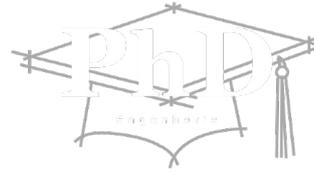




MINISTÉRIO PÚBLICO
Estado do Maranhão
Procuradoria Geral de Justiça
Promotoria de Justiça da Capital



Consultoria Especializada para Inspeção, reforço, reparo e proteção da Estrutura de Concreto do Prédio Sede da Promotoria de Justiça

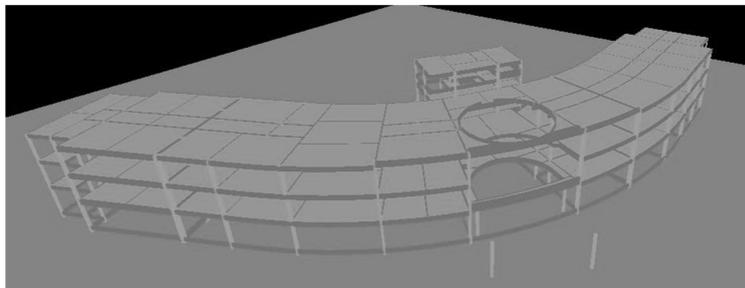


Eng. Paulo Helene
Eng. Douglas Couto
PhD Engenharia Ltda.

Data: 21/09/2011

1

Conhecimento do Problema



**Inspeção detalhada da Estrutura de concreto
do prédio da Promotoria.**

2

2

Conhecimento do Problema

Inspeção visual:



Fachada Principal



Estrutura Interna

3

3

Conhecimento do Problema



Região do Atrium escorada e sem estabilidade



Cobertura com água acumulada sem ralos

4

4

Conhecimento do Problema



Falta de arremate na armadura dos pilares (100% dos pilares)



Falta de arremate na armadura dos pilares (100% dos pilares)

5

5

Conhecimento do Problema



Falta de arremate na armadura dos pilares (100% dos pilares)

6

6

Conhecimento do Problema



Viga sem continuidade e com armadura cortada no apoio da cobertura acrílica

7

7

Conhecimento do Problema



Inspeção das armaduras da viga V38 do Forro



Armadura longitudinal e transversal cortadas

8

8

Conhecimento do Problema

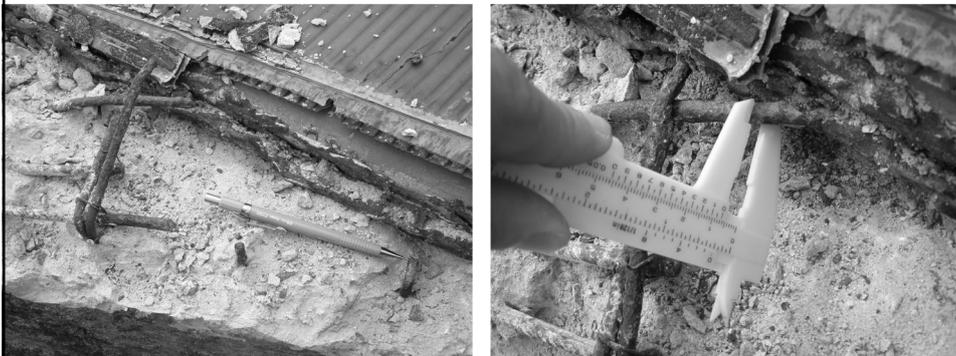


Armaduras cortadas em todo apoio da cobertura acrílica

9

9

Conhecimento do Problema



Armaduras sem proteção e apresentando perda de seção devido a corrosão

10

10

Conhecimento do Problema



Caracterização da laje do Forro

11

11

Conhecimento do Problema



Pilar com alojamento incorreto de armaduras

Arranjo pouco estável das vigas - ausência de apoios

12

12

Conhecimento do Problema



Viga com altura insuficiente para o vão.

13

13

Conhecimento do Problema



Viga com seção insuficiente e vão preenchido com alvenaria

14

14

Conhecimento do Problema



Flechas elevadas nas vigas.

15

15

Inspeções



**Pacometria de pilares para
locação de armaduras**

16

16

Inspeções



Medição da dureza superficial através de Esclerometria

17

17

Inspeções



Medida da profundidade de carbonatação e Penetração de cloretos

18

18

Inspeções



Medida de propagação de ondas ultrassônicas e do potencial de corrosão

19

19

Inspeções



Medição de flechas em vigas

20

20

Inspeções



Medição de flechas em vigas

21

21

Inspeções



**Sondagem a percussão - SPT
Standard Penetration Test**

22

22

Inspeções



**Escavação de fundação - Vistoria da Sapata e
verificação de cota de apoio**

23

23

Inspeções



Extração de testemunhos

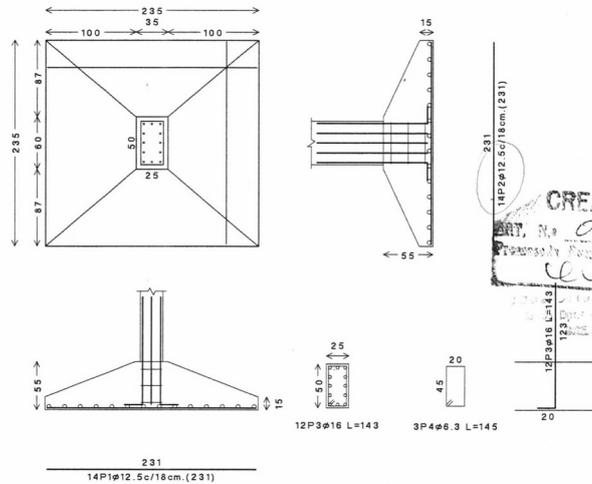
24

24

Inspeções

f_{ck} 20MPa ϕ 16mm
 $l_b, \min = 699\text{mm}$
 (70cm)
 Existente: 55cm

Todas as sapatas
 tem problemas de
 ancoragem dos
 arranques



25

25

Inspeções

Sapata projetada com
235 X 235cm
5,52m²

Executada com
225 X
225cm
5,06m²

Área 8% menor

Tensões no solo no
limite da segurança



26

26

Inspeções

Juntas de dilatação sem tratamento



27

27

Inspeções

Juntas de dilatação sem tratamento

Estrutura exposta a intempéries



28

28

Falhas

**Estrutura
exposta a
intempéries**



29

29

Falhas

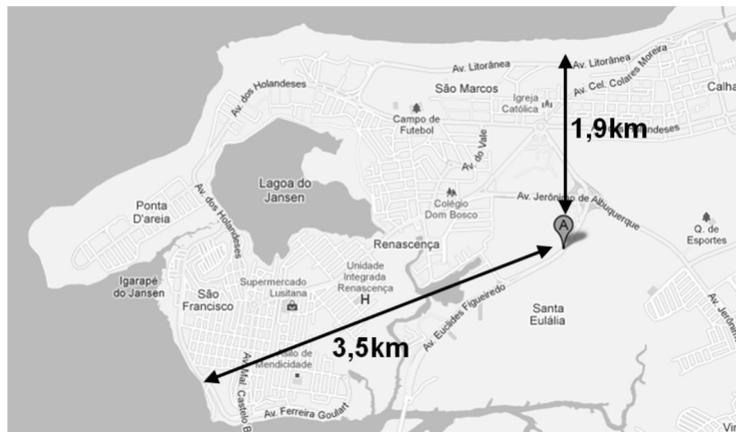
**Trilhos de laje
pré-moldada
cortados**



30

30

Inspeções



Ambiente Marinho

31

31

Recuperação

Adequação a NBR 6118:2007

Reforço estrutural por aumento de seção e/ou reconstrução dos pilares

Aumento de inércia das vigas

Uso de protensão (pós-tração) em lajes e vigas

32

32

Recuperação

**Necessário intervenção nos pilares:
30% encontram-se com cobrimento e
resistência abaixo do necessário.**

**Extrações demonstraram f_{ck} existente
de até 10MPa, insuficiente para a
estabilidade da estrutura.**

33

33

Recuperação



Cliente: PHD - ENGENHARIA CIVIL & CONSULTORIA LTDA
Obra:
A/C Profº Drº Paulo Helene

Determinação da resistência à compressão – NBR-7680/07

RESULTADOS

C. P. nº	Indicação declarada pelo Cliente	Carga de Ruptura (Kgf)	Resistência à compressão (MPa)
1	P 68	1016	12.2
2		670	8.4
3	P 47	754	9.4
4	P 58	914	12.3
5		622	7.7
6	P 29	984	13.0

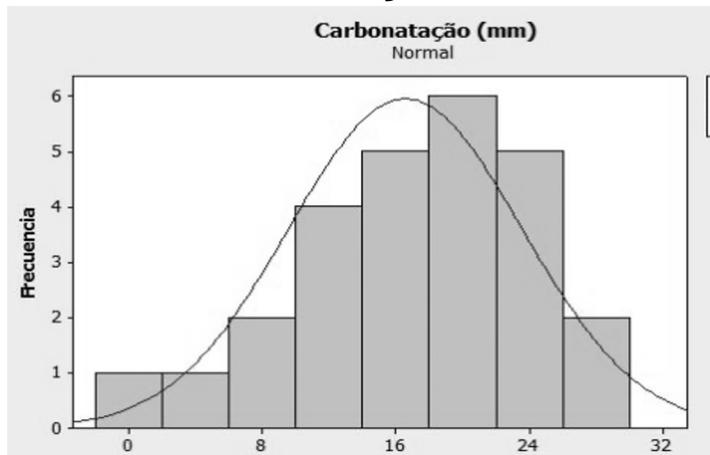
Data do ensaio: 20.07.2011

34

34

Recuperação

Níveis de carbonatação aferidos

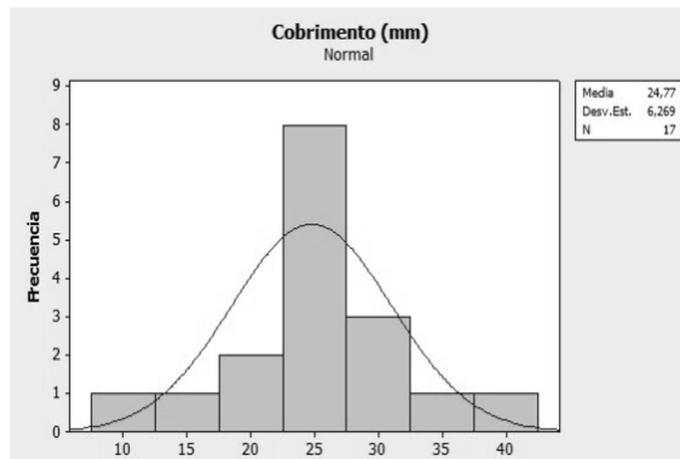


35

35

Recuperação

Cobrimento verificado

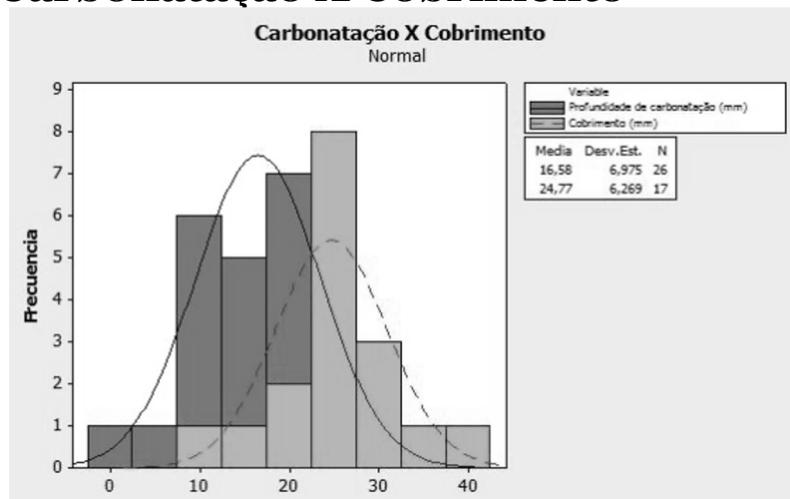


36

36

Recuperação

Carbonatação X Cobrimento



37

37

Recuperação

**Carbonatação em estágio avançado e o
cobrimento insuficiente contribuem para
a despassivação das armaduras**

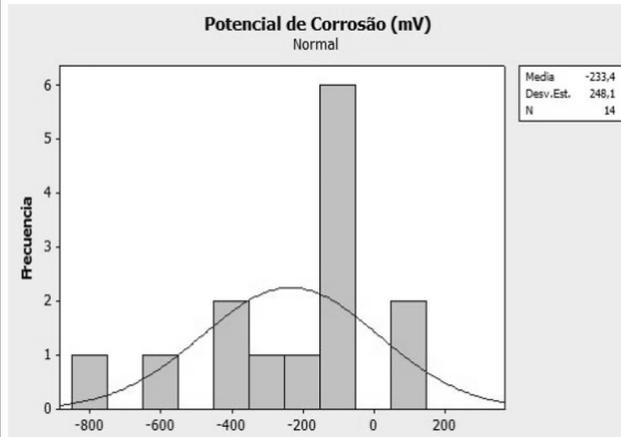


38

38

Recuperação

Potencial de corrosão verificado



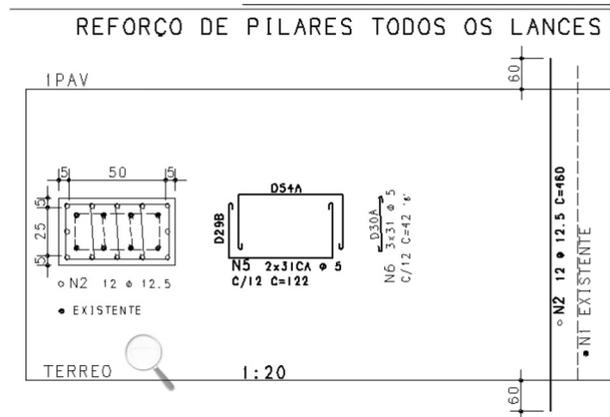
Maior parte dos resultados abaixo de -350mV

39

39

Recuperação

Reforço por aumento de seção e acréscimo de armadura. Visa proteção e reabilitação da capacidade resistente.



40

40

Recuperação

Flechas em vigas – Limite NBR 6118 = vão/500

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$l/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$l/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$l/250^{(1)}$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total Ocorrido após a construção do piso	$l/350 + \text{contraflecha}^{(2)}$ $l/600$
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento
Efeitos em Paredes	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$l/500^{(3)}$ ou 10 mm ou $\leq 0,0017 \text{ mg}^{(4)}$
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$l/250^{(3)}$ ou 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ($v_{10}=0,30$)	$H/700$ ou $H/850^{(5)}$ entre pavimentos ⁽⁵⁾
		Movimentos térmicos	Provocado por diferença de	$l/400^{(1)}$ ou

41

41

Recuperação

Flechas medidas no local, comparadas com o limite de norma e calculadas para situação de projeto

Tabela 5.2.1 Comparação entre as flechas limite, medidas e calculadas das vigas do prédio da promotória

PISO	VIGA	TRAMO	VÃO (cm)	FLECHA LIMITE - $l/500^*$ ABNT NBR 6118 (cm)	FLECHA MEDIDA (cm)	FLECHA CALCULADA (cm)
2°	V41	A	430	0,86	8,0	11,27
2°	V40	C	416	0,83	7,0	10,98
2°	V61	A	370	0,74	6,0	7,66
2°	V56	C	410	0,82	4,8	5,33
FORRO	V44	A	406	0,81	10,5	9,84
FORRO	V43	B	394	0,79	11,0	11,17
FORRO	V58	C	413	0,83	6,0	7,89
1°	V37	A	1050	2,10	2,5	8,5

* Limite para estrutura de concreto com paredes de alvenaria ABNT NBR 6118

42

42

Recuperação

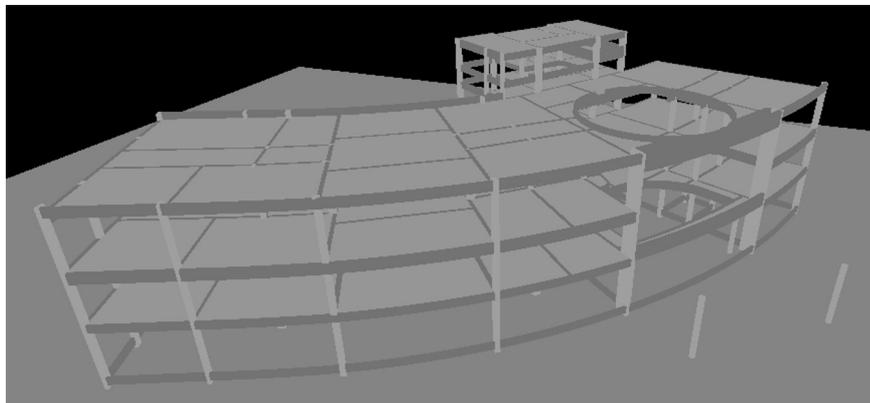
Adotado modelo que melhor se encaixou na estrutura existente.

Adaptado dimensões de vigas e criados novos pórticos para apoio e para melhorar o esquema estático da estrutura.

43

43

Recuperação



Bloco A

44

44

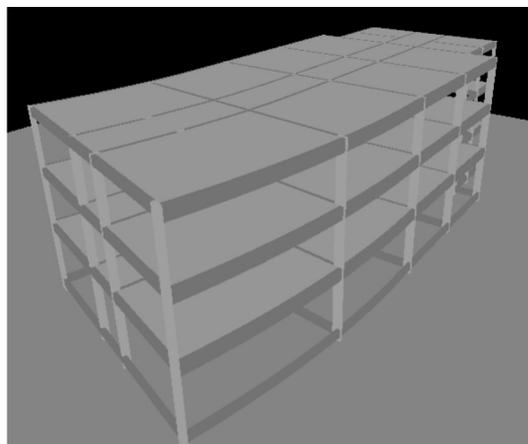
Recuperação

- **Criação de novos pilares para apoio em regiões críticas;**
- **Criação de vigas de transição para apoio de pilares;**
- **Reforço e/ou reconstrução de pilares para adequação as normas e estabilidade;**
- **Uso de lajes maciças protendidas**

45

45

Recuperação

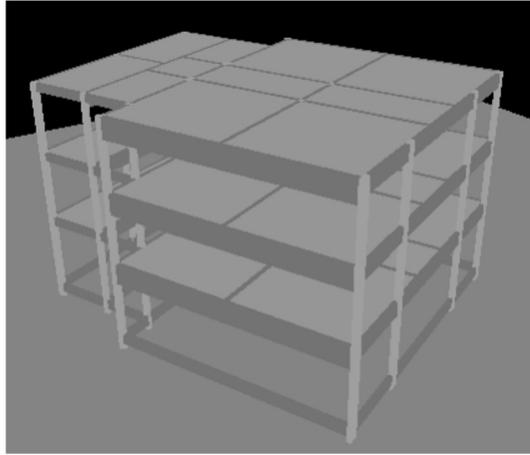


Bloco B

46

46

Recuperação



Bloco C

47

47

Recuperação

- **Manutenção das lajes pré-moldadas;**
- **Aumento de inércia das vigas;**
- **Correção das seções deficientes (aumento de seção);**
- **Reforço e proteção dos pilares;**

48

48

Obrigado!

49

49