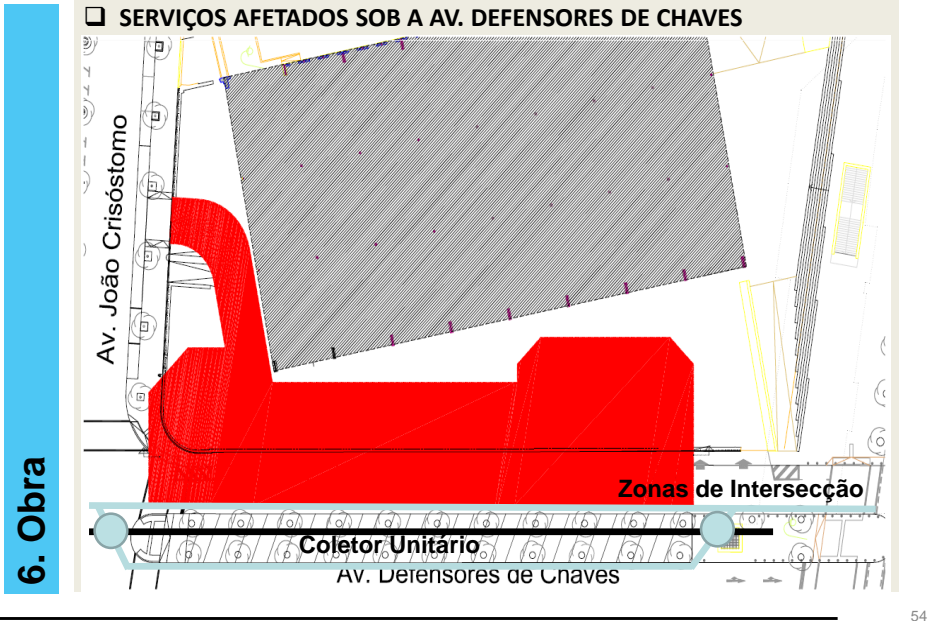
IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

52



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

53



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

54

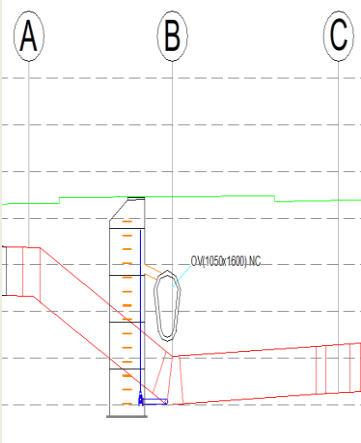
6. Obra

SERVIÇOS AFETADOS SOB A AV. DEFENSORES DE CHAVES

A

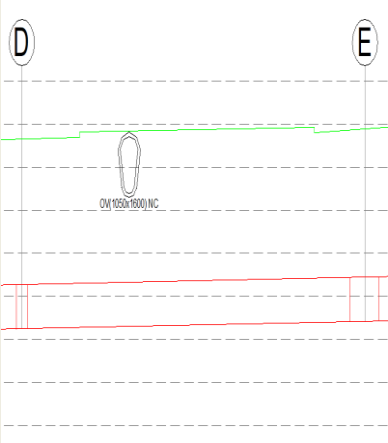
B

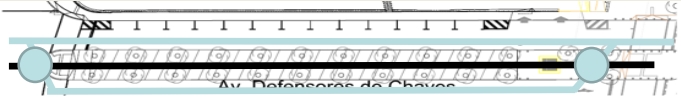
C



D

E





IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018


55


FUNDEC
Associação para a Formação e o Desenvolvimento
dos Engenheiros Civis e Arquitectos

CONCEÇÃO E EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES EM MEIO URBANO

6. Obra

SERVIÇOS AFETADOS SOB A AV. DEFENSORES DE CHAVES





IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

56

28

6. Obra

☐ SERVIOES AFETADOS SOB A AV. DEFENSORES DE CHAVES



The image shows a large black pipe being lifted by a blue excavator in an urban construction site. The pipe is being moved across a street, with a building under construction in the background. Workers in safety vests are visible on the ground.

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

57

6. Obra

☐ SERVIOES AFETADOS SOB A AV. DEFENSORES DE CHAVES



The image consists of two photographs showing the installation of a large black pipe into a trench. The left photo shows the pipe being lowered into the trench, while the right photo shows the pipe already in place, secured with white straps.

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

58

6. Obra

❑ SERVIÇOS AFETADOS SOB A AV. DEFENSORES DE CHAVES



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

59

FUNDEC
Associação para a Pesquisa e o Desenvolvimento em Engenharia Civil e Arquitetura

CONCEÇÃO E EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES EM MEIO URBANO

6. Obra

❑ FASE ATUAL DOS TRABALHOS: ESCAVAÇÃO PARA O PISO -2

Trabalhos a observar no decorrer da visita à obra



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

60

30

ÍNDICE

1. Introdução

2. Principais condicionamentos

3. Soluções adotadas

4. Projeto

5. Instrumentação e observação

6. Obra

7. Considerações finais

7. Considerações Finais	PRINCIPAIS QUANTIDADES DE TRABALHO	
	Área total de construção:	8.657,0 m²
	Volumetria do edifício:	2.687,1 m²
	Área de Implantação:	2.048,0 m²
	N.º de pisos acima da soleira:	1
	N.º de pisos abaixo da soleira:	4
	N.º de lugares de Estacionamento:	194
	Duração da Empreitada:	15 meses

7. Considerações Finais

❑ PRINCIPAIS MENSAGENS PARA OBRAS DE ESCAVAÇÕES EM MEIO URBANO

- ❖ Levantamento dos edifícios envolventes, incluindo patologias
- ❖ Levantamento de Infraestruturas
 - Cadastros
 - Sondagens
- ❖ Envolvimento e acompanhamento das concessionárias
- ❖ Licenciamentos (CML)
 - Licença de Construção -> Comunicação Início de Escavação
 - Licença de Ocupação da Via Pública (OVP)
 - Condicionamento de Trânsito / Desvio de Trânsito
 - Autorização intervenção no Sub-Solo
 - Apoio Agentes de Trânsito (PSP, PM)
- ❖ Monitorização da contenção e das estruturas envolventes

IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

63

7. Considerações finais

❑ PRINCIPAIS MENSAGENS PARA O PROJETO DE ESCAVAÇÕES EM MEIO URBANO

- ❖ Fase de projeto:
 - Importância da caracterização geológica e geotécnica
 - Importância das vistorias a estruturas vizinhas com levamento das eventuais patologias pré existentes
- ❖ Fase de obra:
 - Importância do plano de instrumentação e monitorização
 - Importância da adaptação das soluções em tempo útil



IST, 6 e 7 de Dezembro de 2018

64