


<http://concreto.pcc.usp.br>



Fundações em Concreto: *Projeto, Execução e Patologia*

Paulo Helene
Eng. Dr., Prof. Titular da Universidade de São Paulo. Presidente do Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON. Coordenador Internacional da Rede Rehabilitar CYTED.

Mauricio Grochoski
Eng. Doutorando do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Claudio Sbrighi Neto
Geólogo, Prof. Dr. FAAP Engenharia. Vice-Presidente do Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON.

1

Fundações em Concreto: *Projeto, Execução e Patologia*

- Concreto: resistente, durável e capaz de ser moldado nas mais diversas formas;
- Dos vários tipos de fundações existentes, a grande maioria é executada em concreto;
- A forte interação entre tecnologia de concreto e engenharia de fundações normalmente não é explorada da maneira devida;
- Desconhecimentos sobre tecnologia de concreto e sobre introdução da segurança no projeto de fundações.

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

2

Fundações em Concreto: <i>Projeto, Execução e Patologia</i>					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Publicação da ABEF sobre especificações e produtos; ▪ Publicação da ABMS sobre “Fundações: Teoria e Prática”; ▪ Norma brasileira de projeto e execução de fundações (NBR 6122); ▪ Projeto de calibragem, revisão e modernização da norma brasileira de projeto e execução de fundações; ▪ Consultorias, inspeções e diagnósticos realizados. 					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

3

Fundações em Concreto: <i>Projeto, Execução e Patologia</i>					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Patologia, aplicada às fundações, significa estudo dos problemas desses elementos estruturais, neste caso, decorrentes da dosagem, produção e lançamento do concreto; ▪ Estruturas enterradas que acarretam: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pouco interesse do usuário que não tem acesso; ▪ Inspeção é difícil e requer equipe multidisciplinar; ▪ Correção de falhas é onerosa e complexa; 					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

4

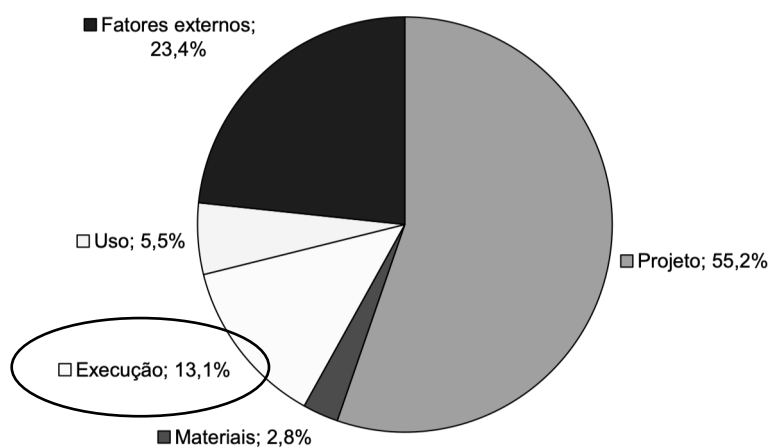
Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
<p>▪ Classificação das patologias segundo sua origem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ problemas devido às falhas no projeto; ✓ problemas devido às falhas na execução; ✓ problemas devido à má qualidade dos materiais utilizados na etapa de execução; ✓ problemas devidos a fatores externos (etapa de uso); ✓ problemas devido à mudança de uso da edificação. 					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

5

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
Exemplos de patologias referentes à tecnologia de concreto encontrada na literatura					
origem	consequências				
<i>Etapa de execução</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Má concretagem ou adensamento do concreto; • Má dosagem do concreto resultando em um material inadequado; • Falta de espaçadores – cobrimento inadequado; • Falta de rigidez das armaduras; • Excesso de armaduras e baixa trabalhabilidade do concreto – redução da seção do fuste; • Falta de cuidado na concretagem; • Uso de fôrmas inadequadas; 				
<i>Materiais</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de cimentos inadequados; • Uso de areia contaminada; • Uso de agregados reativos – reação álcali-agregado; • Uso de água contaminada (água do mar, água salobra). 				
<i>Fatores externos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ataques por agentes agressivos – sulfatos e/ou cloretos. 				
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

6

Incidência das patologias de fundações no Rio Grande do Sul quanto à sua origem (SILVA&BRESSANI, 1994^a).

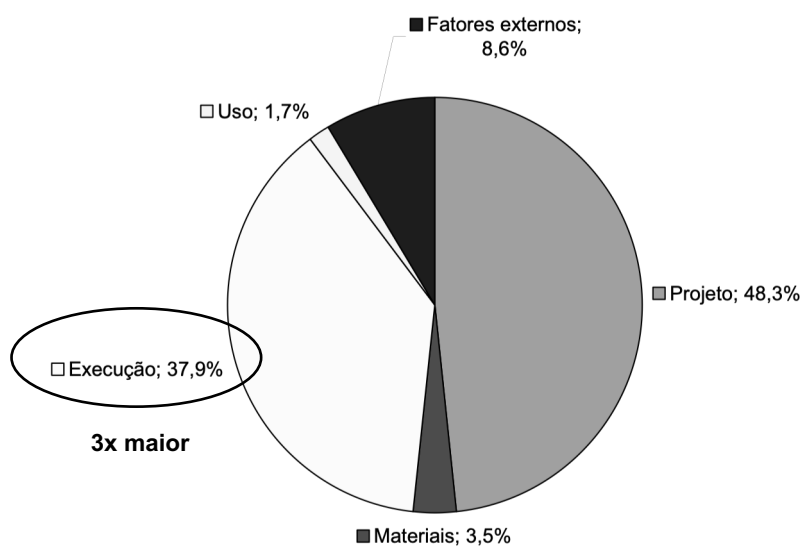


Estudo relata:

54% das obras de fundações têm problemas → algumas apresentam danos graves e até desmoronamento e colapso.

7

Incidência de patologias em fundações profundas no Rio Grande do Sul (SILVA&BRESSANI, 1994^a).



8

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
NBR 6122					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especificações genéricas e bem abrangentes; ▪ Faz referência à NBR 6118; ▪ Falta + detalhamento com relação ao concreto: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Características reológicas – execução: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exsudação ▪ Segregação ▪ Consistência ✓ Durabilidade: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Classes de agressividade do solo ▪ Cobrimentos mínimos 					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

9

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
Manual ABEF					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organização: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Procedimento; ✓ Capacidade de carga; ✓ Dimensões ✓ Materiais ✓ Proposta de traço 					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

10

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
Estaca tipo STRAUSS					
Material	Especificação	Norma referente (NBR)			
Cimento	CPI classe 32	5732			
Aço	CA50	7480 e 6152			
Areia	Média, lavada	7211			
Pedra	n. 2 ^[1]				
Concreto	C15 $C_{\min} = 300\text{kg/m}^3$ Abatimento 6 ou 8 cm ^[1]	5739 e 5739 8953 NM 67			

[1] Para estacas armadas pode ser usada pedra nº1 e abatimento 12 cm

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

11

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
Estaca tipo STRAUSS					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traço proposto: <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 saco de 50kg de CP I 32; ✓ 80 litros de areia média lavada; (124kg ou 110kg) ✓ 120 litros de pedra 2; (195kg) ✓ 25 litros de água (a/c = 0,50) ▪ Análise do traço: <ul style="list-style-type: none"> ✓ $C = 295\text{kg/m}^3$ (300kg/m^3) (1 : 2,4 : 3,9 a/c = 0,5) (1 : 6,3) ✓ a/c = 0,5 ✓ $f_{ck} = 35\text{MPa}$ (C15) ✓ slump = 2cm (8cm) 					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

12

Fundações em Concreto: <i>Projeto, Execução e Patologia</i>					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Principais problemas do concreto em fundações (Niyama): <ul style="list-style-type: none"> ✓ Segregação ✓ Borbulhamento de água com exsudação na estaca ✓ Exsudação no corpo de prova ✓ Concreto do topo da estaca: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poroso e de baixíssima resistência 					
Introdução	Patologia	Fundações	Recomendações	Estudo de Casos	Considerações Finais

13

Fundações em Concreto: <i>Projeto, Execução e Patologia</i>					
<p>Concreto lançado sob água</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de tremonha idealizado em 1898; ▪ Deve ser lançado de forma contínua e rápida; ▪ Já foi lançado por gravidade até 260m de profundidade; ▪ Nos últimos 100 anos não houve evolução significativa do método, e sim do concreto empregado; 					
Introdução	Patologia	Fundações	Recomendações	Estudo de Casos	Considerações Finais

14

Fundações em Concreto: <i>Projeto, Execução e Patologia</i>					
Concreto lançado sob água					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recomendações gerais sobre o concreto: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Agregado graúdo: qualquer que atenda a NBR7211, normalmente brita 1; ✓ Agregado miúdo: qualquer que atenda a NBR 7211, preferencialmente os finos ($D_{\text{máx}} \leq 0,6\text{mm}$); ✓ Cimento: qualquer tipo normalizado, preferencialmente CP III e CP IV; ✓ Aditivos: podem ser usados desde que atendam às normas; 					
Introdução	Patologia	Fundações	Recomendações	Estudo de Casos	Considerações Finais

15

Fundações em Concreto: <i>Projeto, Execução e Patologia</i>					
Concreto lançado sob água					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recomendações gerais sobre o concreto: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Adições: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Escória básica granulada de alto-forno; ▪ Pozolanas; ▪ Metacaulim*; ▪ Silica ativa*; ▪ Filler calcário <p>*Melhora a coesão, a resistência mecânica e a durabilidade</p>					
Introdução	Patologia	Fundações	Recomendações	Estudo de Casos	Considerações Finais

16

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Concreto lançado sob água

- Recomendações gerais sobre a **execução**:
 - ✓ Buscar fluxo contínuo de alimentação de concreto;
 - ✓ Se houver interrupção:
 - Manter ponta do tubo imersa 1,5 m no concreto;
 - Retomar concretagem antes da pega;
 - ✓ Concretar um pescoço extra de no mínimo 30 cm, sendo recomendável 50 cm

Introdução	Patologia	Fundações	Recomendações	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	---------------	-----------------	----------------------

17

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Concreto lançado sob água

- Especificação modelo:
 - ✓ $f_{ck} = 35$ MPa (classe C35 NBR 8953);
 - ✓ $D_{m\acute{a}x} = 19$ mm (brita 1);
 - ✓ Slump ≥ 20 cm;
 - ✓ Concreto bombeável, bem argamassado, muito coeso e pouca exsudação

Introdução	Patologia	Fundações	Recomendações	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	---------------	-----------------	----------------------

18

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Concreto lançado sob água

- Outras orientações:
 - ✓ Teor de finos $\geq 400 \text{ kg/m}^3$;
 - ✓ Exsudação $\leq 0,1\%$ (NM 102);
 - ✓ Teor de argamassa seca $\alpha \geq 52 \%$;
 - ✓ Consumo de água $\leq 220 \text{ kg/m}^3$

Introdução	Patologia	Fundações	Recomendações	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	---------------	-----------------	----------------------

19

Estudo de Casos

20

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1

Estacas Barrete

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	--------------------------	-----------------	-------------------------

21

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Problema:
 - ✓ Apenas 1 das estacas concretadas de uma obra apresentou:
 - Retração tipo recalque de 70 cm
 - Resistência baixa observada por "sentimento"

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	--------------------------	-----------------	-------------------------

22

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Concreto especificado:
 - ✓ $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$;
 - ✓ $C = 400 \text{ kg/m}^3$;
 - ✓ slump = $(22 \pm 2) \text{ cm}$;
 - ✓ Brita 1;
 - ✓ Não bombeável;
 - ✓ Auto adensável.

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

23

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Investigação inicial:
 - ✓ Extração de testemunhos:
 - ✓ $f_{c54} = 4,6 \text{ MPa}$;
 - ✓ $f_{c55} = 3,9 \text{ MPa}$;
 - ✓ $f_{c63} = 7,2 \text{ MPa}$;

} $\ll f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

- ✓ Nova extração de testemunhos:
 - ✓ Várias profundidades:
 - 0,7m; 0,85m; 1,3m; 1,65m; 2,0m; 2,15m; 2,8m
 - ✓ **A partir de 2 m $\rightarrow f_c > 25 \text{ MPa}$**

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

24

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Outros problemas verificados:
 - ✓ Atraso de 4h na concretagem;
 - ✓ Discrepância entre o concretado e o previsto na planilha de controle (50 cm);

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

25

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Com base no resultado → 3 hipóteses:
 - ✓ Erro na dosagem;
 - ✓ Contaminação no lançamento;
 - ✓ Adensamento inadequado.

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

26

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Análise visual (concreto deficiente):
 - ✓ Cor escura → bege avermelhado;
 - ✓ Frágil → ruptura dos cantos da amostra com as mãos;
- ✓ Difractometria de Raios-X (concreto deficiente):
 - ✓ Componentes normais em frequência relativa habitual;
 - ✓ Presença significativa de esmectitas
 - ✓ Presença secundária de caulinitas, mica, hematita e anfibólios

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

27

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Parecer conclusivo:
 - ✓ Se o concreto fôsse deficiente na entrega:
 - ✓ Presença elevada de esmectitas no concreto fresco:
 - Diferença de cor, coesão e trabalhabilidade facilmente detectáveis pelos operários;
 - ✓ Relação a/c = 1,0 e C = 210 kg/m³:
 - Retração total de 70 cm!!!!

Probabilidade quase nula!!!

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

28

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Parecer conclusivo:
 - ✓ O concreto entregue na obra atende às especificações:
 - Nos CPs $f_{ck} = 20\text{MPa}$;
 - Não há vestígios convincentes de contaminação no concreto "adequado";
 - Os resultados dos ensaios apresentam características compatíveis com o concreto especificado

Alta probabilidade de ser verdadeira a afirmação!!!

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

29

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 1: Estaca Barrete

- Parecer conclusivo:
 - ✓ Contaminação por lama bentonítica na execução:
 - Erro no posicionamento do tubo tremie;
 - Altos teores de bentonita no concreto:
 - Grande prejuízo às propriedades mecânicas
 - Retração elevada

Alta probabilidade!!!

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

30

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 2

Calor de Hidratação em Blocos de Fundação

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

31

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 2: Calor de Hidratação em Blocos de Fundação

- Bloco de fundação:
 - ✓ 26 m x 26 m x 3,5m (largura;comprimento;altura);
 - ✓ $f_{ck} = 35$ MPa;
 - ✓ Volume de concreto: 2.366 m³;
- Características climáticas:
 - ✓ Temperatura ambiente média = 23 °C

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

32

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia						
Caso 2: Calor de Hidratação em Blocos de Fundação						
Material	Consumo (kg/m ³)	Calor específico (kcal/kg°C)	m x c (kcal/kg°C)	T (°C)	Q (kcal/m ³) Positivo	Q (kcal/m ³) Negativo
Cimento	310	0,200	62,0	60	3720	
Areia de quartzo	610	0,190	115,9	23	2666	
Areia artificial de calcário	152	0,220	33,4	23	769	
Umidade da areia	40,0	1,000	40,0	23	920	
Brita 1- granítica	1076	0,181	194,8	23	4479	
Água	0	1,000	0,0	19	0	
Gelo (sensível)	115	0,500	57,5	-5		288
Gelo (latente)	115	1,000	115,0			9200
Betoneira	1000	0,27	270	25	6750	
			888,6	Soma	19304	9488
					9817	
Temperatura de lançamento de 15 a 17°C						
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais	

33

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
Caso 2: Calor de Hidratação em Blocos de Fundação					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Para não fissuração: <ul style="list-style-type: none"> ✓ $\text{tensão}_{\text{atuante}} < \text{tensão}_{\text{resistente}}$ ▪ Para o cálculo, foi considerado: 					
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 2,90 \text{ MPa}$					
$E_c = 5600 \sqrt{f_{ck}} = 29 \text{ GPa}$					
$E_a = 0,67 \times E_c = 19 \text{ GPa (efeito da fluência)}$					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

34

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 2: Calor de Hidratação em Blocos de Fundação

- Restrições:
 - ✓ Junto à base:
 - 16 estacas na base da bloco → rígida
 - ✓ Ao longo do bloco:
 - Máxima na base; mínima no topo.

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	--------------------------	-----------------	-------------------------

35

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 2: Calor de Hidratação em Blocos de Fundação

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	--------------------------	-----------------	-------------------------

36

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 2: Calor de Hidratação em Blocos de Fundação

Lançado em uma única camada, observando a temperatura máxima de lançamento que deve ser de 17 °C.

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

37

**ED. e-TOWER
SÃO PAULO**

Caso 3

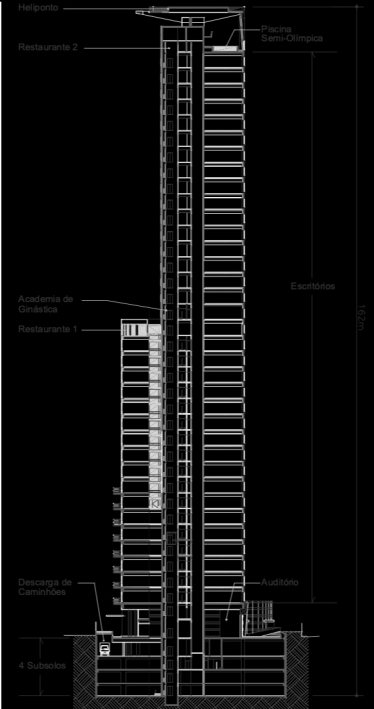
Adensamento
do Concreto
em Blocos de
Fundação



38

e-TOWER SÃO PAULO

- . 162 m de altura.
- . 52.000 m² de área construída
- . 42 pavimentos (04 subsolos)
- . 800 vagas de garagem
- . 03 restaurantes
- . Academia de ginástica (19º andar)
- . Piscina semi-olímpica (37º andar)

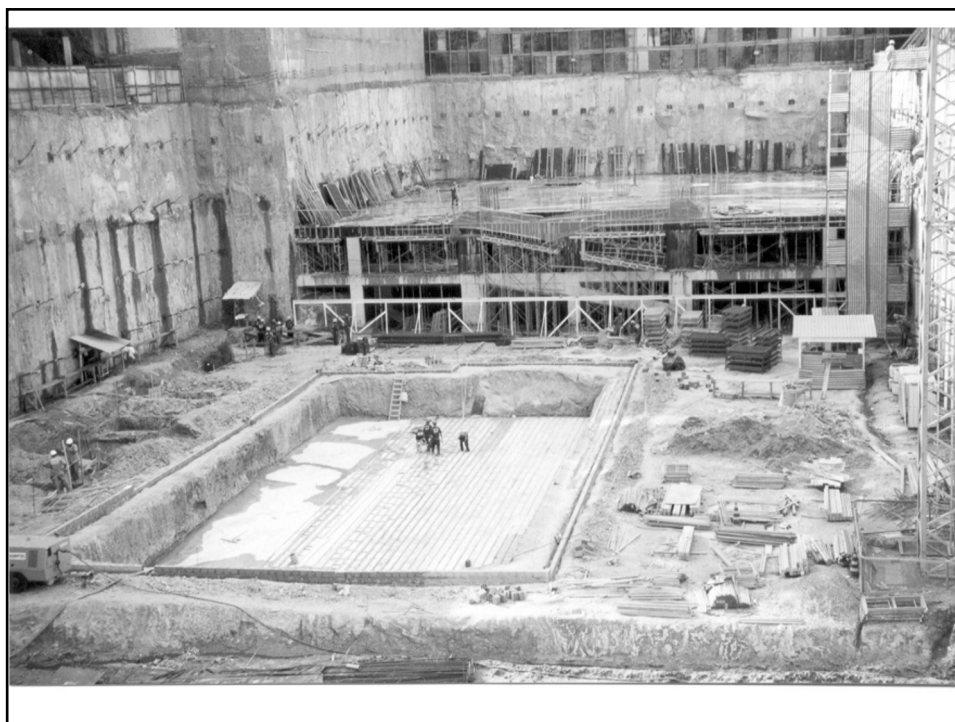


39



Características da sapata:
14,60m x 26,90 m

40



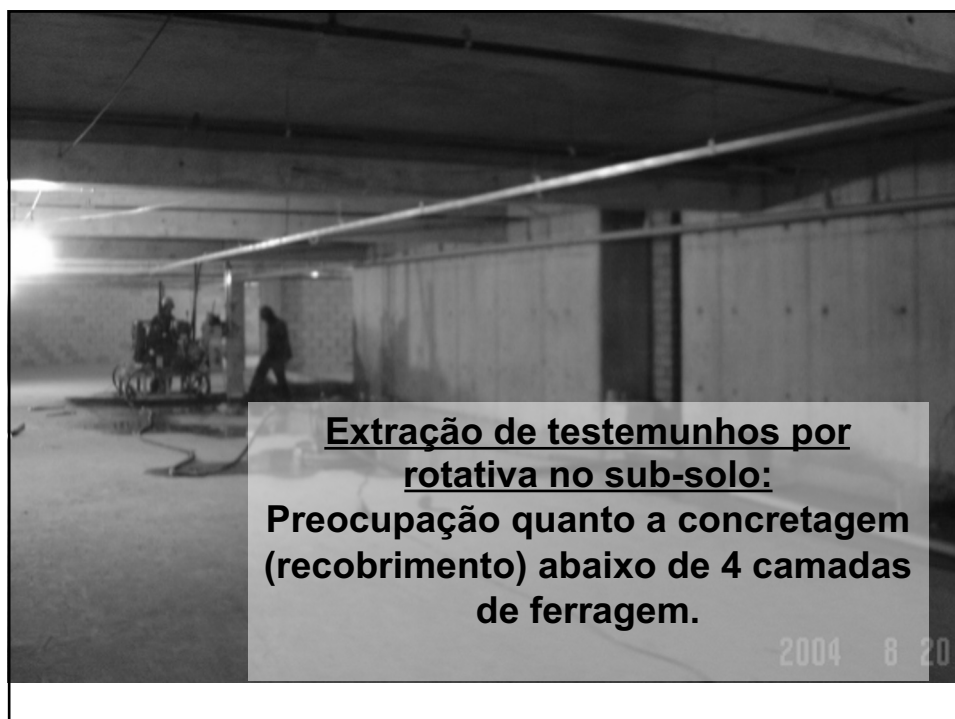
41



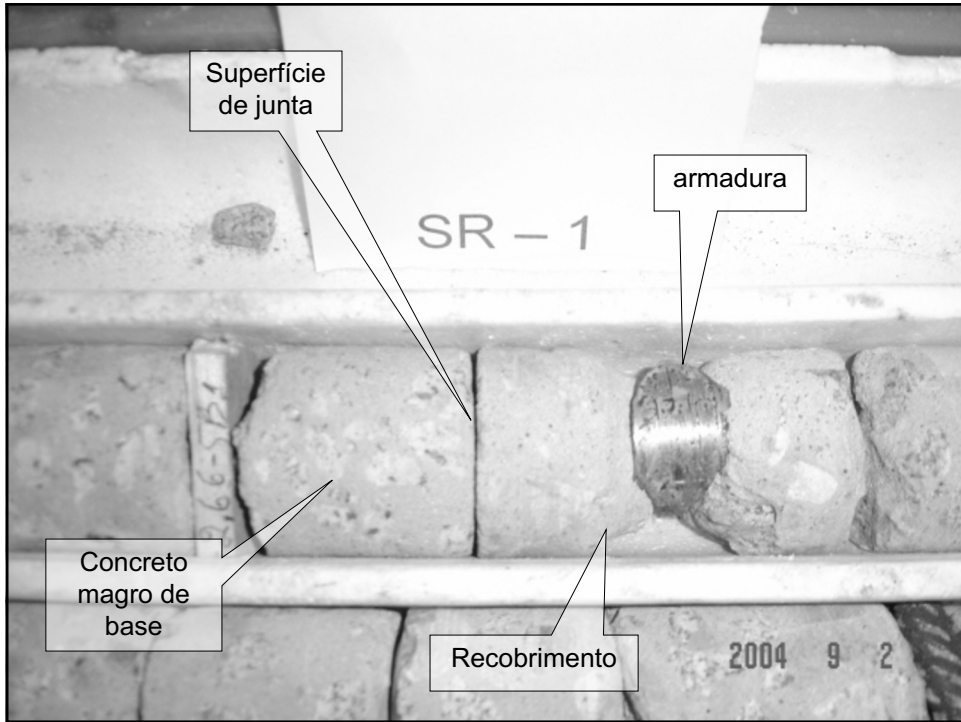
42



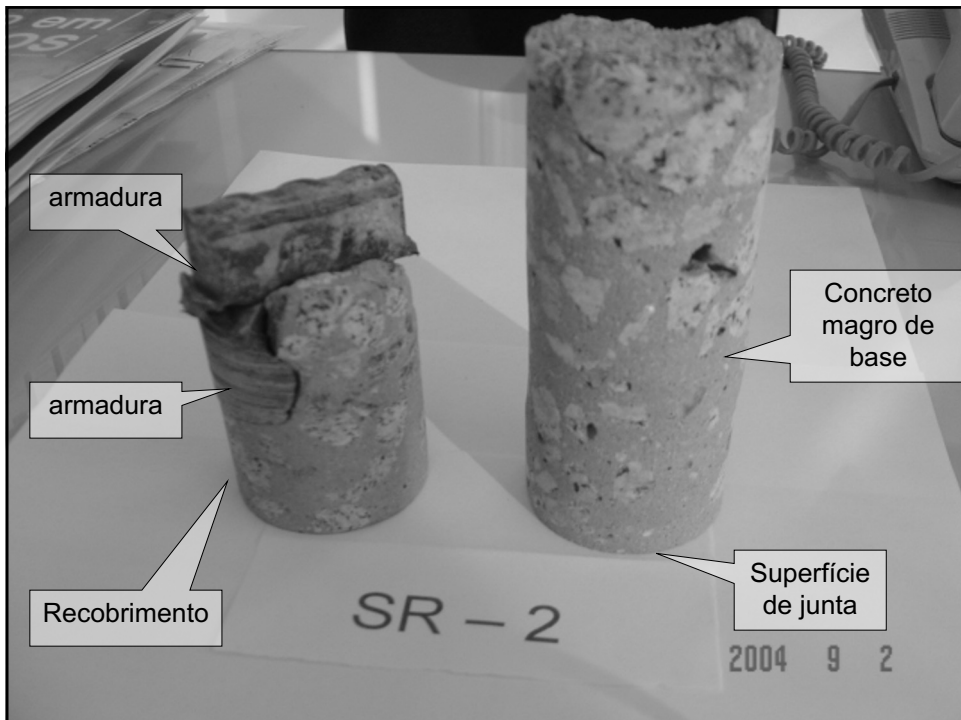
43



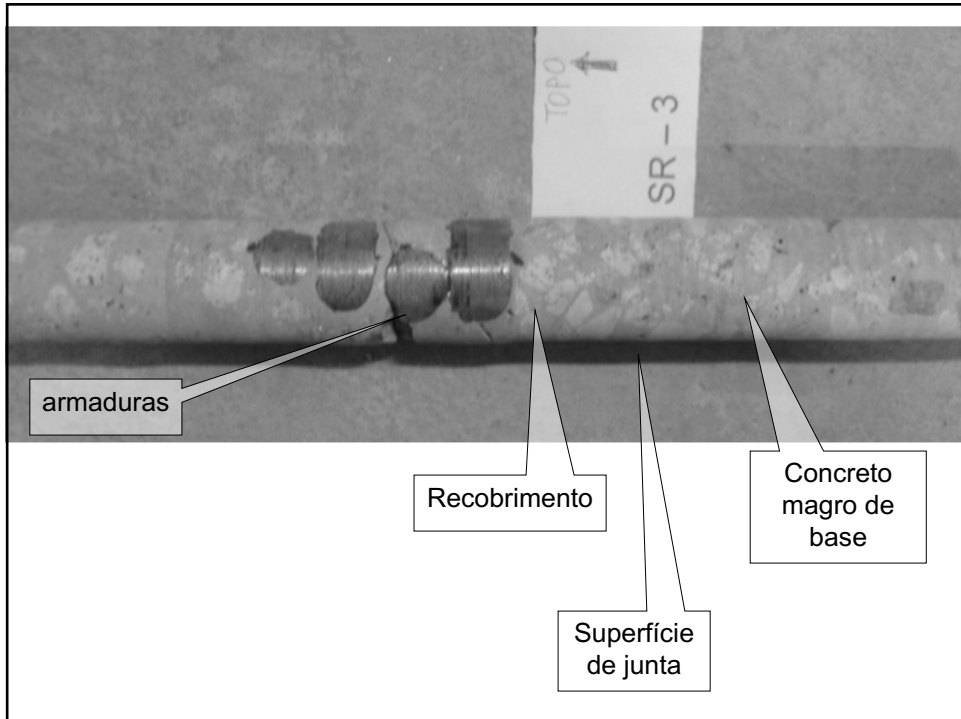
44



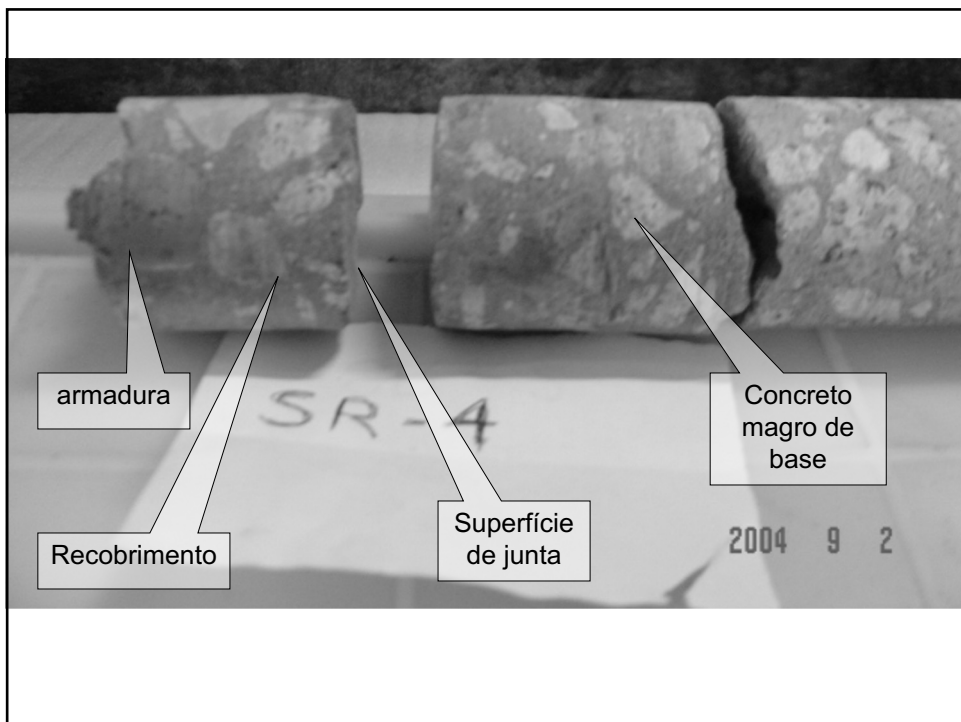
45



46



47



48

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Caso 4

“Estacas tipo Franki”

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

49

Problemas relatados

- ❖ 249 estacas com 40cm para 79tf,
- ❖ 150 com 52cm para 135tf;
- ❖ 42 com 60cm para 176tf;
- ❖ brocas visíveis por ocasião do arrasamento;
- ❖ fuste muito homogêneo sem apresentar “engordamentos”;
- ❖ armaduras expostas;
- ❖ concreto de baixa resistência.

50

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Estaca tipo FRANKI

- Traços utilizados:

Fuste	Base
1 saco de 50kg de CP I 32	1 saco de 50kg de CP I 32
90 l de areia média lavada	90 l de areia média lavada
80 l de pedra 1	zero l pedra 1
60 l de pedra 2	140 l pedra 2
$a/c = 0,45$	$a/c = 0,25$
$f_{ck} = 20\text{MPa}$	$f_{ck} = 20\text{MPa}$
slump = zero	slump = zero

51

Providências tomadas e relatadas

- ❖ escavados 2m em todas as estacas;
- ❖ ensaio PIT;
- ❖ ensaio esclerométrico.

?

52

Realizados

1. Vistoria local;
 - excentricidade
 - falta de integridade
 - evidências de traço inadequado
2. Entrevistas;
 - muitas dúvidas
 - opiniões controversas
 - empresa justificou:
 - concreto muito seco (sol e masseira?)
 - excesso de altura da coluna de concreto no tubo
 - inadequado adensamento
 - sobras de concreto na cabeça da estaca

53

Extração de testemunhos

- evidências no proporcionamento;
- 12 cps de 10cm de diâmetro;
- 6,2MPa a 52,7MPa;
- média de 16,4MPa.

PIT indicou tudo íntegro!!!!
Esclerômetro tudo adequado!!!

54

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Estaca tipo FRANKI

- Análise dos traços utilizados:

Fuste (especificado)	Corresponde a
1 saco de 50kg de CP I 32	265 kg/m ³
90 l de areia média lavada	740 kg/m ³ (477L)
80 l de pedra 1	678 kg/m ³ (423L)
60 l de pedra 2	515 kg/m ³ (320L)
a/c = 0,45	$\alpha = 45\%$ 120 kg/m ³
f _{ck} = 20MPa	f _{ck} = 35MPa
slump = zero	slump = zero
f _{cd} = 6,3MPa	f _{cd} = f _{ck} /6 → $\gamma_c = 6$

55

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Estaca tipo FRANKI

- Análise dos traços utilizados:

Corresponde a	Base (especificado)
268 kg/m ³	1 saco de 50kg de CP I 32
740 kg/m ³ (477L)	90 l de areia média lavada
0 kg/m ³ (0L)	zero l pedra 1
1.202 kg/m ³ (742L)	140 l pedra 2
$\alpha = 45\%$ 67 kg/m ³	a/c = 0,25
f _{ck} = 85MPa	f _{ck} = 20MPa
slump = zero	slump = zero
f _{cd} = f _{ck} /25 → $\gamma_c = 25$	f _{cd} = 3,3MPa

56

Considerações Finais

57

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

Manual ABEF / NBR 6122

- Problemas + comuns:
 - ✓ Especifica 1 tipo de cimento quando todos atendem aos requisitos;
 - ✓ Especifica pedra 2:
 - Muito grossa → dificulta coesão, transporte e lançamento;
 - ✓ Alguns traços propostos são inadequados:
 - f_c de controle?????
 - Consistência incompatível com aplicação;
 - Proporção inadequada

58

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existem dois documentos utilizados no Brasil: <ul style="list-style-type: none"> ✓ NBR 6122:1996; ✓ Manual ABEF; ▪ Não existe nos documentos muitos dados referentes à tecnologia do concreto; ▪ A NBR 6122:1996 faz referência à NBR 6118:1978 que agora passou a NBR 6118:2003; 					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

59

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blocos de Fundação, Sapatas e Radiers: <ul style="list-style-type: none"> ✓ calor de hidratação → retração térmica → fissuração; ✓ perda de água por secagem → fissuração; ✓ Correlação entre as classes de agressividade ambiental da NBR 6118 e a agressividade do solo; ▪ Estacas moldadas "in-loco": <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cimentos não mais encontrados no mercado; ✓ Evolução dos materiais → alteração das propriedades dos concretos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento da finura dos cimentos; ▪ Aumento no teor de adições de escória entre outros; 					
Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais

60

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

✓ Aditivos:

- A NBR 6122:1986 julga seu uso desnecessário, porém não o proíbe;
- Novos aditivos, como poli-carboxilatos, densificadores, plastificantes → alterações significativas e interessantes na reologia do concreto;

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

61

Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia

O panorama atual com novos produtos reforça a necessidade da revisão desses documentos, de preferência com uma maior interação entre os profissionais da engenharia de fundações e da tecnologia do concreto.

Introdução	Patologia	Fundações	Opiniões Controversas	Estudo de Casos	Considerações Finais
------------	-----------	-----------	-----------------------	-----------------	----------------------

62