



Produtos de Recuperação
Prof. Dr. Carlos Brites

1

GRUPO IDD
CONSTRUINDO CONHECIMENTO

Produtos de Recuperação

EDIFÍCIO
“VILANOVA ARTIGAS”

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

PhD Engenharia
do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras

Dr. Carlos Brites
Diretor PhD Engenharia
Prof. PECE-USP
Secretário da ABNT NBR 12655:2015
Pós-Doutorando da Escola Politécnica da USP

IDD 16 de agosto de 2017 São Paulo/SP

2

**Edifício após sua
construção**



3

Edifício após sua construção



4

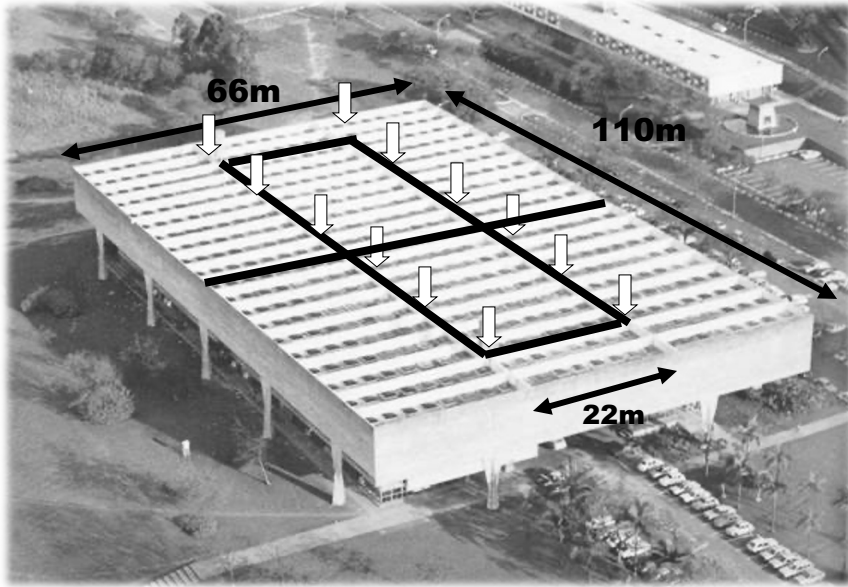


5



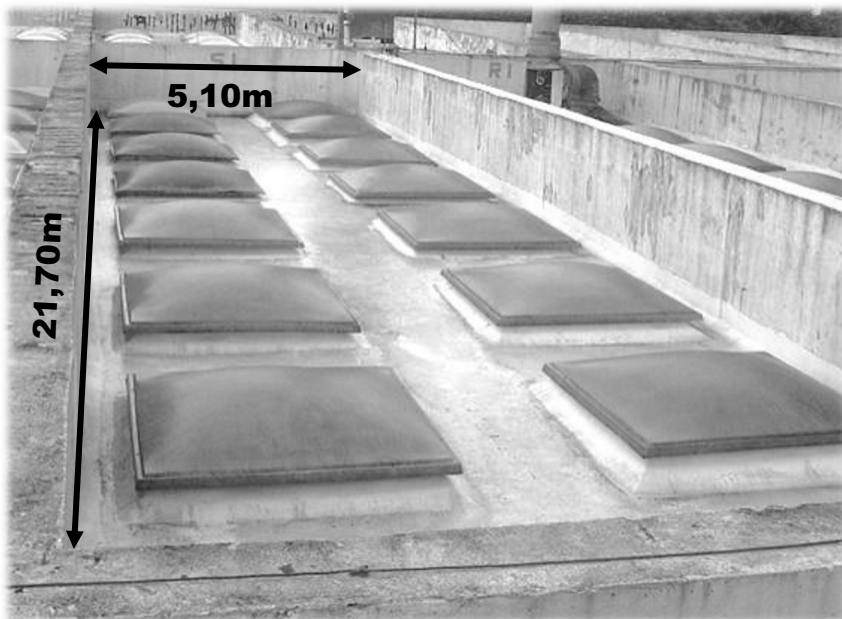
6

Edifício Sede da FAUUSP, em São Paulo, 1969



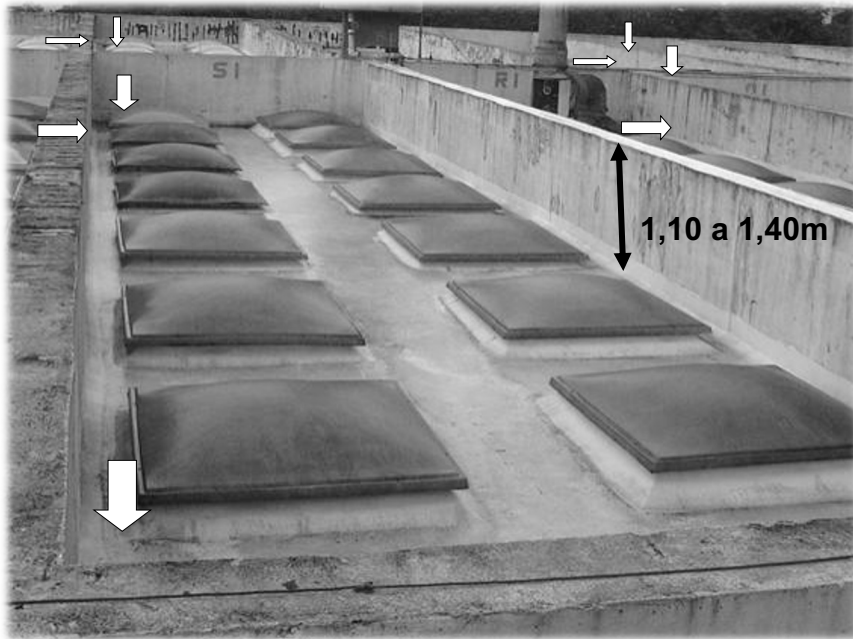
7

Cobertura vista de cima

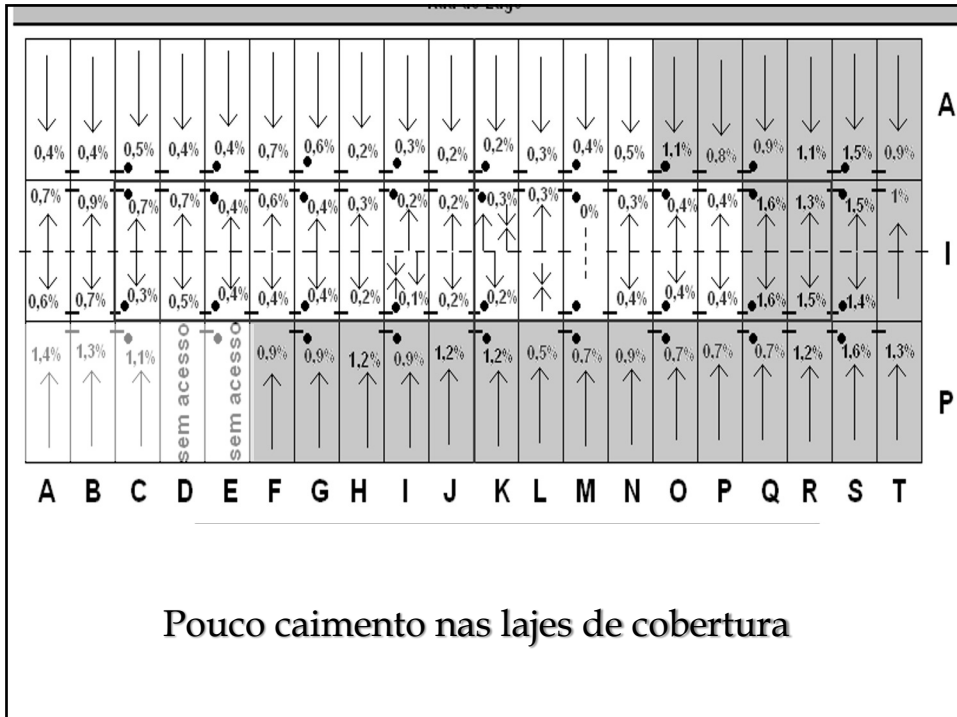


8

Cobertura vista de cima



9



10

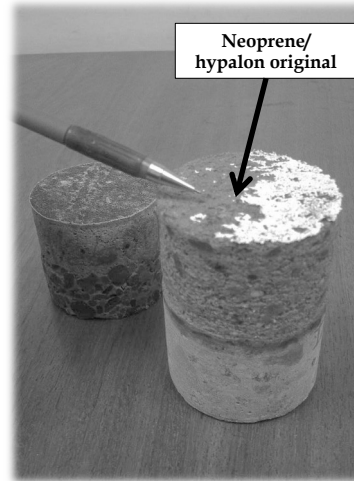
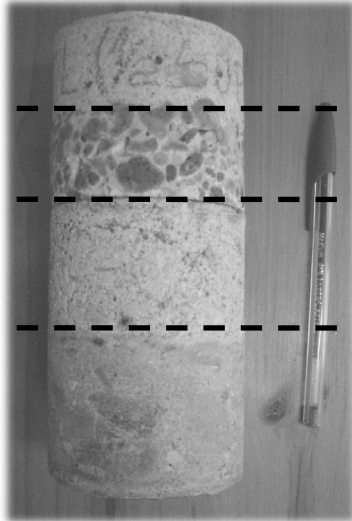


11



12

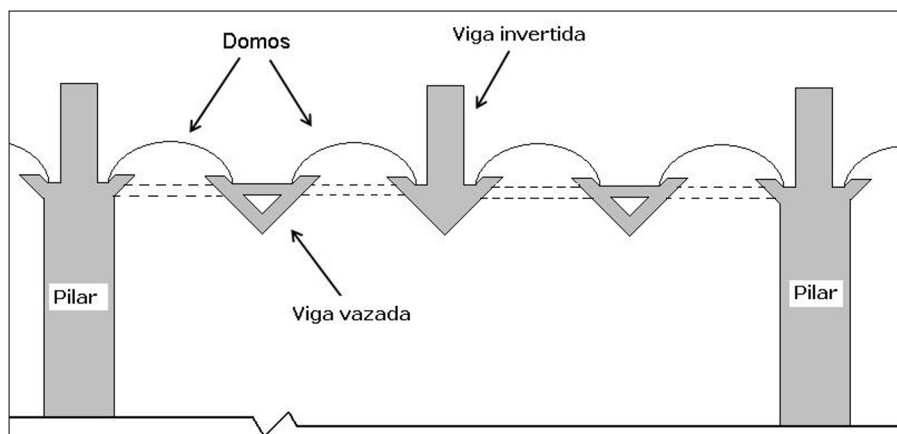
Inspeção (face superior)



sobreposição de camadas

13

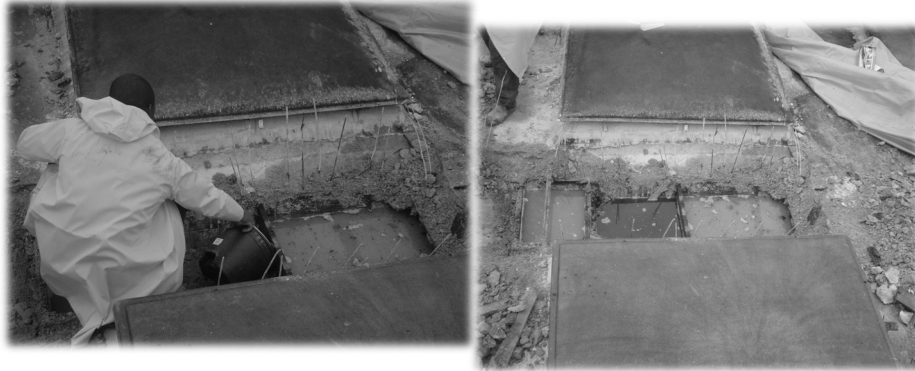
Inspeção (face superior)



vigas com caixão perdido cheias de água

14

Inspeção (face superior)



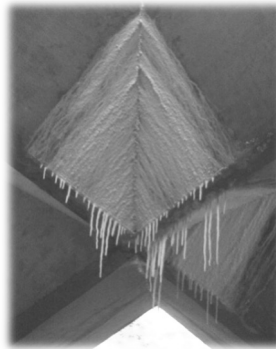
**vigas com caixão
perdido cheias de água**

15

Inspeção (face inferior)

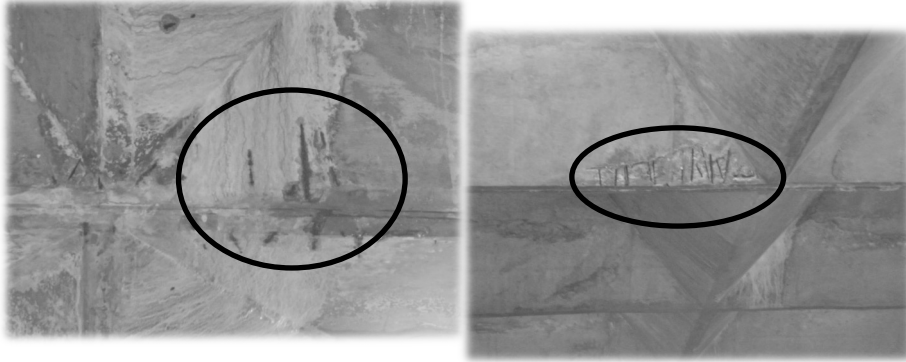


eflorescências generalizadas



16

Inspeção (face inferior)



presença de corrosão de armaduras

17



18



19



20

Inspeção (empena perimetral)



dias chuvosos

21

Inspeção (empena perimetral)



dias chuvosos

22

Inspeção (empena perimetral)



armadura exposta

23

Inspeção (empena perimetral)



concreto "solto"

24

Inspeção (empena perimetral)



presença de corrosão de armaduras

25

3-4 Sexta-Feira, 26 de fevereiro de 1993 cotia

Dona-de-casa morre atingida por pedaço de reboco de prédio no Rio

Da Sucursal do Rio

A dona-de-casa Maria Borges Nascimento, 49, morreu ao ser atingida na cabeça por um pedaço de reboco do 12º andar de um prédio de apartamentos no centro da cidade, na av. Gomes Freire nº 740. A mulher morreu na hora, e teve a face desfigurada. O pedaço de reboco caiu, resvalou na marquise do prédio e acertou a dona-de-casa.

Maria estava voltando para casa com as compras feitas num supermercado da região. Ela morava sozinha com o filho, o estudante Nino André Borges Nascimento, 27. O síndico do prédio em que aconteceu o acidente, João Salvador, afirmou que a obra de recuperação da fachada já havia sido aprovada pelo condomínio, mas faltava orçar o serviço.

A Defesa Civil municipal interditou a área em torno do prédio, o que deve causar prejuízo aos estabelecimentos comerciais que funcionam no local. Segundo o diretor do Departamento de Engenharia do órgão municipal, Roberto Formiga Oberlaender, o local só será liberado após o condomínio contratar uma firma para retirar as partes da fachada que ofereçam risco de desabamento.

Na área térrea interditada funcionam uma padaria, uma distribuidora de bebidas. No prédio ao lado, em área também interditada, funcionam um pequeno hotel e um restaurante.

Corpo de Maria Borges coberto em frente ao prédio

Oberlaender afirmou que será dado ao condomínio um prazo para recuperação da fachada. Caso o prazo não seja cumprido, o condomínio terá que pagar multa. Muito abalado, o filho da dona-de-casa não quis comentar que providências legais tomará em relação ao caso.

Oberlaender disse que um dos problemas do centro são os prédios antigos em mau estado de conservação. Além da má conservação do reboco, as marquises velhas são problemas apontados pelo diretor da Defesa Civil.

Segundo ele, os proprietários são obrigados a realizar obras de recuperação, mas a fiscalização não cabe à Defesa Civil.

26



27

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

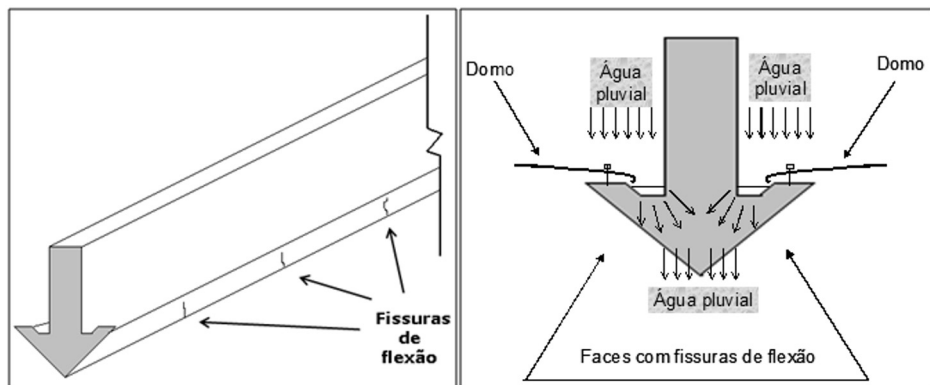
1º Mecanismo: Viga cheia, onde aparece a maior parte das eflorescências pelas fissuras de flexão



28

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



29

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

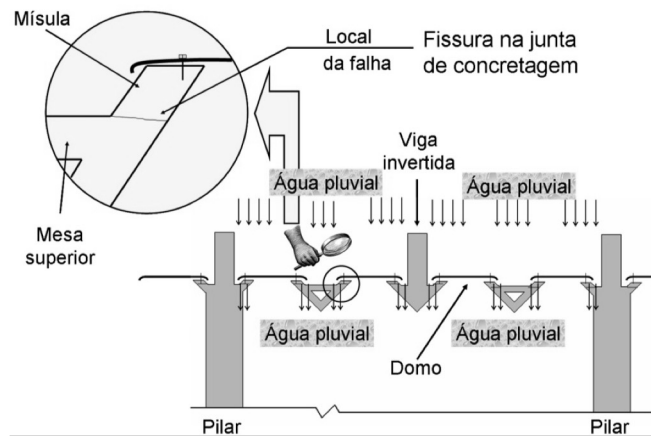
2º Mecanismo: Junta de concretagem horizontal entre a laje e o início do domo



30

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



31

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



32

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

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



33

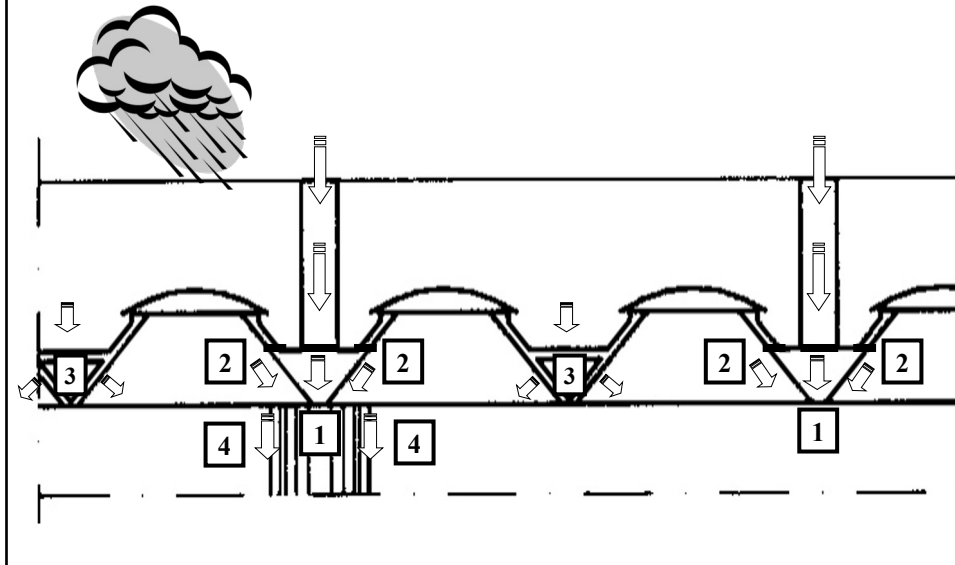
Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje

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



34

Mecanismos de infiltração de água pluvial na laje



35



36

Corrosão nas vigas invertidas



37

Intervenções

Reabilitação das faces das vigas invertidas



38

Corrosão de armaduras nas vigas estruturais invertidas



39

Intervenções

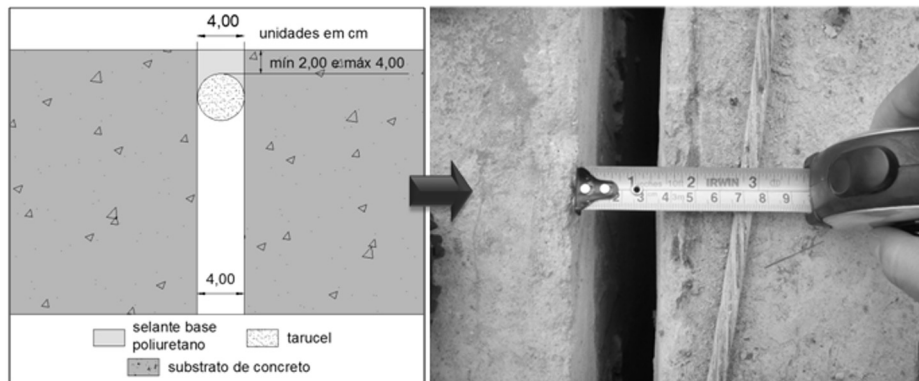
Reabilitação das faces das vigas invertidas



40

Intervenções

Reabilitação das juntas de dilatação (sem reforço de borda)



41

Intervenções

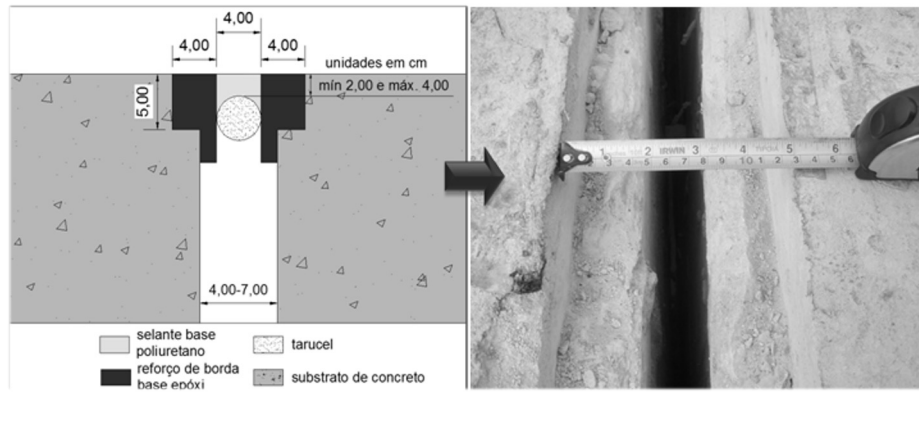
Reabilitação das juntas de dilatação (sem reforço de borda)



42

Intervenções

Reabilitação das juntas de dilatação (com reforço de borda)



43

Intervenções

Reabilitação das juntas de dilatação (com reforço de borda)



44

Intervenções

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



45

Intervenções

Protótipo das escadas de acesso aos módulos



46



47



48



49



50



51



52



53



54



55



56



57

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

58

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

59

Serviços preliminares

- **Revisão e substituição 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

60

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**

61

adendo

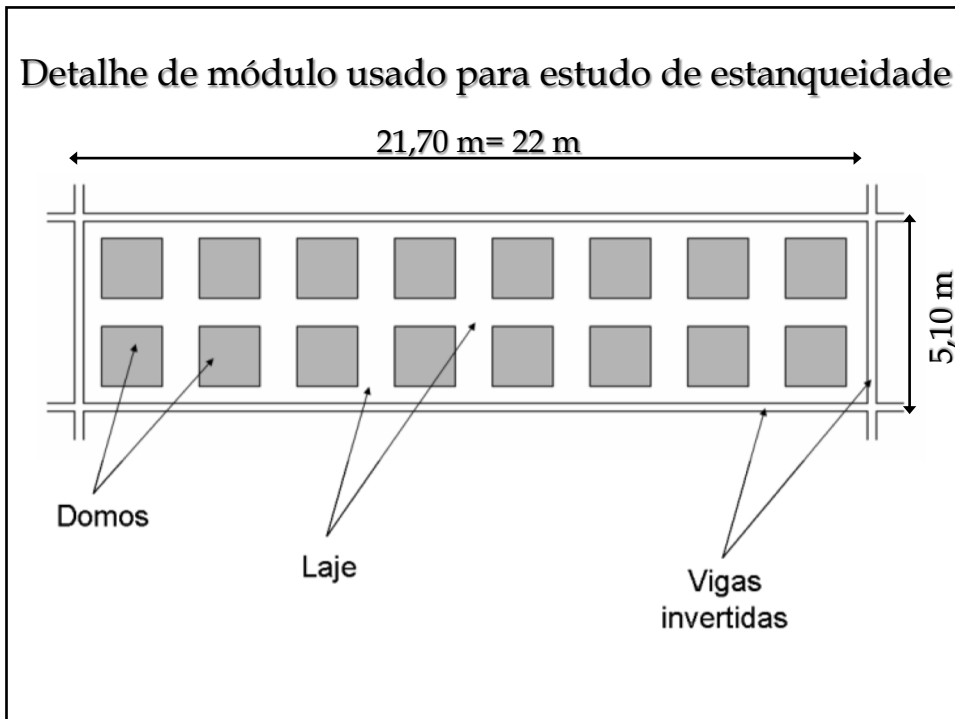
Alternativas para obter Estanqueidade das Lajes

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

62



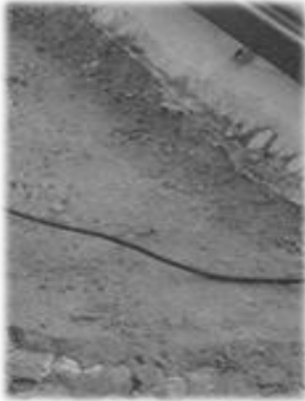
63



64

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

65

Alternativas

melhoria estrutura

Silicato de Sódio



66

Alternativa com silicato de sódio

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



67

Alternativa com silicato de sódio

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



68

Alternativa com silicato de sódio



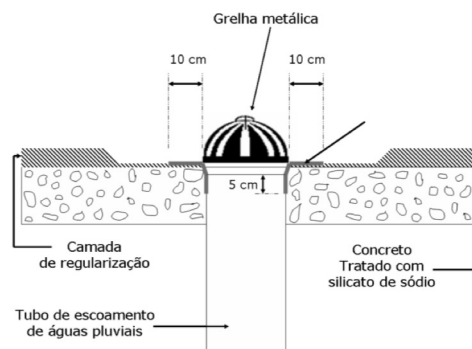
Hidratação de laje de concreto após aplicação do silicato de sódio

69

Alternativa com silicato de sódio

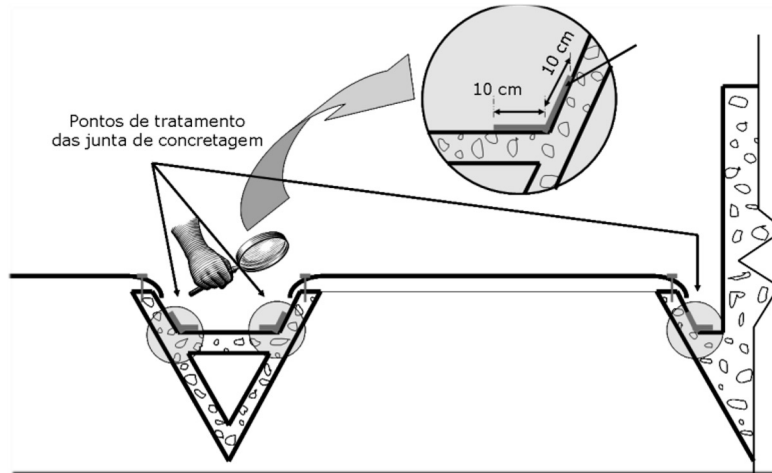
- Fechamento dos reparos localizado;
- Aplicação do silicato de sódio sobre o reparo;
- Tratamento dos ralos;
(selante autonivelante de poliuretano bicomponente)

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



70

Alternativa com silicato de sódio



Tratamento das juntas de concretagem com poliuretano

71

Impermeabilização da laje Manta PVC



72

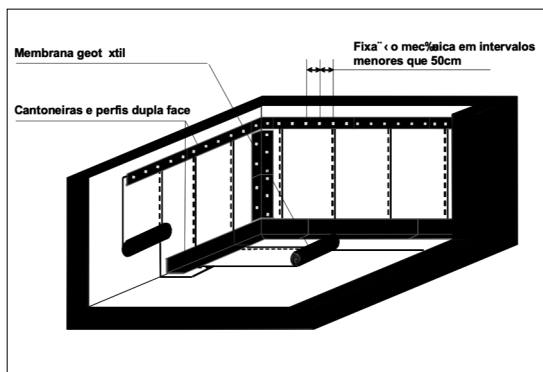
Recuperação e proteção inicial das vigas estruturais



73

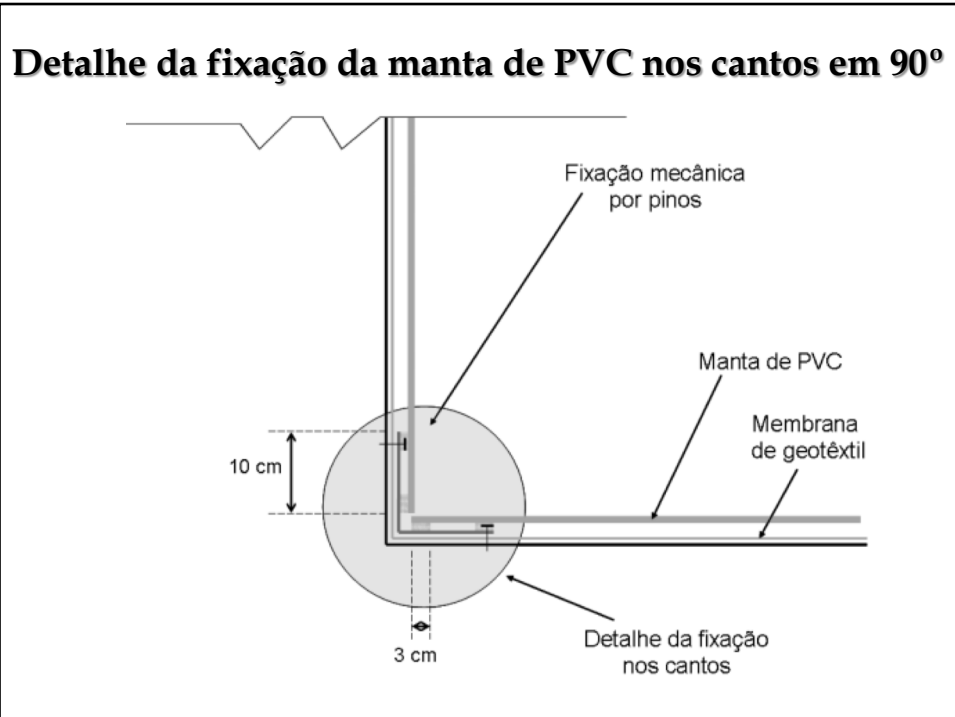
Alternativa com manta de PVC

Fornecimento e aplicação da manta de PVC



- Geotêxtil de $150\text{g}/\text{m}^2$, 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.

74



75



76



77

Alternativas sistema não aderente
manta de PVC reforçada com malha de poliéster na
espessura de mínima de 1,2mm

aplicação manta

78



79



80

Revestimento Poliuréia

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

sistema aderente

81

Alternativa com revestimento base poliuréia

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

82

Alternativa com revestimento base poliuréia



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

83

Poliuréia

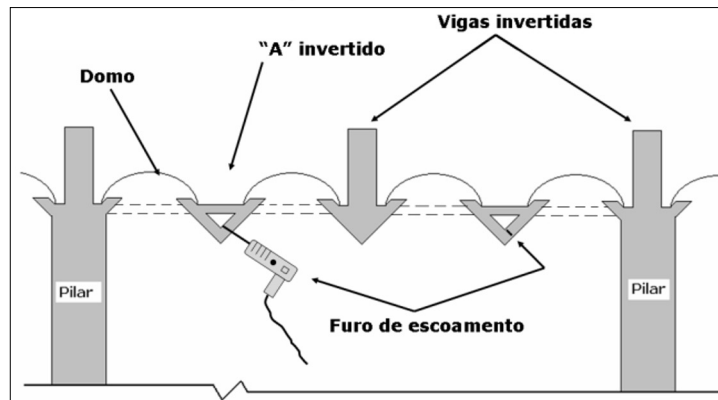
- **Respaldo de associações internacionais (*Polyurea Development Association - PDA*)**
- **Atestado de Fidelidade de Procedência**
- **Produto (poliuréia pura aromática) registrado na lista de produtos divulgados oficialmente pela *PDA***
- **Garantia exigida do sistema: mínimo 10 anos**
- **Controles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

remoção e re-instalação dos domos e chapins

84

Reabilitação face inferior laje

- **Perfurações nas vigas vazias (caixões perdidos)**



drenagem da água existente

85

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/pigmento)**
- **Estucamento da superfície (tamponamento)**
- **Procedimento de proteção superficial com hidrofugante (base solvente) incolor**

86

Reabilitação empena perimetral



muito complexo: parâmetros estéticos

87

Reabilitação empena perimetral

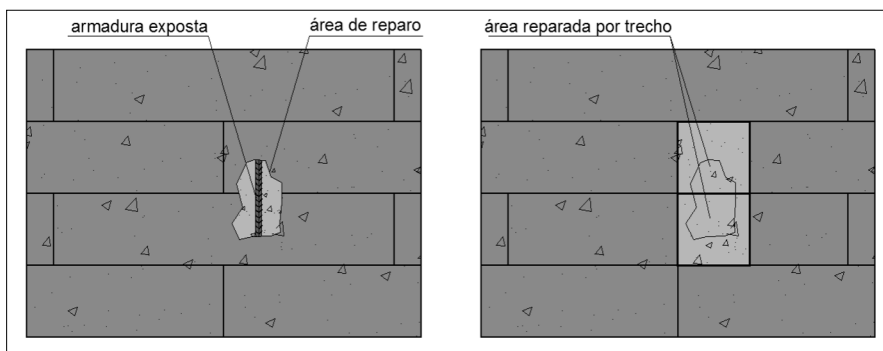
- **Limpeza geral da superfície de concreto aparente**
- **Limpeza especial do concreto: manchas de ferrugem e eflorescência**



88

Reabilitação empena perimetral

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

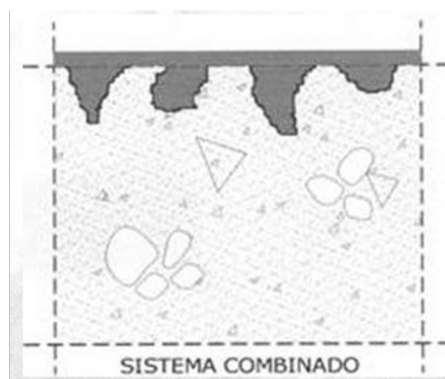


reparos conjugados: partido arquitetônico

89

Reabilitação empena perimetral

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



90

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.

91

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.

92



93



94



95



96



97



98



99



100



101



102



103



104



105

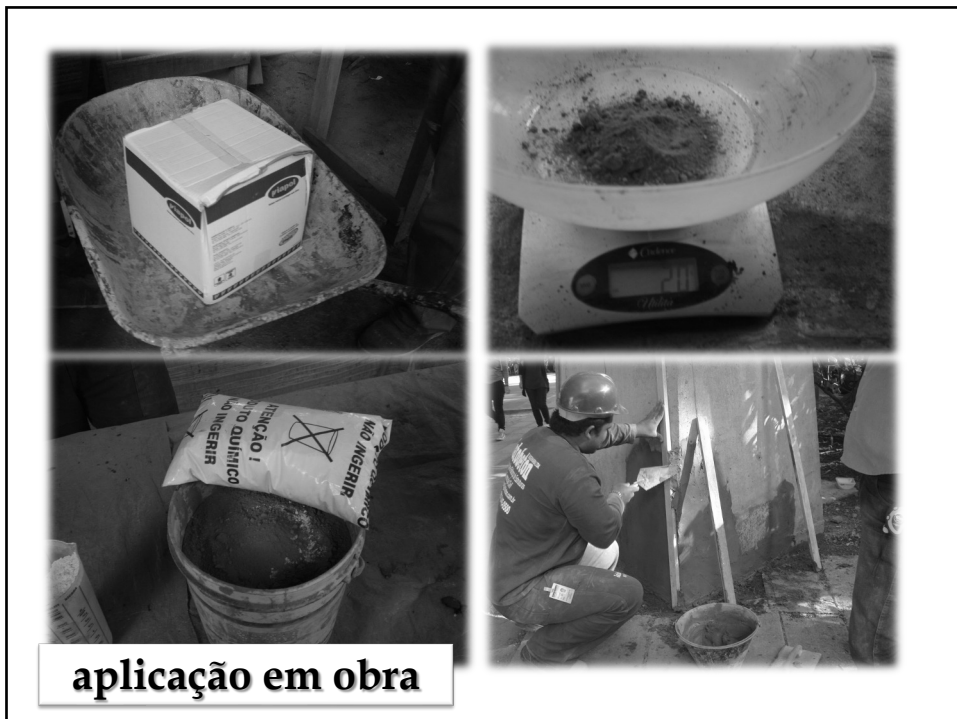


106



treinamento

107



aplicação em obra

108



109



110



111



112



113



114



115



116



117



118



119



120



121



122



123



124



125



126



127



128



129



130



131



132



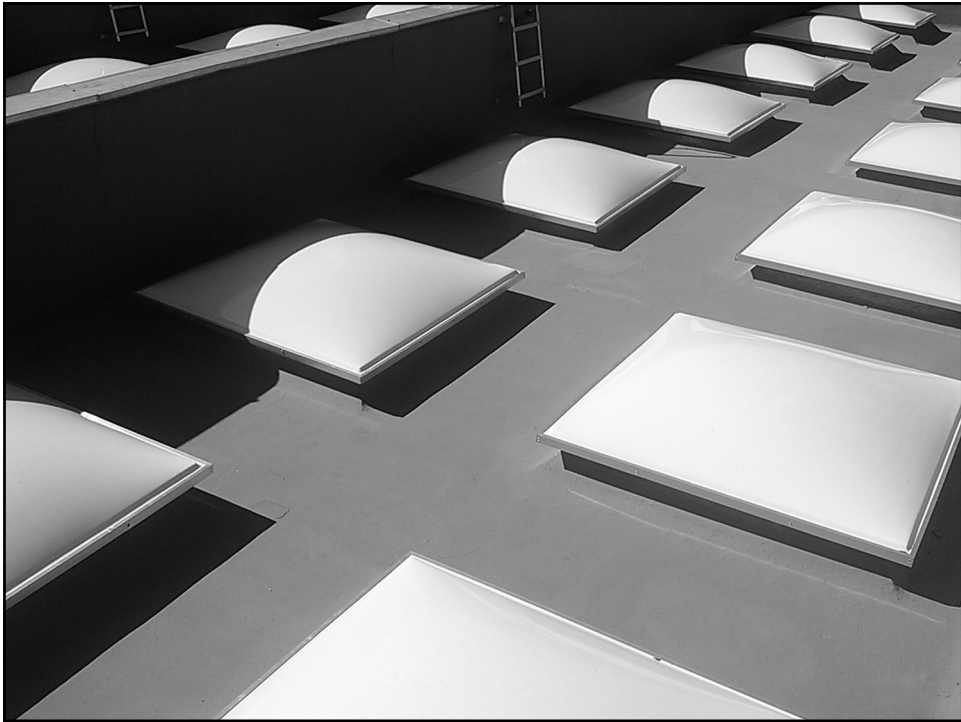
133



134



135



136

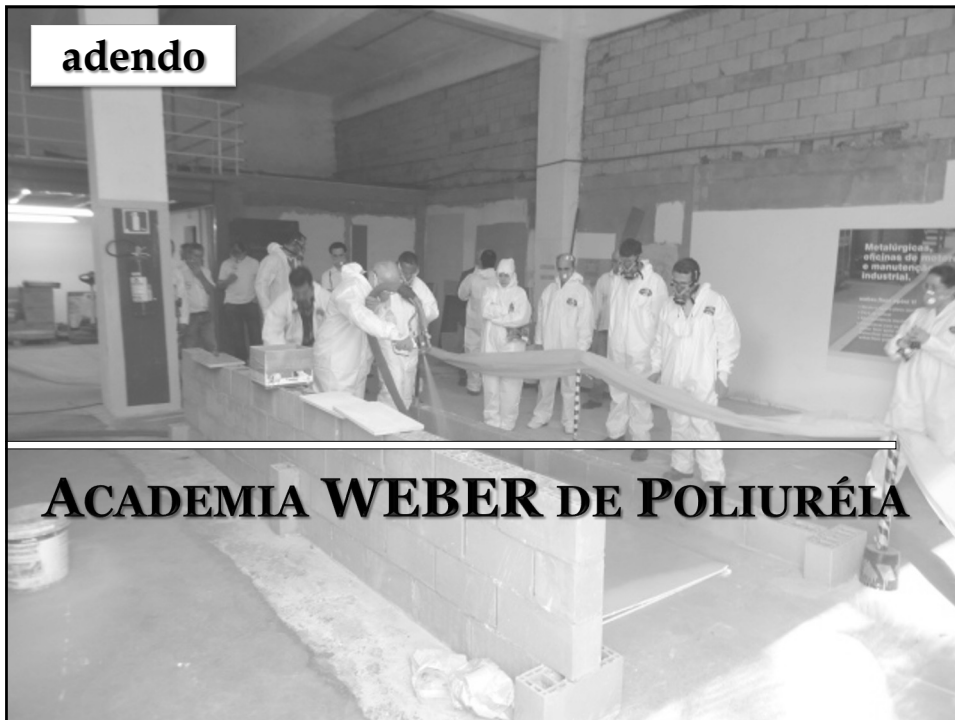


137



138

adendo



ACADEMIA WEBER DE POLIURÉIA

139

Academia WEBER de Poliuréia

- ✓ **treinamento de 4 dias (32h) de 15 a 18 de junho;**
- ✓ **curso 50% teórico e 50% prático;**
- ✓ **local: Academia Weber em Jandira;**
- ✓ **aproximadamente 50 participantes;**
- ✓ **Mr. Dudley Primaux II (instrutor);**
- ✓ **direcionado para um público alvo abrangente;**
- ✓ **atividades práticas em protótipos;**
- ✓ **participação direta dos alunos.**

panorama

140

Mr. Dudley and I



141

Desmitificando um mito (um erro)



142

Desmitificando um mito (um erro)



143

participantes



144

O que é poliuréia (pura)?

- ✓ sistema bi componente;
- ✓ uma parte é composta de Isocianato e outra pela Resina (proporção 1 : 1);
- ✓ alifáticas e aromáticas
- ✓ possui *gel time* e janela de aplicação
- ✓ excelentes propriedades mecânicas
- ✓ boa adesão em diversos substratos
- ✓ formulação com 100% sólidos (sem VOC, sem solventes, pouco ou nenhum odor).

poliuréia híbrida?

145

Definição (curso)

POLIURÉIA é a descrição de uma tecnologia que, em si, não é um material de revestimento.

146

Frases marcantes

“Poliuréia não é uma desculpa para não realizar a preparação do substrato”.

“Você é apenas tão bom quanto ao que você está aderido”.

147

Dicas importantes

A temperatura do substrato deve estar 3°C acima do ponto de orvalho (aplicação em parede fria: poliuréia solta).

A umidade do concreto para aplicação é de até 5% (8% é aceitável).

Epóxi base água = bolhas!

148

Dicas importantes

Precedentemente a aplicação deve ser removido desmoldantes de parafina e cura química.

Preencher antes todas as bolhas (preparação de superfície).

Primeiro fazer os detalhes, cantos, arestas, encontros e depois “em seções”.

149

Dicas para aplicação

Seções de 1 a 2m (geralmente), sempre com movimentos paralelos à superfície e rápidos para não escorrer, em sistema de aplicação cruzado (vídeo).

Siga sempre as orientações do fornecedor. Sempre use o sistema original (puro).

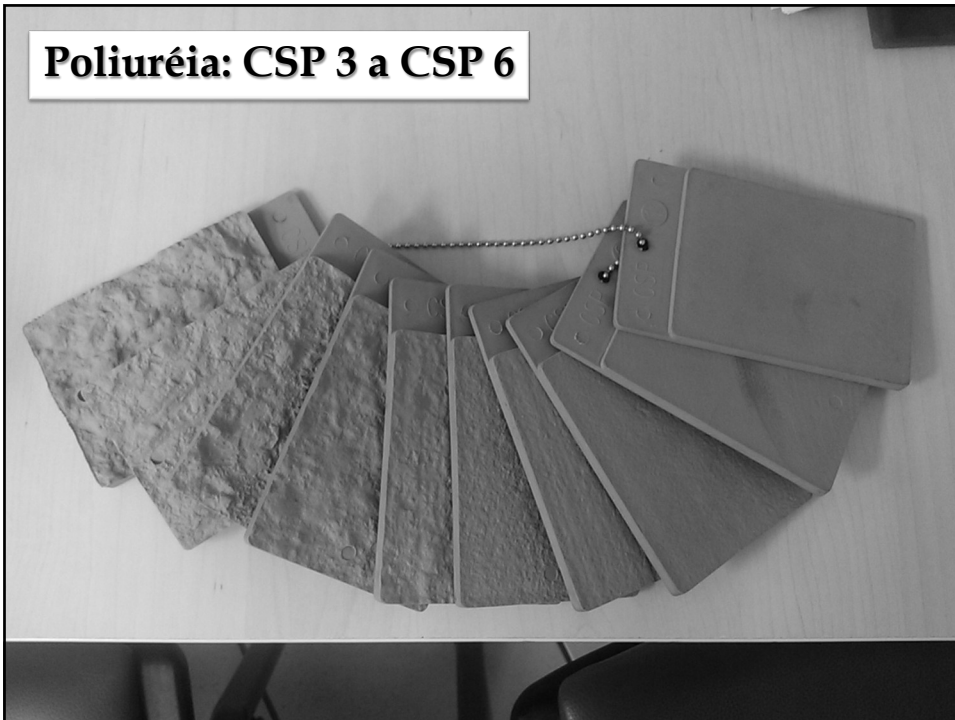
150

Mensagem

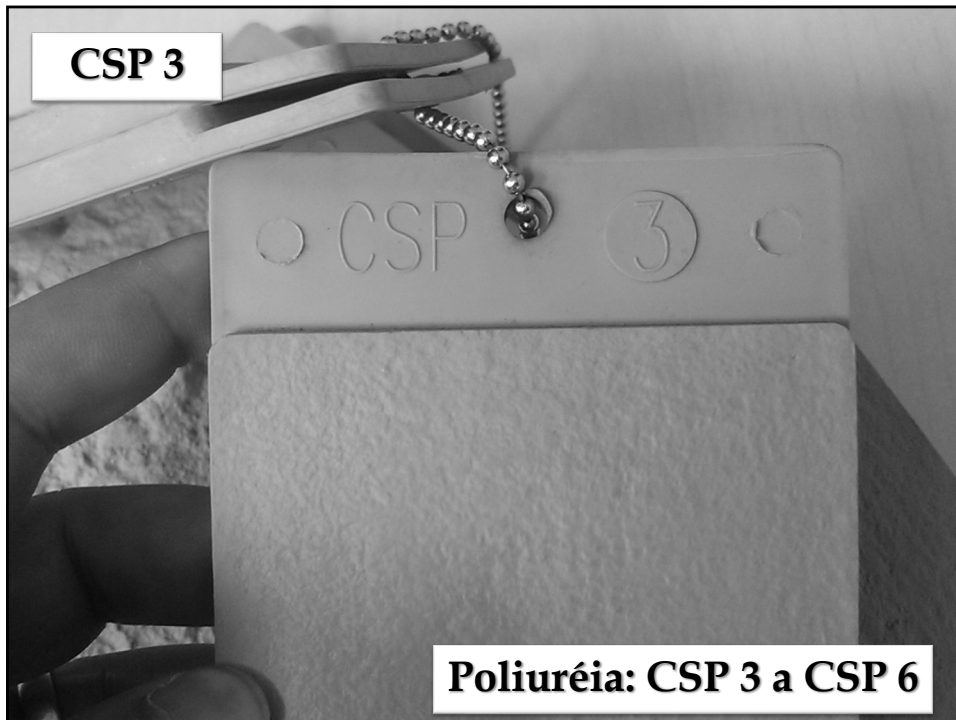
**Preparação do
substrato é 99%!**

151

Poliuréia: CSP 3 a CSP 6



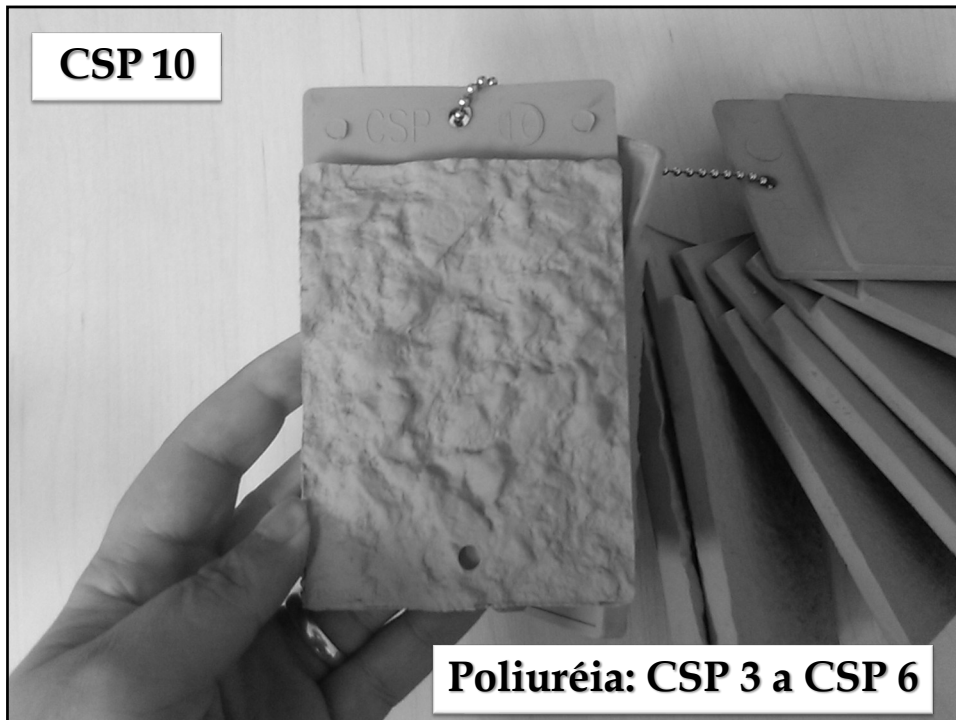
152



153



154



155



156



157



158



159



160



161



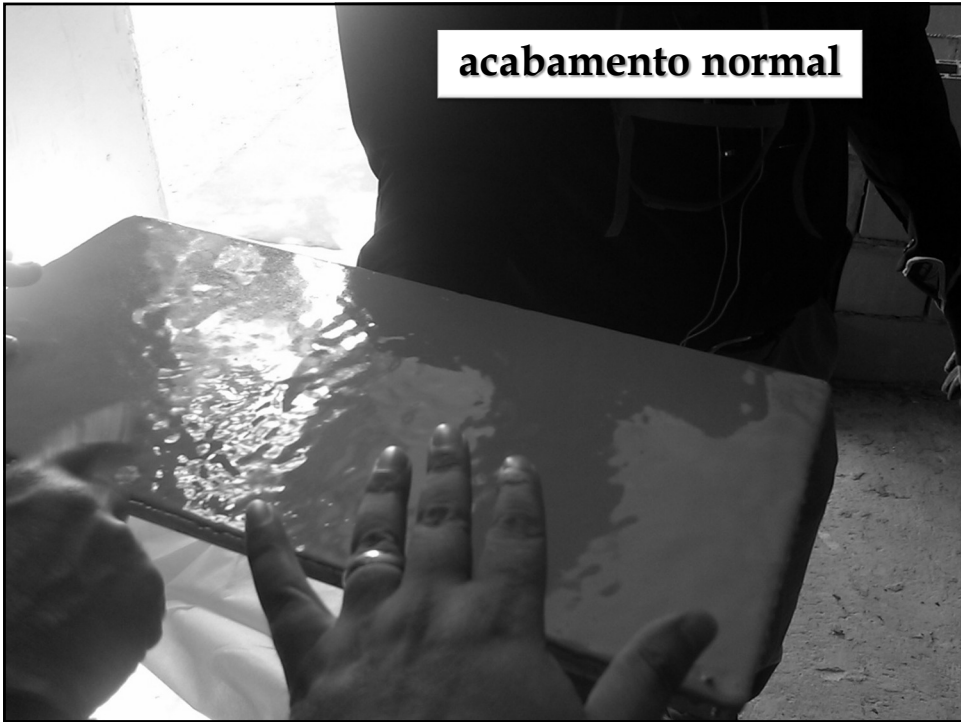
162



163



164



165



166



167



168

pré-aplicação



169

aplicação correta



170

aplicação correta



171

juntas



172

juntas



173

juntas



174

juntas



175

acabamento rugoso



176

integridade



177

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.concretophd.com.br

www.phd.eng.br

11.2501.4822 / 23

11.9.5045.4940

178

Ancoragens químicas



Dr. Carlos Britez
*Diretor PhD Engenharia
Prof. PECE-USP
Secretário da ABNT NBR 12655:2015
Pós-Doutorando da Escola Politécnica da USP*

IDD

28 de julho de 2017

São Paulo/SP

179

Por que ocorre isso?



180

Por que ocorre isso?



181



182



183

Por que ocorre isso?



184

Adendo



185

Adendo



186

Adendo



187

Adendo



188



189



190

Adendo



191

Adendo



192

Adendo



193

Adendo



194

Adendo



195

Adendo



196

Adendo



197

Procedimento



198

Procedimento



199

Exemplo



200

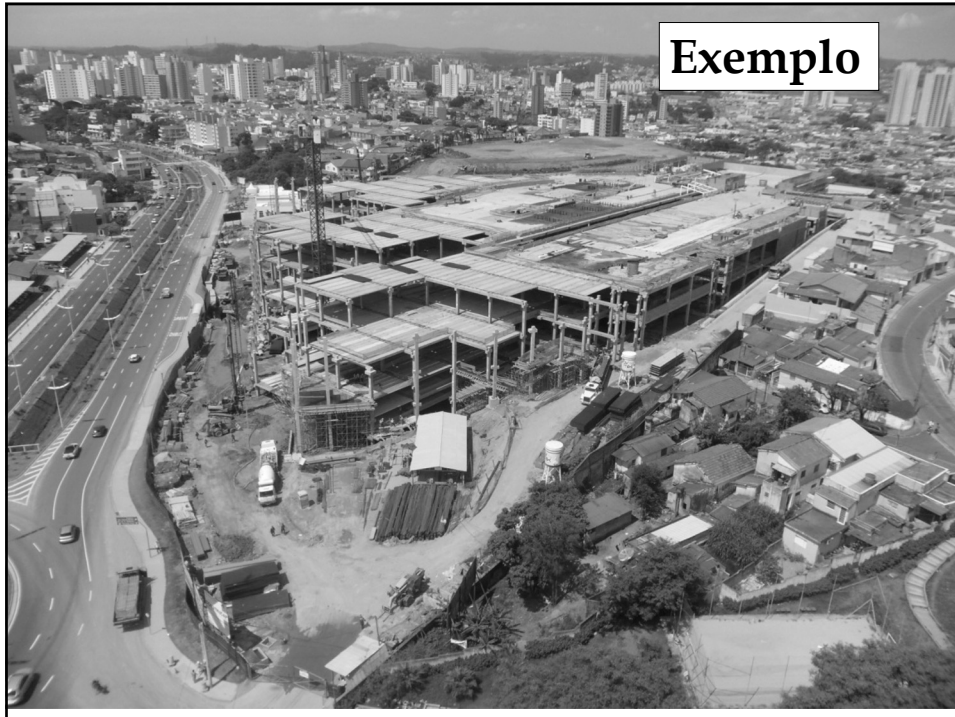


201

Ensaio de arrancamento

Ø CA-50 (mm)	Carga Mínima Especificada de Projeto (kgf)	Carga de Ensaio (kgf)	Coefficiente de segurança (acima do mínimo especificado)
8	1550	4505	2,9
10	2480	6306	2,5
12,5	3880	10210	2,6
16	6200	15315	2,5
20	9770	15916	1,6

202



203

Ensaio de arrancamento

Tabela. Resultados (ensaio realizado após 4 dias de ancoragem das barras de aço)

Ø CA-50 (mm)	Carga Máxima Admissível – Valor Característico (kgf)	Carga de Ensaio (kgf)	Condição do substrato (na aplicação do produto)	Coefficiente de segurança (em relação ao valor característico)
12,5	6135	7400	seca	1,20
		7050	seca	1,15
		7350	seca	1,20
		7230	úmida	1,18
		7500	úmida	1,22
		7680	úmida	1,25

204

Ensaio de arrancamento

Tabela. Resultados (ensaio realizado após 1 hora de ancoragem das barras de aço)

Ø CA-50 (mm)	Carga Máxima Admissível – Valor Característico (kgf)	Carga de Ensaio (kgf)	Condição do substrato (na aplicação do produto)	Coefficiente de segurança (em relação ao valor característico)
12,5	6135	7200	seca	1,17
		7300	seca	1,18
		7700	seca	1,25
		4470	úmida	0,73
		5550	úmida	0,90
		6080	úmida	0,99

205



Ci Concrete International
The Magazine of the Concrete Community

Formwork
33 The Franklin Avenue Bridge
Part 1: History, Investigation, and Rehabilitation

Inspecting Adhesive Anchors
Essential items to observe before, during, and after the installation

by Lee Mattis and John Silva

The installation of adhesive anchors (post-installed anchors that employ adhesives in conjunction with threaded rods or other types of anchor elements in a drilled hole) is a critical aspect of many construction projects. Improper installation of adhesive anchors can result in a substantial reduction of the safety factor, and may in some cases lead to failure, particularly where sustained tension loads are involved. While it's clear that the adhesive anchor installer must have proper training and sufficient experience, it's also clear that the adhesive anchor inspector must be aware of critical issues that can affect quality.

Inspection requirements for post-installed adhesive anchors flow from the special inspection requirements of the model building code (for example, Table 1705.3 in the 2015 IBC[®]) and from requirements specified in the evaluation report for the product being used. Typically, periodic special inspection is mandated for all post-installed anchors. Where adhesive anchors are used to resist sustained tension in horizontal or upwardly inclined (for example, overhead installations) orientations, or where the findings of the evaluation report for the adhesive anchor product require it, continuous special inspection is needed. Continuous inspection in this context typically means that the inspector observes the drilling and cleaning of holes (Fig. 1), the injection of adhesive into the holes (Fig. 2), and the insertion of anchors into the holes.

It may in some cases also include observation of measures to secure the anchor during the adhesive curing period.

The primary objective of the inspection process is to ensure compliance with the project specifications (which provides instructions to the contractor regarding, for example, product type, manufacturer, size, quantity, and location). The inspection process must also ensure that the manufacturer's printed installation instructions (MPII) are followed. Although MPII are provided with each product, "experienced" personnel may fail to review them, perhaps because they assume that MPII are the same for all products. All too often, MPII end up on the floor or in the waste stream before anyone has bothered to look at them.

The following guidance is intended for inspectors who are engaged in the inspection of adhesive anchors on construction sites. It may also be useful for engineers and inspectors evaluating existing adhesive anchor anchorages.

Fig. 1 Adhesive anchors are installed in holes drilled in hardened concrete. Critical inspection must include checking the hole in accordance with the manufacturer's installation instructions (MPII) and, for injection systems, injecting the adhesive. OSHA requirements for controlling exposure to silica dust must be observed.



206

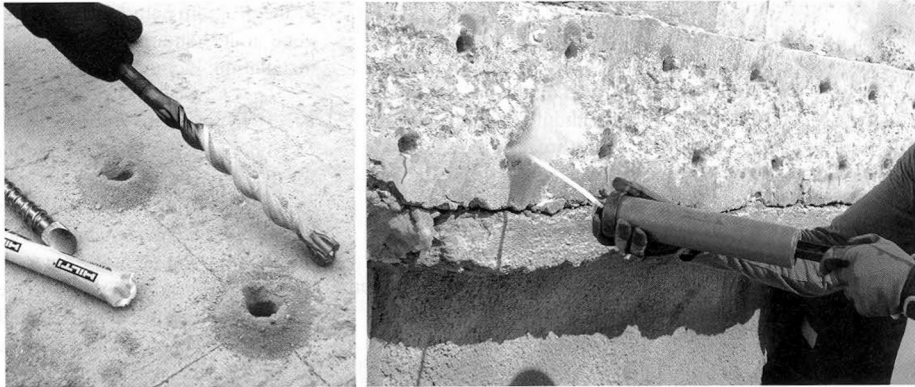


Fig. 1: Adhesive anchors are installed in holes drilled in hardened concrete. Critical installation steps include cleaning the hole in accordance with the manufacturer's installation instructions (MPII) and, for injection systems, injecting the adhesive. OSHA requirements for controlling exposure to silica dust must be observed

207



208

Comparativo



209

Comparativo



10% de diferença!

210

59ª REUNIÃO
CONGRESSO
BRASILEIRO DO
CONCRETO
OCTUBRO-NOVEMBRO 2017

Anais do 59º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2017
Outubro-Novembro / 2017

IBRACON

© 2017 - IBRACON - ISSN 2175-6182

Análise comparativa do desempenho de ancoragens de vergalhões em elementos de concreto

Comparative analysis of the performance of anchorages of rebar in concrete elements

Wesley Oliveira do Nascimento (1); Carlos Britz (2); Jéssika Pacheco (3); Paulo Helene (4)

(1) Ancora Sistemas de Fixação wesley.oliveira@ancora.com.br
(2) Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações da EPUSP, PhD Engenharia. carlos.britz@concretophd.com.br
(3) PhD Engenharia. jessika.pacheco@concretophd.com.br
(4) Prof. Titular da Universidade de São Paulo, PhD Engenharia. paulo.helene@concretophd.com.br

Resumo

A diversidade de produtos e soluções construtivas encontrados no mercado da construção civil e a deficiência de material técnico específico de sistemas de fixação acarretam, frequentemente, questões quanto à utilização do sistema mais indicado para cada situação. Tratando-se exclusivamente da prática de ancoragem de vergalhões com compostos químicos, surgem dúvidas quanto ao desempenho de uma ancoragem com a utilização de adesivos estruturais em aplicações no sentido horizontal em comparação ao sistema de chumbador químico de injeção, devido a diferença de procedimento de aplicação. Esta pesquisa apresenta os resultados de um programa experimental onde foram construídas placas de concreto para simular os efeitos das aplicações de chumbador químico de injeção e de adesivo estrutural base epóxi no sentido vertical e horizontal em condições de substrato seco e úmido. O procedimento de chumbador químico de injeção mostrou-se mais uniforme e de melhor desempenho.

Palavras-Chave: Chumbador químico por injeção, Adesivo estrutural a base epóxi, Desempenho, Aplicações no sentido horizontal e vertical, Chumbador em substrato seco e úmido.

Abstract

The diversity of products and constructive solutions found in the construction market and the lack of specific technical material for fixing systems lead to frequent questions regarding the use of the most appropriate system for each situation. In the case of the practice of anchoring rebar with chemical compounds, doubts arise regarding the performance of an anchorage with the use of structural adhesives in applications in the horizontal direction in comparison to the system of chemical anchor of injection due to the difference of application procedure. This research presents results of an experimental program in which concrete slabs were constructed to simulate the effects of the applications with bond anchor of injection and epoxy base structural adhesive in vertical and horizontal direction in conditions of dry and humid substrate. The procedure of bond anchor of injection showed to be more uniform and with better performance.

Keywords: Chemical anchor by injection, epoxy-based structural adhesive, performance, horizontal and vertical applications, anchor in dry and humid substrate.

ANALIS DO 59º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2017 - 59CBC2017

211

OBRIGADO!

"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.concretophd.com.br
www.phd.eng.br

11.2501.4822 / 23
11.9.5045.4940

PhD Educacional

IBRACON

212