



Projeto e especificação técnica dos serviços de reabilitação da estrutura de concreto armado da FAU.USP

Prof. Paulo Helene
Eng. Carlos Brites
PhD Engenharia Ltda.

Data: 05/07/2010

Introdução e objetivo

- ✓ elaboração de projeto e especificação técnica
- ✓ subsídios consistentes para edital licitatório
- ✓ especificação dos serviços e dos controles
- ✓ previsão orçamentária*

* somente referência (FDE, PINI e PhD)

direitos reservados PhD 2010 2

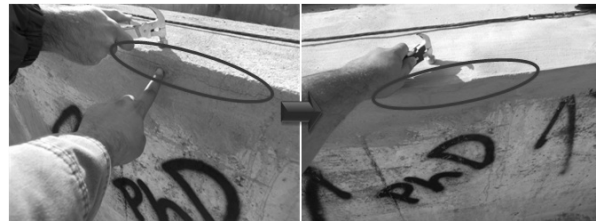
Roteiro da apresentação

- ✓ Intervenções atuais
- ✓ Diagnóstico para futuras intervenções
- ✓ Especificação dos serviços de reabilitação
- ✓ Manutenção preventiva
- ✓ Apresentação da previsão orçamentária

direitos reservados PhD 2010 3

Intervenções atuais

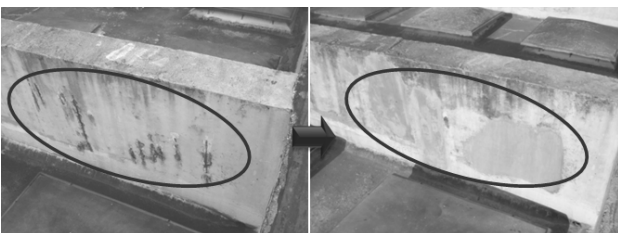
Reabilitação das faces das vigas invertidas



direitos reservados PhD 2010 4

Intervenções atuais

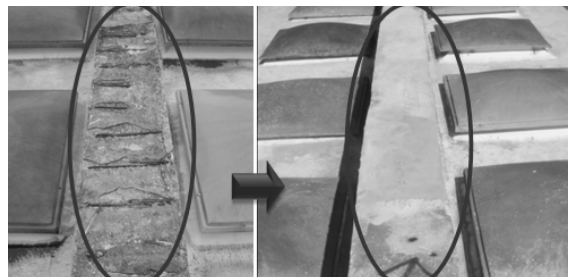
Reabilitação das faces das vigas invertidas



direitos reservados PhD 2010 5

Intervenções atuais

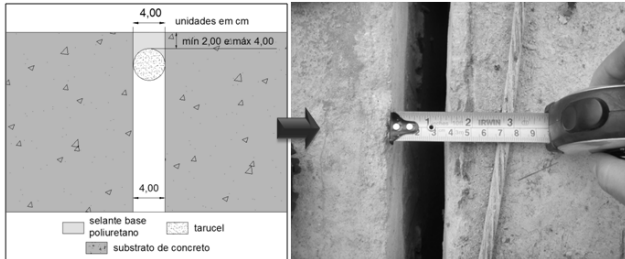
Reabilitação das faces das vigas invertidas



direitos reservados PhD 2010 6

Intervenções atuais

Reabilitação das juntas de dilatação



direitos reservados PhD 2010 7

Intervenções atuais

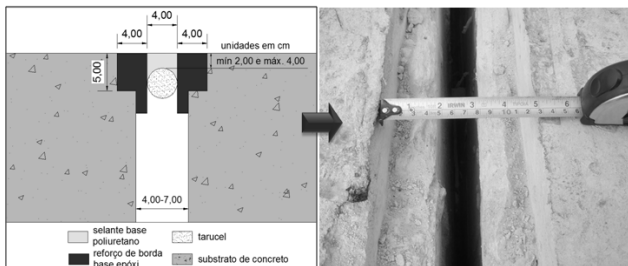
Reabilitação das juntas de dilatação



direitos reservados PhD 2010 8

Intervenções atuais

Reabilitação das juntas de dilatação



direitos reservados PhD 2010 9

Intervenções atuais

Reabilitação das juntas de dilatação



direitos reservados PhD 2010 10

Intervenções atuais

Instalação dos chapins em alumínio (e=2,5mm)



direitos reservados PhD 2010 11

Continuação...

direitos reservados PhD 2010 12

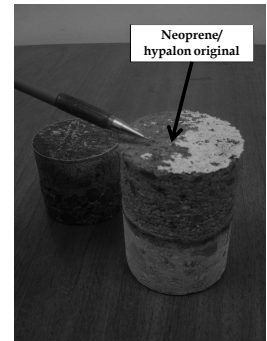
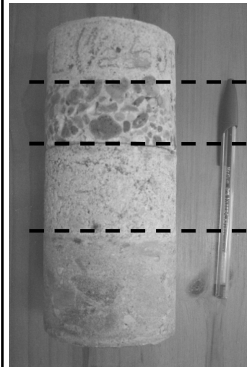
Inspeção (face superior)



sistema de impermeabilização rompido em diversos pontos

direitos reservados PhD 2010 13

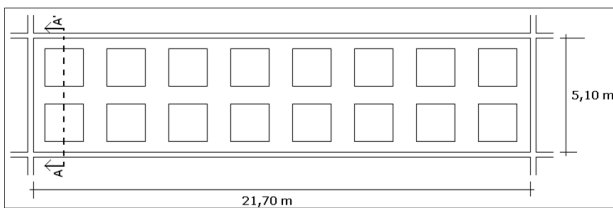
Inspeção (face superior)



sobreposição de camadas

direitos reservados PhD 2010 14

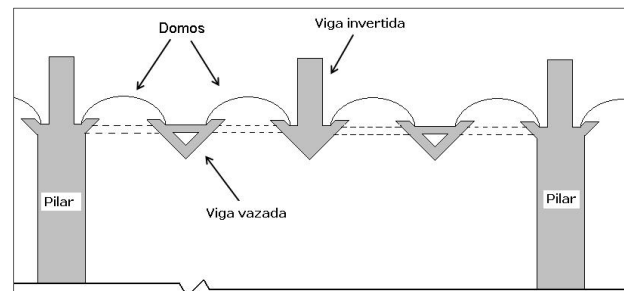
Inspeção (face superior)



vigas com caixão perdido cheias de água

direitos reservados PhD 2010 15

Inspeção (face superior)



vigas com caixão perdido cheias de água

direitos reservados PhD 2010 16

Inspeção (face superior)



vigas com caixão perdido cheias de água

direitos reservados PhD 2010 17

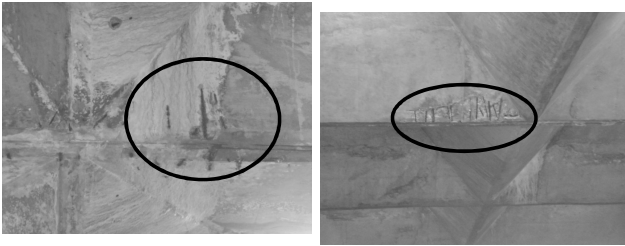
Inspeção (face inferior)



eflorescências generalizadas

direitos reservados PhD 2010 18

Inspeção (face inferior)



presença de corrosão de armaduras

direitos reservados PhD 2010 19

Inspeção (empena perimetral)



Pessoas circulando
abaixo das regiões
de iminente
deslocamento do
concreto

Concreto solto
devido corrosão
de armadura

presença de corrosão de armaduras

direitos reservados PhD 2010 20

Inspeção (empena perimetral)



Armadura exposta
com evidências de
corrosão

concreto "solto"

direitos reservados PhD 2010 21

Inspeção (empena perimetral)



armadura exposta

direitos reservados PhD 2010 22

Inspeção (empena perimetral)



baixo cobrimento

direitos reservados PhD 2010 23

Diagnóstico & Prognóstico

direitos reservados PhD 2010 24

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

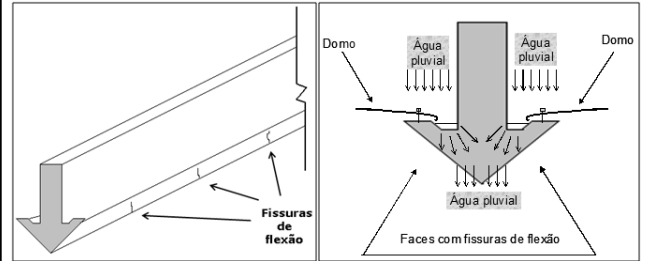
1º Mecanismo: Viga cheia, onde aparece a maior parte das eflorescências pelas fissuras de flexão



direitos reservados PhD 2010 25

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

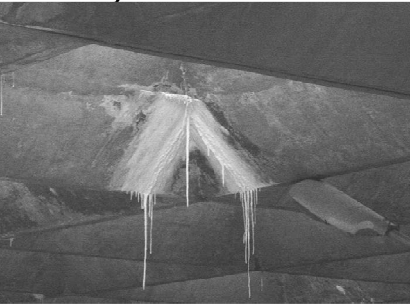
Ilustração da infiltração e percolação de água pelas fissuras de flexão das vigas "cheias", invertidas de sustentação da cobertura



direitos reservados PhD 2010 26

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

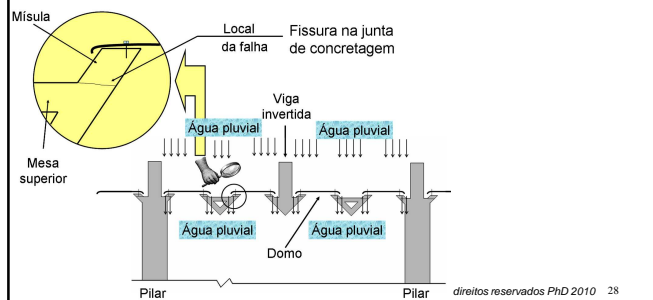
2º Mecanismo: Junta de concretagem horizontal entre a laje e o início do domo



direitos reservados PhD 2010 27

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

Ilustração da infiltração e percolação de água pluvial através das juntas horizontais de concretagem, entre mesa superior da laje e arranque ou mísula que serve de apoio ao domo



direitos reservados PhD 2010 28

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

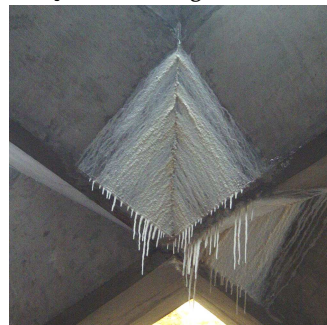
3º Mecanismo: Viga vazada, infiltração pelas juntas de concretagem inclinadas (encontro entre vigas das duas direções). Alimentado pela água do interior das vigas vazadas



direitos reservados PhD 2010 29

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

Infiltração e percolação em juntas de concretagem inclinadas (intersecção de duas vigas vazadas em posição ortogonal).



direitos reservados PhD 2010 30

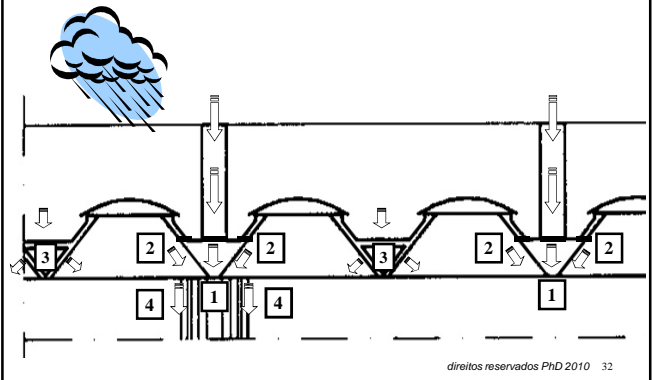
Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

4º MECANISMO: Encontro de vigas cheias com o pilar. Deficiência de estanqueidade da união entre ralo e duto de água pluviais



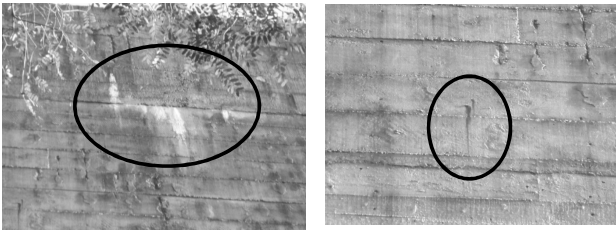
direitos reservados PhD 2010 31

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje



direitos reservados PhD 2010 32

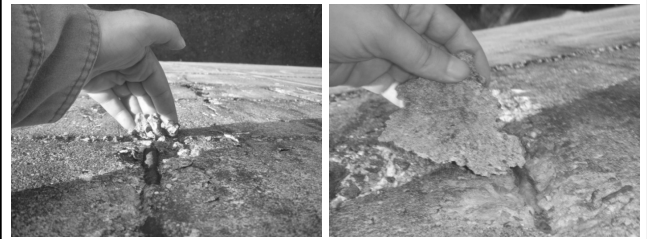
Diagnóstico



ingresso de água através do concreto poroso e desprotegido

direitos reservados PhD 2010 33

Diagnóstico



presença de corrosão por carbonatação: intensificada pelo baixo cobrimento

direitos reservados PhD 2010 34

Diagnóstico



direitos reservados PhD 2010 35

Diagnóstico



direitos reservados PhD 2010 36

Especificação Técnica

direitos reservados PhD 2010 37

Especificação técnica

- ✓ Serviços preliminares
- ✓ Reabilitação da face superior da laje
- ✓ Impermeabilização face superior da laje e das faces das grandes vigas
- ✓ Reabilitação da face inferior da laje
- ✓ Reabilitação da empena perimetral
- ✓ Serviços complementares

direitos reservados PhD 2010 38

Especificação: primeiro passo

Visita Técnica

direitos reservados PhD 2010 39

Especificação: intervenientes

- ✓ Contratante (FAU.USP)
- ✓ Contratada (Construtora)
- ✓ Fiscalização (Gerenciamento)

direitos reservados PhD 2010 40

Serviços preliminares

Canteiro, administração e acessos



direitos reservados PhD 2010 41

Serviços preliminares

Compromissos gerais da contratada:

- Elaboração de cronograma (prazo simulado)
- Plano de ataque (serviços defasados e simultâneos)
- Preenchimento de diário de obra
- Relatório de síntese de atividades (mensal)

submetido à aprovação da Fiscalização

direitos reservados PhD 2010 42

Serviços preliminares

Obrigações da contratada (resíduos):

- Elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos
- Resolução CONAMA nº307
- Profissional responsável com ART

submetido à aprovação da Fiscalização

direitos reservados PhD 2010 43

Serviços preliminares

Serviço de revisão e reparo do sistema de drenagem

- Revisão e reparo das tubulações de águas pluviais (descidas verticais)
- Revisão das caixas coletoras
- Proteção e substituição dos ralos (grelhas hemisféricas)
- Elaboração de projeto executivo de drenagem

submetido à aprovação da Fiscalização

direitos reservados PhD 2010 44

Reabilitação face superior laje

- Demolição das camadas de revestimento existentes (estimada espessura de 20cm)
- Procedimento de reparação estrutural (estimada em 5% da área total)
- Regularização superficial somente onde necessário (superfície suavizada*), estimada em 50% da área total
- Impermeabilização com uso de poliuréia*

direitos reservados PhD 2010 45

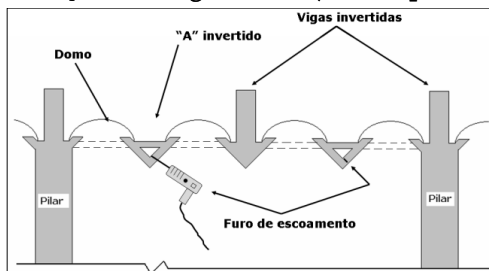
Uso de poliuréia...

- Respaldo de associações internacionais (*Polyurea Development Association - PDA*)
 - Atestado de Fidelidade de Procedência
 - Produto (poliuréia pura aromática) registrado na lista de produtos divulgados oficialmente pela PDA
 - Garantia exigida do sistema: mínimo 10 anos
 - Controles super rigorosos (certificação e ensaios)
- remoção e re-instalação dos domos e chapins

direitos reservados PhD 2010 46

Reabilitação face inferior laje

- Perfurações nas vigas vazias (caixões perdidos)



drenagem da água existente

direitos reservados PhD 2010 47

Reabilitação face inferior laje

- Lavagem geral do concreto com jato de água
- Limpeza especial do concreto: manchas de ferrugem e eflorescência
- Procedimento especial de reparação (adição de cimento branco/alvaiade)
- Estucamento da superfície (calafetamento*)
- Procedimento de proteção superficial com hidrofugante (base solvente) incolor

direitos reservados PhD 2010 48

Reabilitação empena perimetral

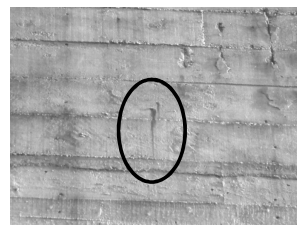


muito complexo: parâmetros estéticos

direitos reservados PhD 2010 49

Reabilitação empena perimetral

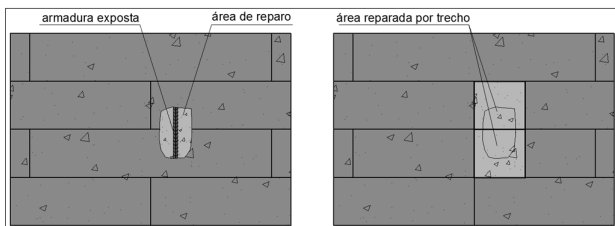
- Limpeza geral da superfície de concreto aparente
- Limpeza especial do concreto: manchas de ferrugem e eflorescência



direitos reservados PhD 2010 50

Reabilitação empena perimetral

- Procedimento especial de reparação (adição de cimento branco/alvaiade) e artesanal (imitação textura)

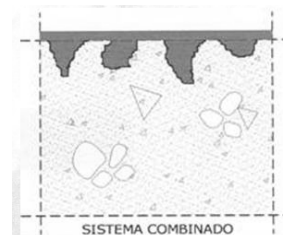


reparos conjugados: partido arquitetônico

direitos reservados PhD 2010 51

Reabilitação empena perimetral

- Procedimento de proteção superficial com sistema combinado (duplo) envolvendo hidrofugante (base solvente) e posterior revestimento de verniz acrílico 100% puro semi-brilho incolor



direitos reservados PhD 2010 52

Serviços complementares

- Edificação entregue limpa e desprovida de todas as instalações provisórias
- Emissão de ART por parte da Contratada à FAU.USP (responsabilidade e acervo técnico)
- Contratada deve emitir relatório final, contendo certificados de garantia dos produtos e serviços e descrição das atividades realizadas

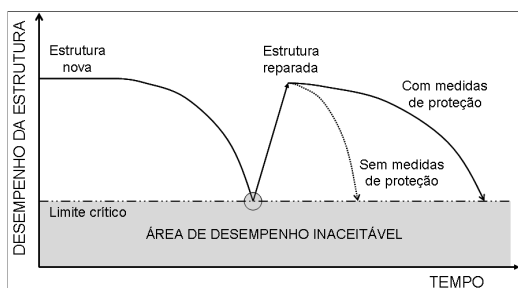
submetido à aprovação da Fiscalização

direitos reservados PhD 2010 53

Manutenção preventiva

direitos reservados PhD 2010 54

Manutenção preventiva



vida útil normalizada: 40 anos

direitos reservados PhD 2010 55

Manutenção preventiva: inspeções

Sistema	Serviço	Periodicidade	Equipe
1. Estrutura			
Fundações Pilares Vigas Lajes	Inspeção e verificação de possíveis fissuras, desaprumo, armadura corroída aparente, desniveis, carbonatação	2 anos	Especializada e composta de Engenheiro experiente e devidamente habilitado
2. Cobertura			
Impermeabilização	Inspeção e verificação	6 meses	Engenheiro ou arquiteto Profissional de limpeza
Calhas e Condutores	Limpeza	2 meses	
3. Pisos			
Revestimentos Juntas	Inspeção e reparo	2 anos	Especializada e composta de Engenheiro experiente e devidamente habilitado
4. Revestimentos			
Pintura	Retoques/Pintura	3 anos	Profissional pintor

periodicidade mínima

direitos reservados PhD 2010 56

Manutenção preventiva

✓ **Reparos estruturais** → devem ser realizados pequenos reparos a cada 5 anos. Observa-se que mesmo com todo o procedimento detalhado descrito nesta especificação, admite-se que eventualmente 5% das áreas reparadas apresente algum tipo de reincidência ou que surjam novos pontos. No caso específico da estrutura, principalmente nas áreas expostas a maior agressividade do ambiente, admite-se que até 5% de novas áreas com algum tipo de manifestação patológica possa surgir a cada 5 anos.

direitos reservados PhD 2010 57

Manutenção preventiva

✓ **Reparos estruturais** → Casos de reparos recorrentes ou novos deve-se seguir o mesmo procedimento detalhado na especificação técnica, com argamassa estrutural especial base cimento, adição de cimento branco ou de alvaiade quando conveniente e entre outras práticas descritas explicitamente.

direitos reservados PhD 2010 58

Manutenção preventiva

✓ **Juntas de dilatação** → deve ser realizada limpeza semestral e pequenos reparos a cada 5 anos. No caso de reparos deve se utilizar preferencialmente os mesmos produtos descritos na especificação técnica, de mesma base química e propriedades, além da mesma vida útil e garantia.

direitos reservados PhD 2010 59

Manutenção preventiva

✓ **Sistema de proteção superficial da face inferior de laje** → deve ser renovada a cada 5 anos. Preferencialmente deve ser usado o mesmo produto. Neste caso, é recomendável o lixamento superficial fino com uso de lixa de carbureto de silício e uma nova demão de hidrofugante silicone base solvente.

direitos reservados PhD 2010 60

Manutenção preventiva

✓ **Sistema de impermeabilização com revestimento de poliuréia** → deve ser realizada limpeza semanal e renovação a cada 20 anos. Deve haver um programa rotineiro, com limpeza semanal e quando da existência de água parada, o depósito de uma porção de cal nas regiões empoçadas com o intuito de evitar a proliferação de larvas de insetos e outras bactérias. A água também deve ser rotineiramente direcionada para os ralos com auxílio de rodos, por exemplo, pela equipe de manutenção da FAU.USP.

direitos reservados PhD 2010 61

Manutenção preventiva

✓ **Sistema de impermeabilização com revestimento de poliuréia** → Da necessidade de renovação do revestimento, recomenda-se a limpeza total por hidrojateamento de alta pressão, posterior lixamento superficial com uso de lixa a base de carbureto de silício e aplicação de nova demão de revestimento a base poliuréia. Preferencialmente deve ser usado o mesmo produto nestas atividades.

direitos reservados PhD 2010 62

Manutenção preventiva

✓ **Sistema duplo de proteção superficial da empena perimetral** → deve ser realizada limpeza anual e renovação do verniz à base de resina acrílica 100% pura, semi-brilho, base solvente (sem estireno) a cada 4 anos. Neste caso, recomenda-se a limpeza geral da fachada por hidrojateamento de alta pressão, correção de eventuais não conformidades, lixamento superficial com uso de lixa a base de carbureto de silício e aplicação de uma demão adicional do verniz. Preferencialmente deve ser usado o mesmo produto.

direitos reservados PhD 2010 63

Manutenção preventiva

✓ **Limpeza permanente** → semanalmente os ralos hemisféricos localizados na cobertura devem ser limpos, com a remoção de folhas, papel, e outros tipos de interferências que estejam causando impedimento total ou parcial do ingresso de água pelos orifícios. Esta limpeza deve ser realizada por uma equipe de manutenção da FAU.USP preparada para este tipo de atividade.

direitos reservados PhD 2010 64

Manutenção preventiva

A contratada deve submeter à **Fiscalização** para a aprovação, 30 dias antes da entrega da obra, um **Manual de Utilização, Inspeção e manutenção** com base nas prescrições das normalizações nacionais. Este documento deverá conter as fichas técnicas de todos os produtos efetivamente utilizados nos serviços de reabilitação da FAU.USP, bem como todos os certificados de ensaios, certificados de garantias e demais documentos pertinentes vinculados aos serviços de reabilitação prestados.

direitos reservados PhD 2010 65

Previsão orçamentária

direitos reservados PhD 2010 66

Previsão orçamentária

Itens da previsão orçamentária resumidos	Valor (R\$)
Serviços preliminares	374.500,00
Reabilitação da face superior da laje (reparação em 5%)	304.600,00
Impermeabilização da face superior da laje e vigas (100%)	1.850.000,00
Reabilitação da face inferior da laje (reparação em 40%)	1.150.000,00
Reabilitação da empena perimetral (reparação em 65%)	1.290.000,00
Serviços complementares	40.000,00
VALOR TOTAL ESTIMADO:	5.000.000,00

(cinco milhões)

referências: FDE , PINI e PhD*

direitos reservados PhD 2010 67

Obrigado



68