

*Tabela A.2 - Famílias de elementos estruturais (continuação)*

**LAJES**

Nome do Elemento				
Local				
Danos	$F_p$	$F_i$	D	Croquis/Observações
carbonatação	3			
cobrimento deficiente	3			
contaminação por cloretos	3			
corrosão de armaduras	5			
desagregação	3			
desplacamento	3			
eflorescência	2			
Falhas de concretagem	2			
Fissuras	2 a 5*			
flechas	5			
manchas	3			
umidade	3			

**ESCADAS/RAMPAS**

Nome do Elemento				
Local				
Danos	$F_p$	$F_i$	D	Croquis/Observações
carbonatação	3			
cobrimento deficiente	3			
contaminação por cloretos	4			
corrosão de armaduras	5			
desagregação	3			
desplacamento	3			
eflorescência	2			
Falha de concretagem	2			
fissuras	2 a 5*			
flechas	5			
manchas	3			
sinais de esmagamento	4			
umidade	3			

*Tabela A.2 - Famílias de elementos estruturais (continuação)*

**CORTINAS (MUROS DE ARRIMO)**

Nome do Elemento				
Local				
Danos	$F_p$	$F_i$	$D$	Croquis/Observações
carbonatação	3			
cobrimento deficiente	3			
contaminação por cloretos	4			
corrosão de armaduras	5			
desagregação	3			
deslocamento por empuxo	5			
desplacamento	3			
desvio de geometria	3			
eflorescência	2			
falha de concretagem	2			
fissuras	2 a 5*			
manchas	3			
sinais de esmagamento	5			
umidade	3			

**RESERVATÓRIOS - SUPERIOR E INFERIOR**

Nome do Elemento				
Local				
Danos	$F_p$	$F_i$	$D$	Croquis/Observações
carbonatação	3			
cobrimento deficiente	3			
contaminação por cloretos	4			
corrosão de armaduras	5			
desagregação	3			
desplacamento	5			
eflorescência	2			
falha de concretagem	3			
fissuras	2 a 5*			
impermeabilização deficiente	4			
vazamento	5			

*Tabela A.2 - Famílias de elementos estruturais (continuação)*

**BLOCOS DE FUNDAÇÃO**

Nome do Elemento				
Local				
Danos	$F_p$	$F_i$	$D$	Croquis/Observações
carbonatação	3			
cobrimento deficiente	3			
contaminação por cloretos	4			
corrosão de armaduras	5			
desagregação	3			
desplacamento	3			
eflorescência	2			
Falha de concretagem	3			
fissuras	2 a 5*			
recalque	5			
sinais de esmagamento	5			
umidade na base	3			

**JUNTAS DE DILATAÇÃO**

Nome do Elemento				
Local				
Danos	$F_p$	$F_i$	$D$	Croquis/Observações
obstrução de junta	5			
umidade	5			

**ELEMENTOS DE COMPOSIÇÃO ARQUITETÔNICA**

Nome do Elemento				
Local				
Danos	$F_p$	$F_i$	$D$	Croquis/Observações
carbonatação	3			
cobrimento deficiente	3			
contaminação por cloretos	4			
corrosão de armaduras	5			
desagregação	3			
desplacamento	3			
eflorescência	2			
Falha de concretagem	2			
fissuras	2 a 5*			
manchas	3			
sinais de esmagamento	5			
umidade	3			

Tabela A.3 - Tipologia de fissuras em elementos de concreto armado (continua)

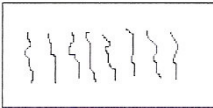
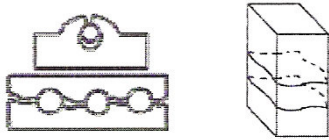
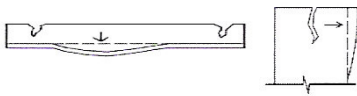
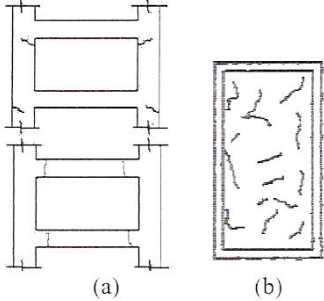
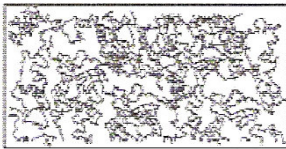
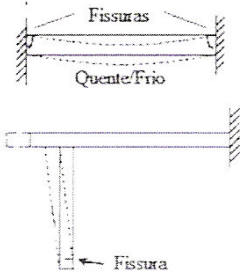
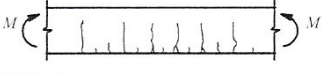
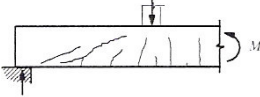
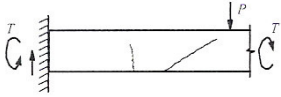
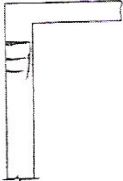
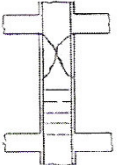
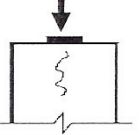
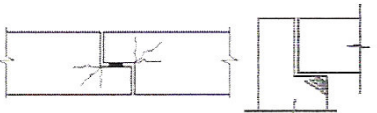



	Fissuras*	Descrição	Croquis	$F_p$
<b>ESTADO PLÁSTICO</b>	de retração plástica do concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- comuns em lajes e paredes</li> <li>- paralelas, superficiais e afastadas de 0,3 a 1 m.</li> </ul>		2
	de assentamento do concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- acompanham as armaduras</li> <li>- em pilares, ficam abaixo dos estribos;</li> <li>- interagem com armaduras vizinhas</li> </ul>		3
	de movimentação de fôrmas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- indicam mau posicionamento, má fixação ou resistência insuficiente de fôrmas e escoramentos</li> </ul>		3
<b>ESTADO ENDURECIDO</b>	de retração do concreto por secagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vigas podem ocasionar fissuras nos pilares e vice-versa, por diferenças de rigidez (a)</li> <li>- aspecto de mosaico em lajes e paredes, podendo aparecer em ambas as faces (b)</li> <li>- indicam restrição de movimentos</li> <li>- profundidade reduzida</li> <li>- aberturas de 0,1 a 0,2 mm</li> </ul>		3
	mapeadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mais visíveis em superfícies lisas de lajes e paredes</li> <li>- abertura e extensão reduzidas</li> <li>- indicam desempenho excessivo.</li> <li>- danos apenas estéticos, em geral</li> </ul>		2
	de variações de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- em geral, normais ao eixo de elementos lineares</li> <li>- indicam restrição de movimento por mau funcionamento de juntas de dilatação e/ou sua inexistência</li> </ul>		3

Tabela A.3 - Tipologia de fissuras em elementos de concreto armado (continuação)

	Fissuras*	Descrição	Croquis	$F_p$
ERROS DE PROJETO/ EXECUCAO OU CARGAS EXCESSIVAS	de flexão em vigas	- normais ao eixo, em trechos de momento fletor elevado e com boa aderência aço-concreto		4
	de força cortante - flexão em vigas	- inclinadas nas duas faces - podem entrar na zona de compressão e se dirigir aos apoios		4
	de cortante, momentos de torção e flexão em vigas	- inclinadas em uma face - na face oposta: menor abertura e inclinação		4
	de flexo-tração em pilares	- normais ao eixo do pilar na face tracionada - paralelas ao eixo na face comprimida, podem indicar esmagamento do concreto - mais próximas de extremidade com maior momento		5
	de compressão	- paralelas ao eixo e convergindo para o centro nas proximidades de ruptura - indicam espaçamento excessivo ou deslocamento de estribos		5
	de carga concentrada em área reduzida	- comuns em apoios de pontes, estruturas pré-moldadas e apoios indiretos - indicam armadura deficiente de fretagem e mau detalhamento		3
	em apoios do tipo gerber (vigas e pilares)	- comuns em pontes e estruturas pré-moldadas - indicam deficiência de aparelhos de apoio e/ou detalhamento inadequado		3
	de flexão em lajes	- na face inferior, paralelas aos vãos com continuidade ou vãos maiores, se estendendo em direção aos cantos - na face superior, paralelas aos e bordos com continuidade		4
	de momentos volventes	- em cantos de lajes extremas, podendo abrir nas duas faces - influenciadas por variações de temperatura e retração		3
	de punção	- traçado circular e/ou radial em torno do pilar		5

## ANEXO 1 - Fórmulas e Tabelas

### Grau do Dano ( $D$ )

$$D = 0,8 F_i F_p \quad \text{para } F_i \leq 2,0$$

$$D = (12 F_i - 28) F_p \quad \text{para } F_i > 2,0$$

### Grau de deterioração de um elemento ( $G_{de}$ )

$$G_{de} = D_{m\acute{a}x} \left[ 1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right]$$

Tabela 1 – Classificação dos níveis de deterioração do elemento

Nível de deterioração	$G_{de}$	Ações a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
Médio	15 - 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máx. 2 anos).
Alto	50 - 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 1 ano).
Sofrível	80 - 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 6 meses).
Crítico	> 100	Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata.

### Grau de deterioração de uma família de elementos ( $G_{df}$ )

Toma-se como base apenas os elementos  $c/G_{de} \geq 15$

$$G_{df} = G_{dem\acute{a}x} \left[ \sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^m G_{de(i)} - G_{dem\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m G_{de(i)}}} \right]$$

**Fator de Relevância Estrutural ( $F_r$ )**

-Elementos de composição arquitetônica	$F_r = 1,0$
-Reservatório superior	$F_r = 2,0$
-Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias, juntas de dilatação	$F_r = 3,0$
-Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários	$F_r = 4,0$
-Vigas e pilares principais	$F_r = 5,0$

**Grau de Deterioração da Estrutura ( $G_d$ )**

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^K F_{r(i)} G_{df(i)}}{\sum F_{r(i)}}$$

**Tabela 2** – Classificação dos níveis de deterioração da estrutura

Nível de deterioração	$G_d$	Ações a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
Médio	15 - 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máx. 2 anos).
Alto	50 - 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 1 ano).
Sofrível	80 - 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 6 meses).
Crítico	> 100	Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata.

## ANEXO 2

### FOTOS DE DANOS E FATORES DE INTENSIDADE



### FATORES DE INTENSIDADE ( $F_i$ ) SUGERIDOS (1)



Fig. 1: Cobrimento deficiente ( $F_i=3$ )



Fig. 4: Corrosão ( $F_i=2$ ); Deslocamento ( $F_i=3$ )



Fig. 2: Cobrimento deficiente ( $F_i=2$ )



Fig. 5: Corrosão ( $F_i=2$ ); Deslocamento do concreto da viga) ( $F_i=2$ )

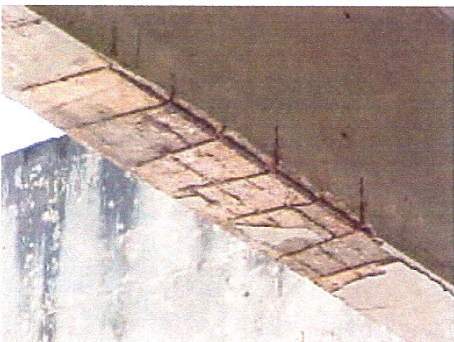


Fig. 3: Cobrimento deficiente ( $F_i=3$ );  
Deslocamento ( $F_i=4$ )

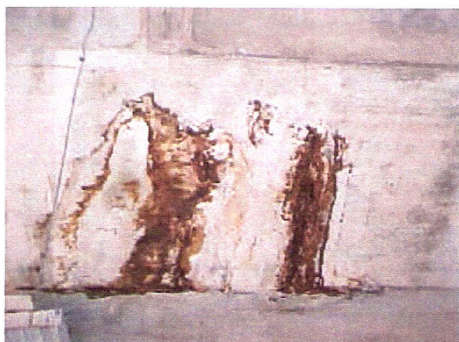


Fig. 6: Corrosão ( $F_i=3$ )

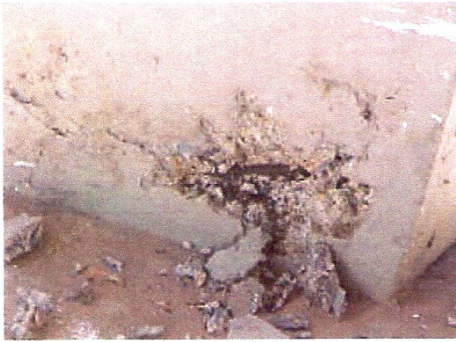


Fig. 7 - Corrosão ( $F_i=3$ ),  
(desplacamento no pé do pilar ( $F_i=3$ ))

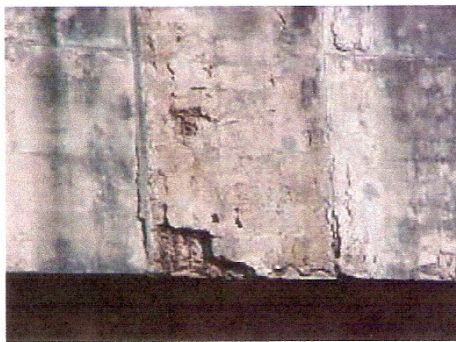


Fig. 8 - Corrosão ( $F_i=4$ )



Fig. 10 - Corrosão na parte superior do  
pilar ( $F_i=3$ )



Fig. 9 - Corrosão ( $F_i=4$ )  
Desplacamento ( $F_i=4$ )



Fig. 11 - Corrosão ( $F_i=3$ )