OTIMIZAÇÃO DOS ATIVOS

Túneis NATM
O Controle Tecnológico do Concreto como Contribuição para a Segurança e a Longevidade da Vida dos Ativos.



sabesp

GOVERNO DE SÃO PAULO

Engº Alipio Teixeira dos Santos Neto
Sup. Gestão Patrimonial

Tecngº José Ferdinando Morroni
Sup. de Gestão de Projetos Especiais

Quem somos

	MORRONI	ALIPIO
FORMAÇÃO	Tecngº Produção Industrial | Univ. Mogi das Cruzes Pós - Gestão da Qualidade	Tecngº Edificações | FATEC Engenharia Civil | FESP Pós - Gestão da Inovação Tecnológica MBA Administração de Empresas
EXPERIÊNCIA	Controle Tecnológico de concreto Controle Tecnológico de solos Controle Tecnológico de Juntas Soldadas Topografia Geotecnia	Controle Tecnológico de concreto Controle Tecnológico de solos Recuperação Estrutural Inovação, P&D Tecnológico Gestão Patrimonial

Conteúdo

- Por quê controlar?
- Método NATM
- Controles - 2a Etapa do Projeto Tietê
- Métodos de Controle
- Conclusão

Controlar por quê?

sabesp

Importância do Controle

- **Recursos Financeiros**

  Escassos

  Financiados

Necessidade de realização no prazo definido



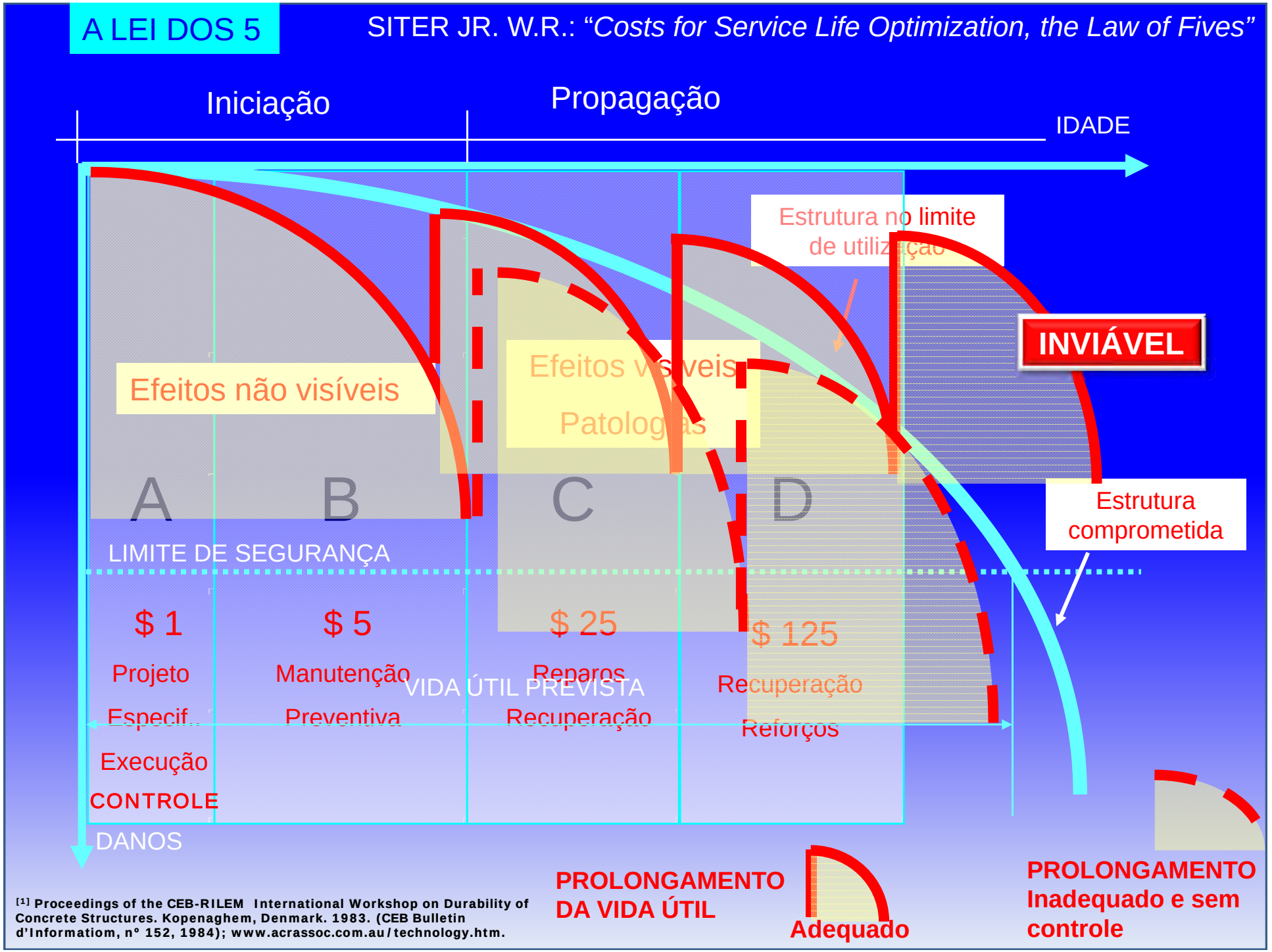
- **Órgãos Fiscalizadores - Auxílio**
- **Prolongamento da Longevidade dos Ativos**

OTIMIZAÇÃO DO USO DE UM ATIVO OPERACIONAL

MELHORA DO DESEMPENHO FINANCERIO DA EMPRESA

A LEI DOS 5

SITER JR. W.R.: "*Costs for Service Life Optimization, the Law of Fives*"



[1] Proceedings of the CEB-RILEM International Workshop on Durability of Concrete Structures. Kopenaghem, Denmark. 1983. (CEB Bulletin d'Informatiom, nº 152, 1984); www.acrassoc.com.au/technology.htm.

Método NATM

sabesp

O que é NATM?

New Austrian Tunnelling Method

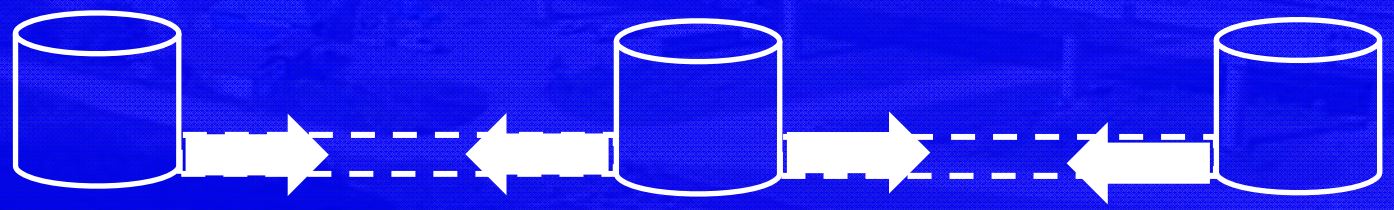
Método NÃO DESTRUTIVO de escavação e execução de túneis e outras obras subterrâneas

Avanços executivos da ordem de 1,00m por dia.

NATM – Execução por Poços de Serviços | PS

Escavações nas direções

Montante e Jusante
(2 sentidos)



Sentido de escavação

Metodologia Executiva do NATM

POÇO DE SERVIÇOS

- Escavação
- Estruturação
- Cota de Projeto


PS em execução


EEE POMAR
PS e Estrutura definitiva
Início da escavação


RIO PINHEIROS
LINHA FÉRREA
CPTM
Você faria esta obra sem controle?
EEE POMAR
PS e Estrutura definitiva

EEE POMAR

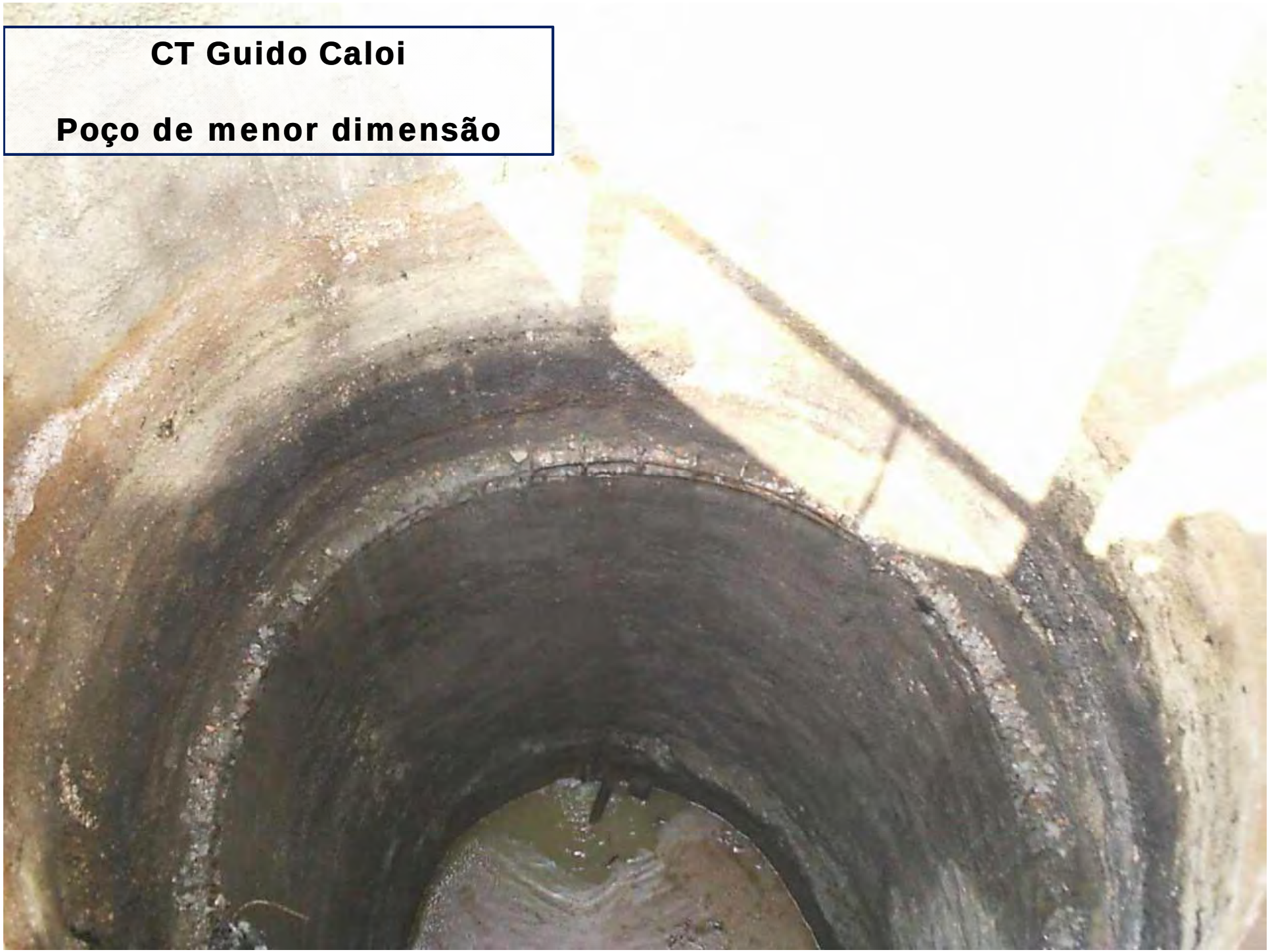
Armação da Laje de Fundo

Você faria esta concretagem sem controle?



CT Guido Caloi

Poço de menor dimensão



Metodologia Executiva do NATM

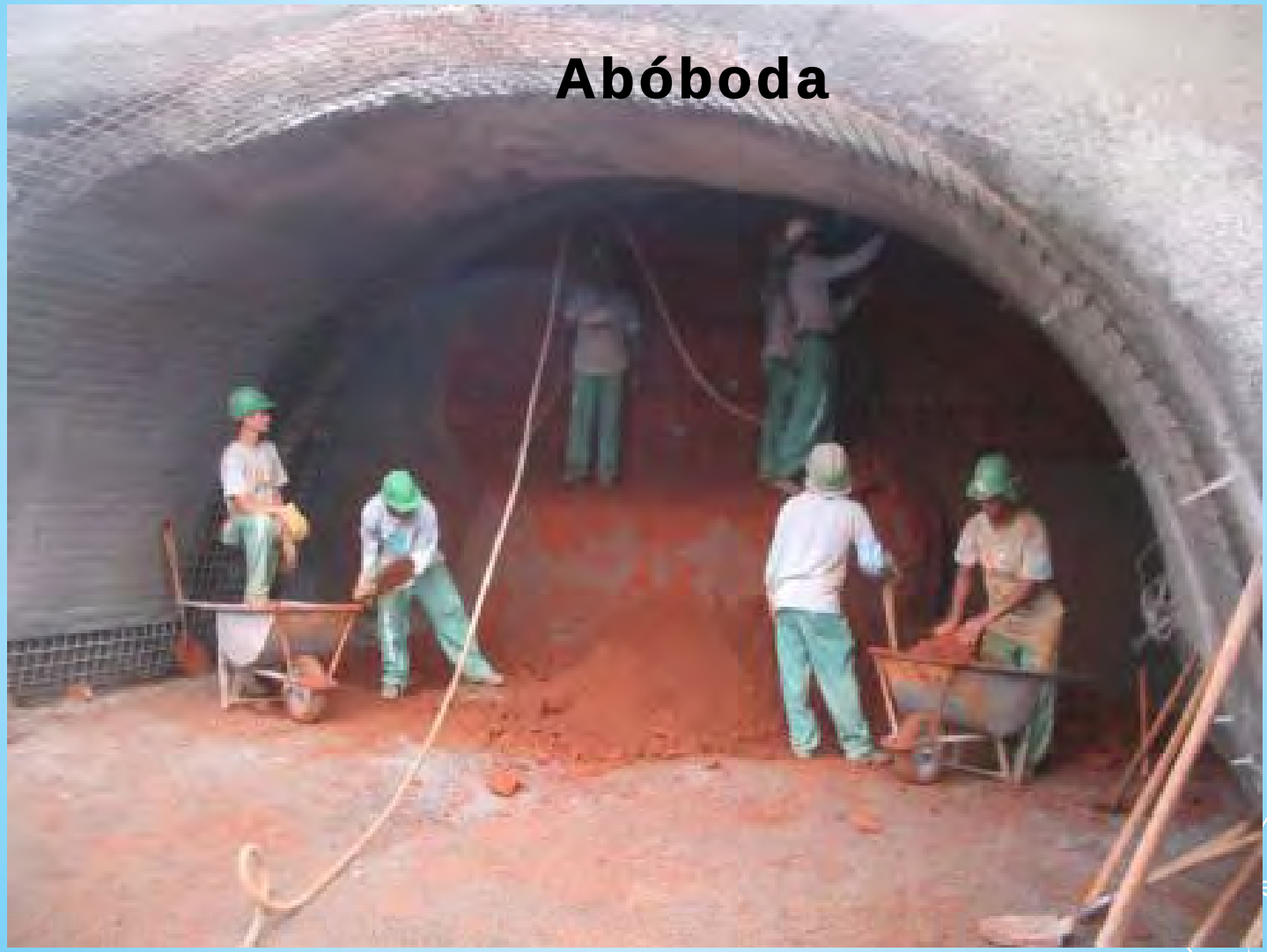
EMBOQUE DO TÚNEL

- Estruturação
- Alinhamento topográfico
- Escavação



Emboque de túnel

NATM – Seqüência executiva



NATM – Sequência executiva



Bancada

Frente de Escavação - Abóboda



Frente de Escavação - Abóboda



Frente de Escavação - Abóboda



Colocação de Armadura



Projeção de Concreto




INTERCEPTOR
IPi6 – MARGINAL DO RIO PINHEIROS
Segurança na frente de escavação

CONCRETO PROJETADO







ADITIVO











MANGOTEIRO

Ele é *“Ô CARA!!”*

Tudo passa na mão dele...

Fluxo de água

Ângulo de projeção

Técnica “artesanal”

IMPACTOS:

Resistência do concreto
Estabilidade do túnel
Durabilidade
Permeabilidade
Absorção

Controle adotado nas Obras do Projeto Tietê – 2ª Etapa

sabesp

Metodologia Executiva do NATM

EMBOQUE DO TÚNEL

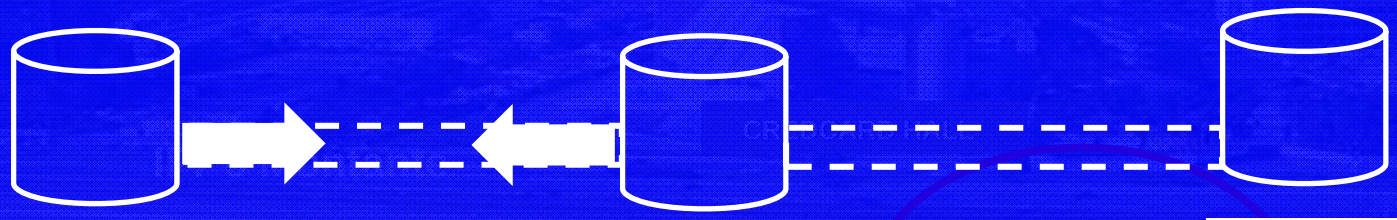
- Estruturação
- **Controle Topográfico**

  VERTICAL E HORIZONTAL
- Escavação



Emboque de túnel

NATM - Importância do Controle Topográfico



TOPOGRAFIA

1° Controle

< Fundamental >



Vertical e Horizontal

NATM – Evolução com segurança

FURO PILOTO

Prospecção

para

segurança

dos avanços

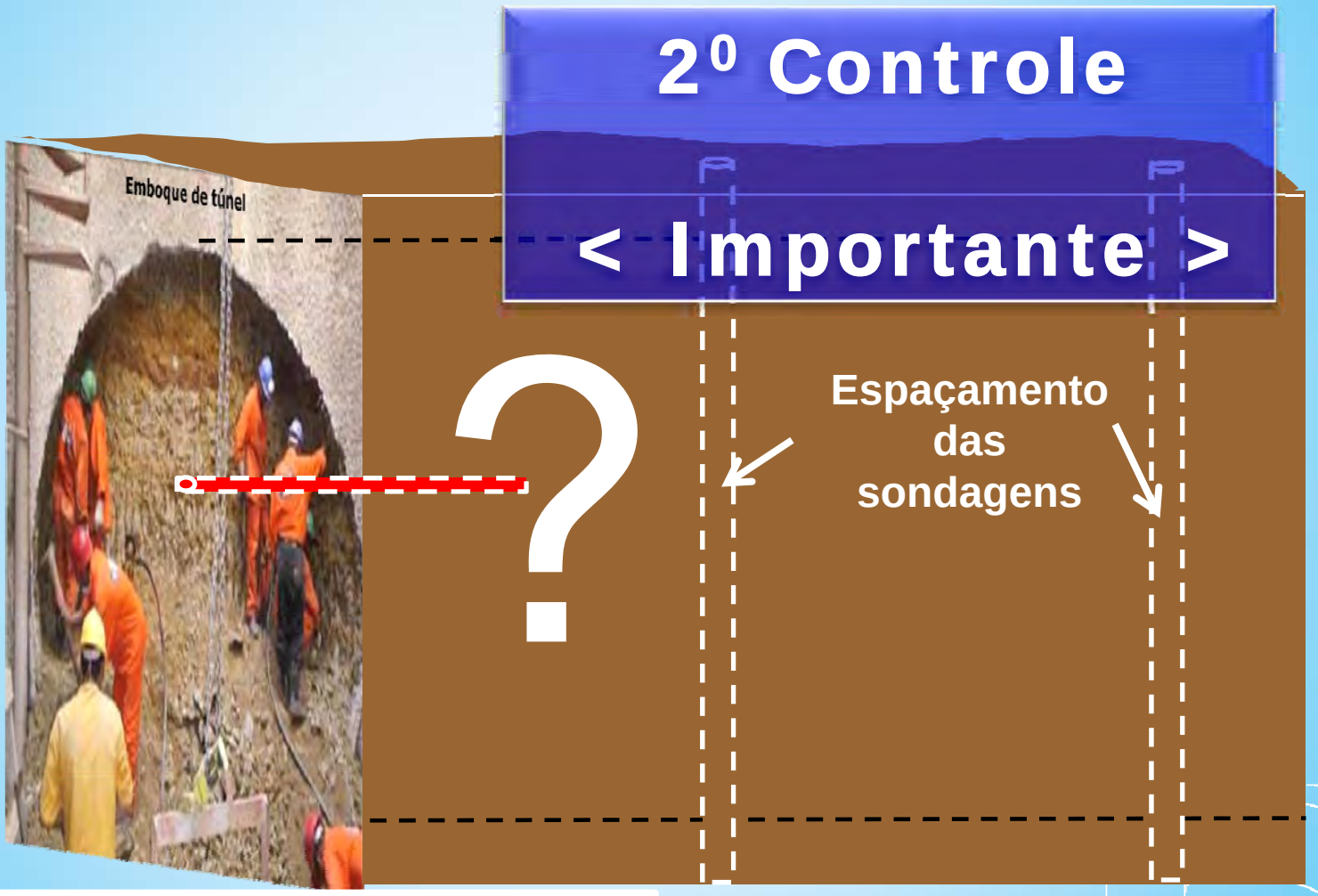


Emboque de túnel

Recomenda-se a adoção deste controle desde o emboque

NÃO CONFIAR NA SORTE!!!

Importância do Furo piloto



FURO PILOTO – Prospecção para segurança dos avanços

CONCRETO PROJETADO







ADITIVO



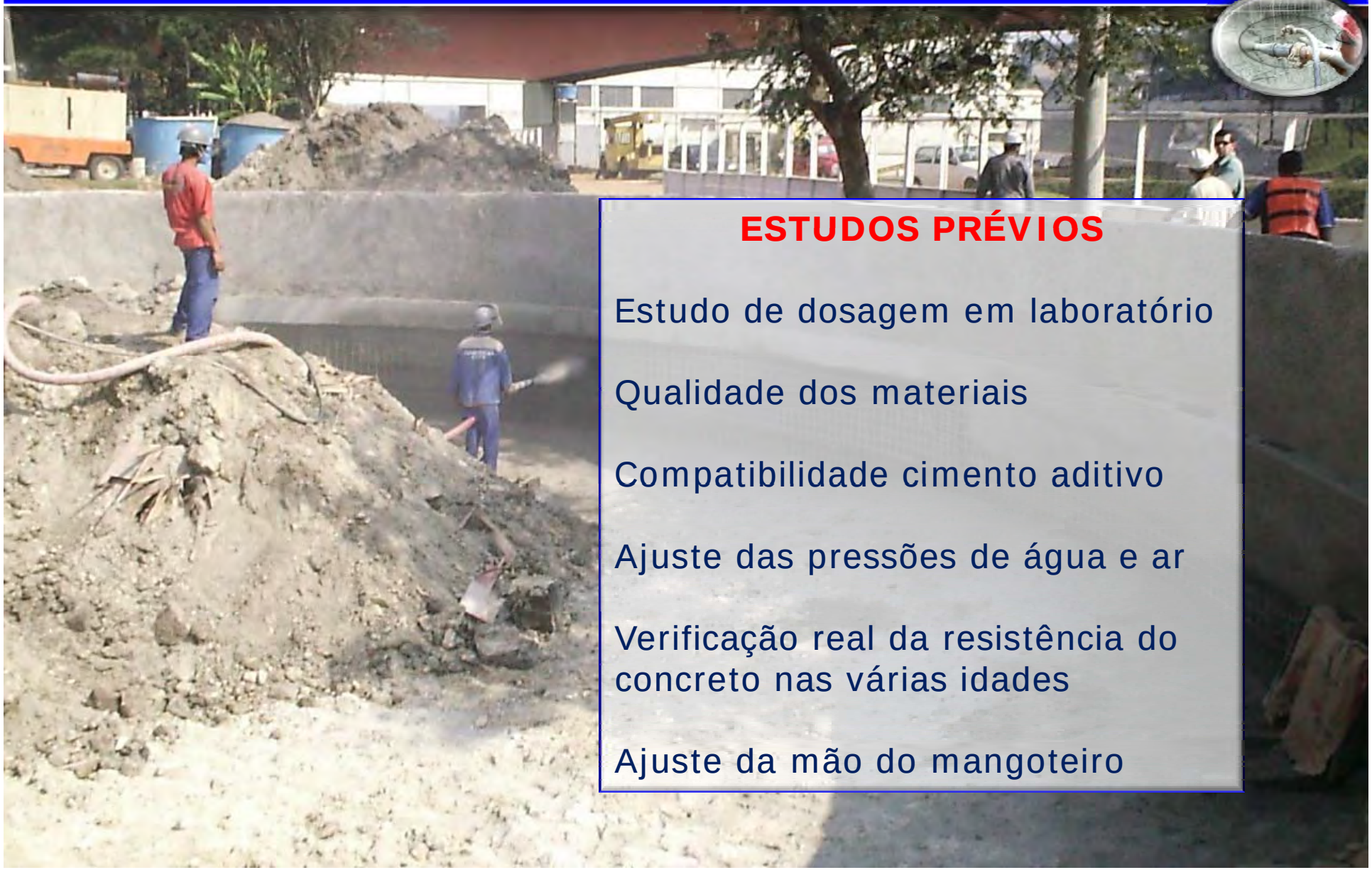








3º - Controle do Concreto e Aço
< Fundamental - Imprescindível >



ESTUDOS PRÉVIOS

Estudo de dosagem em laboratório

Qualidade dos materiais

Compatibilidade cimento aditivo

Ajuste das pressões de água e ar

Verificação real da resistência do concreto nas várias idades

Ajuste da mão do mangoteiro

3º - Controle do Concreto
< Fundamental - Imprescindível >



Na execução do túnel...



Ensaios em Corpos de Prova do concreto

As placas DEVEM ser moldadas na frente de escavação, reproduzindo as mesmas condições de aplicação do concreto



Extração de CP em laboratório





Verificação por amostragem

Ensaios nos CPs de concreto



Absorção sob pressão

Capilaridade





Resistência a
Compressão Axial

Resultado de CPs



IDADES

- Controle
- Cálculo do FCk

LABORATÓRIO DE ENSAIO CREDENCIADO PELA CGCRE/INMETRO DE ACORDO COM A NBR ISO/IEC 17025 SOB O Nº CRL 037

AVISO DE ENSAIO Nº:
RELAT. DE ENSAIO Nº: 01
CENTRO DE CUSTO Nº: 2.3.8.802.0004
PEDIDO DE ENSAIO Nº: 73.922
FOLHA Nº: 01/01

A : Sabesp - Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
A/C : TGQ
Ref. : Interceptor Tietê 3 - ITi 3
Amostra : Placa de concreto projetado. Coletada e entregue em nosso laboratório em 05/07/04.

CONCRETO PROJETADO - DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL EM CORPOS DE PROVA EXTRAÍDOS DE PLACA (ABNT - MB-695 / NBR-7680)

- IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

ITEM	DESCRIÇÃO	ITEM	DESCRIÇÃO
DATA DA MOLDAGEM	01/07/04	HORA DA MOLDAGEM	11:30
FORNECEDOR	Construcap	NOTA FISCAL	Produzido na obra
VIA	Semi úmida	RELAÇÃO a/c	0,44
UMIDADE DE ENTRADA (%)	4,1	UMIDADE DE SAÍDA (%)	9,3
PRESSÃO DE SERVIÇO – ÁGUA (kgf/cm²)	-	T (ºC)	23
AR (kgf/cm²)	4,1	UR (%)	87
ABATIMENTO (mm)	-	TRAÇO	1:1,953:1,860:0,45
CONSUMO (Kg/m³)	448/	CIMENTO	Nassau CPIII 40 RS
Ø DO BICO DO MANGOTE (")	1 ½	MANGOTEIRO	Paulo Barbosa de Souza
fck (MPa)	25,0	ADITIVO	Low em pó 3,0%
LOCAL DE APLICAÇÃO	PV 2 ao PV 1, avanço 25,0 ml.		

- RESULTADOS OBTIDOS

CP Nº	IDADE EM DIAS	DATA DE RUP.	HORA DA RUP.	DIMENSÕES cm			CARGA DE RUPTURA		TIPO DE RUP.	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO		
				COMPR. ORIGINAL	COMPR. ENSAIADO	DIÂMETRO	kgf	N *		OBTIDAS (MPa)	CORRIGIDA (MPa)	MÉDIA (MPa)
01				13,7	10,7	7,60	17376	170400	d	37,6	34,2	
02	04	05/07/04	17:00	12,7	10,3	7,60	17222	168891	d	37,2	33,9	33,6
03				13,9	11,1	7,62	16587	162665	d	35,7	32,8	
04				13,3	11,0	7,58	18100	177498	d	39,3	36,2	
05	28	29/07/04	11:43	13,6	11,4	7,57	17406	170694	d	37,9	35,3	37,5
06				13,4	9,7	7,57	21224	208135	d	46,2	41,2	
07												
08												
09												

Tipo de Ruptura:
a) Cônica
b) Cônica e Bipartida
c) Cônica e Cisalhada
d) Cisalhamento
e) Colunar

Data de extração: / /
Tipo de estrutura:
CP's extraídos da placa

*** Utilizar 1 kgf = 9,80665 N**
Obs:

São Paulo, 30 de julho de 2004.

Engº Antonio Carlos Pitta
Chefe do Laboratório

Resultado de CPs

RELAT. DE ENSAIO	Nº:	01
CENTRO DE CUSTO	Nº:	2.3.8.802.0004
PEDIDO DE ENSAIO	Nº:	73.922
FOLHA	Nº:	01/01

A : Sabesp - Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
A/C : TGQ
Ref. : Interceptor Tietê 3 - ITi 3
Amostra : Placa de concreto projetado. Coletada e entregue em nosso laboratório em 05/07/04.

DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO, ÍNDICE DE VAZIOS E MASSA ESPECÍFICA (NBR-9778/87 DA ABNT)

- CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

ITEM	DESCRIÇÃO	ITEM	DESCRIÇÃO
CORPO DE PROVA TIPO	Extraído (projetado)	DIMENSÕES ∅ (cm)	15,0
IDADE (dias)	28	h (cm)	12,0
DATA DA CONCRETAGEM	01/07/04	PERÍODO (DIAS)	27
UMIDADE DE ENTRADA (%)	4,1	VIA	Semi úmida
MÉTODO DE CURA	Imerso	DATA DO ENSAIO	29/07/04
PRESSÃO (Kg/m²)	4100	UMIDADE DE SAÍDA (%)	9,3
ABATIMENTO (mm)	-	TEMPERATURA (ºC)	23
CONSUMO (Kg/m³)	448	UR (%)	87
Ø DO BICO DO MANGOTE (")	1 ½	TRAÇO	1:1,953:1,860:0,45
ADITIVO	-	AVANÇO (m)	250
LOCAL DE APLICAÇÃO	PV 2 ao PV 1		

- RESULTADOS OBTIDOS

PARÂMETRO		CP1	CP2	CP3	MÉDIA
ABSORÇÃO APÓS À TEMP.DE (23±2)ºC	(%)	3,6	3,7	-	3,7
ABSORÇÃO APÓS IMERSÃO E FERVURA	(%)	3,7	4,1	-	3,9
ÍNDICE DE VAZIOS APÓS SATUR.EM ÁGUA A (23±2)ºC	(%)	8,0	8,2	-	8,1
ÍNDICE DE VAZIOS APÓS SATURAÇÃO E FERVURA	(%)	8,1	9,0	-	8,6
MASSA ESPECÍFICA DA AMOSTRA SECA	(g/cm³)	2,210	2,196	-	2,203
MASSA ESP. DA AMOSTRA APÓS SATURAÇÃO	(g/cm³)	2,290	2,278	-	2,284
MASSA ESP.DA AMOSTRA APÓS SATUR.E FERVURA	(g/cm³)	2,292	2,286	-	2,289
MASSA ESPECÍFICA REAL	(g/cm³)	2,402	2,392	-	2,397

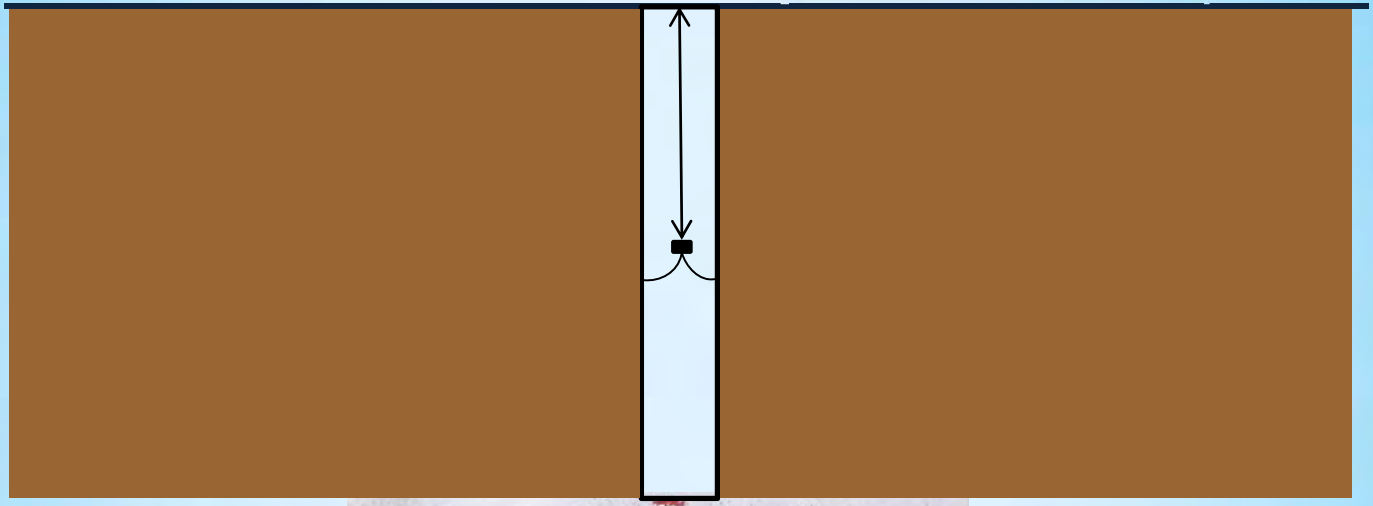
OBS:

São Paulo, 13 de agosto de 2004.

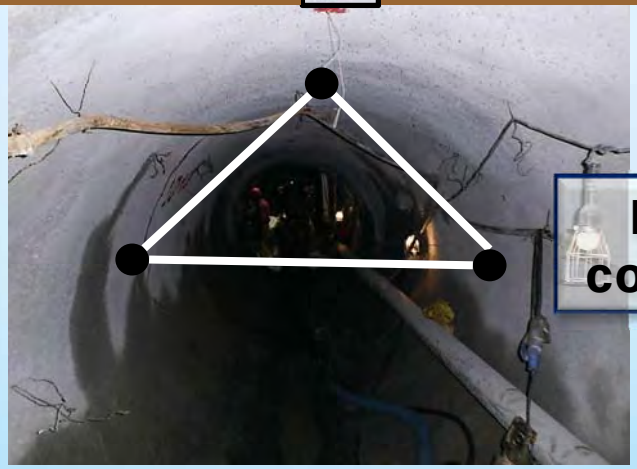
Engº Antonio Carlos Pitta
Chefe do Laboratório

Instrumentação

Recalque da superfície



Medidas diárias



Medida de convergência

Métodos de Controle

sabesp

Métodos de controle

- Convencional
- Plano de Gestão da Qualidade

Convencional

Contratado e executado pela Contratante

Focado no controle tecnológico

100% de controle pelo contratante

Plano de Gestão da Qualidade

Uma tendência...

Abrangente

Contratado pela Empreiteira

Auditado pela Contratante – Por amostragem

Concluíndo ...

sabesp

Pontos a considerar ...

- **Recursos Financiados > Necessidade de realização no prazo definido**

  Não "queimar" etapas >> Não dispensar o controle

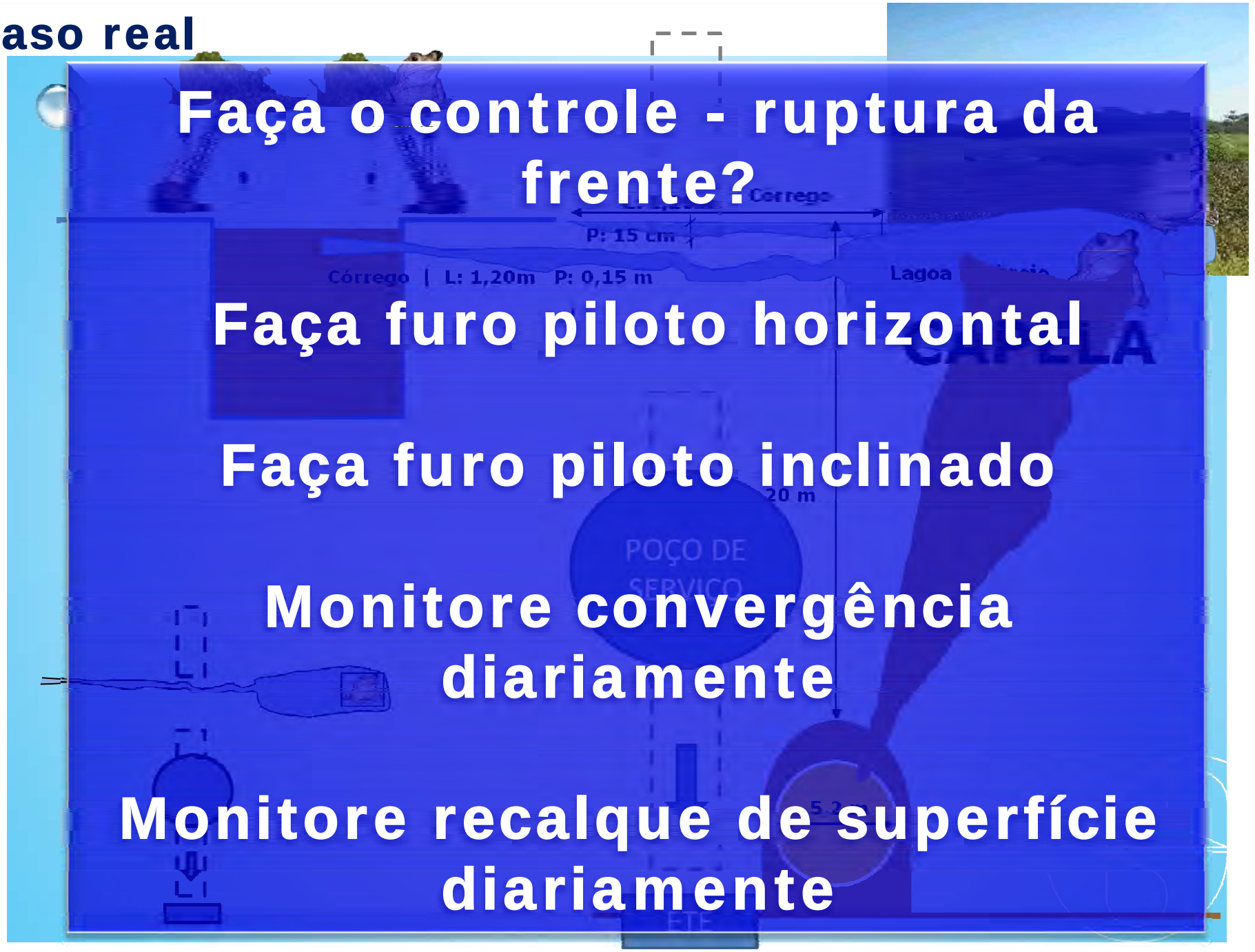
  Planejar

- **Considerar nas especificações as questões referentes a Durabilidade e Longevidade**

- **Não confiar na sorte**

  Controle – seja prudente

Caso real



Faça o controle - ruptura da frente?

Faça furo piloto horizontal

Faça furo piloto inclinado

Monitore convergência diariamente

Monitore recalque de superfície diariamente


A LEI DOS 5
Iniciação
Propagação
IDADE
Com controle adequado
É POSSÍVEL
DANOS

OBRIGADO

Morroni
jmorroni@sabesp.com.br

Alipio
asantosn@sabesp.com.br

