



Entendendo a razão das manifestações patológicas prediais. Estudo de caso: Prédio da FAU/USP

Paulo Helene

*Director PhD Engenharia
Diretor Conselheiro IBRACON
Miembro Red PREVENIR CYTED
fb (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*

FAU sala 810

05 de outubro de 2010

São Paulo



Edifício Vilanova Artigas Prédio da FAU.USP

Profa. Dra. Fabiana Lopes de Oliveira
"AUT139 Razão e Ser das Manifestações Patológicas Prediais"
Departamento de Tecnologia

FAU sala 810

05 de outubro de 2010

São Paulo

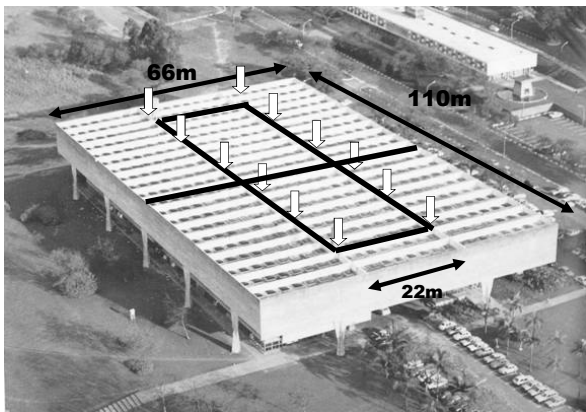
Fachada



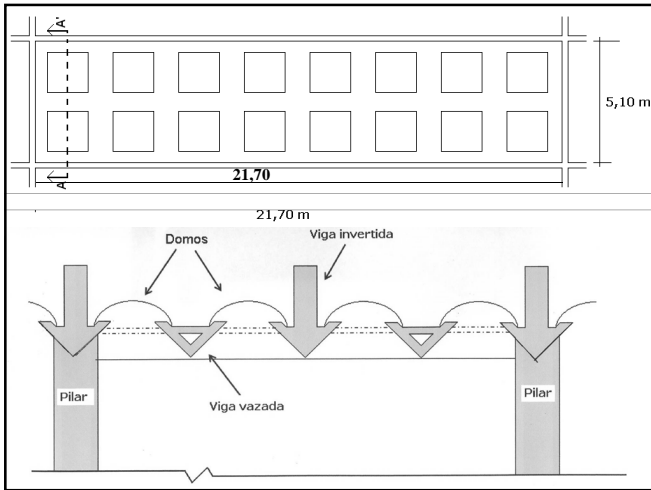
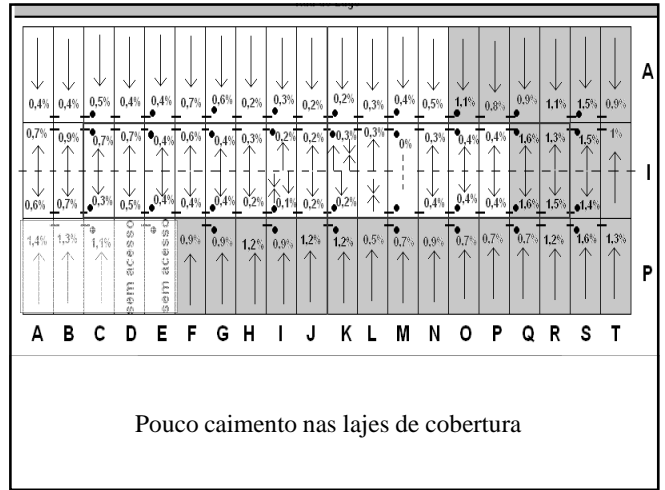
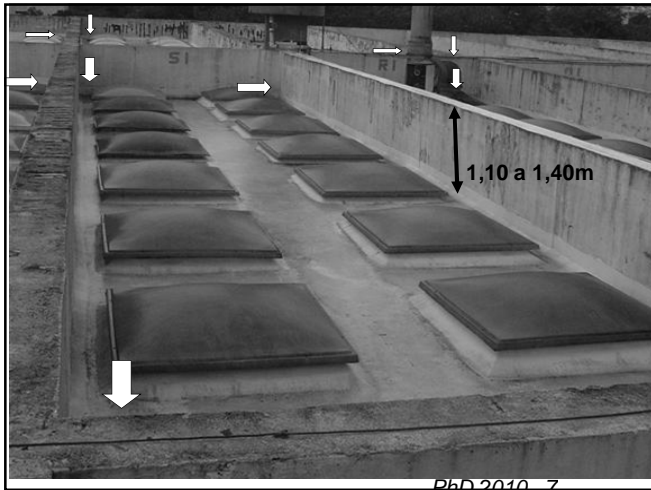
direitos reservados PhD 2010



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



Cobertura



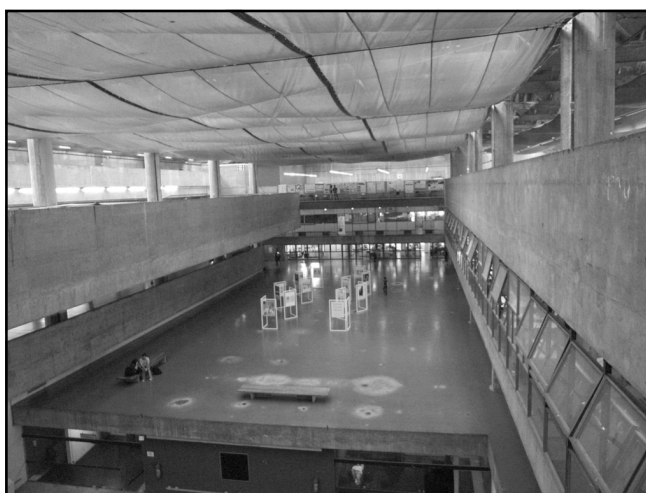
Problemas Observados



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



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





✓ Colapso do sistema de impermeabilização atual



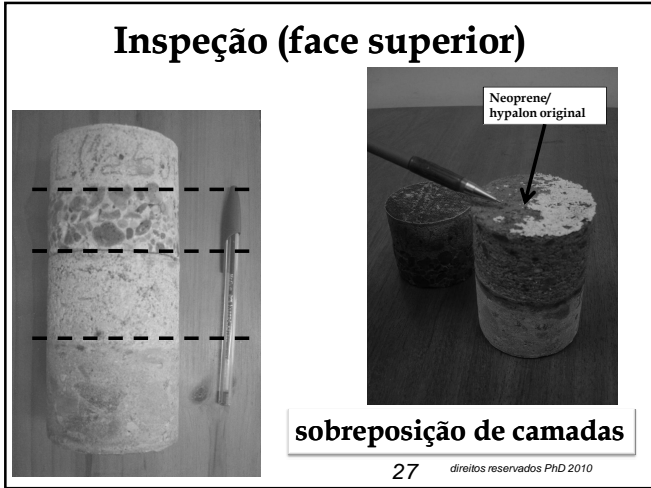
Colapso da argamassa de enchimento / regularização

✓ Poças de água por insuficiência do caimento



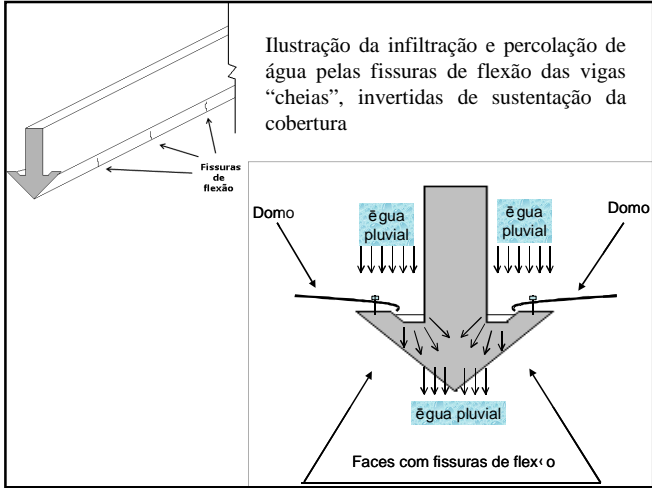
✓ Corrosão de armaduras nas vigas estruturais invertidas





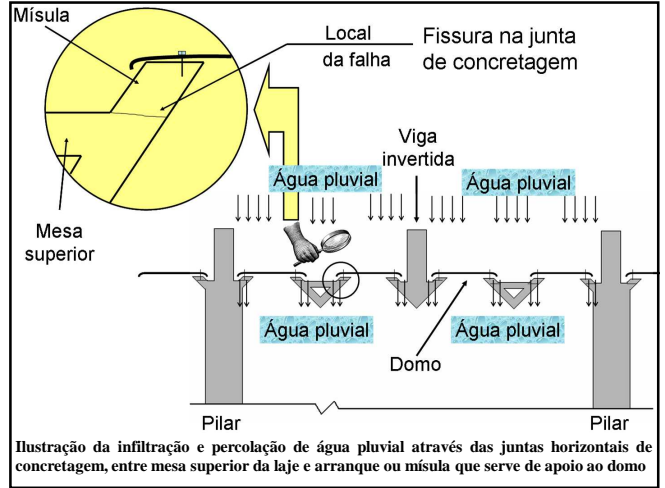
Diagnostico & Prognóstico

mecanismos de infiltração de água pluvial na cobertura

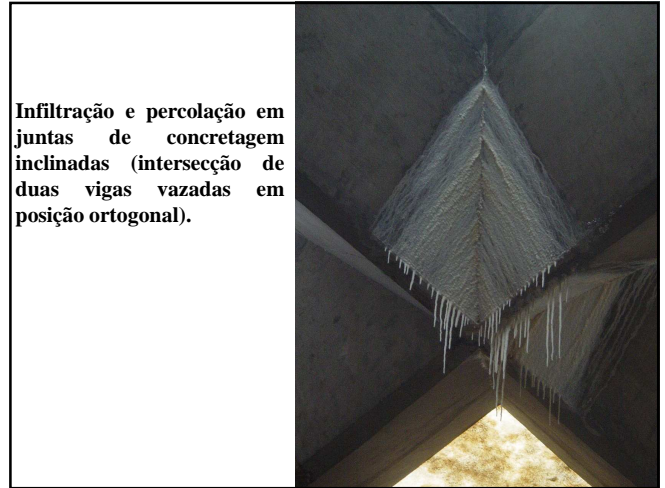




2º MECANISMO: Junta de concretagem horizontal entre a laje e o início do domo.



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

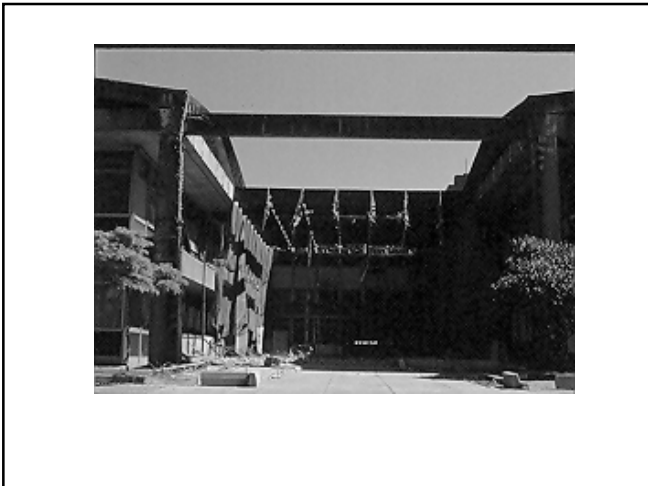


4º MECANISMO: Encontro de vigas cheias com o pilar. Deficiência de estanqueidade da união entre ralo e duto de água pluviais



Conceituação

(intervenção em estruturas de concreto)



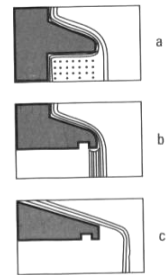
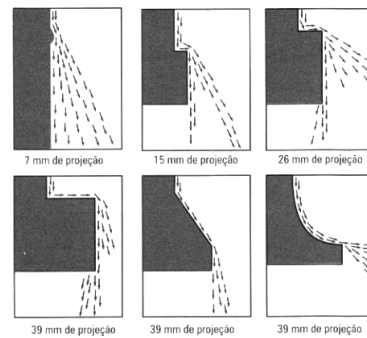


vida útil

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

não é somente isso...

Arquitetura planejada



cornijas, beirais, pingadeiras ...

Uemoto, 2005 apud Couper, 1974

Edifício Martinelli



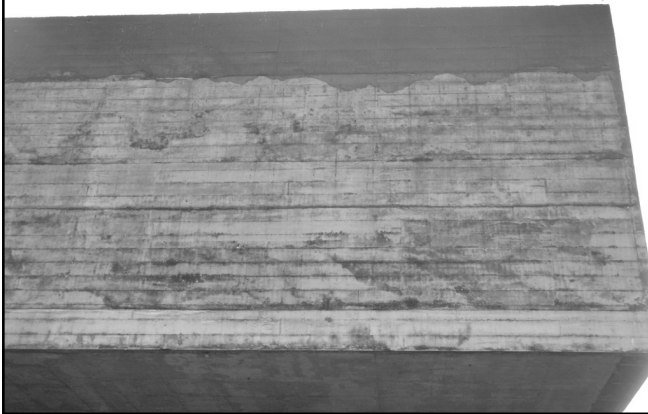
81 anos de idade, (1929), vida útil?



Exemplo...

40 anos de idade ...

NBR 6118:2007, item 7.2.4 ?



Arquitetura planejada (norma)

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?

concreto autolimpante?



temos tecnologia...

O problema não é somente estético...



Armadura exposta
com evidências de
corrosão

40 anos de idade...

O problema não é somente estético...



Pessoas circulando
abaixo das regiões
de iminente
deslocamento do
concreto

Concreto solto
devido corrosão
de armadura

risco de vida (não é a útil)

Foco em vida útil

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

não é somente isso (ainda)...



Manutenção de estruturas

“A Torre Eiffel foi um projeto revolucionário em aço resistente, mas leve o suficiente para minimizar a força do vento e reduzir a sobrecarga em sua fundação. Ao mesmo tempo, sua construção foi econômica e esteticamente perfeita. Mas, infelizmente, o aço não foi galvanizado. O tamanho e a geometria da torre impõem um trabalho árduo de proteção contra a corrosão e manutenção do aço, e esta manutenção é particularmente difícil ...

Michael Martin, Internacional Zinco Association (www.iza.com)

Vida útil infinita?

... A operação de manutenção acontece a cada 7 anos, dura 14 meses e utiliza 60t de tinta sobre uma área de total de 200.000m². Durante esta operação, os reparos da torre de 320m de altura acontecem em toda a sua estrutura, por uma equipe de 25 pintores que removem a ferrugem, as sujeiras dos pássaros, as lascas de tinta e os danos causados pela poluição da cidade.”

Michael Martin, Internacional Zinco Association (www.iza.com)

vida útil

NBR 6118:2007, item 25.4:

“Dependendo do porte da construção e da agressividade do meio e de posse das informações dos projetos, dos materiais e dos produtos utilizados e da execução da obra, deve ser produzido por profissional habilitado, devidamente contratado pelo contratante, um manual de utilização, inspeção e manutenção ...

bom senso: toda construção precisa

vida útil

NBR 6118:2007, item 25.4:

... Esse manual deve especificar de forma clara e sucinta, os requisitos básicos para a utilização e a manutenção preventiva, necessárias para garantir a vida útil prevista para a estrutura.”

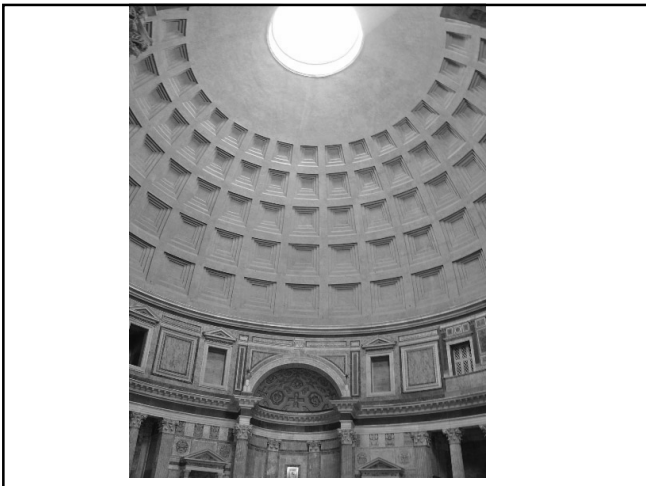
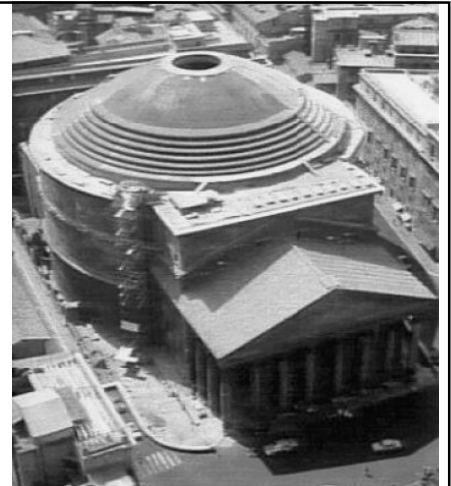
quem define vida útil deve também estabelecer as ações de manutenção NBR 15575-1 - Anexo C

Visão sistêmica da vida útil



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

Panteão de Roma



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



Conceitos

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

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

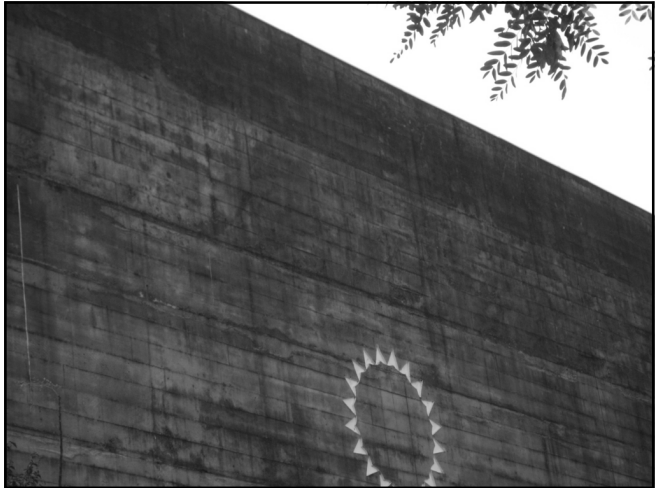
Solução Corretiva

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

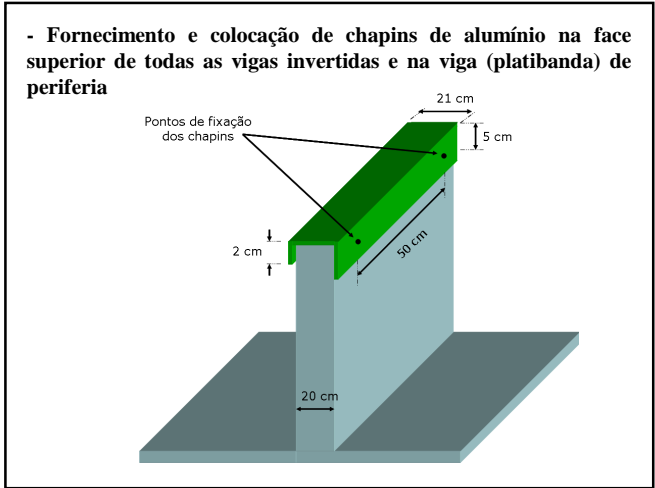
**acessibilidade,
segurança e
proteção contra
descargas
elétricas**







Estanqueidade de Juntas de Dilatação



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

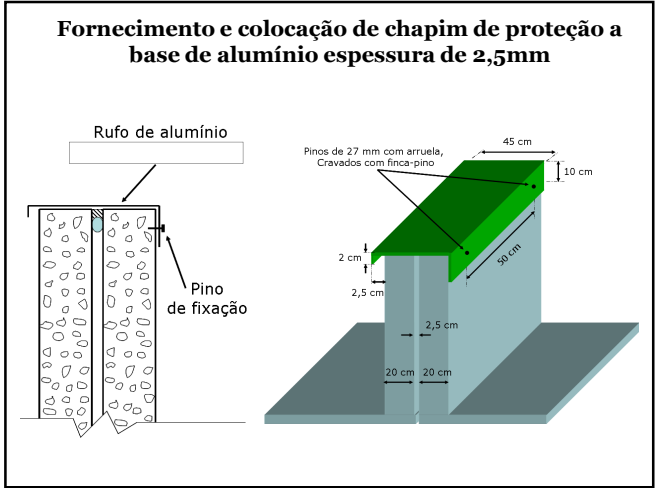
Exemplo de berço de polietileno expandido

Selante elástico base poliuretano

L/2

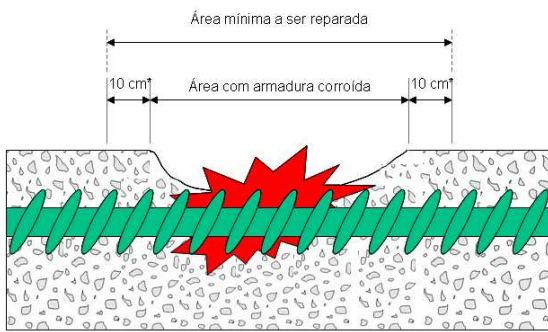
Polietileno expandido

L = Largura da junta



Recuperação estrutural das vigas

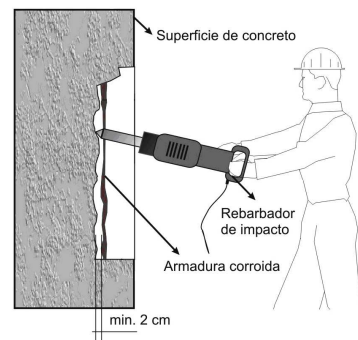
Corrosão nas vigas invertidas



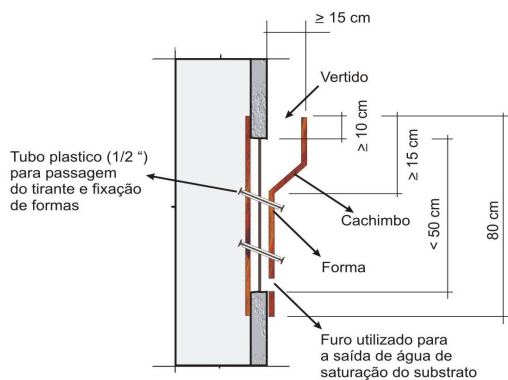
* Região com armadura sem corrosão

Area de reparo mínima a ser executada

-- Escarificação do concreto contaminado, com martetele eletromecânico



Preenchimento com graute ou argamassa de alta resistência

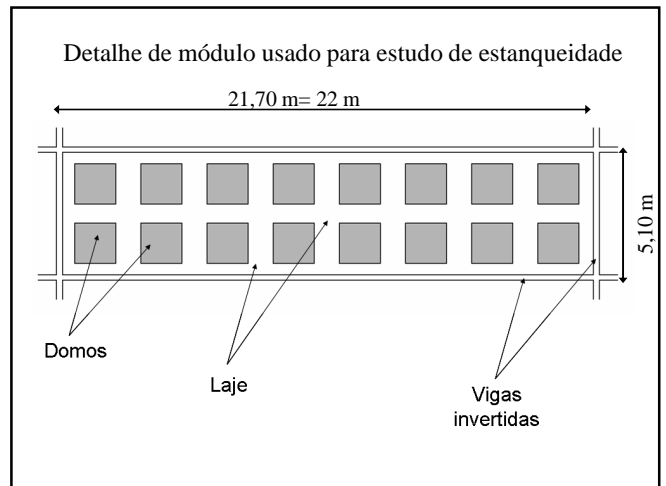


Fôrmas tipo cachimbo

Alternativas para obter Estanqueidade Lajes

- Silicato de sódio
- Manta PVC
- Poliuréia

Impermeabilização da laje Silicato de sódio



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

Alternativas

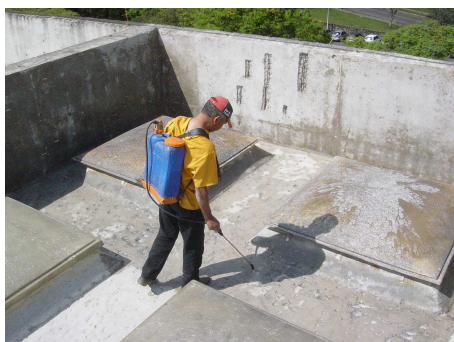
melhoria estrutura

Silicato de Sódio



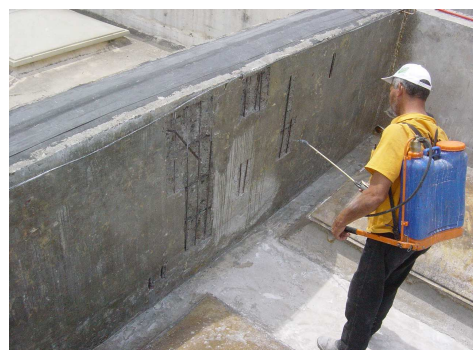
Alternativa com silicato de sódio

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



Alternativa com silicato de sódio

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



Alternativa com silicato de sódio

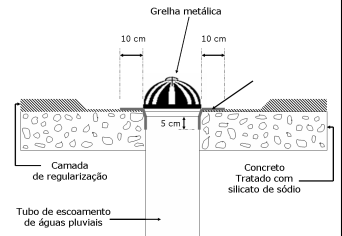


Hidratação de laje de concreto após aplicação do silicato de sódio

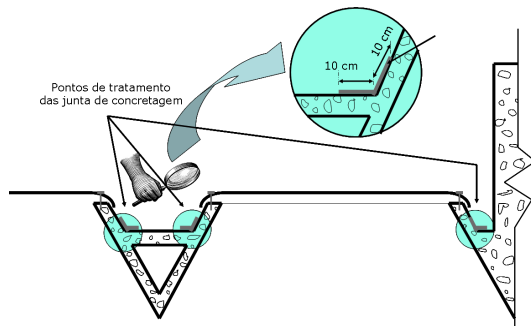
Alternativa com silicato de sódio

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

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



Alternativa com silicato de sódio



Tratamento das juntas de concretagem com poliuretano

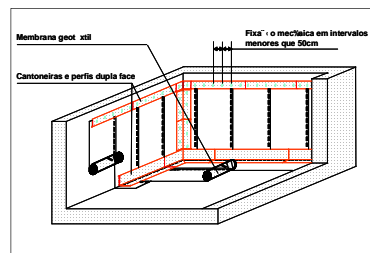
Impermeabilização da laje Manta PVC

Recuperação e proteção inicial das vigas estruturais

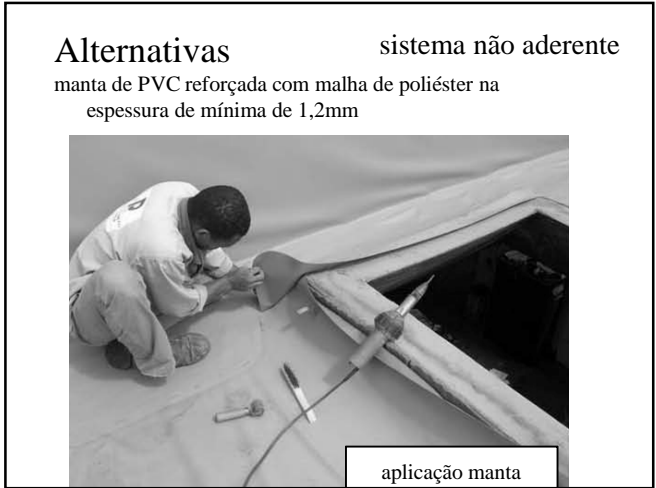
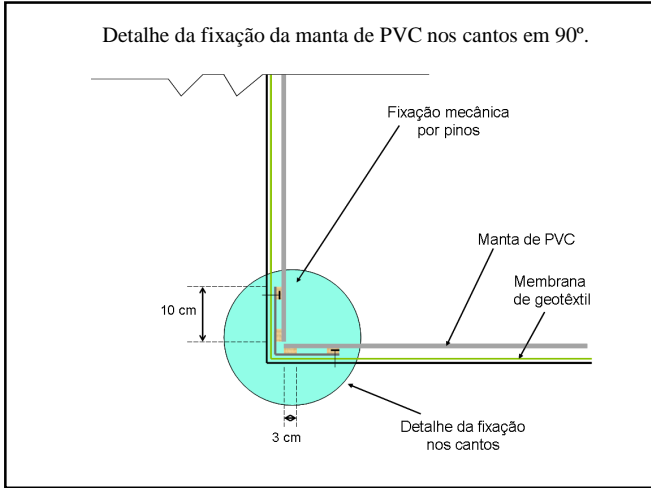


Alternativa com manta de PVC

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.



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

Alternativa com revestimento base poliurea

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

Alternativa com revestimento base poliuréia



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

Manutenção preventiva

112 direitos reservados PhD 2010

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.

113 direitos reservados PhD 2010

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.

114 direitos reservados PhD 2010

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

Visão sistêmica da vida útil

Interação de três universos:



é possível !!!