



**COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO**

## **ANEXO III**

# **PROJETOS ESTRUTURAIS**

**MAIO 2015**

## **PROJETOS ESTRUTURAIS**

Os projetos estruturais para as obras da CORSAN não poderão deixar de levar em conta os seguintes itens:

- 1) No cálculo estático, onde houver ligações de 2 (dois) ou mais elementos, serão levadas em conta as solicitações decorrentes dessas ligações;
- 2) O cálculo estático levará em conta deformações e solicitações decorrentes da variação de temperatura (queda e aumento) e da retração;
- 3) No elementos das estruturas para fins hidráulicos, é imprescindível que seja feita a verificação à fissuração bem como o controle da armadura para retração em elementos impedidos de encurtar. Tais verificações constarão obrigatoriamente da memória de cálculo. A armadura necessária para limitar a abertura das fissuras decorrentes da retração, em peças impedidas de encurtar, será determinada pela expressão abaixo, obtida a partir de uma das fórmulas da NBR-6118, deduzida pelo Eng. Rony Ruschel:

$$A_s \geq \frac{4 b h \varnothing \varepsilon}{12,5 \eta_b \omega - 45 \varnothing \varepsilon}$$

onde:

$A_s$  – Armadura necessária (  $cm^2$  )

$\omega$  - Abertura permitida para as fissuras ( mm )

$\eta_b$  – Coeficiente de conformação < 1,5

$\varnothing$  - Diâmetro das barras ( cm )

Deformação específica - observação:

A deformação específica devido à retração é:

$$\varepsilon = -15 \times 10^{-5} \quad (\text{NBR} - 6118/2014 - \text{item } 11.3.3.1)$$

No entanto, para termos segurança contra situações desfavoráveis na execução, como sejam

- Concretagens em dias de alta temperatura
- Cura mal efetuada
- Mau controle na dosagem, com aumento do fator  $\epsilon_{cs}$  de  $5 \times 10^{-5}$

E como poderá também ocorrer uma queda brusca de temperatura, teremos ainda um encurtamento devido à mesma, a determinação de  $\epsilon$  seguirá o item 11.4.2.1 da NBR 6118/2014 e será função das condições climáticas locais e das condições de exposições do elemento da estrutura.

Assim sendo, teremos:

$$\epsilon = \epsilon_{cs} + \epsilon_t = 20 \times 10^{-5} + \epsilon_t$$

4) A abertura máxima das fissuras, para obras para fins hidráulicos será de 0,1 mm (um décimo de milímetro). Tal valor poderá ser revisto para casos especiais, ficando sua adoção condicionada à aprovação por parte da CORSAN.

5) Cobrimentos mínimos das armaduras:

- superfícies externas das obras para fins hidráulicos, como superfícies em contato com a água, com o solo e face inferior da cobertura (plana ou em cúpula) dos reservatórios : 4,5 cm
- elementos de concreto em meio fortemente agressivo: 5 cm.
- elementos de estruturas correntes ou mistas: obedecer rigorosamente a NBR 6118/2014, TAB. 7.2.

6) Na determinação das espessuras dos elementos da estrutura, haverá cuidado para que sejam tais que, observados os cobrimentos de armadura prescritos em "5", permitam uma concretagem adequada, dentro das possibilidades técnicas existentes.

Em função do que já foi dito neste item estabeleceremos como espessuras mínimas para as paredes de obras para fins hidráulicos as seguintes:

- para alturas < 1,20 m (calhas e canais)  $\rightarrow e \geq 18$  cm
- para alturas maiores ou iguais a 1,20 m e menores do que 2,00 m  $\rightarrow e \geq 20$  cm
- para alturas maiores que 2,00 m  $\rightarrow e \geq 22$  cm

Além de atender ao exposto acima, as paredes com altura superior 2,00 m deverão ficar com um espaço livre entre as malhas internas da armadura de, no mínimo, 12 cm

7) Resistência característica mínima do concreto à compressão, a ser considerada:  
 $f_{ck} \geq 40$  Mpa (400 kgf/cm<sup>2</sup>) – para obras para fins hidráulicos.  
 $f_{ck} \geq 30$  Mpa (300 kgf/cm<sup>2</sup>) – para obras para fins correntes.

8) Será obedecida, inclusive, a nova nomenclatura da NBR 6118/2014.

9) O emprego das Normas de outras procedências (CEB, Normas DIN etc.) ficará sujeito à justificativa e aceitação por parte da CORSAN.

#### 10) Subpressão / Verificação à flutuação

Os casos de existência de lençol freático em que não esteja previsto um sistema de rebaixamento do mesmo, permanente ou acionado apenas quando do esvaziamento das estruturas, será feita a verificação à flutuação com as seguintes considerações:

a) Coeficientes de segurança – adotaremos os coeficientes de segurança parciais, conforme indicações abaixo:

- Para o peso próprio da estrutura o coeficiente será de no mínimo 1,1.
- Para o peso do solo sobre partes da estrutura (abas laterais junto à laje de fundo de estruturas enterradas – reservatórios, elevatórias, etc.) o coeficiente a considerar será de no mínimo 1,3.
- Quando, além do peso do solo sobre as abas, for levado em conta a contribuição do peso do solo constituído pelas cunhas adjacentes, prismas de seção triangular, o coeficiente a aplicar esta parcela será de no mínimo 1,5.

Designando:  $P_a$  = peso do solo sobre as abas;  $P_c$  = peso dos prismas de solo de seção triangular (cunhas);  $E$  = empuxo, deveremos ter:

$$\frac{p_p}{1,1} + \frac{p_a}{1,3} + \frac{p_c}{1,5} \geq E$$

- Quando em lugar do peso do solo for considerado o atrito (atrito ou coesão) entre solo e estrutura o coeficiente a considerar para este valor será de no mínimo de 1,5. Segundo TEM WAYNE C. este método só deve ser utilizado para estruturas sujeitas a pequenas subpressões.

Designando a contribuição devida ao atrito por “A”, deveremos ter:

$$\frac{p_p}{1,1} + \frac{A}{1,5} \geq E$$

- b) Pesos específicos – Na determinação dos pesos da estrutura os pesos específicos a considerar serão multiplicados por 0,9.
- c) Determinação de  $P_c$  (contribuição do peso das cunhas de solo). Quando for levada em conta a contribuição da  $P_c$ , os ângulos adotados serão de 2/3 do ângulo de atrito interno do solo. Recomenda-se nunca utilizar valores maiores que 20° (vinte graus).

d) Observação – Quando for previsto um sistema de rebaixamento de lençol freático, este constará detalhadamente do projeto.

11) Juntas de dilatação / retração.

- a) Em reservatórios de planta circular para raios superiores à 5,00 m é exigido o uso de juntas de dilatação nos limites superior e inferior da parede cilíndrica;
- b) Em estruturas lineares ou de paredes planas somente serão aceitas juntas de dilatação em casos excepcionais, mediante autorização expressa da Corsan.

12) A verificação da fissuração baseada em esforços solicitantes determinados por processos plásticos – rótulas plásticas, charneiras plásticas (linhas de ruptura) – não poderá ser aceita por incompatibilizarem-se com a limitação da fissuração.

13) Barras curvadas.

As barras curvadas deverão atender ao disposto na TAB. 9.2 da NBR 6118/2014. No detalhamento das armaduras deverão constar os raios ou diâmetros de dobramento e todos os comprimentos parciais correspondentes ao trecho de dobramento e trechos retos, os quais deverão ficar claramente definidos.

14) Armadura mínima (conforme itens 17.3.5 e 19.3.3.2)

Em todas as estruturas de obras para fins hidráulicos será usada uma armadura mínima (0,15 % b.h), para os aços CA -50 e CA-60 em ambas as direções mesmo em faces onde não ocorrem tensões de tração devido às solicitações correspondentes ao carregamento.

15) Reforço de canto.

Todas as ligações parede / parede e parede / placa de fundo submetida à solicitações consideráveis serão dotadas de reforços. Nas ligações parede / parede os reforços serão em forma de chanfro a 45 graus de, no mínimo, 20 cm. Nas ligações parede / laje de fundo, em decorrência de dificuldades construtivas, os reforços poderão ter seção retangular.

16) Ancoragens das armaduras nas ligações.

(Ancoragens de canto)

- Na definição do tipo de ancoragem das armaduras dos nós recomenda-se seguir a orientação da obra “ Construções de Concreto” Volume 3 de F. Leonhardt – E. Mönnig.

- Para os casos de solicitações que distendam os nós internamente não serão admitidos ancoragens que deixem o canto externo desprotegido (ancoragens em “L”).
- 17) Emendas das barras.  
As emendas por traspasse obedecerão ao disposto no item 9.5.2.1 da NBR 6118/2014 chamando-se especial atenção para as tabelas 9.3 e 9.4 e para as figuras 9.4 deste item  
As emendas por solda obedecerão ao item 9.5.4 da NBR 6118/2003.
- 18) Espaçamento das armaduras.  
Os espaçamentos das armaduras em obras para fins hidráulicos deverão ficar entre 8 (oito) e 15 (quinze) centímetros.
- 19) Armadura das lajes de fundo.  
A bitola mínima das armaduras da face superior das lajes será de 8 (oito) milímetros.
- 20) Fundações.
  1. Quando da adoção de fundações indiretas deverá constar do projeto sua profundidade mínima determinada / estimada.
  2. No caso das fundações diretas o projeto deverá fazer referência explícita à cota de assentamento das mesmas.
- 21) Ampliações.  
No caso de ampliações as novas estruturas não deverão ser solidarizadas às existentes.
- 22) Câmaras de manobras.  
As câmaras de manobras junto às elevatórias ficarão, obrigatoriamente, afastadas destas últimas de, no mínimo, 3,00 m (quando possível assentarão fora da zona de reaterro). Casos especiais serão ajustados com a área de projeto estrutural da CORSAN.
- 23) Apresentação quanto ao conteúdo:
  1. Elementos componentes.  
O projeto estrutural constará, obrigatoriamente, dos seguintes elementos:
    - a) Estudos geotécnicos (relatórios de sondagem).
    - b) Memória de cálculo.
    - c) Peças gráficas: pranchas de formas e armaduras.
  2. A memória de cálculo será explícita, de modo a permitir seu perfeito entendimento. Deverão constar da mesma a bibliografia, bem como referências, tabelas, ábacos, programas utilizados ou catálogos utilizados.

3. As peças gráficas conterão planta de formas e armaduras, das suas respectivas plantas baixas, cortes e detalhes necessários e os quantitativos.
4. Os quantitativos constarão de área de formas, volume de concreto estrutural, para fins hidráulicos e fins correntes separadamente, volume de concreto magro e quantidades de aço, por bitola.
5. É obrigatório explicitar nas peças gráficas o valor do fck, o módulo de elasticidade do concreto, sua resistência característica à tração e o abatimento.

24) Apresentação quanto à forma:

a) Memória:

- Serão em folhas de tamanho A4.

b) Peças Gráficas

- Serão em folhas de papel SULFITE base ploter com gramatura não inferior à 70-75 g/cm<sup>2</sup>, no formato A1.
- Os desenhos serão em AUTOCAD. Ambos obedecerão às normas e convenções da ABNT.
- Será utilizado o selo padrão CORSAN (não serão aceitos adesivos).

c) Módulo Exterior.

O módulo exterior (primeira altura, que contém o selo) não deverá conter desenhos.

25) Verificação das fissuras em todos os projetos.

Abertura de fissuras para casos específicos:

a) Estações de recalque (Elevatórias de Água Tratada): EAT:

- Poço seco: 0,2 mm
- Poço úmido: 0,1 mm

b) Estações Elevatórias de Água Bruta e Captações:

- Para carga normal média: 0,15 mm
- Para carga máxima: 0,20 mm

c) Barragens: 0,20 mm

d) Esgoto: 0,15 mm

26) Para fins hidráulicos, os traços de concreto a serem empregados devem ser calculados a partir de uma relação água/cimento máxima de 0,50 e um consumo de cimento mínimo de 370 kg/m<sup>3</sup>.



27) Deve ser feita cura úmida por no mínimo 7 dias.

28) Para a execução de Estruturas de Concreto Armado deverão ser consultadas, no mínimo, as Normas: NBR 14.931/2004, NBR 12.655/2006, NBR 7.212/1984, NBR 6123/1988 e NBR 8681/2003.

29) Para análise dos Projetos Estruturais deve constar:

- Memória de Cálculo, no mínimo com cálculo dos esforços e dimensionamento das armaduras;
  - ART Projeto Estrutural;
  - 01 Jogo de Plantas assinadas;
- Após análise deverão ser entregues para a CORSAN:
- Número de cópias solicitadas pelo Departamento;
  - 01 Jogo do Projeto em arquivo eletrônico;
  - 01 Jogo do Projeto em papel sulfite (Para projetos da CORSAN).

30) Observação Final.

A CORSAN reserva-se o direito de rejeitar, total ou parcialmente projetos cuja concepção e/ou apresentação seja considerada aquém dos critérios estabelecidos.