

Projeto de Estanqueidade de uma Cobertura

Paulo Helene

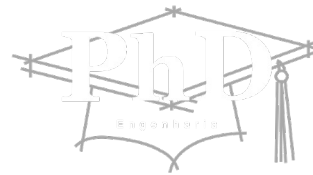
*Diretor PhD Engenharia
Diretor Conselheiro IBRACON
Miembro Red PREVENIR CYTED
fib (CEB-FIP) Member of Model Code for Service Life
M.Sc., PhD, Prof. Titular da Universidade de São Paulo USP
Presidente Asociación Latino Americana de Control de Calidad y Patología ALCONPAT*

IDD

07 de agosto de 2010

São Paulo

1



Edifício Vilanova Artigas Prédio da FAU.USP

Paulo Helene

*Diretor PhD Engenharia
Diretor Conselheiro IBRACON
Miembro Red PREVENIR CYTED
fib (CEB-FIP) Member of Model Code for Service Life
M.Sc., PhD, Prof. Titular da Universidade de São Paulo USP
Presidente Asociación Latino Americana de Control de Calidad y Patología ALCONPAT*

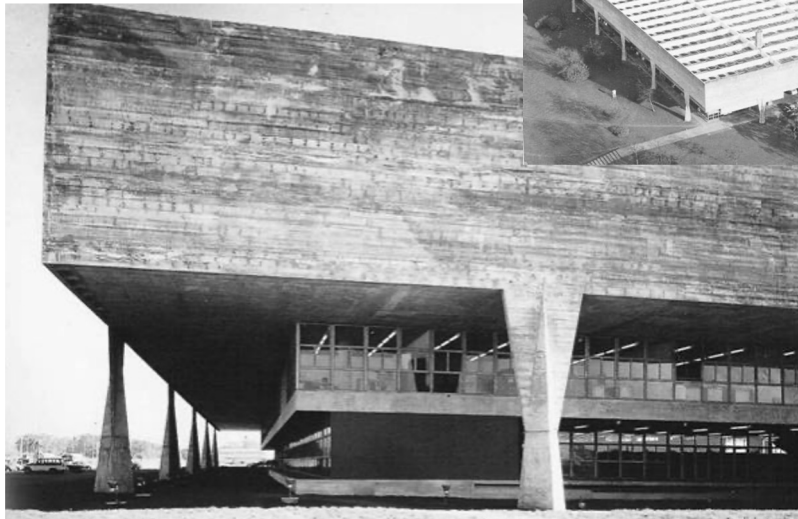
IDD

07 de agosto de 2010

São Paulo

2

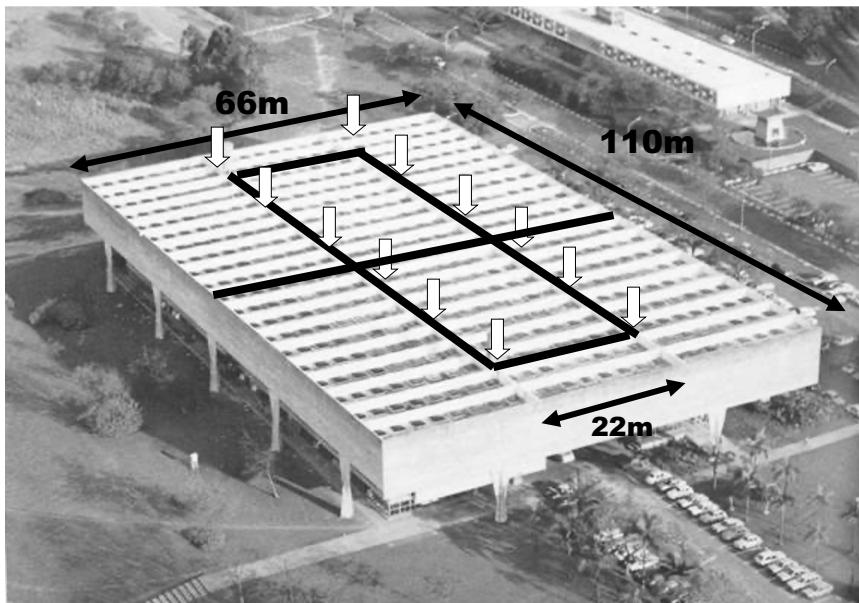
Edifício após sua construção



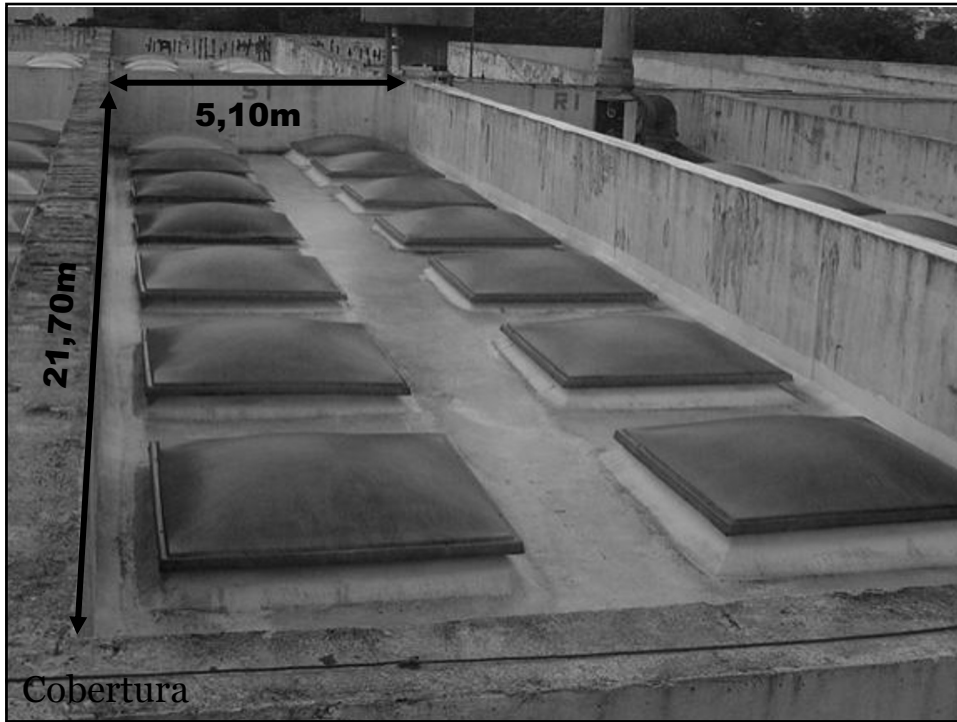
direitos reservados PhD 2010

3

Edifício Sede da FAUUSP, em São Paulo, 1969



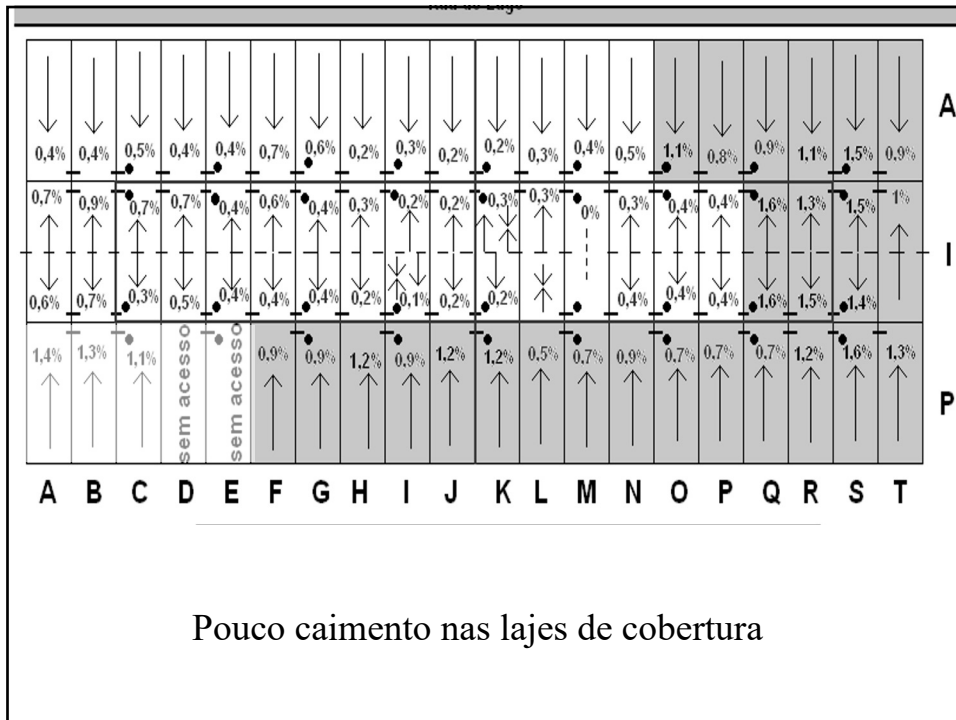
4



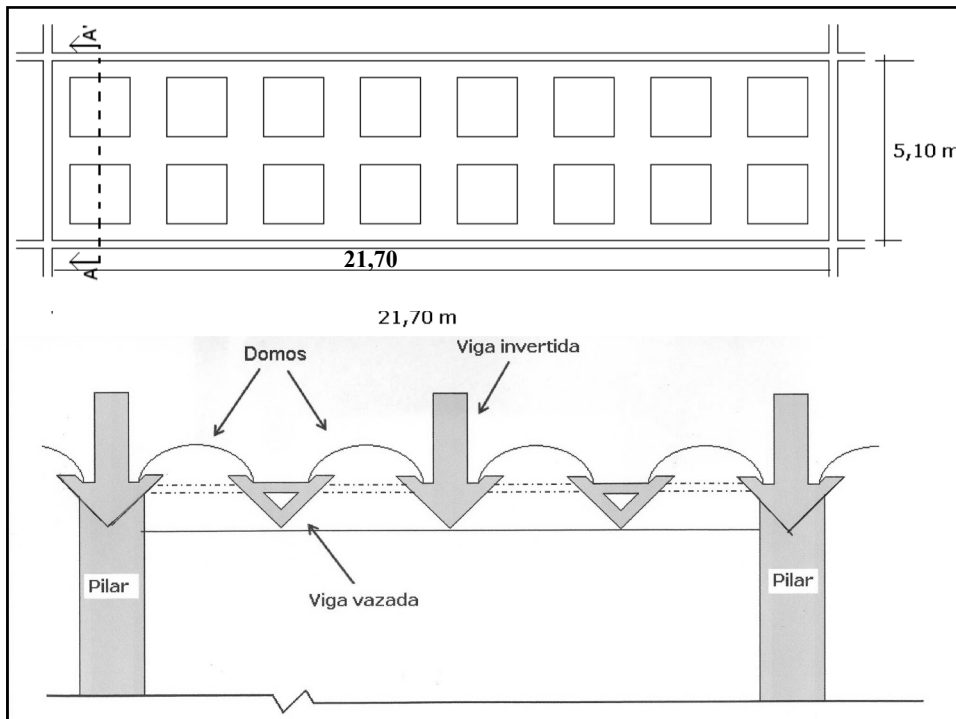
5



6



7



8



9

Problemas Observados

10

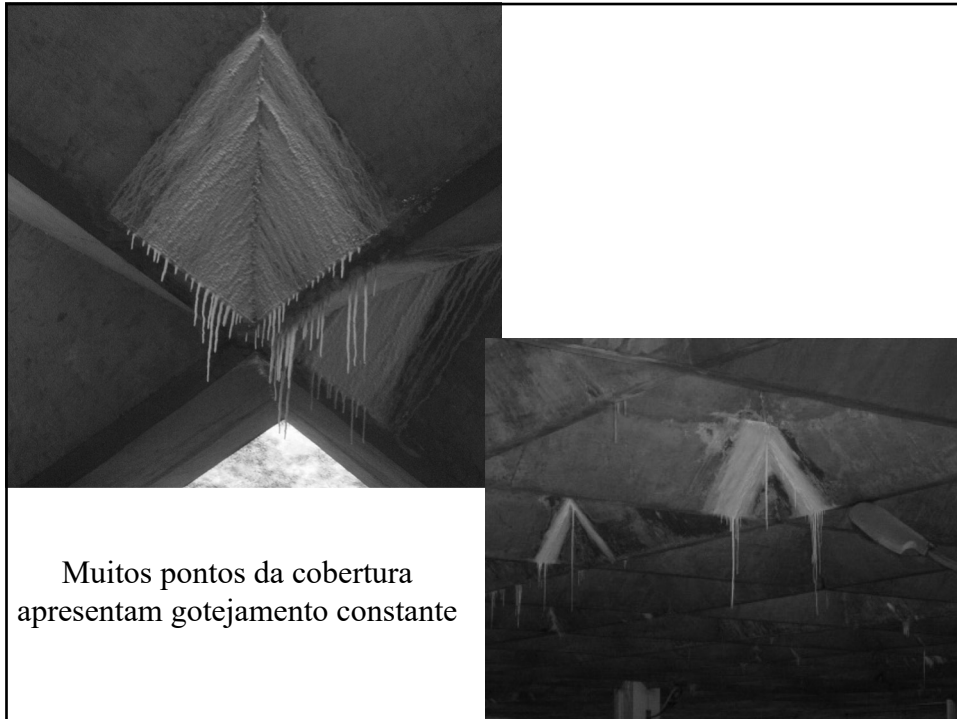


11

✓ Ocorrência generalizada de eflorescências e estalactites na face inferior da laje estrutural de cobertura



12



13



14

✓ Em pontos isolados da face inferior da laje de cobertura (teto) existe a ocorrência de corrosão de armaduras



15

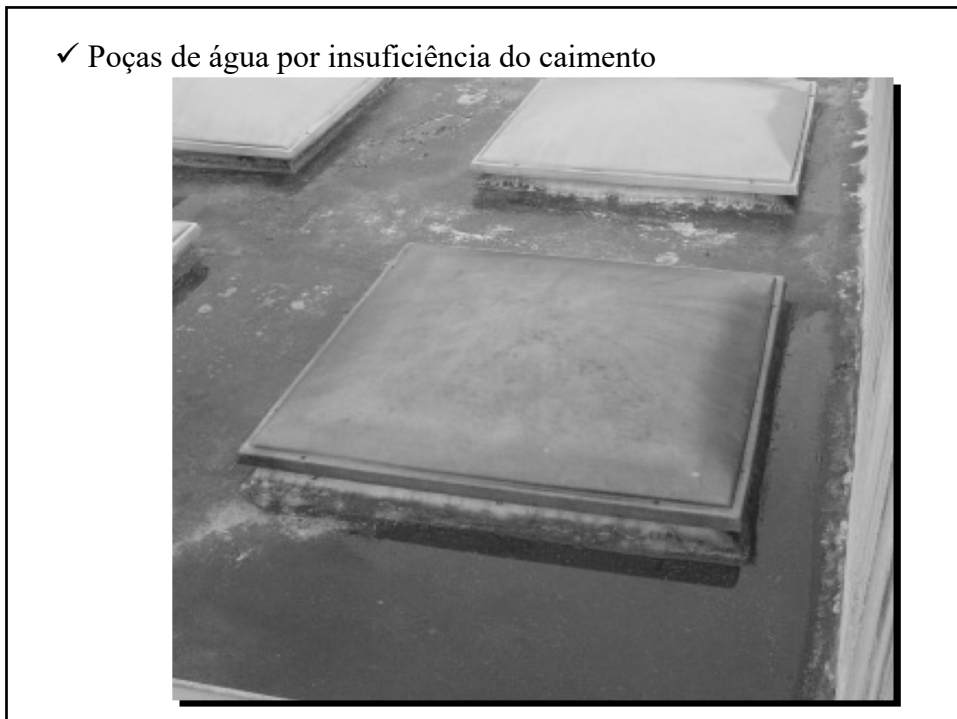
✓ Colapso do sistema de impermeabilização atual



16



17



18



19

✓ Corrosão de
armaduras nas vigas
estruturais invertidas



20



Corrosão nas vigas invertidas

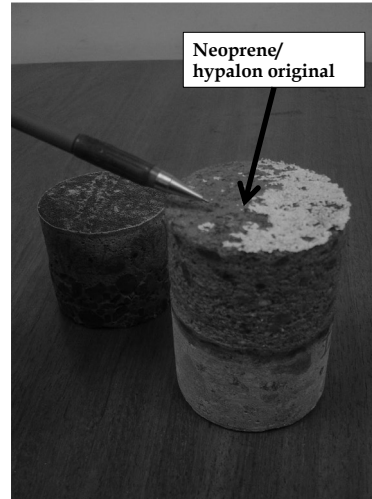
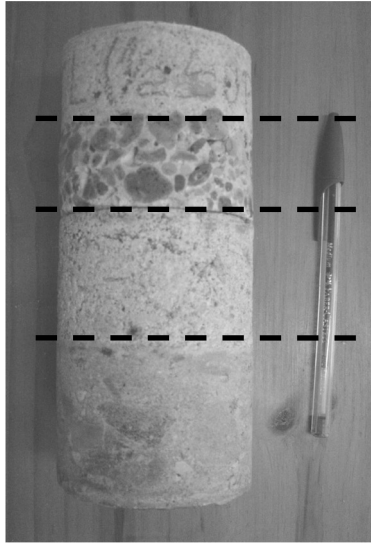
21

✓ Estribos rompidos por corrosão



22

Inspeção (face superior)



sobreposição de camadas

23

direitos reservados PhD 2010

23

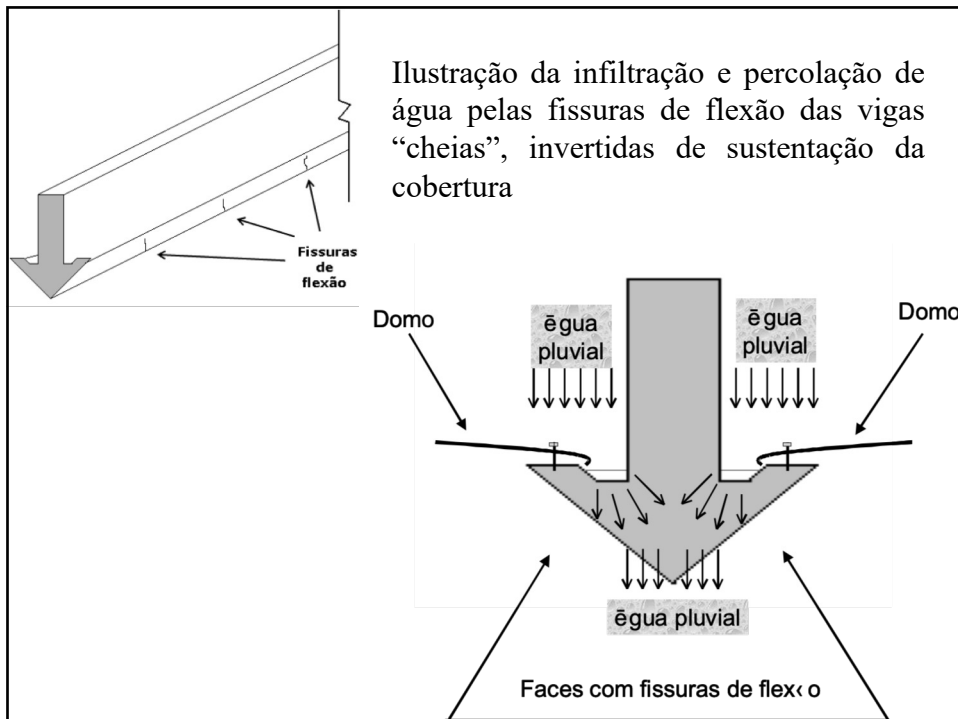
Diagnostico & Prognóstico

**mecanismos de infiltração de
água pluvial na cobertura**

24



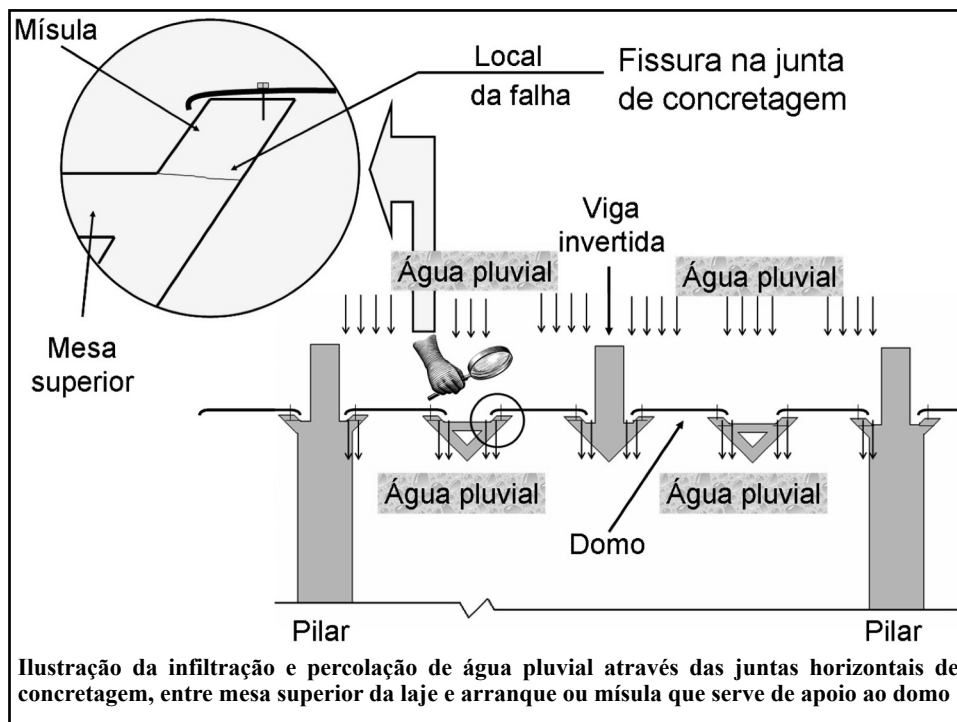
25



26



27

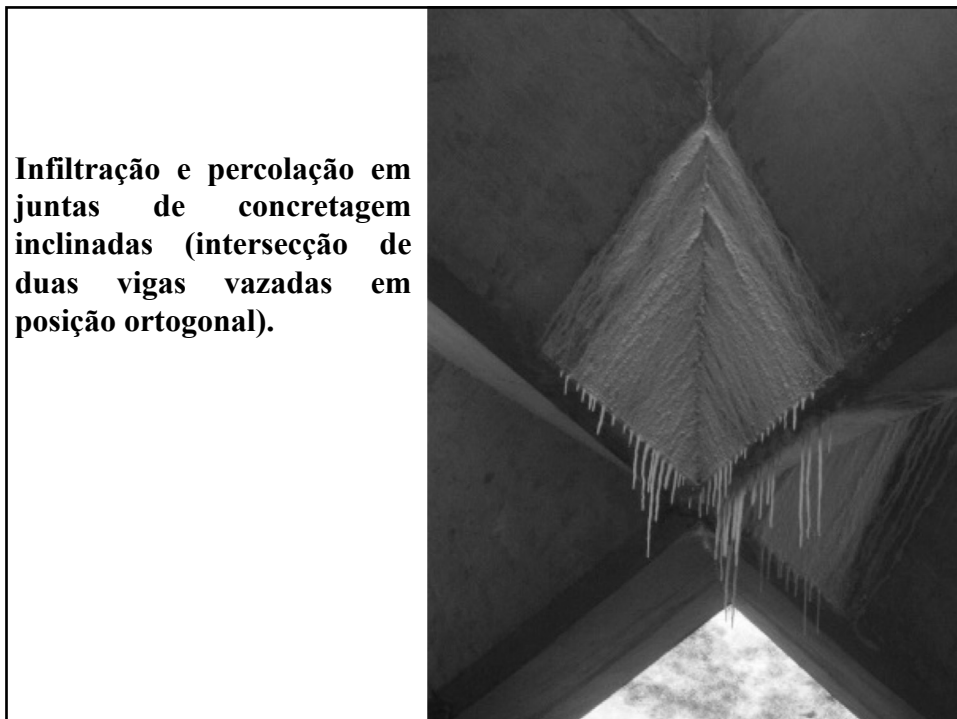


28



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

29



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

30



31



32

Conceituação

(intervenção em estruturas de concreto)

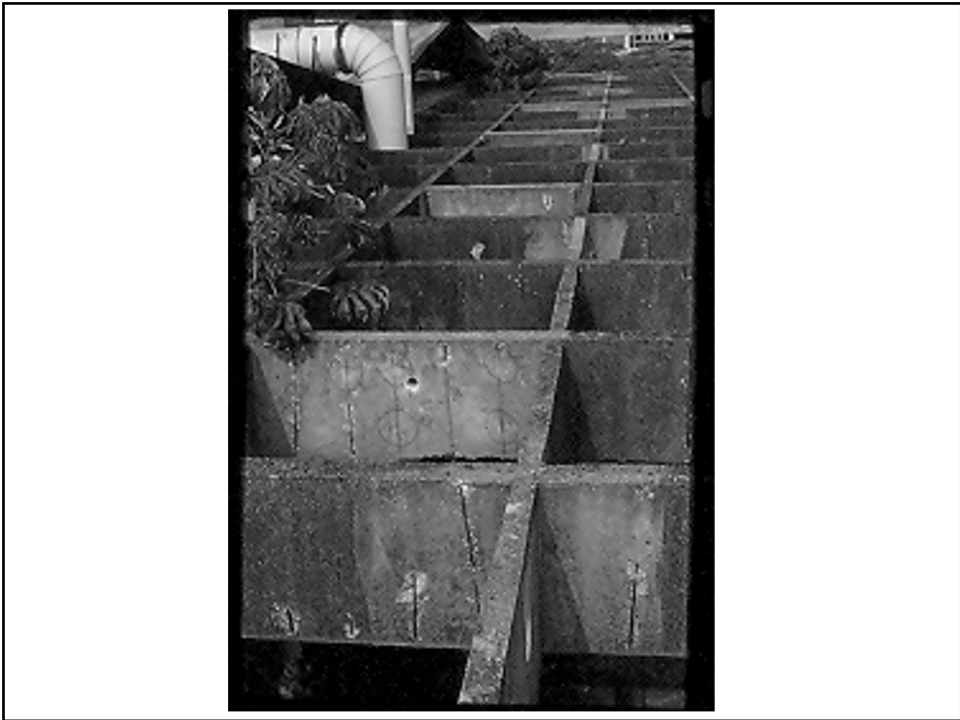
33



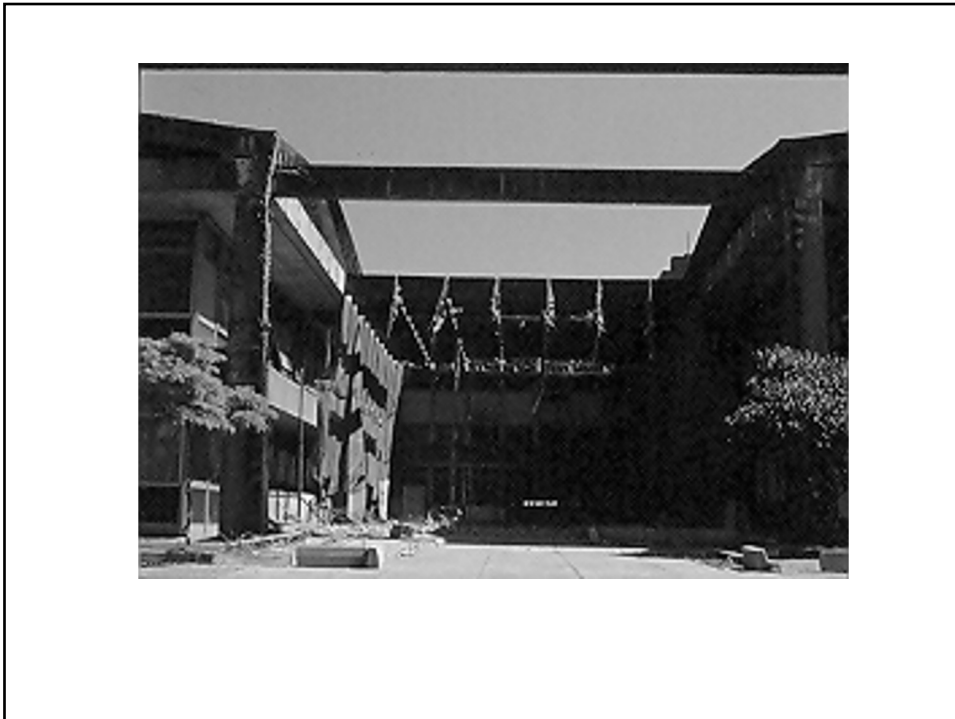
34



35



36



37



38



39



40

**Não existe material de
construção mais
durável que o concreto!
Somente algumas rochas
têm a mesma durabilidade**

41

Panteão
de
Roma



42



43



44

Cúpula do Panteão de Roma

Século II dC → Diâmetro de **44m**



45

Conceitos

✓ Impermeabilidade é diferente de estanqueidade

✓ Material é diferente de estrutura

46

Conceitos

- ✓ Não existe panacéia universal nem solução “definitiva”. A solução definitiva é saber conviver com o problema.
- ✓ Deve ser implementado um programa de manutenção permanente da cobertura

47

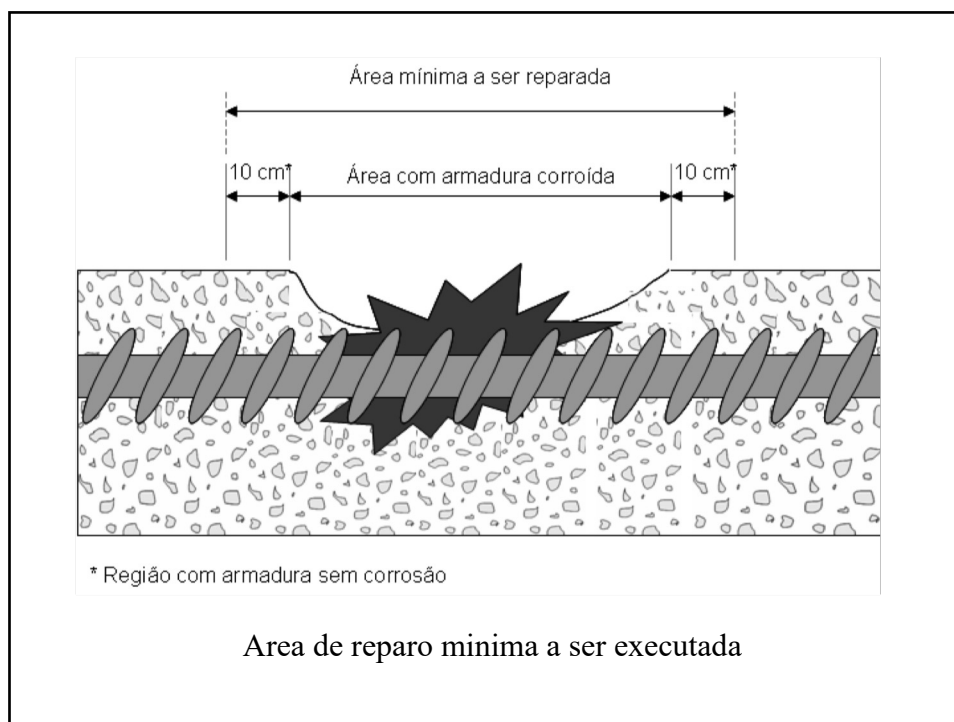
Solução Corretiva

- **Reabilitar a estrutura**
 - **Impermeabilizar (estanqueidade) com**
Não Aderidos ou Aderidos

48

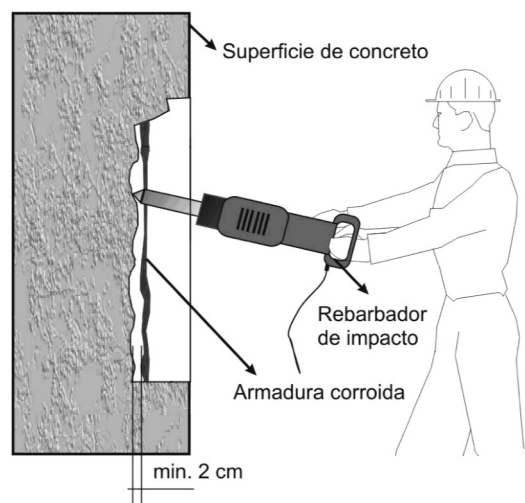
Recuperação estrutural das vigas

49



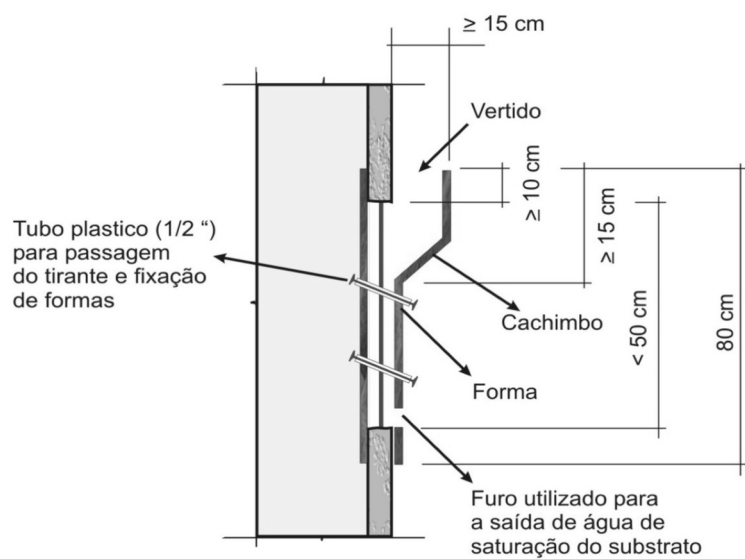
50

-- Escarificação do concreto contaminado, com martetele eletromecânico



51

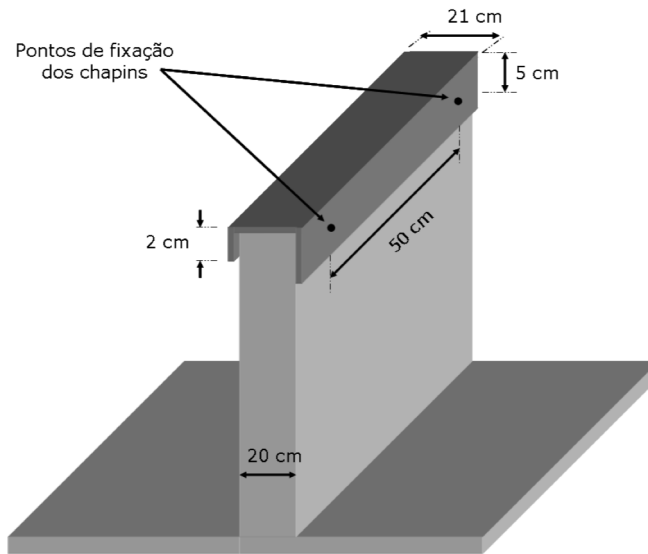
Preenchimento com graute ou argamassa de alta resistência



Fôrmas tipo cachimbo

52

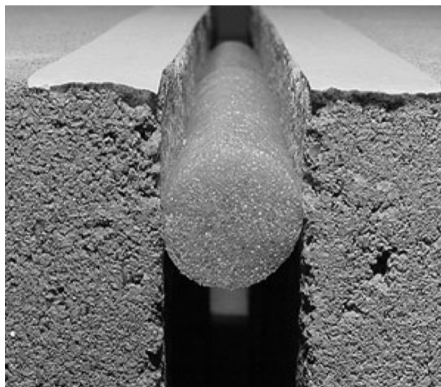
- Fornecimento e colocação de chapins de alumínio na face superior de todas as vigas invertidas e na viga (platibanda) de periferia



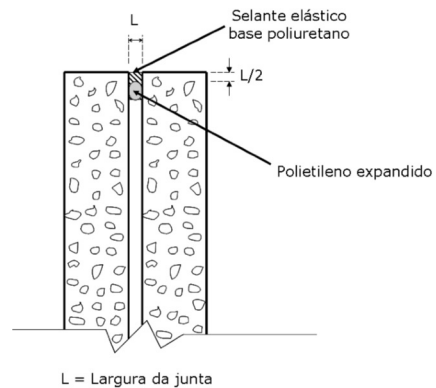
53

-- Limpeza por escovamento das juntas de dilatação

-- Preenchimento com selante base poliuretano

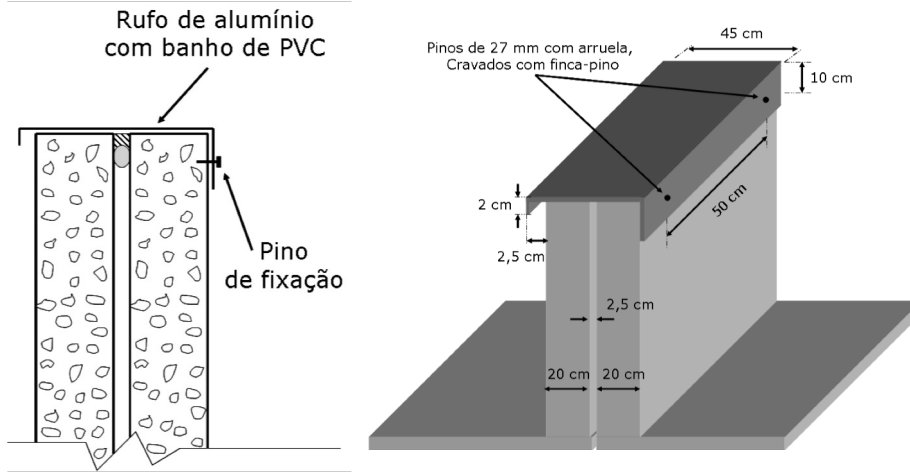


Exemplo de berço de polietileno expandido



54

- Fornecimento e colocação de chapim de proteção



55

Corrosão nas vigas invertidas



56

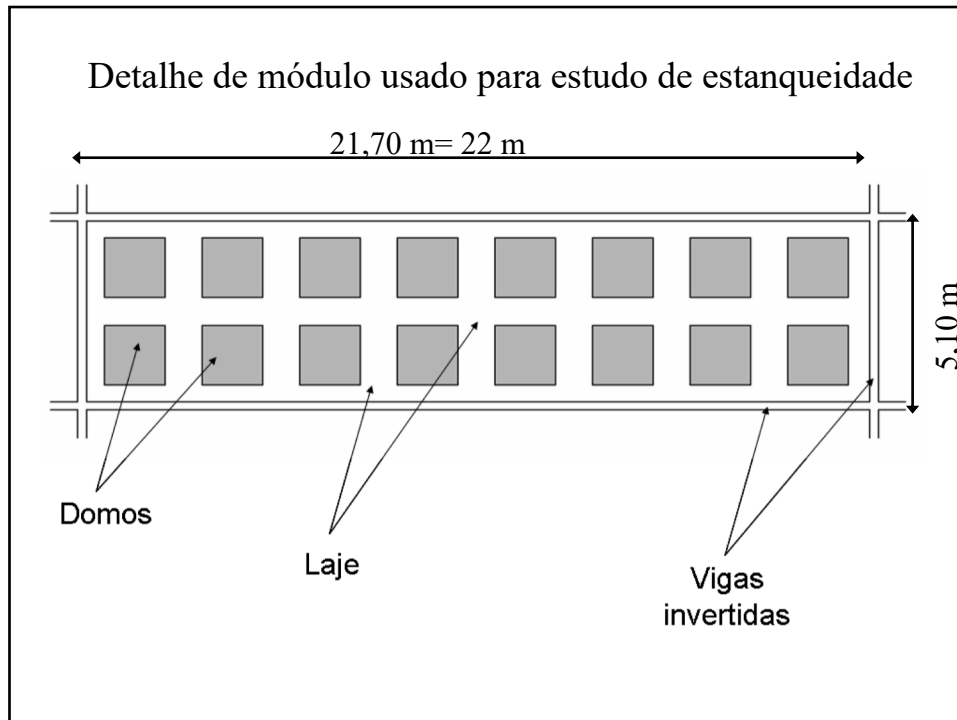
Alternativas para obter Estanqueidade

- **Silicato de sódio**
- **Manta PVC**
- **Poliuréia**

57

Impermeabilização da laje Silicato de sodio

58



59

Alternativa com silicato de sódio

- Retirada de todas as camadas de revestimento inclusive a argamassa de regularização original;
- Preparação da superfície;

Rugosidade da superfície recém-escarificada, devendo ser lixada

60

Alternativas

melhoria estrutura

Silicato de Sódio



61

Alternativa com silicato de sódio

Aplicação de acetato de cálcio diluída a 10%, 24 horas antes da aplicação do silicato de sódio



62

Alternativa com silicato de sódio

Aplicação do silicato de sódio em reparo preparado ao mesmo tempo em que é aplicado na laje de cobertura.



63

Alternativa com silicato de sódio



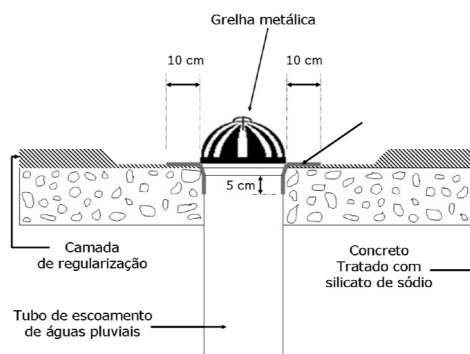
Hidratação de laje de concreto após aplicação do silicato de sódio

64

Alternativa com silicato de sódio

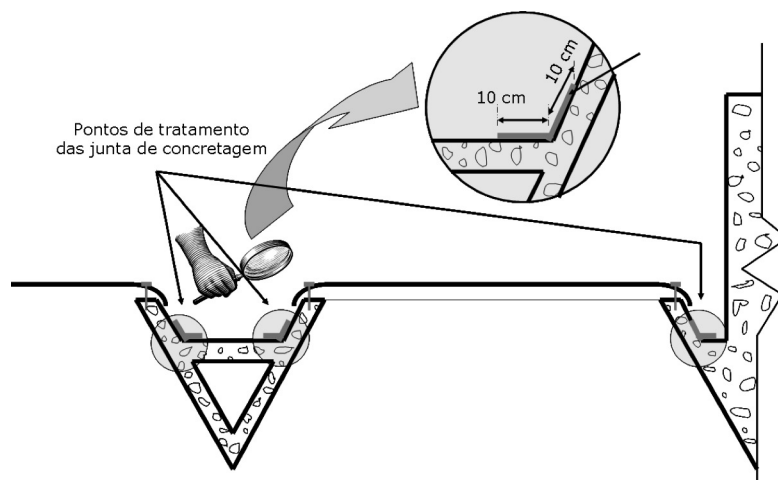
- Fechamento dos reparos localizado;
- Aplicação do silicato de sódio sobre o reparo;
- Tratamento dos ralos;
(selante autonivelante de poliuretano bicomponente)

- Aplicação de argamassa de cimento;
- Cura úmida por aspersão de água



65

Alternativa com silicato de sódio



Tratamento das juntas de concretagem com poliuretano

66

Impermeabilização da laje Manta PVC

67

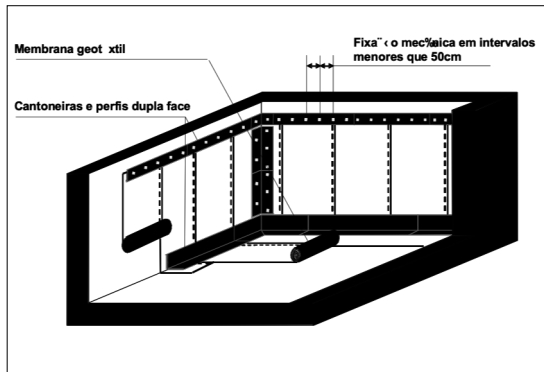
Recuperação e proteção inicial das vigas estruturais



68

Alternativa com manta de PVC

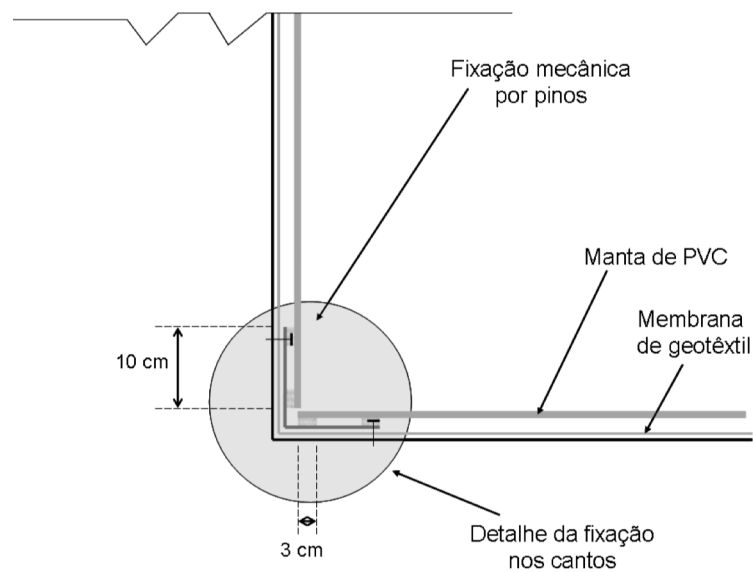
Fornecimento e aplicação da manta de PVC



- Geotêxtil de 150g/m², 3mm
- fixações mecânicas,
- perfil metálico com dupla-face (alumínio e PVC) e
- manta de PVC reforçada com malha de poliéster na espessura de mínima de 1,2mm.

69

Detalhe da fixação da manta de PVC nos cantos em 90°.



70



71



72

Alternativas

sistema não aderente

manta de PVC reforçada com malha de poliéster na
espessura de mínima de 1,2mm



73



74



75

Revestimento Poliuréia

sistema elastomérico de alta espessura (>1,5mm), à base de poliuréia pura isento de solventes, com alumínio metálico incorporado, aplicado em espessuras a partir de 0,5mm.

sistema aderente

76

Alternativa com revestimento base poliurética



Air Less bi-componente” de pressão mínima de 3.500 psi e temperatura mínima de 75°C

77

Manutenção preventiva

78 *direitos reservados PhD 2010*

78

Manutenção preventiva

- ✓ **Reparos estruturais** → Realizar reparos a cada 5 anos. Admite-se que eventualmente 5% das áreas reparadas apresente algum tipo de reincidência ou que surjam novos pontos.
- ✓ **Juntas de dilatação** → pequenos reparos a cada 5 anos. Renovação a cada 15 anos.
- ✓ **Sistema de proteção superficial da face inferior de laje** → Renovação a cada 5 anos.

79

direitos reservados PhD 2010

79

Manutenção preventiva

- ✓ **Sistema de impermeabilização com revestimento de poliuréia** → deve ser realizada limpeza semanal e renovação a cada 15 anos.
- ✓ A água empoçada deve ser rotineiramente direcionada para os ralos, e pulverizado cal para matar insetos. (FAU.USP)
- ✓ **Sistema duplo de proteção superficial da empena perimetral** → deve ser realizada limpeza anual e renovação do verniz à base de resina acrílica 100% pura a cada 5 anos.

80

direitos reservados PhD 2010

80

Manutenção preventiva

Manual de Utilização, Inspeção e Manutenção com base nas prescrições das normalizações nacionais :

ABNT NBR 5674:1999 Manutenção de edificações – Procedimento

ABNT NBR 14037:1998 Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação

81

direitos reservados PhD 2010

81

Previsão orçamentária

82

direitos reservados PhD 2010

82

Previsão orçamentária

Itens da previsão orçamentária resumidos	Valor (R\$)
Serviços preliminares e permanentes	500.000,00
Reabilitação da face superior da laje (reparação em 5%)	400.000,00
Impermeabilização da face superior da laje e vigas (com poliuréia pura a quente)	2.300.000,00
Impermeabilização da face superior da laje e vigas com manta de PVC ou EVA	2.100.000,00
Impermeabilização da face superior da laje e vigas com silicato de sódio + poliuretano	1.500.000,00
Serviços complementares	100.000,00
VALOR TOTAL ESTIMADO:	> 6.500.000,00

83

direitos reservados PhD 2010

83

Alternativa com revestimento base poliurea

- Regularização da superfície;**
- Cura úmida por aspersão de água;**
- Limpeza do substrato.**

84