Manifestações patológicas, comportamento mecânico e vida útil de componentes de concreto

Romilde Almeida de Oliveira
Professor, D.Sc.

Recife, 05.abril.2021

1

Conteúdos

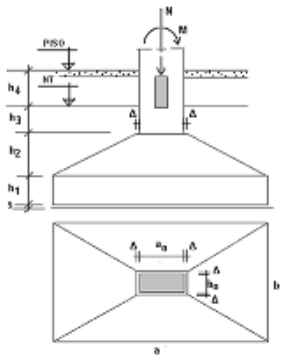
Fundações: Sapatas de fundação
Blocos de coroamento
Pilares
Vigas
Lajes
Vida útil
Considerações Gerais

2

Sapatas de Fundação

3

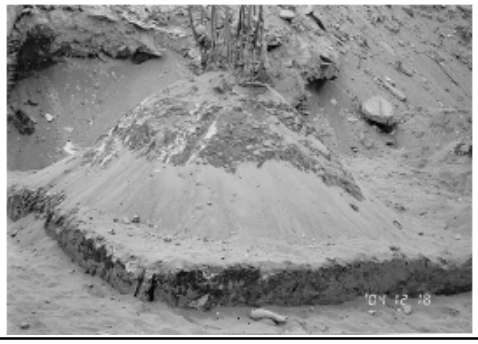
Sapata
Detalhe esquemático



4

5

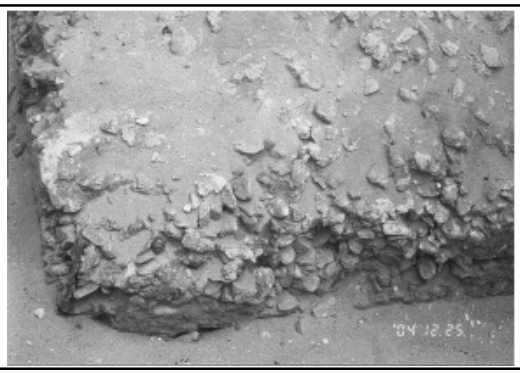
Sapata sem forma definida e incompleta



6

Grupo de sapatas

7



8

9

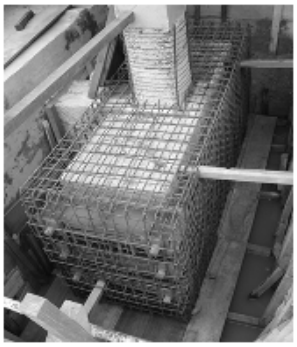
Blocos de coroamento

10

11

12

13



14

15

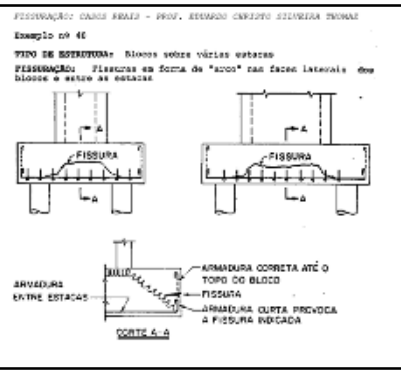
16

17

18

19

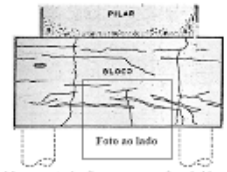
20


FISSURA
FISSURA
ARMADURA CORRETA ATÉ O TOPO DO BLOCO
FISSURA
ARMADURA CURTA PROVOCA A FISSURA INCLINADA
ARMADURA ENTRE ESTACAS
CORTE A-A

21

Exemplo nº 40 (continuação da página anterior)
TIPO DE ESTRUTURA : Blocos sobre 4 tubulões, em uma ponte sobre um rio.
FISSURAÇÃO : Fissuras horizontais nas 4 faces laterais dos blocos.

ESQUEMA :

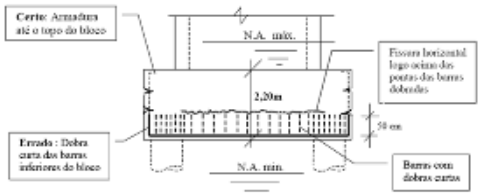


Mapeamento das fissuras em uma face do bloco.

Detalhe da fissura horizontal na face do bloco

22

CAUSAS DA FISSURAÇÃO: As barras do fundo do bloco não são dobradas até o topo do bloco. Isso cria uma fissura horizontal logo acima das pontas das barras dobradas.
O bloco tem 2,2m de altura e as barras da armadura do fundo do bloco têm uma dobra de apenas 50cm na face lateral do bloco.



SOLUÇÃO : Detalhar os ferros inferiores do bloco até o topo. Isto evita as fissuras horizontais das faces laterais do bloco.

23

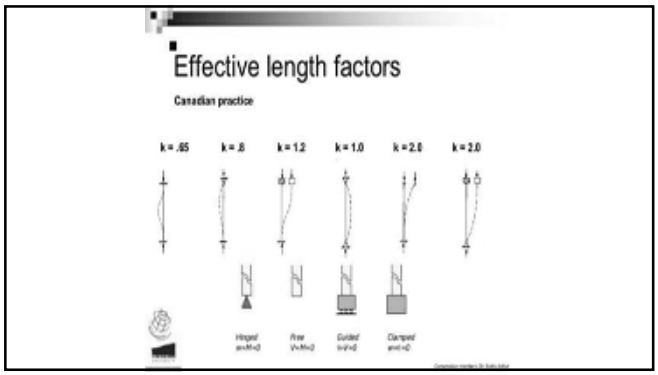
OBSERVAÇÃO : O concreto especificado no projeto, para o bloco, foi de fck >15MPa.
Esse concreto, com pouco cimento e muita água, é poroso e permite também uma corrosão rápida das armaduras. É um erro usar concreto com baixo teor de cimento nos blocos dentro de rios.
A durabilidade do bloco é aumentada pelo uso de um bom concreto.
Sugere-se o uso de concreto com fck > 30 MPa e com :

- teor de cimento > 380 kg/m3 e
- teor de micro-sílica > 17 kg/m3

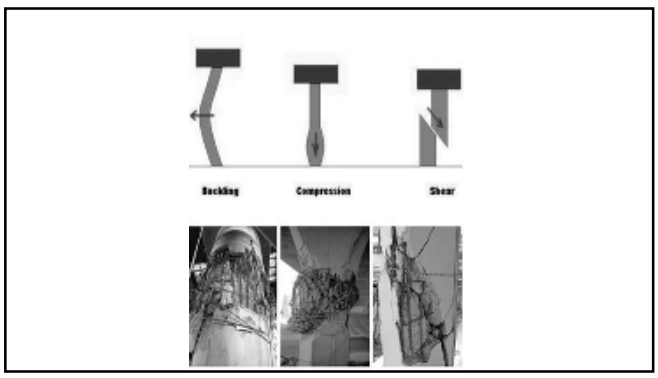
24

Pilares

25



26

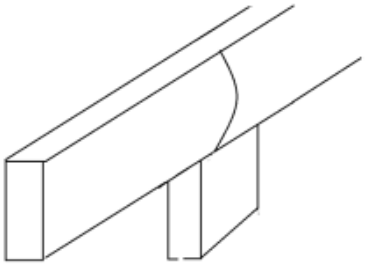


27

Formas de ruptura

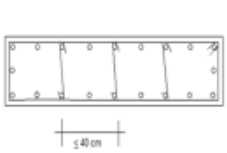
28

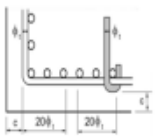
Falta de estribos do pilar no trecho da viga



29

Armaduras





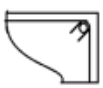
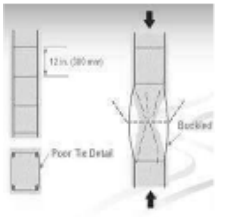


Fig. 3 – Detalhe das barras que compõem a armadura

30

31



32

33

34

35

36

37

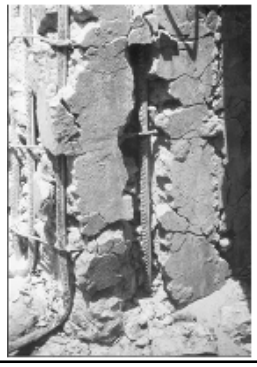
38

39

Trecho de pilar remanescente

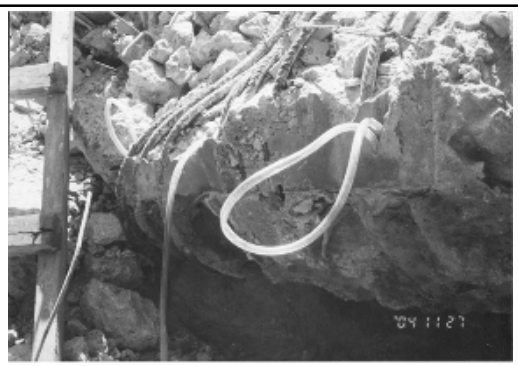
Detalhe

40

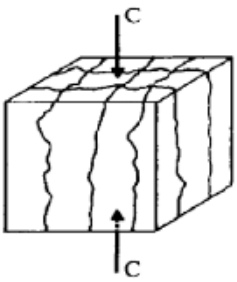


41

42

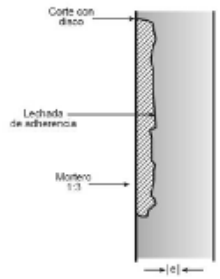


43



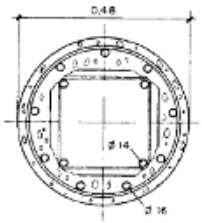
Elemento de concreto sob compressão axial
(Fonte: NEVILLE E BROOKS, 2010).

44



Etapas executivas de reparo superficial do concreto (Fonte: ICH, 2010).

45



Encamisamento de pilar de concreto por cintamento
(Fonte: CÁNOVAS apud TAKEUTI, 1999).

46

Pilar de estribo convencional
(Fonte: MACGREGOR E WIGHT, 2012).

Pilar de estribo helicoidal
(Fonte: MACGREGOR E WIGHT, 2(

47

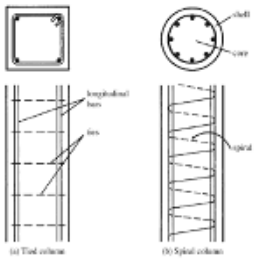
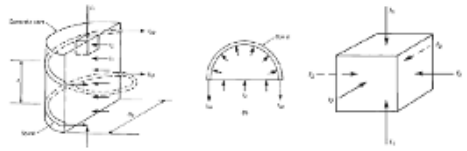


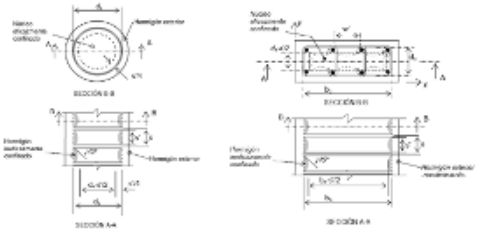
Figura 3.12 - Pilares com estribos de traspasse convencional (a) e em espiral contínua (b) formando gaiola tridimensional (Fonte: MACCORMAC E BROWN, 2014).

48



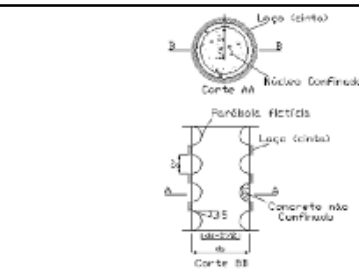
Estado triplo de tensões do concreto no núcleo de pilar cintado
(Fonte: MACGREGOR E WIGHT, 2012).

49



Núcleo de concreto eficazmente confinado para armadura transversal circular e retangular (Fonte: MONTES E MARTIN, 2007).

50



Efeito do confinamento mediante uso de cintas
(Fonte: RIGAZZO, 2003).

51

Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e cobrimento

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	I	II	III	IV [c]
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje [b]	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo [d]	30		40	50
Concreto protendido [a]	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

[a] Cobrimento nominal de bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

[b] Para lajes superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa colante ou com revestimentos finos secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e colamento, como placa de vinílico decorativo, placa cerâmica, placa asfáltica e outros, os cobrimentos desta Tabela podem ser substituídos pelos de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

[c] Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas, canaletas e outros com ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

[d] No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014).

52

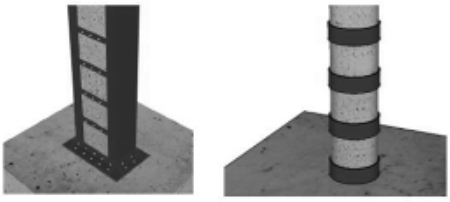
Correspondência entre CAA e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
Consumo de cimento Portland por metro cúbico de concreto kg/m³	CA e CP	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360

CA Componentes e elementos estruturais de concreto armado.
CP Componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 12655 (ABNT, 2015).

53

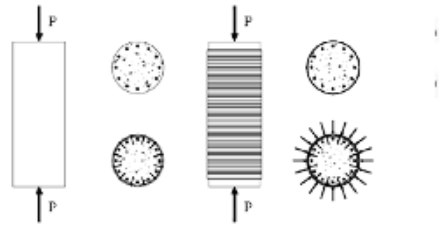


Pilares com chapas ou perfis de aço colados com resina epoxídica (Fonte: CHASTRE, 2014).

54

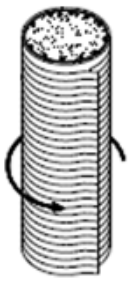
Confinamento com fibra de carbono

55



Tensões e deformações de sistemas não confinados e confinados mediante PRFC (Fonte: VIAPOL).

56



Representação esquemática de coluna confinada com CFC

57

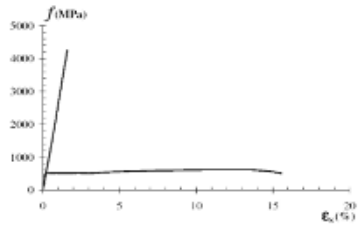
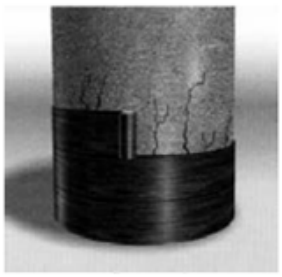


Diagrama tensão-deformação PRFC x Aço (Fonte: CHASTRE, 2014).

58

Reforço de coluna em região sísmica



Representação esquemática do confinamento

59

60

Vigas

61

Carbonatação

62

Fibra de carbono

Reforço com fibra de carbono

63

Reforço em ponte

64

Reforço de viga ao corte com fibra de carbono.

65

Reforço de viga à flexão e ao corte com fibras de carbono.

66

Lajes

67

68

69

Reforço com fibra de carbono

70

Reforço de laje de instalação industrial para permitir a instalação de novos equipamentos

71

Reforço para permitir a execução de furos para instalação de novos equipamentos

72

Limitações da fibra de carbono

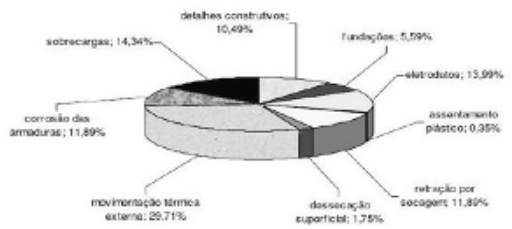
- Frente a elevadas temperaturas
- A cargas de impactos

73

Vida útil

74

Tipos e incidência de fissuras em concreto armado (DAL MOLIM, 1988)



75

Gráfico que relaciona as principais causas de patologias (COUTO, 2007)

76

CONSIDERAÇÕES GERAIS

77

Evolução da NB 1

CONCEITO	NB 1:1960	NBR 6118:1978	NBR 6118:2003 e 2014
fck (ou σ_r)	Usual: 15 MPa Máximo: 22 MPa	Usual: 18 MPa -	Usual: 25 a 35 MPa Mínimo: 20 MPa
Cobrimento	Pilares: 1.5 cm Vigas: 1.0 cm Lajes: 0.5 cm	Pilares: 2.0 cm Vigas: 1.5 cm Lajes: 1.0 cm	Pilares: (2.5+1) cm Vigas: (2.0+1) cm Lajes: (1.5+1) cm
Durabilidade	Não considera	Não considera	Considera
Arm. de pilares	1	~ 1.3 x	~ 1.3 x
Modelos estruturais	Cálculo manual Início do uso de mainframes	Uso de microcomputadores	Consolidação
Meio ambiente	Não considera	Considera	Considera

78

Consequências da NBR 6118/2014

Conclusão: Edifícios produzidos antes de 1980 se encontram sob suspeição, requerem vistorias para caracterização do seu estado atual e definição da origem dos tempos para o estabelecimento de um cronograma de manutenção.
Este limite pode ser estendido para as edificações com idade superior a 10 anos, considerando os 5 anos iniciais de responsabilidade da construtora e mais 5 anos que é o intervalo usual previsto nas leis de manutenção.

79

Campo de aplicação

- Trabalho de reabilitação e restauração
- Mudanças de uso da estrutura
- Mudanças para adaptação de normas
- Defeitos de projeto e construção

80

"25% dos proprietários de estruturas estão insatisfeitos com os desempenhos dos reparos e proteção dos materiais dentro de 5 anos;

75% insatisfeitos dentro de 10 anos. "

(CONREPNET, Novembro, 2004)

81

A experiência obtida com desabamentos permite definir os seguintes fatores de risco das construções:

(a) a insuficiente resistência da construção original;

(b) a adoção de materiais inadequados;

(c) o uso de técnicas de construção incorretas;

(d) as alterações das construções;

(e) as agressões do meio ambiente;

(f) a falta de manutenção.

82

romildealmeida@gmail.com

Fone: 81 9.9976-4185

86