



GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA
Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos - SEOSP
Assessoria da Coordenadoria CPO - SEOSP-ASCPO

ADENDO

MEMORIAL DESCRITIVO BLOCOS E ESTACAS DA FUNDAÇÃO

Obra – Iluminação da RO-10 entre a Ponte do Rio Pimenta Bueno e a Linha Marta Regina
Endereço: RO-010 – Pimenta Bueno

1. NORMAS TÉCNICAS

O presente projeto seguiu as recomendações das normas a seguir:

- NBR6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 7211 – Agregados para Concreto – Especificação;
- NBR 7215 – Resistência a Compressão do Cimento Portland;
- NBR 7480 – Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado;
- NBR 6122 – Projetos de Fundações.

2. PARÂMETROS DE PROJETO

COBRIMENTO DAS PEÇAS

Para determinação do cobrimento das estacas e blocos estruturais utilizados, utilizou-se os parâmetros das tabelas 6.1, 7.1 e 7.2 da NBR6118 demonstradas a seguir.

Tabela 6.1 - Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^(1, 2)	Pequeno
III	Forte	Marinha ⁽³⁾	Grande
		Industrial ^(1, 2)	
IV	Muito forte	Industrial ^(1, 2)	Elevado
		Respingos de maré	

⁽¹⁾ Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

⁽²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

⁽³⁾ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Considerando o ambiente em que a estrutura será executada, tem-se que a mesma se enquadra na categoria Moderada Urbana. De acordo com a tabela 6.1, tem-se que a classe de agressividade ambiental correspondente é a II (Moderada).

Tabela 7.1 - Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (tabela 6.1)			
		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
NOTAS 1 O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. 2 CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. 3 CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

Considerando o disposto na tabela 7.1, para a classe de agressividade II estruturas de concreto armado deverão possuir concreto com classe de resistência igual ou superior a C25. A resistência do concreto utilizado será igual a 25 Mpa que corresponde a classe de resistência C-25.

PESO PRÓPRIO DOS ELEMENTOS

As fundações são em concreto armado, tem-se que a carga resultante do peso próprio dos elementos deverá ser igual a 2.500 kgf/m³ que é a massa específica do concreto armado, acrescido de 50 Kgf que é o peso do poste de ferro que será chumbado sobre o bloco, acrescido dos coeficientes de segurança determinados em Normas

3. DIMENSIONAMENTO DA FUNDAÇÃO

O dimensionamento das estacas e blocos foi realizado considerando-se os parâmetros mínimos estabelecidos pela NBR 6118 e NBR 6120, portanto todas as estacas deverão ter ferros de arranque com comprimento mínimo de 2,00 m , ao se encontrarem com os blocos, sendo 6 ferros de 10 mm com estribos de 5.0 a cada 16 cm e 15 cm, conforme profundidade (distância mínima utilizada).

Tipo de estaca: escavada sem fluido

CAA (classe de agressividade ambiental): II

Cobrimento nominal: 3 cm

Resistência à compressão característica do concreto: 25 MPa

Diâmetro da estaca: 30 cm

Quantidade de barras longitudinais: 6

Agregado utilizado: basalto

Comprimento da estaca: 2 m

Força normal característica de compressão (Nk): 0,1 tf

Força lateral característica aplicada no topo da estaca: 1 tf

Momento fletor característico aplicado no topo da estaca: 0,1 tf.m

Com base na seguinte expressão, é possível avaliar se uma estaca é longa ou curta:

$$T = \left(\frac{E_{cs} \cdot I_c}{\eta_h} \right)^{1/5}$$

Onde:

η_h é a constante do coeficiente de reação horizontal (definido como 8,00 MN/m³);

E_{cs} é o módulo de elasticidade secante do concreto adotado igual a 28980,00 MPa;

I_c é o momento de inércia da seção da estaca que vale 39760,78 cm⁴.

Aplicada a equação, tem-se:

$$T=1,08 \text{ m}$$

Como o comprimento da estaca é menor ou igual a $4.T$, a estaca foi dimensionada como estaca curta pelo Método Russo. Os seguintes parâmetros foram utilizados na aplicação do método:

$$K_v=21,61 \text{ MN/m}^3$$

$$\gamma_{nat}=18,00 \text{ kN/m}^3$$

$$k_a=0,36$$

$$k_p=2,75$$

$$\sigma_{adm}=1,00 \text{ kgf/cm}^2$$

Onde:

K_v é o coeficiente de reação vertical do solo na cota de apoio da estaca;

γ_{nat} é o peso específico natural do solo;

k_a é o coeficiente de empuxo ativo;

k_p é o coeficiente de empuxo passivo;

σ_{adm} é a tensão admissível do solo na cota de apoio da estaca, adotado como 20% do valor de NSPT nesta profundidade.

Aplicado o Método Russo, os seguintes resultados e verificações foram efetuados

a) Deslocamentos no topo e giro da estaca

$$\Delta_x = \frac{2 \cdot H_d}{K_l \cdot l \cdot D} + (2/3) \cdot l \cdot \alpha$$
$$K_l = \frac{\eta_h \cdot l}{D}$$
$$\alpha = \frac{2 \cdot H_d \cdot l + 3 \cdot M_0}{(1/12) \cdot K_l \cdot l^3 \cdot D + (3/16) \cdot K_v \cdot A_b \cdot D^2}$$
$$\Delta_y = \frac{N_d}{K_v \cdot A_b}$$

Onde:

Δ_x é o deslocamento horizontal no topo da estaca;

Δ_y é o deslocamento vertical no topo da estaca;

H_d é o esforço lateral de cálculo aplicado no topo da estaca, adotado como 14,00 kN;

K_l é coeficiente de reação horizontal na cota de apoio da estaca;

l é o comprimento da estaca;

D é o diâmetro da estaca;

α é o giro da estaca;

A_b é área da seção da estaca;

N_d é o esforço normal de cálculo tomado igual a 1,40 kN;

M_0 é o momento fletor de cálculo aplicado no topo da estaca tomado igual a 1,40 kN.m.

Aplicando as equações, os resultados seguintes foram obtidos:

$$K_l=53,33 \text{ MN/m}^3$$

$$\alpha=0,0056301474 \text{ rad}$$

$$\Delta_x=0,0083818632 \text{ m}$$

$$\Delta y = 0,0009167299 \text{ m}$$

b) Condições de estabilidade

As tensões de referência podem ser obtidas com o uso das seguintes equações:

$$\sigma'_a = K_l \cdot (l \cdot \alpha - \Delta_x)$$

$$\sigma_{a,b} = \frac{N_d}{A_b} \pm \frac{K_v \cdot D \cdot \alpha}{2}$$

A estabilidade é garantida se forem satisfeitas as condições seguintes:

Verificação 1: $\sigma'_a < \square_{nat.l} \cdot (K_p - K_a)$

Verificação 2: $\sigma_a + \sigma_b \leq \sigma_{adm}$

Verificação 3: $\sigma_b \leq 1,3 \cdot \sigma_{adm}$

Aplicando as equações, os resultados seguintes foram obtidos:

$$\sigma'_a = 0,154 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = 0,038 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = 0,002 \text{ MPa}$$

As verificações de estabilidade são aplicadas:

$$\text{Verificação 1} \rightarrow 0,154 < 0,086$$

$$\text{Verificação 2} \rightarrow 0,020 \leq 0,100$$

$$\text{Verificação 3} \rightarrow 0,002 \leq 0,130$$

A verificação de estabilidade não foi satisfeita, logo é preciso revisar! O dimensionamento foi continuado mesmo com a verificação não sendo satisfeita.

Com base nos diagramas de solicitações, o seguinte par M-N foi definido para o dimensionamento da estaca (unidades em kN e m) :

$$M_d = 8,42 \text{ kN.m}$$

$$N_d = 1,40 \text{ kN}$$

Análogo ao cálculo de pilares de concreto armado, a área de aço necessária (A_s) para uma estaca sob flexo-compressão pode ser definida com auxílio da seguinte equação:

$$A_s = \omega_{calc} \cdot A_c \cdot f_{cd} / f_{yd}$$

Em que:

$$f_{cd} = f_{ck} / \square_c$$

$$f_{yd} \leq [f_{yk} / \square_s ; 0,2\% \cdot E_s]$$

Onde:

A_s é a área de aço longitudinal;

\square_c é o coeficiente de minoração para o concreto, adotado igual a 3,1 conforme ABNT NBR 6122 (2022), item 8.6.3;

\square_s é o coeficiente de minoração para o aço, adotado igual a 1,15;

A_c é a área da seção da estaca;

f_{ck} é a resistência característica do concreto à compressão;

f_{cd} é a resistência de cálculo do concreto à compressão;

f_{yk} é a resistência ao escoamento característica do aço longitudinal (50 kN/cm²);

f_{yd} é a resistência ao escoamento de cálculo do aço;

ω_{calc} é a taxa mecânica de armadura, obtida por curvas de interação M-N;

E_s é o módulo de elasticidade do aço, adotado como 210000 MPa.

Com uso de curvas de interação M-N, os seguintes valores foram obtidos:

$$\omega_{calc}=0,100$$

$$A_s=1,36 \text{ cm}^2$$

A área mínima de aço é definida como 0,4% da área da seção da estaca:

$$A_{s,min}=2,83 \text{ cm}^2$$

Como área necessária foi definido o maior valor entre $A_{s,min}$ e A_s :

$$A_{s,nec}=2,83 \text{ cm}^2$$

Conforme a ABNT NBR 6122 (2022) item 8.6.2, para atender de forma simplificada à verificação de fissuração em estacas sob flexão, o dimensionamento considerou a espessura de sacrifício de 2 mm no diâmetro das barras longitudinais.

O arranjo adotado conforme a área necessária ($A_{s,nec}$) foi: 6 Ø 10 mm.

A verificação de espaçamento entre barras longitudinais na seção da estaca não foi feita.

COMPRIMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL

O comprimento da armadura longitudinal foi definido como o maior comprimento obtido entre:

1 - Comprimento mínimo exigido pela ABNT NBR 6122 (2022), item 8.6.3;

2 - Profundidade em que a tensão de compressão simples na estaca é superior ou igual a 5 MPa, como exigido pela ABNT NBR 6122 (2022), item 8.6.3;

3 - Comprimento em que o concreto não resiste à cortante imposta [há a necessidade de armadura longitudinal para suporte dos estribos];

4 - Comprimento em que há a existência de momento fletor.

5.1 Comprimento mínimo normativo

Por se tratar de uma estaca escavada sem fluído, o comprimento mínimo de armadura deve ser de 2 m.

5.2 Comprimento por tensão de compressão simples

A tensão de compressão simples (σ_c) atuante na estaca vale:

$$\sigma_c = \frac{N_k}{A_c} = 0,01 \text{ MPa}$$

A tensão de compressão simples não superou o limite normativo de 5 MPa. Logo, essa verificação foi dispensada.

Comprimento referente à cortante e momento fletor

A profundidade a partir da qual o concreto resiste ao esforço cortante é de 0,00 m. Em relação à existência de momento fletor, a estaca deve ser armada até 2,00 m.

Com base nos critérios avaliados a estaca deve ser armada até 2,00 m.

ARMADURA DE CISALHAMENTO

O dimensionamento ao cisalhamento foi feito de acordo com o Modelo de cálculo I apresentado no item 17.4.2.2 da NBR 6118 (2023). Por simplificação, o valor de V_c foi tomado igual a V_{c0} , adoção que caminha a favor da segurança. O valor do esforço cortante de cálculo (kN) vale:

$$V_{sd}=14,00 \text{ kN}$$

Verificação das diagonais comprimidas

Deve ser satisfeita a condição $V_{sd} \leq V_{Rd2}$. A equação a seguir define o valor de V_{Rd2} . Foi adotada altura útil de 26,00 cm.

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot (1 - f_{ck}/250) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

Onde:

V_{Rd2} é a cortante resistente de cálculo;

d é a altura útil da seção da estaca;

b_w é a menor largura da seção, compreendida ao longo da altura útil; foi adotada igual ao valor do diâmetro da estaca.

O valor de V_{Rd2} é assim definido:

$$V_{Rd2} = 152,85 \text{ kN}$$

O valor de V_{sd} não superou V_{Rd2} , logo a verificação foi satisfeita.

Definição da armadura de cisalhamento

A armadura de cisalhamento tem valor mínimo caso o valor de V_{sd} não supere o valor definido na seguinte equação:

$$V_{Rd,min} = V_{sw,min} + V_c$$

Em que:

$$V_{sw,min} = 0,9 \cdot (A_{sw,min}/100) \cdot d \cdot f_{ywd}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} \leq 435 \text{ MPa}$$

$$V_c = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$A_{sw,min} = \frac{20 \cdot f_{ctm} \cdot b_w}{f_{ywk}} \text{ [considerado espaço de 100 cm]}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctk,inf} = 0,7 \cdot f_{ctm}$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}, \text{ para } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1 + 0,1 \cdot [f_{ck} + 8]), \text{ para } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$

Onde:

V_c é a parcela de cortante resistida pelo concreto;

$v_{sw,min}$ é a parcela de cortante resistida pela armadura mínima de cisalhamento;

f_{ctd} é a resistência de cálculo do concreto à tração direta;

f_{ctm} é a resistência média do concreto à tração;

$f_{ctk,inf}$ é a resistência à tração inferior do concreto;

f_{ywk} é a resistência característica ao escoamento do aço do estribo;

f_{ywd} é a resistência de cálculo ao escoamento do aço do estribo (não superior a 435 MPa);

$A_{sw,min}$ é a armadura mínima de cisalhamento.

Aplicando as equações, os resultados seguintes foram obtidos:

$$\begin{aligned}
 f_{ctm} &= 0,26 \text{ kN/cm}^2 \\
 f_{ctk,inf} &= 0,18 \text{ kN/cm}^2 \\
 f_{ywk} &= 60,00 \text{ kN/cm}^2 \\
 f_{cta} &= 0,06 \text{ kN/cm}^2 \\
 V_c &= 27,11 \text{ kN} \\
 f_{ywd} &= 43,50 \text{ kN/cm}^2 \\
 A_{sw,min} &= 2,56 \text{ cm}^2/\text{m} \\
 V_{sw,min} &= 26,11 \text{ kN} \\
 V_{Rd,min} &= 53,21 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

O valor de V_{sd} não superou o valor de V_{Rdmin} , logo a armadura de cisalhamento tem valor mínimo igual a $A_{sw,min}$. A armadura de cisalhamento adotada foi: $\varnothing 5 \text{ mm c/15,60 cm}$.

Como $V_{sd} \leq 0,67 \cdot V_{Rd2}$, o espaçamento máximo entre os estribos vale:

$$s_{max} \leq [0,6 \cdot d ; 30] = 15,60 \text{ cm}$$

O espaçamento adotado entre os estribos respeitou o valor máximo.

Estacas e sua Profundidade
Diâm estaca = 0,30 m

Estaca	Prof.
0+0.00	2,00
	2,00
0	2,00
	2,00
1	2,00
	2,00
2	2,00
	2,00
1'	3,00
	2,00
3	2,50
	3,00
4	2,50
	3,00
5	2,50
	3,50
6	2,50
	3,50
7	2,50
	4,00
8	2,00
	3,50
9	2,50
	3,50
10	2,50
	3,00
11	2,50
	3,00
12	3,00
	3,00
13	2,00
	3,00
14	2,50
	3,00
15	2,50
	2,50

Estaca	Prof.
16	2,00
	2,00
17	2,00
	2,00
18	2,00
	2,00
19	2,50
	2,00
20	3,00
	2,00
21	3,50
	2,00
22	3,50
	3,00
23	2,00
	2,00
24	3,00
	2,50
25	3,00
	2,50
26	3,00
	3,00
27	3,00
	3,00
28	3,00
	3,00
29	3,00
	3,00
30	2,50
	3,50
31	3,00
	3,00
32	2,50
	2,50
33	3,00
	3,00

Estaca	Prof.
34	3,50
	2,50
35	2,50
	2,50
36	2,50
	3,50
37	2,50
	4,50
38	4,00
	4,50
39	2,50
	3,00
40	2,00
	3,00
41	4,00
	4,00
42	4,50
	4,50
43	5,00
	5,00
44*	5,00
	5,00
45	5,50
	5,50
46	4,50
	4,50
47	5,50
	4,50
48	5,50
	5,50
49	5,00
	5,00

Prof.	Un.
Prof. 2,00m	23
Prof. 2,50m	23
Prof. 3,00m	27
Prof. 3,50m	9
Prof. 4,00m	4
Prof. 4,50m	7
Prof. 5,00m	6
Prof. 5,50m	5
TOTAL	104

4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

4.1. ESCAVAÇÃO DE ESTACAS COM TRADO MECÂNICO

Estaca escavada com trado mecânico será executada à partir de uma escavação prévia feita no terreno por uma hélice em forma de espiral onde, posteriormente, é feita a concretagem in loco. Pelas características do processo executivo a estaca escavada com trado mecânico encontra-se no grupo de estacas que não provocam descolamento do solo durante a sua execução.

Os equipamentos para execução de estaca escavada mecanicamente com trado compreendem basicamente um trado helicoidal mecânico. O diâmetro das perfuratrizes determinado nesse cálculo é de 30 cm com profundidades variando de 2,0 a 5,5 m.

A execução do processo com estacas escavadas mecanicamente se dá à partir das etapas abaixo:

Perfuração do solo com a haste helicoidal até a cota desejada;

Remoção da haste, sem girar, fazendo-a girar no sentido contrário ao da perfuração, a cada 2,0 m, para auxiliar a remoção do solo aderido a haste;

Apiloamento do furo com soquete de concreto fabricado na própria obra;

Concretagem do furo, empregando-se um funil, com comprimento igual a 5,0 vezes o diâmetro interno do furo, até um diâmetro acima da cota de arrasamento;

Vibração do concreto nos 2,0 m superiores da estaca;

Colocação da armadura de ligação, ficando 50 cm acima da cota de arrasamento.

A concretagem deve ser feita logo após a perfuração, não devendo ser deixada para outro dia. Essa etapa é realizada por meio de um funil que deve ter comprimento mínimo de 1,5 m, a fim de orientar adequadamente o fluxo do concreto.

Além disso, existem exigências que o concreto utilizado deve satisfazer. O consumo de cimento não pode ser inferior a 300 kg/m³, e o *fck* deve ser de 25 mPa aos 28 dias.

Em relação ao abatimento de tronco de cone — também conhecido como *slump* —, deve ser de 12 a 14 cm para estacas armadas. Já o diâmetro máximo do agregado deverá ser de 19 mm, aconselhando-se o uso da brita 1.

Em alguns pontos de locação dos postes, a estaca pode ficar acima da cota de arrasamento projetada no nível do solo. Quando isso acontecer, deve ser feita a demolição desse trecho e posterior recomposição até a cota, de forma a deixá-la com o bloco nivelado ao centro da pista de rolamento. Estes blocos deverão ter forma de madeira e obedecer às condições de desforma conforme NBR 6118.

4.2. CONTROLE DE QUALIDADE DOS MATERIAIS

CIMENTO

O cimento empregado no preparo do concreto deverá satisfazer as especificações e métodos previstos pelas Normas Brasileiras. Para cada partida de cimento deverá ser fornecido o certificado de origem correspondente. No caso de concreto aparente, não será permitido o emprego de cimento de mais de uma marca ou procedência para evitar possíveis, por menores que sejam, diferenças no produto final.

O armazenamento do cimento na obra deverá ocorrer em depósitos secos, à prova d'água, adequadamente ventilada e provida de assoalhos isolados do solo, de modo a eliminar a possibilidade de qualquer dano, total ou parcial, ou ainda misturas de cimento de diversas procedências.

O controle de estocagem deverá permitir a utilização conforme a ordem cronológica de entrada no depósito. A apresentação do cimento poderá ser em sacos ou a granel.

AGREGADO GRAÚDO

Deverá ser utilizado preferencialmente pedra britada proveniente do britamento de rochas estáveis. Recomenda-se a utilização de agregado basáltico ou granito como agregado graúdo.

Independente do material a ser utilizado, os mesmos deverão estar isentos de substâncias nocivas ao seu emprego, tais como torrões de argila, material pulverulento, gravetos e outros e, deverão possuir diâmetro máximo superior a 3,6 mm.

O armazenamento em canteiro deverá ser feito em plataformas apropriadas, de modo a impedir qualquer tipo de trânsito sobre o material já depositado.

AGREGADO MIÚDO

Como agregado miúdo, deve-se utilizar areia natural quartzosa, ou artificial, resultante da britagem de rochas estáveis, com uma granulometria que se enquadre no especificado pelas Normas. Este agregado deverá estar isento de substâncias nocivas à sua utilização, tais como mica, materiais friáveis, gravetos, matéria orgânica, torrões de argila, etc.

O armazenamento da areia deverá ser feito em plataformas apropriadas protegidas por valetas, para evitar a contaminação do material pelo escoamento das águas pluviais.

ÁGUA

A água a ser utilizada no amassamento do concreto deverá ser limpa e isenta de siltes, sais, alcalis, ácidos, óleos, matéria orgânica ou qualquer outra substância prejudicial à mistura.

Em princípio, a água potável poderá ser utilizada. Deve-se respeitar a relação água/cimento máxima estabelecida nas peças estruturais.

Sempre que se suspeitar que a água local ou a disponível possa conter substâncias prejudiciais, análises físico-químicas deverão ser providenciadas.

4.3. CONCRETO

O traço do concreto utilizado deverá ser determinado pelo engenheiro executor ou pela empresa contratada para o fornecimento de concreto usinado, através de estudos de dosagem experimental, objetivando atender aos requisitos de trabalhabilidade, resistência característica especificada pelo projeto, e durabilidade das estruturas.

O slump utilizado, deverá ser tal que garanta o perfeito adensamento do concreto no interior das formas e que não cause bicheiras nas peças.

A relação água/cimento não pode ultrapassar o valor de 0,6. Recomenda-se a utilização de slump de 12 a 14cm. O engenheiro executor, deve exigir que seja realizado o teste do tronco de cone para verificar se o slump desejado foi alcançado.

Será exigido o emprego de material de qualidade uniforme e correta utilização dos agregados graúdos e miúdos, de acordo com as dimensões das peças a serem concretadas, e a fixação do fator água-cimento, tendo em vista a resistência e a trabalhabilidade do concreto, compatível com as dimensões e acabamentos das peças.

A quantidade de água usada no concreto deverá ser regulada, ajustando às variações de umidade dos agregados, no momento de sua utilização na execução dos serviços.

Todos os materiais recebidos na obra ou utilizados em usina, devem ser previamente testados para comprovação de sua adequação ao traço adotado. Deverá ser feito por meio de laboratório, os ensaios de controle do concreto e seus componentes de acordo com as Normas Brasileiras relativas ao assunto, antes e durante a execução das peças estruturais.

4.4. ARMADURAS

As barras de aço utilizadas para as armaduras das peças de concreto armado, bem como a sua montagem, deverão atender às prescrições das Normas Brasileiras que regem o assunto (NBR7480).

De modo geral, as barras de aço deverão apresentar suficiente homogeneidade quanto às suas características geométricas e não apresentar defeitos tais como bolhas, fissuras, esfoliações e corrosão.

As barras de aço deverão ser depositadas em pátios cobertos com pedrisco, colocadas sobre travessas de madeira.

Deverão ser agrupados nas várias partidas por categorias, por tipo e por lote. O critério de estocagem deve permitir a utilização em função da ordem cronológica de entrada.

As barras de aço deverão ser convenientemente limpas de qualquer substância prejudicial à aderência (barro, óleos, graxa ou outros elementos inconvenientes), retirando as camadas eventualmente destacadas por oxidação. Sendo vedada a utilização de barras que apresentam camadas oxidadas. A limpeza das armações deverá ser feita fora das respectivas fôrmas.

Quando feita em armaduras já montadas em fôrmas, será executada de modo a garantir que os materiais provenientes desta limpeza não permaneçam retidos nas fôrmas.

Quando do prosseguimento dos serviços de armação decorrentes das etapas construtivas da obra, deve-se limpar a ferragem de espera com escovas de aço, retirando excessos de concreto e de nata de cimento. Em casos onde a exposição das armaduras às intempéries for longa e previsível, as mesmas deverão ser devidamente protegidas.

4.5. FORMAS

Os materiais de execução das fôrmas deverão ser de chapas de madeira ou madeira serrada em bruto.

O madeiramento a ser utilizado deverá ser armazenado em local abrigado, com suficiente espaçamento entre pilhas,

visando a prevenção de incêndios.

Recomenda-se a utilização de fôrmas de madeirite ou táboas e re- utilização de até 4 vezes da mesma e espessura de no mínimo 3cm.

4.6. LANÇAMENTO DO CONCRETO

O concreto só deverá ser lançado depois que todo o trabalho de escavação esteja inteiramente concluído e aprovado.

Quando levado por calhas para dentro dos furos e fôrmas dos blocos, a inclinação das mesmas deverá ser estabelecida experimentalmente e em função da consistência do concreto.

As extremidades inferiores das calhas deverão ser dotadas de anteparo, para evitar segregação. Não é permitido quedas livres maiores que 2,0 m. Acima de tal, deve ser exigido o emprego de funil para o lançamento.

O lançamento deverá ser contínuo e conduzido de forma a não haver interrupções superiores ao tempo de pega do concreto.

A utilização de bombeamento para concreto somente deve ser utilizada com a disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra suficientes para que haja perfeita compatibilidade e sincronização entre os tempos de lançamento, espalhamento e vibração do concreto. O lançamento por meio de bomba somente poderá ser efetuado em obediência ao plano de concretagem, de modo que não seja retardada a operação de lançamento, com o acúmulo de depósito de concreto em pontos localizados, nem apressada ou atrasada a operação de adensamento.

4.7. ADENSAMENTO

Durante o adensamento, deverá ser tomada as precauções necessárias para que não se formem nichos ou haja segregação dos materiais; evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios em seu redor, com prejuízo da aderência.

4.8. REMOÇÃO DAS FORMAS

Para a desforma dos blocos, deverá ser obedecido o prazo de sete dias após a concretagem. Para o início da contagem do tempo, pode-se tolerar até 2 horas após o princípio do lançamento, admitindo-se a otimização da idade de remoção das fôrmas em função da determinação dos tempos de início de pega do cimento no concreto.

FRANCISCO MELEIRO NETO

Coordenador de Projetos e Orçamentos - SEOSP/RO

Bibliografia:

<https://www.paranagua.pr.gov.br/licitacoes/701/MEMORIAL-ESTRUTURAL----MARIA-TRINDADE.....pdf>

(“Manual Técnico de Lajes Treliçadas”, Arcelor Mittal, <http://rangellage.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Manual-Lajes-Treli%C3%A7adas.pdf>)

Planilha de Cálculo de Capacidade das Estacas:

<http://engenheironocanteiro.com.br/wp-content/uploads/2021/03/EnC-Planilha-de-Cálculo-de-Fundações>



Documento assinado eletronicamente por **FRANCISCO MELEIRO NETO**, **Coordenador(a)**, em 18/06/2025, às 12:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no artigo 18 caput e seus §§ 1º e 2º, do [Decreto nº 21.794, de 5 Abril de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [portal do SEI](#), informando o código verificador **0061382447** e o código CRC **2A17A116**.

