



# EDIFÍCIO “VILANOVA ARTIGAS”

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



*“do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras”*

**Paulo Helene**  
*Diretor PhD Engenharia  
Prof. Titular Universidade de São Paulo*

**Carlos Brites**  
*Diretor PhD Engenharia  
Doutor em Ciências dos Materiais pela POLI-USP*

FAU-USP

24/04/2013

São Paulo

1



2

## Fachada



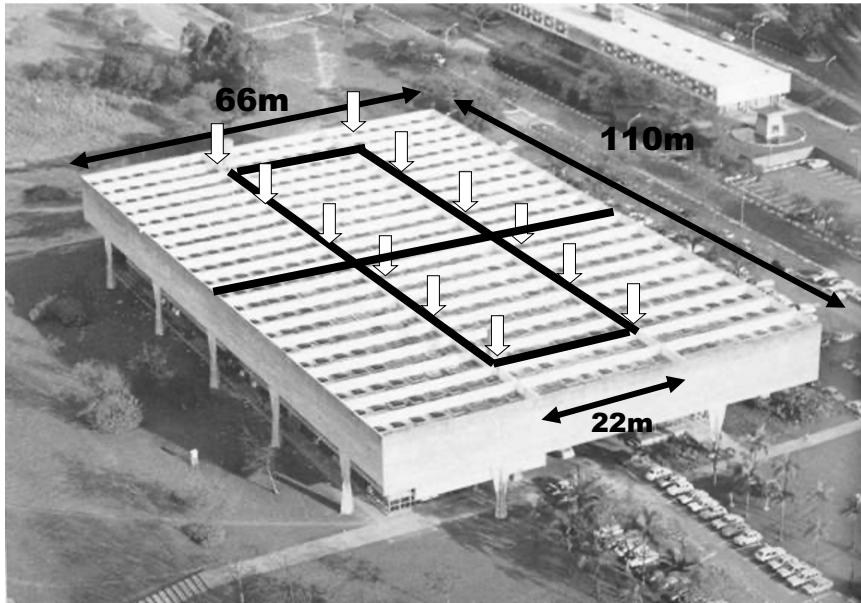
*direitos reservados PhD 2013*

3

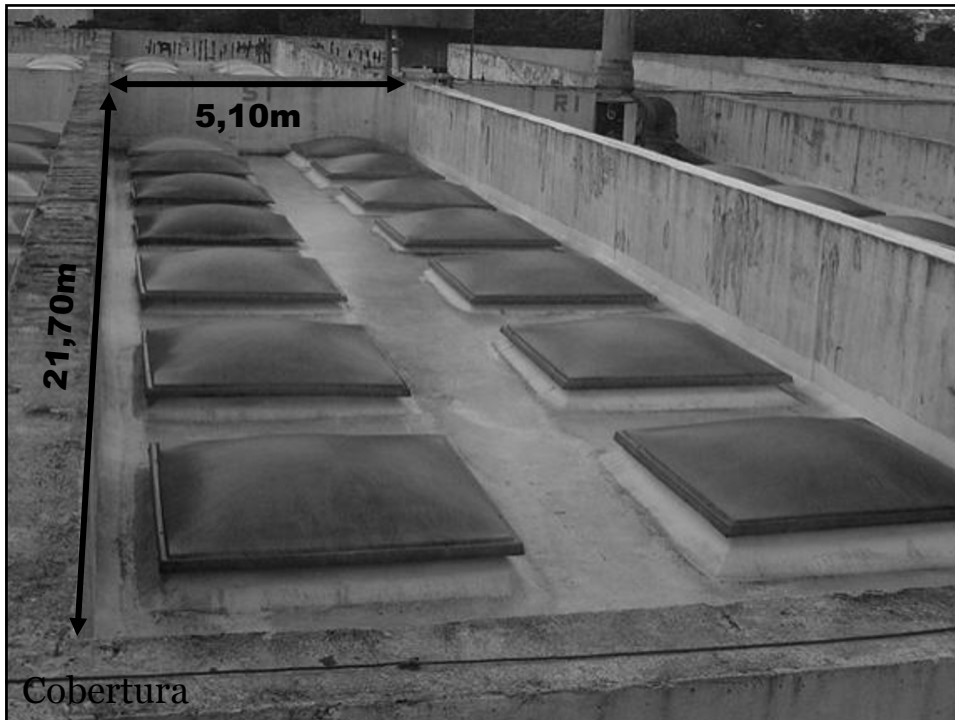


4

**Edifício Sede da FAU.USP, em São Paulo, 1969**



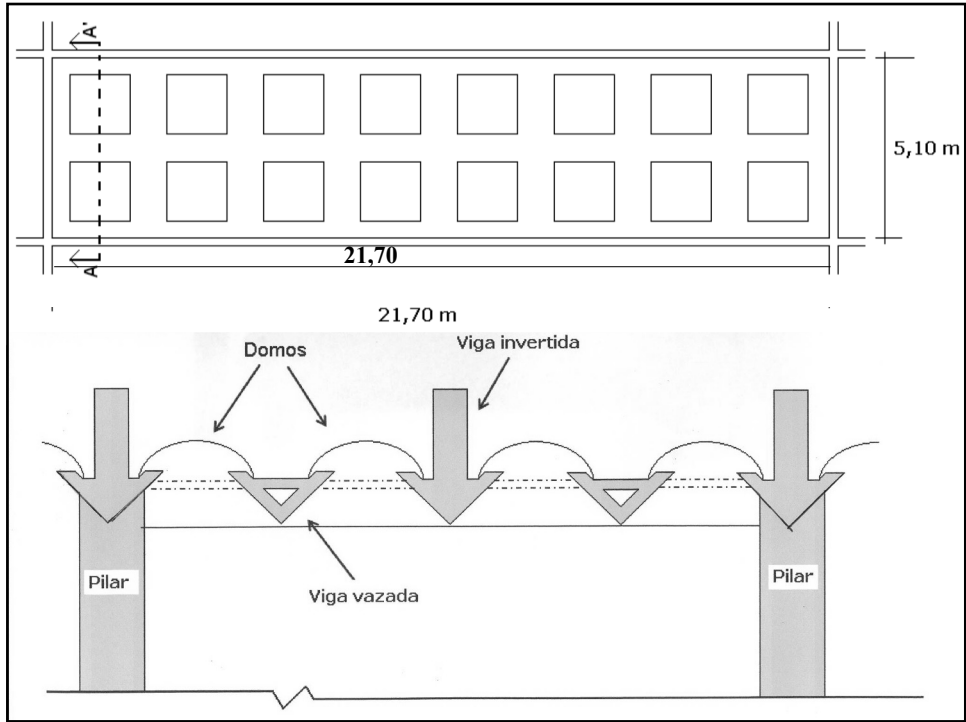
5



6







9



10

# Problemas Observados

11

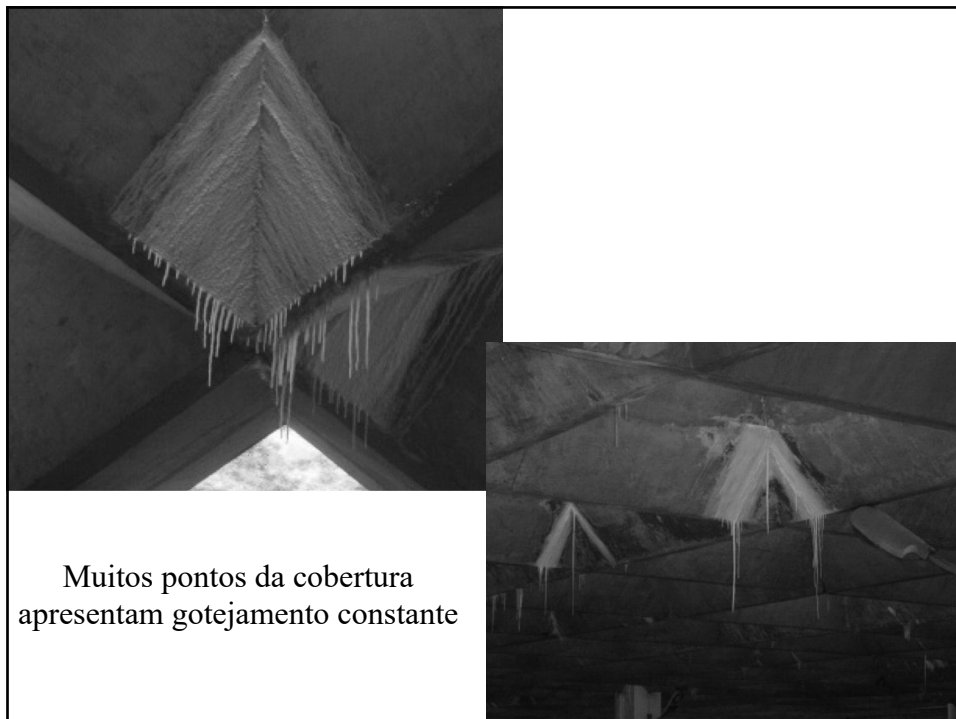


12

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



13



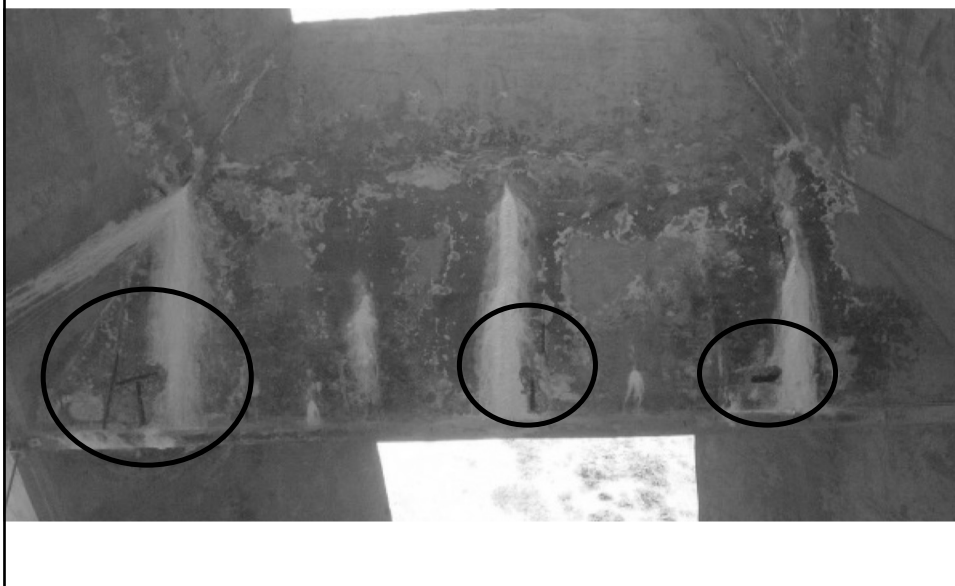
Muitos pontos da cobertura  
apresentam gotejamento constante

14



15

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



16



17



18



19

✓ Colapso do sistema de impermeabilização atual



20



21



22



23

✓ Corrosão de armaduras nas vigas estruturais invertidas



24





Corrosão nas vigas invertidas

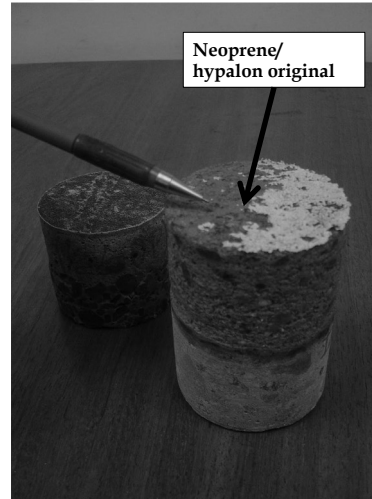
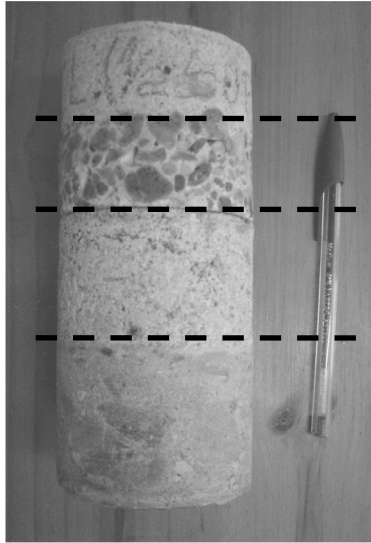
25

✓ Estribos rompidos por corrosão



26

## Inspeção (face superior)



sobreposição de camadas

27

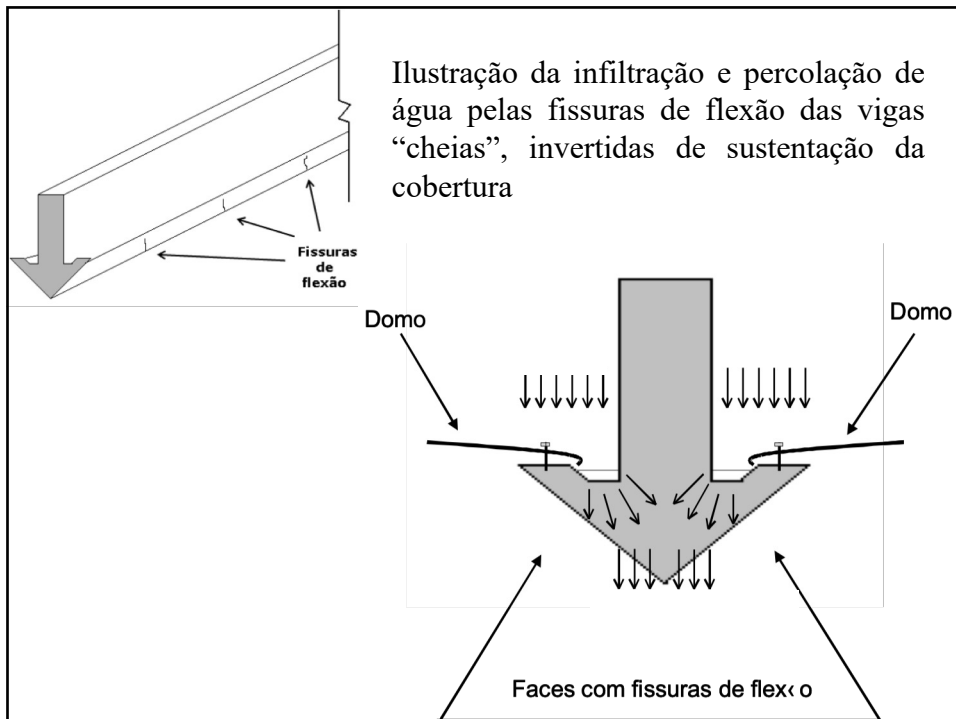
# Diagnostico & Prognóstico

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

28



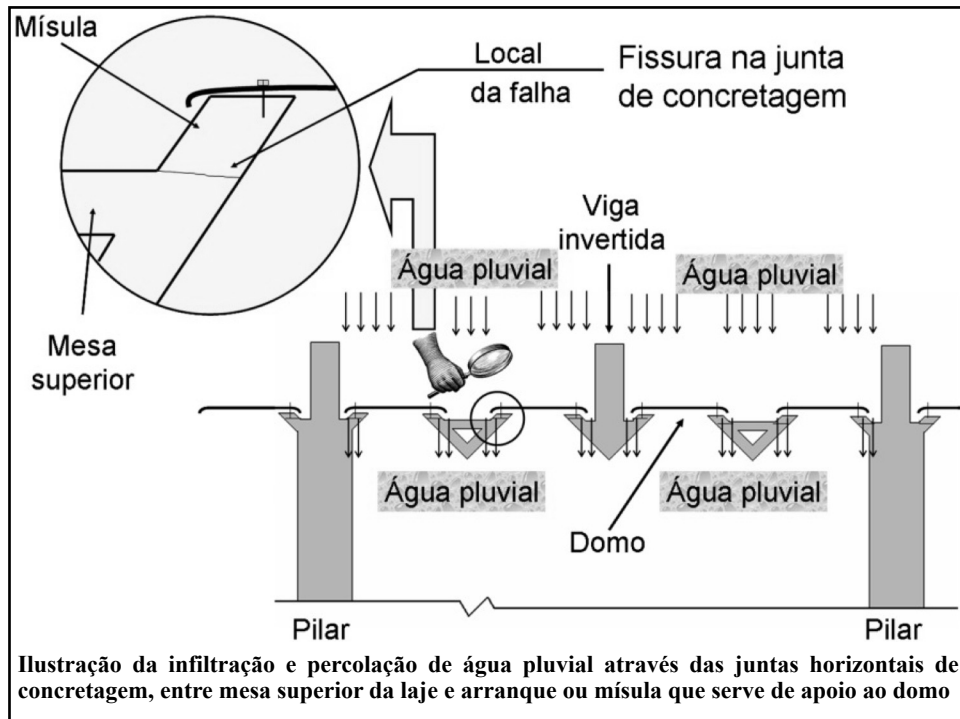
29



30



31

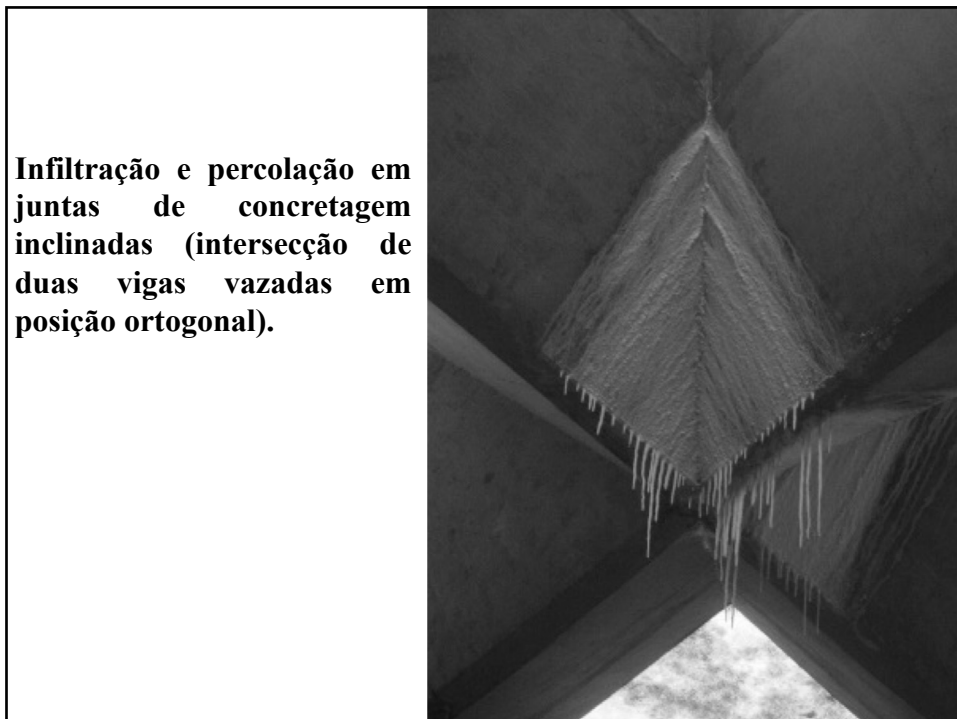


32



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

33



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

34



35



36

# Conceituação

*(intervenção em estruturas  
de concreto)*

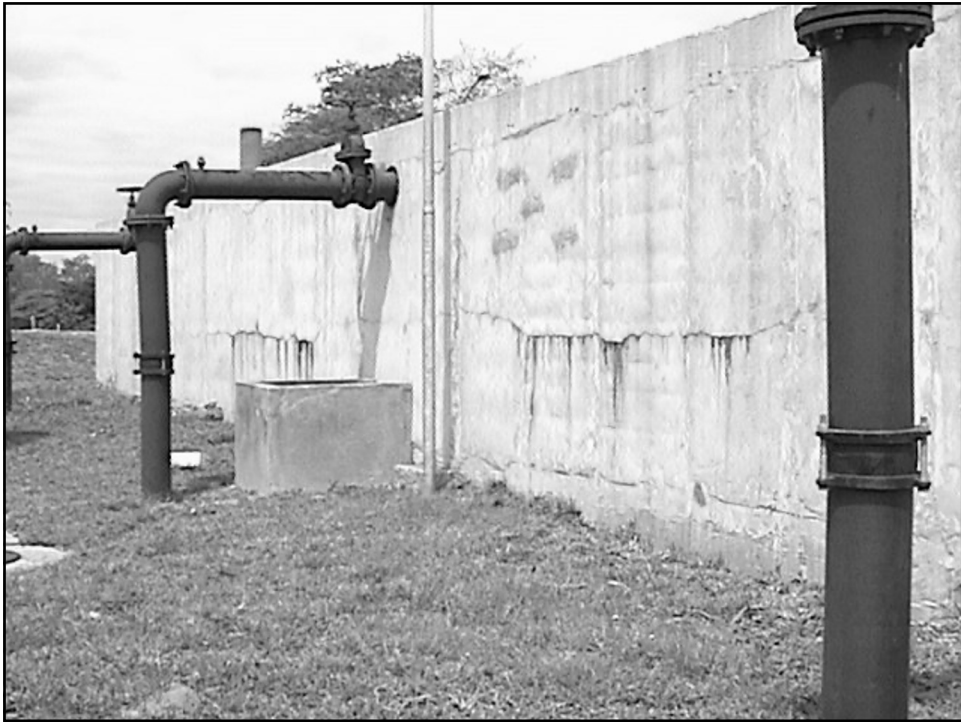
37



38



39



40



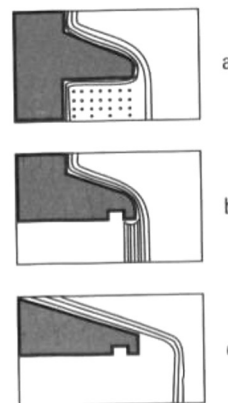
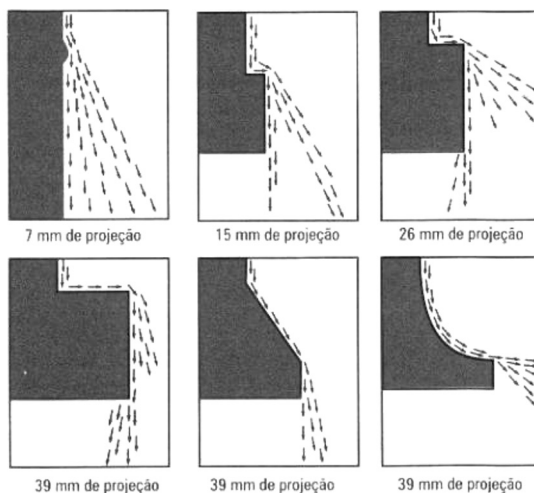
# vida útil

Um concreto bem especificado, um fornecimento correto e uma execução adequada é suficiente para garantir vida útil?

não é somente isso...

41

## Arquitetura planejada



cornijas, beirais,  
pingadeiras ...

Uemoto, 2005 apud Couper, 1974

42

## Edifício Martinelli



**84 anos de idade,  
(1929), vida útil ?**

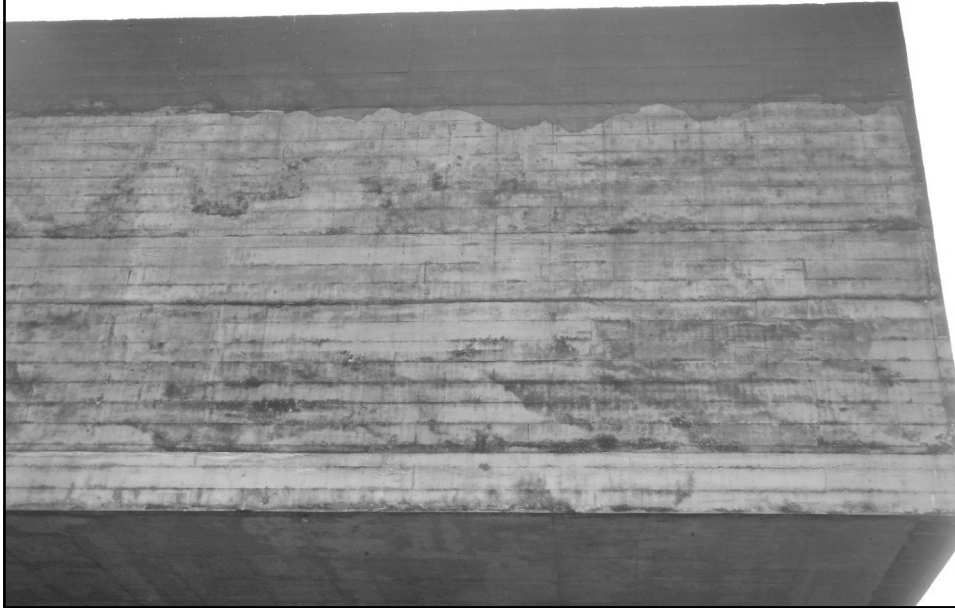


43



44

**ABNT NBR 6118:2007, item 7.2.4 ?**



45

## **Arquitetura planejada (norma)**

**ABNT NBR 6118:2007, item 7.2.4:**

*“Todos os topos de platibandas e paredes devem ser protegidos por chapins. Todos os beirais devem ter pingadeiras e os encontros a diferentes níveis devem ser protegidos por rufos”*

**de quem é a responsabilidade?**

46

## O problema não é somente estético...



**40 anos de idade...**

47

## O problema não é somente estético...



**risco de vida (não é a útil)**

48

## Visão sistêmica da vida útil

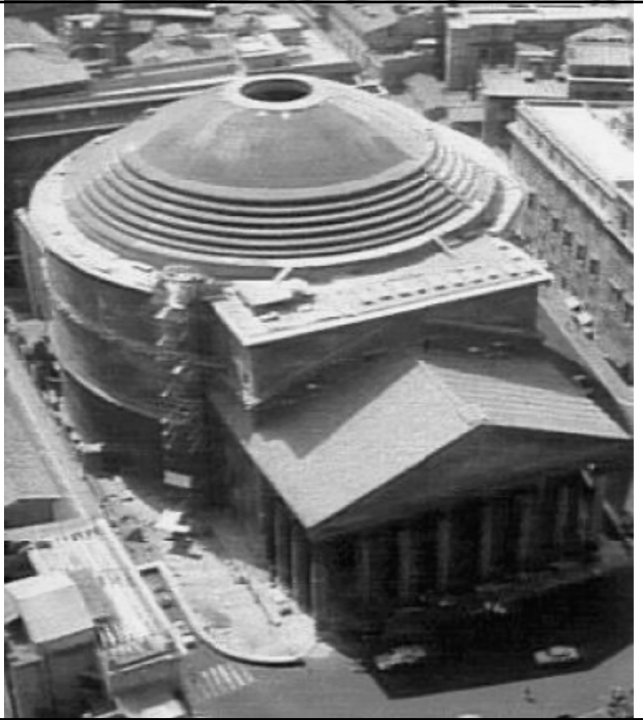


49

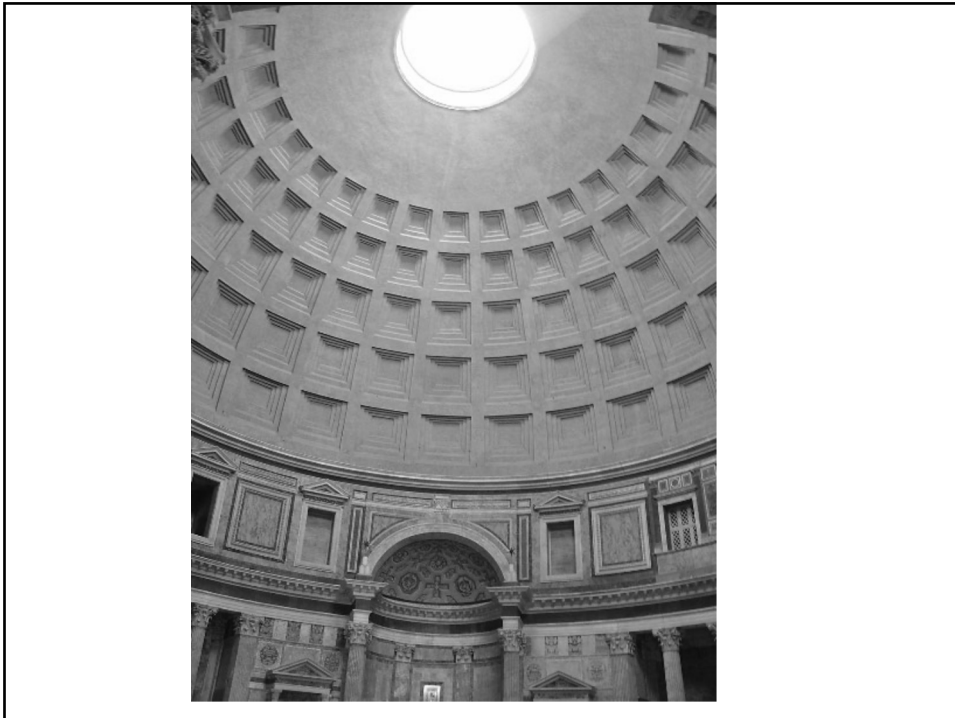
**Não existe material de construção mais durável que o concreto! Somente algumas rochas têm a mesma durabilidade**

50

Panteão  
de  
Roma



51



52



53

Cúpula do Panteão de Roma  
Século II dC → Diâmetro de **44m**



54

## **Conceitos**

- ✓ Impermeabilidade é diferente de estanqueidade
- ✓ Material é diferente de estrutura

55

## **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

56



## **Solução Corretiva**

- **Acessos / Segurança**
- **Estanqueidade juntas**
  - **Proteção**
- **Reabilitar a estrutura**
- **Estanqueidade lajes**

57

**acessibilidade,  
segurança e  
proteção contra  
descargas  
elétricas**

58



59



60



61



62



63



64



65



66



67



68

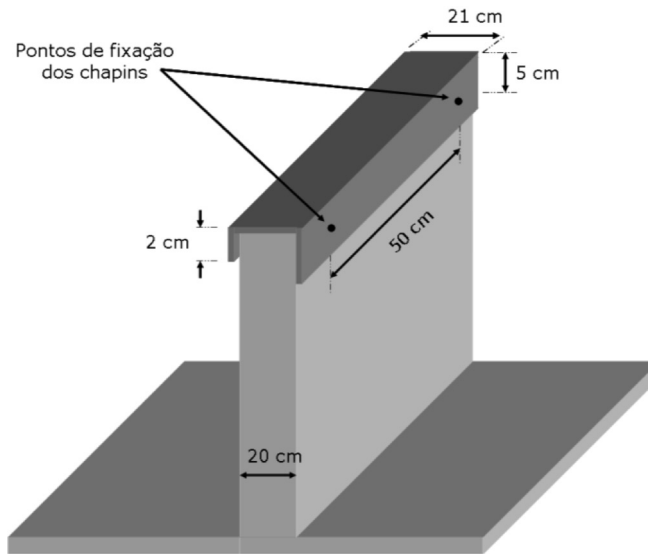


69

## **Estanqueidade de Juntas de Dilatação**

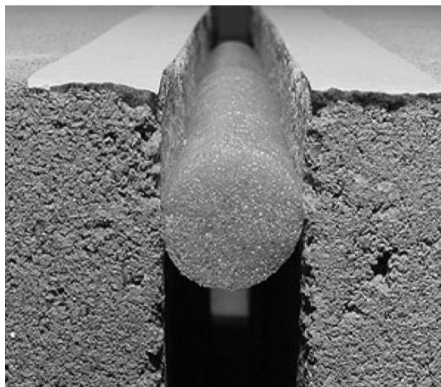
70

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

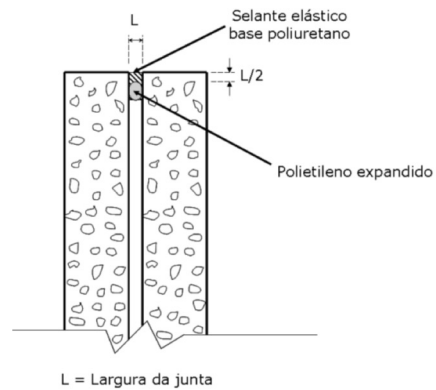


71

- Limpeza por escovamento das juntas de dilatação
- Instalação de tarucel
- Preenchimento com selante base poliuretano



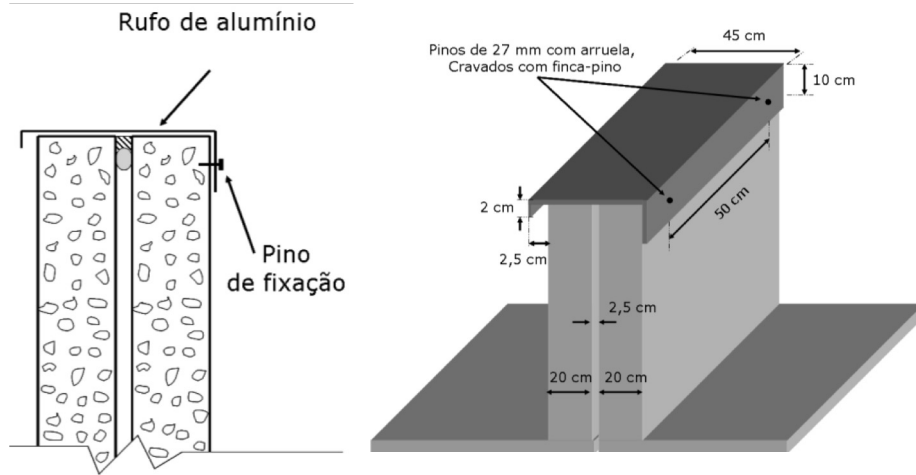
Exemplo de berço de polietileno expandido



72



### Fornecimento e colocação de chapim de proteção a base de alumínio espessura de 2,5mm



73

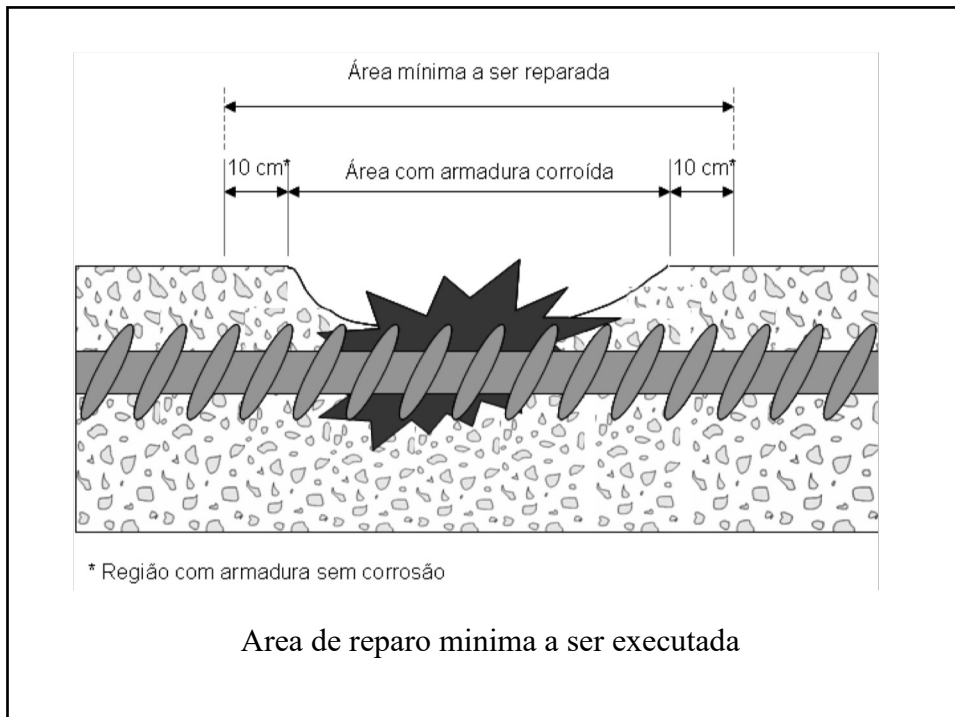
## Recuperação estrutural das vigas

74

## Corrosão nas vigas invertidas



75



76



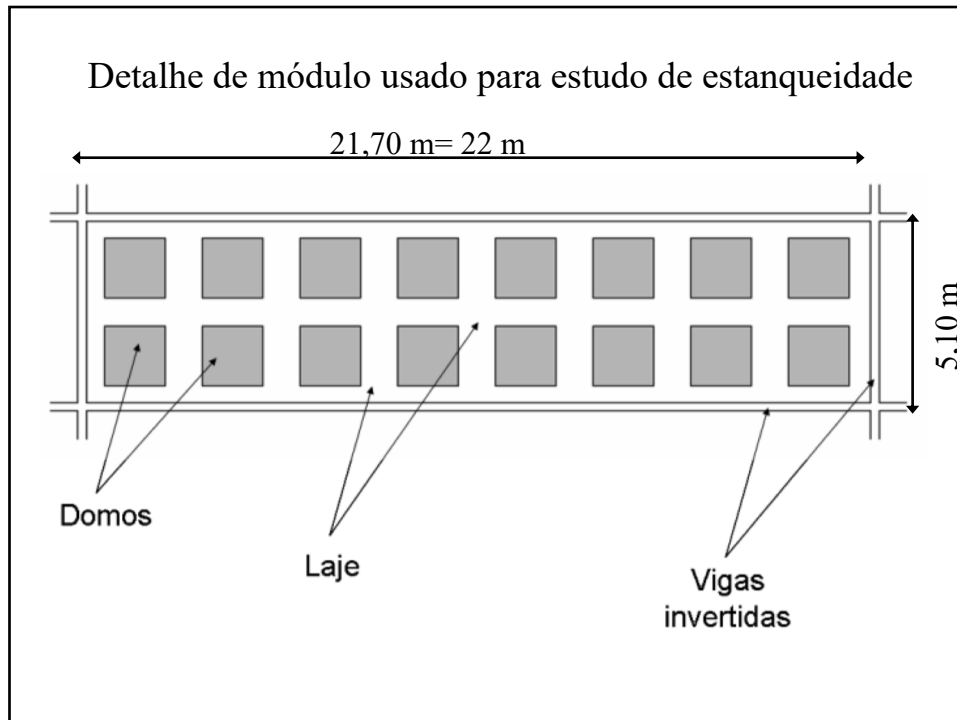
## **Alternativas para obter Estanqueidade Lajes**

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

79

## **Impermeabilização da laje Silicato de sódio**

80



81

**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

82

Alternativas

melhoria estrutura

## Silicato de Sódio



83

### **Alternativa com silicato de sódio**

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



84

### **Alternativa com silicato de sódio**

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



85

### **Alternativa com silicato de sódio**



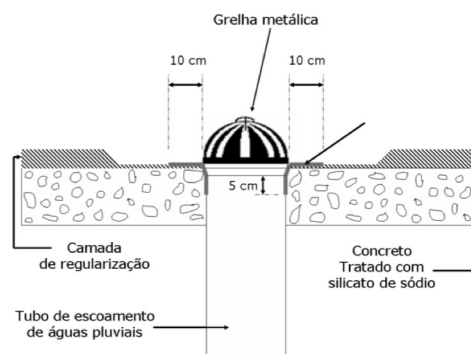
Hidratação de laje de concreto após aplicação do silicato de sódio

86

### Alternativa com silicato de sódio

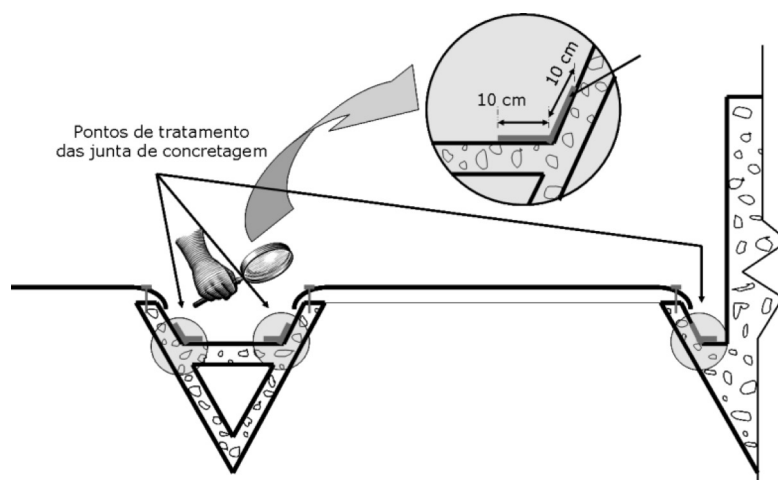
- Fechamento dos reparos localizado;
- Aplicação do silicato de sódio sobre o reparo;
- Tratamento dos ralos;  
(selante autonivelante de poliuretano bicomponente)

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



87

### Alternativa com silicato de sódio



**Tratamento das juntas de concretagem com poliuretano**

88



# Impermeabilização da laje Manta PVC

89

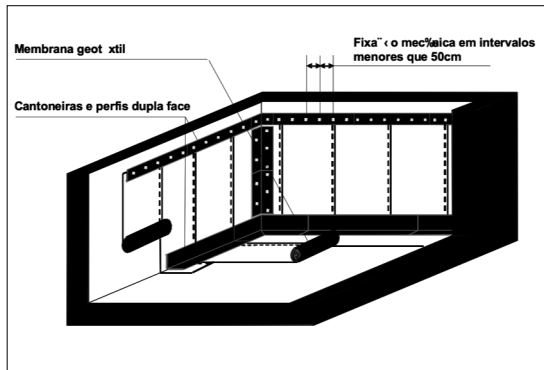
Recuperação e proteção inicial das vigas estruturais



90

## Alternativa com manta de PVC

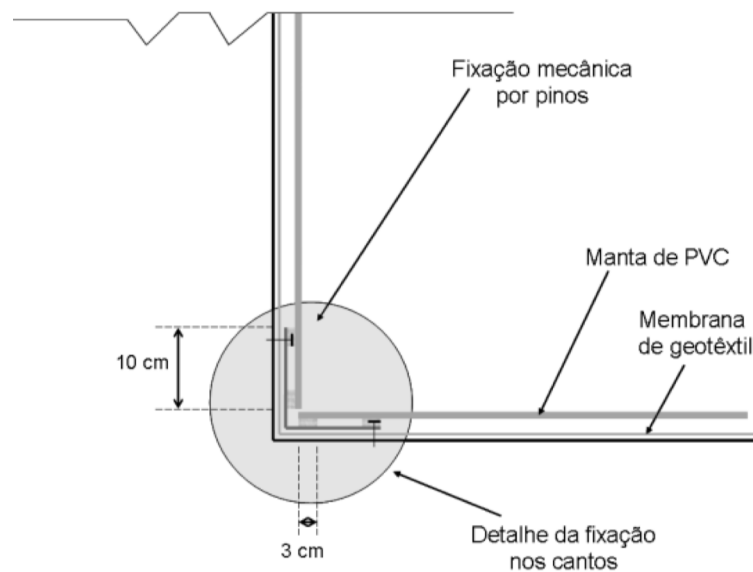
### Fornecimento e aplicação da manta de PVC



- Geotêxtil de 150g/m<sup>2</sup>, 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.

91

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



92



93



94

## Alternativas

sistema não aderente

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



95



96



97

## Revestimento Poliuréia

sistema elastomérico de alta espessura (>1,5mm), à base de poliuréia pura isento de solventes.

sistema aderente

98

## **Alternativa com revestimento base poliurea**

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

99

## **Alternativa com revestimento base poliuréia**



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

100

# Manutenção preventiva

101

## 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.

102

## 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.

103

## Manutenção preventiva

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

*ABNT NBR 5674 - Manutenção de edificações – Procedimento*

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

104



## **Visão sistêmica da vida útil**

**Interação de três universos:**

**ENGENHARIA  
E TECNOLOGIA**

**ARQUITETURA  
PLANEJADA**

**MANUTENÇÃO  
ADEQUADA**

**é possível !!!**