

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
| 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12/04/11                                                                                                                                                                                | C                   | Emissão Inicial        |
| REVISÃO Nº                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DATA                                                                                                                                                                                    | NATUREZA DA REVISÃO | DESCRIÇÃO DAS REVISÕES |
| Tipo de Emissão                                                                                                                                                                                                                                                                                        | A. Preliminar<br>B. Para Aprovação<br>C. Para Conhecimento<br>D. Para Cotação<br>E. Para Construção<br>F. Conforme Comprado<br>G. Conforme Construído<br>H. Cancelado<br>I. De Trabalho |                     |                        |
|  <b>ENGEACORPS</b><br>corpo de engenheiros consultores                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
| PROJETO: PACL <i>PACLR</i> REG <i>RA</i> RKC <i>RKC</i>                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                         | DATA:               | 12/04/11               |
| PROJETO:                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         | DATA:               | 12/04/11               |
| VERIFICAÇÃO: ACMM <i>[Signature]</i>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                         | DATA:               | 12/04/11               |
| APROVAÇÃO: MOG <i>[Signature]</i>                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                         | DATA:               | 12/04/11               |
|  <div style="text-align: center;"> <b>MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL</b><br/> <b>PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO</b><br/> <b>COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO</b><br/> <b>NORDESTE SETENTRIONAL</b> </div> |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
| <b>PROJETO EXECUTIVO - LOTE A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
| <b>NOTA TÉCNICA</b><br><b>ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE ESTRUTURAS</b>                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | DATA                                                                                                                                                                                    | RUBRICA             | APROVAÇÃO              |
| PROJETISTA                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
| DESENHISTA                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
| VERIFICADO                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                         |                     |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                         |                     | CLIENTE                |
| ESCALA                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DOCUMENTO Nº                                                                                                                                                                            |                     |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PROJETISTA: <b>885-MIN-ISF-NT-E3197</b><br>CLIENTE: <b>1210-NTC-1601-30-02-001</b>                                                                                                      |                     |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REVISÃO                                                                                                                                                                                 |                     |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>0</b>                                                                                                                                                                                |                     |                        |

---

# **MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

---

*MI*

**Projeto de Integração do Rio São Francisco  
com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

**Eixo Norte**

---

## ***ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE ESTRUTURAS***

885-MIN-ISF-NT-E3197

1210-NTC-1601-30-02-001

Abril/2011

Rev 0

---

**ÍNDICE**

|                                                                    | <b>PÁG.</b> |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                          | <b>3</b>    |
| <b>2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....</b>                             | <b>3</b>    |
| 2.1 FORNECIMENTO, PREPARO E LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL..... | 3           |
| 2.2 FORNECIMENTO, PREPARO E LANÇAMENTO DE CONCRETO MASSA.....      | 17          |
| 2.3 FORNECIMENTO DE CIMENTO.....                                   | 17          |
| 2.4 ARMADURAS EM BARRA DE AÇO CA 50A.....                          | 18          |
| 2.5 ARMADURAS EM TELAS METÁLICAS.....                              | 22          |
| 2.6 FORMAS PLANAS DE MADEIRA .....                                 | 23          |
| 2.7 FORMAS CURVAS DE MADEIRA.....                                  | 25          |
| 2.8 FORMAS PARA FUNDAÇÕES .....                                    | 25          |
| 2.9 FORMAS PARA PRÉ-MOLDADOS .....                                 | 26          |
| 2.10 JUNTAS DE DILATAÇÃO TIPO FUNGENBAND .....                     | 26          |
| 2.11 JUNTA DE DILATAÇÃO TIPO JEENE REF JJ 1016 M, OU SIMILAR.....  | 27          |
| 2.12 MONTAGEM DE PEÇAS PRÉ-MOLDADAS.....                           | 27          |
| 2.13 CONCRETO PROJETADO.....                                       | 27          |
| 2.14 CONCRETO CICLÓPICO .....                                      | 31          |

## **1. INTRODUÇÃO**

Estas especificações técnicas referem-se às estruturas em concreto das Estações de Bombeamento, do Trecho Norte do Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF), que constituem o Lote 8 de obras. Elas apresentam a descrição dos diversos serviços que compõem a implantação das estações que, por serem repetidos nas diversas etapas de obra, configuram esta especificação como padrão de execução a ser seguido pela empresa executora contratada (Construtora), pela Fiscalização e pela equipe de Acompanhamento Técnico das Obras (ATO).

## **2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

### **2.1 FORNECIMENTO, PREPARO E LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL**

---

Estes concretos somente serão utilizados nos locais indicados nos desenhos de projeto e/ou onde indicado pela FISCALIZAÇÃO e equipe de ATO. A resistência característica (fck) deste concreto deverá ser no mínimo a definida nos desenhos de projeto aos 28 dias de idade.

O estabelecimento do traço do concreto será função da dosagem experimental (racional), na forma preconizada na norma NBR-6118, de maneira que se obtenha, com os materiais disponíveis, um concreto que satisfaça às exigências do projeto a que se destina (fck).

#### **2.1.1 Agregados**

##### **a) Requisitos Gerais**

Amostras de agregados obtidos através de britagem de rocha ou de jazidas de seixos e das jazidas de areias do leito do rio ou de outras procedências, deverão ser ensaiadas com as diversas combinações dos materiais cimentícios utilizando o Método C 1260 da ASTM para escolha da combinação que iniba a reação álcalis/agregado. Este ensaio deverá ser executado como caracterização de cada jazida de agregado, para cada uma das litologias detectadas, pelo Controle da Qualidade, utilizando o cimento aprovado para uso na obra, que deverá apresentar condições de neutralizar as expansões devidas à reatividade potencial do tipo álcalis - agregados.

Os principais ensaios para os agregados miúdos, conforme preconizado pela norma NBR-7211, com as respectivas normas e limites recomendados, estão apresentados no Quadro 2.1 e Quadro 2.2.

**QUADRO 2.1 - ENSAIOS E LIMITES MÁXIMOS ACEITÁVEIS DE SUBSTÂNCIAS NOCIVAS NOS AGREGADOS MIÚDOS**

| <i>Determinação</i>                                                                  | <i>Método de ensaio</i> |                                                                                         | <i>Quantidade máxima relativa à massa do agregado miúdo (%)</i>        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Torrões de argila e materiais friáveis                                               | ABNT NBR 7218           |                                                                                         | 3,0                                                                    |
| Materiais carbonosos                                                                 | ASTM C 123              | Concreto aparente                                                                       | 0,5                                                                    |
|                                                                                      |                         | Concreto não aparente                                                                   | 1,0                                                                    |
| Material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem (material pulverulento) | ABNT NBR NM 46          | Concreto submetido a desgaste superficial                                               | 3,0                                                                    |
|                                                                                      |                         | Concretos protegidos do desgaste superficial                                            | 5,0                                                                    |
| Impurezas orgânicas                                                                  | ABNT NBR NM 49          |                                                                                         | A solução obtida no ensaio deve ser mais clara do que a solução-padrão |
|                                                                                      | ABNT NBR 7221           | Diferença máxima aceitável entre os resultados de resistência à compressão comparativos | 10                                                                     |

**QUADRO 2.2 - ENSAIOS E LIMITES MÁXIMOS PARA A EXPANSÃO DEVIDA À REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO E TEORES DE CLORETOS E SULFATOS NOS AGREGADOS MIÚDOS**

| <i>Determinação</i>                                             | <i>Método de ensaio</i>         | <i>Limites</i>                                         |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Reatividade álcali-agregado                                     | ASTM C 1260                     | Expansão máxima de 0,10% aos 14 dias de cura agressiva |
|                                                                 | ABNT NBR 9773                   | Expansão máxima de 0,05% aos três meses                |
|                                                                 |                                 | Expansão máxima de 0,10% aos seis meses                |
| Teor de cloretos <sup>2)</sup> (CL <sup>-</sup> )               | ABNT NBR 9917<br>ABNT NBR 14832 | < 0,2% concreto simples                                |
|                                                                 |                                 | < 0,1 % concreto armado                                |
|                                                                 |                                 | < 0,01% concreto protendido                            |
| Teor de sulfatos <sup>4)</sup> (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | ABNT NBR 9917                   | < 0,1%                                                 |

A periodicidade e frequência da realização dos ensaios descritos, deverão atender aos critérios das normas correspondentes, ou conforme solicitação da FISCALIZAÇÃO.

Os principais ensaios para os agregados graúdos, conforme preconizado pela norma NBR-7211, com as respectivas normas e limites recomendados, estão apresentados no Quadro 2.3.

**QUADRO 2.3 - ENSAIOS E LIMITES MÁXIMOS ACEITÁVEIS DE SUBSTÂNCIAS NOCIVAS NOS AGREGADOS GRAÚDOS**

| <i>Determinação</i>                                                                       | <i>Método de ensaio</i> |                                         | <i>Quantidade máxima relativa à massa do agregado graúdo (%)</i> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Torrões de argila e materiais friáveis                                                    | ABNT NBR 7218           | Concreto aparente                       | 1,0                                                              |
|                                                                                           |                         | Concreto sujeito a desgaste superficial | 2,0                                                              |
|                                                                                           |                         | Outros concretos                        | 3,0                                                              |
| Materiais carbonosos                                                                      | ASTM C 123              | Concreto aparente                       | 0,5                                                              |
|                                                                                           |                         | Concreto não aparente                   | 1,0                                                              |
| Material fino que passa através da peneira 75 $\mu$ m por lavagem (material pulverulento) | ABNT NBR NM 46          |                                         | 1,0                                                              |

A periodicidade e frequência da realização dos ensaios descritos, deverão atender aos critérios das normas correspondentes, ou conforme solicitação da FISCALIZAÇÃO.

#### **b) Granulometria**

A granulometria dos agregados deverá estar de acordo com os limites prescritos no Quadro 2.4, atendendo à composição granulométrica das dosagens previstas para as diferentes estruturas.

No entanto, observa-se que, caso não incidam dentro destes limites, o uso de determinada fração poderá ser realizado, com a prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO, desde que seja comprovado o seu desempenho em misturas experimentais de concreto, garantindo as propriedades estabelecidas no estado fresco e endurecidos do concreto.

**QUADRO 2.4 - FAIXAS GRANULOMETRICAS DOS AGREGADOS**

| <i>Peneira (mm)</i> | <i>Porcentagem Passante em Peso</i> |                    |                    |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|
|                     | <i>Agregado Miúdo</i>               | <i>Brita 25 mm</i> | <i>Brita 50 mm</i> |
| 100                 |                                     |                    |                    |
| 76                  |                                     |                    | 100                |
| 50                  |                                     |                    | 95 – 100           |
| 38                  |                                     | 100                | 61 – 86            |
| 25                  |                                     | 95 – 100           | 40 – 60            |
| 19                  |                                     | 62 – 82            | 0 – 5              |
| 9,5                 | 100                                 | 16 – 46            |                    |
| 4,8                 | 95 – 100                            | 0 – 5              |                    |
| 1,2                 | 50 – 85                             |                    |                    |
| 0,6                 | 25 – 60                             |                    |                    |
| 0,3                 | 20 – 30                             |                    |                    |
| 0,15                | 10 – 20                             |                    |                    |
| 0,075               | 7 – 15                              |                    |                    |

### **c) Composição**

O CONSTRUTOR deverá fornecer toda a quantidade necessária de agregados para os serviços de concretagem, e produzi-los na central de britagem instalada no local das obras. O agregado miúdo consistirá de 100% de areia natural ou por mistura de areia natural com a artificial, de acordo com a conveniência da obra.

Todos os agregados consistirão de fragmentos de rocha obtidos por processo de britagem ou de seixos naturais sem películas, duros, densos e duráveis, segundo as exigências destas especificações.

### **d) Produção de Agregados**

O agregado graúdo e a areia artificial serão obtidos pelo processamento dos materiais provenientes das escavações obrigatórias das próprias estações de bombeamento, e eventualmente de pedreiras ou de jazidas que apresentem material de boa qualidade e em quantidade suficiente para suprir as necessidades das obras. O material escavado somente será processado, após a confirmação, através de ensaios específicos em agregados e rocha, de que este material é passível de uso como agregado para concreto.

O capeamento de solo ou rocha intemperizada será removido pelo CONSTRUTOR, para que se obtenha uma rocha sã e isenta de materiais inadequados para a fabricação dos agregados.

A areia natural, se empregada, será obtida a partir das jazidas identificadas na região de construção das estações de bombeamento.

O processamento da matéria prima consistirá de britagem, peneiramento, transporte e lavagem para produzir um agregado adequado. A água a ser usada na lavagem dos agregados será limpa e livre de material contaminante.

Caso se justifique, mediante o estudo prévio de misturas experimentais, poderá ser aceito o seixo de jazidas, devidamente classificado por peneiramento, como alternativa de uso para agregado graúdo.

### **e) Pilhas de Estoque e Controle de Umidade de Agregados**

O CONSTRUTOR deverá dispor de estoque suficiente de agregados adequados para o atendimento de qualquer produção de concreto programada. O agregado será estocado em pilhas de acordo com suas dimensões nominais e de maneira a evitar segregação, mistura de várias dimensões antes do preparo do concreto, contaminação por poeira ou outros materiais estranhos, e possibilitando a drenagem livre do excesso de água.

Dispositivos para amortecimento de queda dos agregados deverão ser providenciados pelo CONSTRUTOR, de modo a evitar a quebra dos materiais e minimizar a segregação.

O teor da umidade dos agregados deverá ser controlado antes de sua entrada na betoneira, de modo que não exceda 7% para a areia e 2% para o agregado graúdo (água livre). O teor de umidade superficial será calculado pela água em excesso em relação à massa do agregado saturado com superfície seca.

#### **f) Amostragem e Ensaios**

As amostras dos agregados, representativas dos materiais aprovados para serem usados nas obras, serão retiradas pelo CONSTRUTOR sob a supervisão do Controle da Qualidade, e entregues ao laboratório com tempo suficiente para a execução de ensaios antes da data prevista para o início das concretagens.

Estudos de dosagem da mistura e os ensaios com os materiais e com os concretos serão feitos pelo Controle da Qualidade. Os ensaios aos quais o agregado será submetido estão relacionados nas normas NBR-7211 e NBR-6118.

Serão identificados por suas características, cabendo ao laboratório a modificação da dosagem, quando um novo material indicado tiver características diferentes do agregado inicialmente empregado. A dimensão máxima característica do agregado deverá obedecer à norma NBR-6118.

No caso do uso de seixo rolado, o CONSTRUTOR ficará responsável pelo fornecimento, eventual lavagem, peneiramento e enquadramento nas faixas granulométricas.

A água destinada ao amassamento das argamassas e concretos obedecerá ao disposto nas normas NBR-6118 e NBR-6587.

A água que será utilizada no amassamento e na cura dos concretos e argamassas deverá estar livre de quantidades excessivas de silte, matéria orgânica, álcalis, sais, ácidos, óleos ou outras impurezas que possam prejudicar a qualidade do concreto, interferir com as reações de hidratação do cimento e afetar a cura ou aspecto (coloração) final do concreto.

Os sólidos totais em suspensão serão limitados a 500 mg/ℓ. A água não deverá conter mais que 500 mg/ℓ de cloretos e nem mais de 500 mg/ℓ de sulfatos. Para que os parâmetros acima sejam obtidos em todas as estações e não ocorram problemas, inclusive de coloração do concreto, deverá ser providenciada a decantação ou filtração das águas destinadas à produção e cura do concreto. O pH deverá estar compreendido entre 5,8 e 8,0.

No caso da água ser considerada suspeita, ou favorecer a corrosão das armaduras, a água deverá ser submetida aos seguintes ensaios:

- ✓ Ensaio comparativo de resistência de argamassas preparadas com água de qualidade comprovada e com a água que se pretende avaliar. Estas não devem registrar quedas de resistências superiores a 15% na idade de 7 dias e de 10% nas idades de 28 e 90 dias;

- ✓ Ensaio de tempo de pega, em pasta de consistência com o cimento utilizado na obra. O tempo de início de pega não pode diferir mais de 30 minutos do obtido com o mesmo cimento e com a água considerada insuspeita.

As amostras da água de amassamento para avaliação da qualidade através de ensaio de resistência à compressão de argamassa, tempo de início de pega da pasta e pH, deverão ser coletadas mensalmente.

Trimestralmente deverá ser efetuada uma amostragem para a determinação de pH, sólidos totais, cloretos, sulfatos, alcalinidade, ferro e álcalis.

A avaliação da qualidade da água de amassamento do concreto, através do ensaio de resistência à compressão da argamassa, deverá ser feita utilizando o método preconizado na norma NBR-7212.

### ***g) Material Cimentício***

O material cimentício a ser aprovado para uso nas obras de concreto deverá inibir a expansão provocada pela reação dos álcalis do cimento com o agregado produzido pela britagem, areias e jazidas de seixos, conforme estabelece o método C 1260 da ASTM.

Como material cimentício, poderão ser utilizados os seguintes materiais:

- ✓ Cimento Portland composto CP 32 tipo II - norma NBR-5732;
- ✓ Cimento Portland de Escória de Alto Forno CP 32 tipo III - norma NBR-5735;
- ✓ Cimento Portland Pozolânico CP 32 tipo IV - norma NBR-5736.

Poderá ser aceito o uso de materiais de natureza pozzolânica em adição ao cimento, no sentido de neutralizar expansões devido aos álcalis disponíveis.

O CONSTRUTOR fornecerá e entregará o cimento no local das obras e fará um CONTRATO com a fábrica no qual estabelecerá a política de controle da qualidade do cimento. Em toda remessa enviada à obra deverão constar o número da ordem de compra e números de CONTRATOS e outras designações que identifiquem o cimento a ser fornecido. O controle da qualidade do cimento será acompanhado por um laboratório credenciado e pela fábrica do cimento. A fábrica deverá manter os registros do seu controle da qualidade e os certificados deverão ser fornecidos mensalmente ao Controle da Qualidade da Obra. O cimento que estiver estocado mais de quatro meses no local das obras não poderá ser utilizado, a não ser que os ensaios feitos pelo laboratório credenciado comprovem que este cimento esteja conforme as exigências da ABNT.

O estoque de material cimentício deverá sempre ser suficiente para garantir a produção dos próximos 5 dias do concreto da Obra.

Com relação ao transporte, o cimento será entregue pelo CONSTRUTOR no local das obras, a granel, em contêineres ou em sacos invioláveis.

Se o cimento a granel não for descarregado diretamente em depósitos ou silos vedados da central de concreto, o transporte, desde o local de descarga até a central de concreto ou a estocagem, será efetuado em transportadores protegidos das intempéries ou outros meios que evitem completamente que o cimento seja exposto à umidade.

Imediatamente após ser recebido no local das obras, o cimento deverá ser armazenado em silos ou depósitos à prova de intempéries e devidamente ventilados.

O cimento será estocado em ordem cronológica, de modo a permitir que seja utilizado, em primeiro lugar, o material estocado há mais tempo. O cimento, no ato de utilização, deverá estar com temperatura inferior a 50° C, a não ser quando autorizado pelo Controle da Qualidade. Deverá se dispor de quantidade de cimento em temperatura adequada para atendimento da produção de concreto programada.

### **2.1.2 Preparo e Lançamento**

#### **a) Equipamentos**

O CONSTRUTOR deverá manter permanentemente, na obra, o equipamento indispensável para execução do concreto.

Poderão ser empregados vibradores de imersão, vibradores de forma ou réguas vibratórias, de acordo com a natureza dos serviços a serem executados e desde que satisfaçam à condição de perfeito adensamento do concreto.

#### **b) Tipologia**

O estabelecimento do traço do concreto será função da dosagem experimental (racional), na forma preconizada pela norma NBR-6118, de maneira que se obtenha, com os materiais disponíveis, um concreto que satisfaça às exigências do projeto a que se destina (fck).

Todas as dosagens de concreto deverão ser caracterizadas pelos seguintes elementos:

- ✓ Resistência característica (fck) na idade de controle especificada;
- ✓ Dimensão máxima característica (diâmetro máximo) do agregado em função das dimensões das peças a serem concretadas, conforme item 8.1.2.3 da NBR-6118;
- ✓ Consistência (medida através de slump-test), de acordo com o método NBR-7223;
- ✓ Composição granulométrica dos agregados;
- ✓ Fator água/cimento em função da resistência e da durabilidade desejadas;

- ✓ Controle de qualidade a que será submetido o concreto;
- ✓ Adensamento a que será submetido o concreto;
- ✓ Índices físicos dos agregados (massa específica e umidade de absorção); e
- ✓ Resistência característica do concreto.

A fixação da resistência característica do concreto ( $f_{ck}$ ), deverá ser estabelecida no projeto.

### **c) Controle Tecnológico**

O controle tecnológico abrangerá as verificações da dosagem utilizada, da trabalhabilidade, das características dos constituintes e da resistência mecânica, em conformidade com a NBR-6118. Independentemente do tipo de dosagem adotado, o controle da resistência do concreto deverá atender rigorosamente ao disposto na norma NBR-6118.

Será retirado o mínimo de uma série para cada 25 m<sup>3</sup> de concreto aplicado. Cada série deverá ser constituída de 3 corpos de prova conforme previsto na norma NBR-6118.

Quando houver modificações dos materiais, será necessário efetuar nova dosagem e respectivos ensaios.

Além das prescrições precedentes, será observado o cuidado de moldagem de corpos de prova de cada elemento representativo da estrutura, à razão mínima de 2 séries nas fundações, 4 séries em cada teto com as respectivas vigas e 2 séries nas extremidades dos pilares de cada pavimento, ou a critério da FISCALIZAÇÃO.

Cuidados iguais aos precedentes serão adotados em relação a quaisquer elementos estruturais não incluídos nos acima referidos.

Quando houver dúvidas sobre a resistência do concreto da estrutura, serão efetuados ensaios não destrutivos.

Em obras importantes e/ou naquelas em que houver dúvidas sobre o resultado dos ensaios não destrutivos, serão também ensaiados corpos de prova extraídos da estrutura, conforme a norma NBR-6118.

Outros métodos de avaliação da resistência característica de projeto, através dos ensaios de ruptura, poderão ser aceitos desde que sejam previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

### **d) Produção de Concreto**

O equipamento necessário para confecção do concreto, previamente submetido à liberação do Controle da Qualidade, será fornecido, instalado, operado e mantido pelo CONSTRUTOR, e atenderá as seguintes especificações:

- ✓ A unidade de produção de concreto será do tipo dosadora e deverá ter capacidade de dosar agregado, cimento, aditivo e água numa mistura uniforme, dentro dos limites de tempo especificado e de descarregar esta mistura sem segregação;
- ✓ Deverá ter capacidade de rápido ajuste para atender variações do teor de umidade dos agregados e para mudar as suas massas, proporcionalmente em cada betonada;
- ✓ Deverá ter capacidade de controlar a descarga dos materiais de modo a limitar no máximo em 1% (um por cento), em massa, a variação das quantidades especificadas;
- ✓ Deverá possuir balanças sem molas, com mostrador que indique com precisão a carga em todos os estágios da operação de pesagem, de zero até a capacidade total;
- ✓ A precisão das balanças será aferida semanalmente, ou quando a FISCALIZAÇÃO entender necessário. O CONSTRUTOR fará quaisquer correções, reparos ou substituições necessárias para assegurar o funcionamento satisfatório da operação;
- ✓ O equipamento deverá ter um dispositivo para medir com precisão a água de cada betonada; não se permitirá qualquer vazamento dos mecanismos de operação quando as válvulas estiverem fechadas;
- ✓ A central será equipada com um dispositivo para proporcionar uma medição automática exata do tempo necessário para cada betonada; este dispositivo será ajustado, a fim de impedir a descarga de concreto da betoneira antes do término do período de mistura;
- ✓ A central terá dispositivo regulável para medição de cada aditivo. O mecanismo de descarga deste dispositivo será interligado com a operação de dosagem e descarga da água, para que a mistura dos aditivos seja automática;
- ✓ A central deverá possuir instalações adequadas, que permitam a inspeção de todas as suas operações e a rápida obtenção de amostras representativas de materiais e do concreto para controle de suas características e uniformidade. Estas instalações deverão possibilitar:
  - ✓ A obtenção de amostras de cada material;
  - ✓ A obtenção de amostras de concreto em cada betoneira;
  - ✓ A inspeção visual de cada betoneira;
- ✓ O CONSTRUTOR entregará as amostras de materiais e do concreto nos locais de ensaios, conforme determinado pelo Controle da Qualidade;
- ✓ Na área da central ou adjacências deverá haver espaço suficiente para instalar o laboratório de campo do controle da Qualidade, devendo o CONSTRUTOR prover ar e água, em quantidades adequadas para o seu funcionamento, e instalação de energia elétrica.

### **e) Dosagem**

As quantidades de cimento, areia e cada dimensão nominal do agregado graúdo a serem colocados em cada traço de concreto serão determinadas por pesagem. A quantidade de água será determinada por pesagem ou por medição volumétrica.

### **f) Mistura**

Mistura prolongada, necessitando de água adicional para conservar a consistência apropriada do concreto, não será permitida. A sequência da introdução dos componentes será determinada no campo, visando a eficiência máxima e as correções necessárias a serem feitas, quando for o caso.

O tempo de mistura será ajustado quando as amostras de ensaio, retiradas da superfície, do centro e do fundo da betonada indicarem uma diferença de mais de 10% na proporção areia-cimento ou na relação água/cimento.

A betoneira não será sobrecarregada além da capacidade recomendada por seu fabricante, e funcionará em velocidades estritamente dentro das especificações do fabricante e indicadas juntamente com as demais características do equipamento. A menos que seja autorizado pelo Controle da Qualidade, o tempo de mistura não será inferior ao indicado no Quadro 2.5, apresentado a seguir.

**QUADRO 2.5 - TEMPO DE MISTURA DO CONCRETO**

| <b>Capacidade da Betoneira (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Tempo de Mistura (minutos)</b> |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 0,75 ou menos                                  | 1:15                              |
| 1,5                                            | 1:30                              |
| 2,25                                           | 2:00                              |
| 3                                              | 2:30                              |

A execução de qualquer parte da estrutura implica na integral responsabilidade do CONSTRUTOR por sua resistência, estabilidade, durabilidade e perfeito acabamento.

### **g) Transporte do Concreto**

O transporte do concreto deverá ser efetuado de maneira que não haja segregação ou desagregação de seus componentes nem perda sensível de qualquer deles por vazamento ou evaporação.

Poderão ser utilizados, na obra, para transporte de concreto da betoneira ao ponto de descarga ou local da concretagem, dispositivos de correias, guindastes sobre pneus, carrinhos de mão com roda de pneu, pás mecânicas ou outros.

No bombeamento de concreto, deverá existir um dispositivo especial na saída do tubo para evitar a segregação. O diâmetro interno do tubo deverá ser no mínimo, três vezes o diâmetro máximo do agregado, quando utilizada brita, e 2,5 vezes o diâmetro no caso de seixo rolado.

O transporte do concreto não deve exceder ao tempo máximo permitido para seu lançamento. O intervalo máximo de tempo permitido entre o término do amassamento do concreto e o seu lançamento não deverá exceder a 1 (uma) hora.

Sempre que possível deve ser escolhido um sistema de transporte que permita o lançamento direto nas formas.

Não sendo possível o lançamento direto, deverão ser adotadas precauções para manuseio do concreto em depósitos intermediários.

O transporte a longas distâncias só será admitido em veículos especiais dotados de movimento capaz de manter uniforme o concreto misturado.

No caso de utilização de carrinhos ou padiolas, deverão existir condições de percurso suaves, tais como rampas, aclives e declives, inclusive estrados.

Quando os aclives a vencer forem muito grandes, como no caso de dois ou mais andares recorrer-se-á ao transporte vertical por meio de elevadores de obra (guinchos).

#### ***h) Lançamento***

O lançamento do concreto deverá ser feito conforme a norma NBR-6118, além das especificações descritas a seguir.

Caberá ao CONSTRUTOR informar, com oportuna antecedência, à FISCALIZAÇÃO e ao laboratório encarregado do controle tecnológico, o dia e a hora do início das operações de concretagem, o tempo previsto para sua execução e os elementos a serem concretados.

Os processos de lançamento do concreto deverão ser determinados de acordo com a natureza da obra, cabendo à FISCALIZAÇÃO modificar ou impedir processo que acarrete segregação dos materiais.

Não será permitido o lançamento de concreto de altura superior a 2,0 m. Para evitar segregação em quedas livres maiores que a mencionada, utilizar-se-ão calhas apropriadas.

No caso de peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral ou por meio de funis ou trombas.

Nas peças com altura superior a 2 m, com concentração de ferragem e de difícil lançamento, além dos cuidados do item anterior deverá ser colocada no fundo da forma uma camada de argamassa com 5 a 10 cm de espessura, feita com o mesmo traço do concreto que vai ser utilizado, evitando-se com isto a formação de "ninhos de pedra."

Quando do uso de aditivos retardadores ou aceleradores de pega, o prazo para lançamento poderá ser aumentado ou diminuído em função das características do aditivo, à critério da FISCALIZAÇÃO.

Em nenhuma hipótese será permitido o lançamento após o início da pega e a redosagem do concreto no campo.

Nos lugares sujeitos à penetração de água, deverão ser adotadas providências para que o concreto seja lançado sem que haja água no local e ainda que, quando fresco, não possa ser lavado pela água de infiltração.

A concretagem deverá seguir rigorosamente um programa de lançamento preestabelecido para o projeto.

Não será permitido o "arrastamento" do concreto a distâncias muito grandes, durante o espalhamento, devido ao fato de que o deslocamento da mistura com enxada, sobre formas, ou mesmo sobre o concreto já aplicado, poderá provocar perda da argamassa por adesão aos locais de passagem, bem como a segregação de seus constituintes.

#### ***i) Adensamento***

O adensamento manual somente será permitido em casos excepcionais e com a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

O adensamento deverá ser cuidadoso, de forma que o concreto ocupe todos os recantos da forma.

Serão adotadas as devidas precauções para evitar vibração da armadura, de modo a não formar vazios ao seu redor nem dificultar a aderência com o concreto.

Os vibradores de imersão não deverão ser deslocados horizontalmente. A vibração será apenas a suficiente para que apareçam bolhas de ar e uma fina película de água na superfície do concreto.

A vibração deverá ser feita a uma profundidade não superior ao comprimento da agulha do vibrador.

As camadas a serem vibradas, preferencialmente, terão espessura equivalente a 3/4 do comprimento da agulha.

As distâncias entre os pontos de aplicação do vibrador serão da ordem de 6 a 10 vezes o diâmetro da agulha (aproximadamente 1,5 vezes o raio de ação).

Será aconselhável a vibração por períodos curtos em pontos próximos, ao invés de períodos longos num único ponto ou em pontos distantes.

A vibração próxima às formas (menos de 100 mm) deverá ser evitada, caso seja utilizado vibrador de imersão.

Colocar-se-á a agulha na posição vertical, ou quando impossível, incliná-la até um ângulo máximo de 45°.

Introduzir-se-á a agulha na massa de concreto, retirando-a lentamente para evitar formação de buracos que se encham de pasta.

Na vibração por camadas, far-se-á com que a agulha atinja a camada subjacente para assegurar a ligação duas a duas.

Admitir-se-á a utilização, excepcionalmente, de outros tipos de vibradores (formas, réguas, etc.), à critério da FISCALIZAÇÃO.

No caso das obras de revestimento dos taludes em que seja usado processo mecanizado de lançamento e espalhamento (equipamento GOMACO ou similar), a mistura de concreto deverá ter trabalhabilidade ajustada em especial para o processo, sendo o adensamento da espessura de projeto feito pela própria ação do rolo distribuidor.

#### ***j) Juntas de Concretagem***

Durante a concretagem poderão ocorrer interrupções previstas ou imprevistas. Em qualquer caso, a junta então formada denomina-se junta fria, se não for possível retomar a concretagem antes do início da pega do concreto já lançado. As juntas de construção deverão ser previamente aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

Quando não houver especificação em contrário, as juntas em vigas estarão, preferencialmente, em posição normal ao eixo longitudinal da peça (juntas verticais). Tal posição será assegurada através de forma de madeira, devidamente fixada.

A concretagem das vigas deverá atingir o terço médio do vão, não sendo permitidas juntas próximas aos apoios.

As juntas verticais apresentam vantagens pela facilidade de compactação, pois é possível fazer-se formas de sarrafos verticais que permitam a passagem dos ferros de armação e não do concreto, evitando a formação da nata de cimento na superfície, o que se verifica em juntas inclinadas.

Na ocorrência de juntas em lajes, a concretagem deverá atingir o terço médio do maior vão, localizando-se as juntas paralelamente à armadura principal.

Em lajes nervuradas as juntas deverão situar-se paralelamente ao eixo longitudinal das nervuras.

As juntas deverão permitir uma perfeita aderência entre o concreto já endurecido e o que vai ser lançado.

Para assegurar-se a condição do item precedente, deverá a superfície das juntas receber tratamento com escova de aço, jateamento de areia ou qualquer outro processo que proporcione a formação de superfície adequada de aderência.

Tal procedimento deverá ser efetuado após o início da pega e quando a peça apresentar resistência compatível com o trabalho a ser executado.

Quando da retomada da concretagem, a superfície da junta concretada anteriormente deverá ser preparada da seguinte forma:

- ✓ Limpeza dos materiais pulverulentos, nata de cimento, graxa ou quaisquer outros prejudiciais à aderência;
- ✓ Saturação com jatos de água, deixando a superfície com aparência de "saturado superfície seca", conseguida com a remoção do excesso de água superficial.

Especial cuidado deverá ser dado ao adensamento junto à interface entre o concreto já endurecido e o recém lançado, a fim de se garantir a perfeita ligação das partes.

No lançamento de concreto novo sobre superfície antiga poderá ser exigido, a critério da FISCALIZAÇÃO, o emprego de adesivos estruturais, cuja seleção será procedida considerando-se a finalidade de sua aplicação. O emprego dos adesivos obedecerá rigorosamente as recomendações do respectivo fabricante.

#### ***k) Cura do Concreto***

Qualquer que seja o processo empregado para a cura do concreto, a aplicação deverá iniciar-se tão logo termine a pega.

O processo de cura, iniciado imediatamente após o fim da pega, deverá continuar por período mínimo de 7 dias.

Quando no processo de cura for utilizada uma camada de pó de serragem, de areia ou qualquer outro material adequado, mantida permanentemente molhada, esta camada deverá ter, no mínimo, 5 cm de espessura.

Deverão ser admitidos os seguintes tipos de cura:

- ✓ Molhagem contínua das superfícies expostas do concreto;
- ✓ Cobertura com tecidos de aniagem, mantidos saturados;
- ✓ Cobertura por camadas de serragem ou areia, mantidas saturadas;
- ✓ Lonas plásticas ou papeis betumados impermeáveis, mantidos sobre superfícies expostas, devendo, entretanto ser de cor clara para evitar o aquecimento do concreto e a subsequente retração térmica;

- ✓ Películas de cura química, tipo Antisol da Sika-Produtos Químicos para Construção, ou similar, desde que seja consultada previamente a FISCALIZAÇÃO.

## **2.2 FORNECIMENTO, PREPARO E LANÇAMENTO DE CONCRETO MASSA**

---

Este tipo de concreto está previsto para ser empregado em locais de grandes volumes de concretagem, de modo a exigir precauções, para reduzir a geração de calor de hidratação, minimizando desta forma as variações de volume e a ocorrência de fissuras, bem como em estruturas vertentes onde não ocorrerão esforços de tração.

Para a fabricação de concreto massa deverão ser utilizados agregados com diâmetros máximos entre 8 e 20 cm. O consumo de cimento deverá ser o menor possível, desde que compatível com a resistência requerida e outras propriedades essenciais, a fim de minimizar os gradientes de temperatura, responsáveis pela ocorrência de fissuras.

As propriedades dos agregados, aglomerantes, aditivos, água de mistura e de cura, bem como os demais procedimentos de controle tecnológico deverão respeitar os principais pontos definidos para a fabricação, preparo, definido em item específico.

## **2.3 FORNECIMENTO DE CIMENTO**

---

O material cimentício a ser aprovado para uso nas obras de concreto deverá inibir a expansão provocada pela reação dos álcalis do cimento com o agregado produzido pela britagem, ou areias ou de jazidas de seixos, conforme estabelece o método C 1260 da ASTM.

Como material cimentício, poderão ser utilizados os seguintes materiais:

- ✓ Cimento Portland composto CP 32 tipo II - norma NBR-5732;
- ✓ Cimento Portland de Escória de Alto Forno CP 32 tipo III - norma NBR-5735;
- ✓ Cimento Portland Pozolânico CP 32 tipo IV - norma NBR-5736.

Poderá ser aceito o uso de materiais de natureza pozolânica em adição ao cimento, no sentido de neutralizar expansões devido aos álcalis disponíveis.

O CONSTRUTOR fornecerá e entregará o cimento no local das Obras e fará um CONTRATO com a fábrica no qual estabelecerá a política de controle da qualidade do cimento. Em toda remessa enviada à obra, deverão constar o número da ordem de compra e números de contratos e outras designações que identifiquem o cimento a ser fornecido. O controle da qualidade do cimento será acompanhado por um laboratório credenciado e pela fábrica do cimento. A Fábrica deverá manter os registros do seu controle da qualidade e os certificados deverão ser fornecidos mensalmente ao Controle da Qualidade da Obra. O cimento que estiver estocado mais de quatro meses no local das Obras não poderá ser utilizado, a não ser que os ensaios feitos pelo laboratório credenciado comprovem que este cimento esteja conforme as exigências da ABNT.

O estoque de material cimentício deverá sempre ser suficiente para garantir a produção dos próximos 5 dias do concreto da Obra.

O cimento será entregue pelo CONSTRUTOR no local das obras, a granel, em contêineres ou em sacos invioláveis.

Se o cimento a granel não for descarregado diretamente em depósitos ou silos vedados da central de concreto, o transporte, desde o local de descarga até a central de concreto ou a estocagem, será efetuado em transportadores protegidos das intempéries ou outros meios que evitem completamente que o cimento seja exposto à umidade.

Imediatamente após ser recebido no local das obras, o cimento deverá ser armazenado em silos ou depósitos à prova de intempéries e devidamente ventilados.

O cimento será estocado em ordem cronológica, de modo a permitir que seja utilizado, em primeiro lugar, o material estocado há mais tempo. O cimento, no ato de utilização, deverá estar com temperatura inferior a 50° C, a não ser quando autorizado pelo Controle da Qualidade. Deverá se dispor de quantidade de cimento em temperatura adequada para atendimento a produção de concreto programada.

O cimento será obrigatoriamente medido em peso, não sendo permitida sua medição em volume.

## **2.4 ARMADURAS EM BARRA DE AÇO CA 50**

---

O CONSTRUTOR deverá fornecer, cortar, dobrar e colocar todas as armaduras que incluem barras, grampos, arames e acessórios, como mostrado nos desenhos de projeto, ou como determinado pela FISCALIZAÇÃO.

Todas as armaduras, grampos e barras de ancoragem deverão estar isentas de ferrugem, óleo, graxa ou outras películas que possam destruir ou reduzir sua aderência ao concreto.

As barras de aço não deverão apresentar níveis de oxidação que comprometam sua resistência, bem como manchas de óleo, argamassa aderente ou qualquer outra substância que impeça uma perfeita aderência ao concreto.

As fontes de fornecimento deverão ser qualificadas e aprovadas antecipadamente pela FISCALIZAÇÃO, mediante ensaios em amostras apresentadas pelo CONSTRUTOR com 60 dias de antecedência à emissão da primeira ordem de compra a cada fornecedor. Uma vez aprovadas as fontes de fornecimento de aço para armadura, o CONSTRUTOR enviará à FISCALIZAÇÃO duas cópias dos certificados dos ensaios realizados pelo fabricante, de cada lote adquirido.

A FISCALIZAÇÃO também poderá executar ensaios em seus laboratórios, para os quais o CONSTRUTOR deverá fornecer as amostras necessárias, sem custo adicional. Os lotes recebidos nas obras deverão ser marcados, indicando o nome da siderúrgica, tipo de aço e

número do lote, de tal maneira que possam ser facilmente correlacionados com os correspondentes certificados de testes anexos a cada fornecimento.

Somente deverão ser recebidos lotes de aço na obra, desde que devidamente identificados quanto ao fornecedor e mediante a apresentação de certificado de ensaios realizados na fábrica, de acordo com a norma NBR-7480.

O CONSTRUTOR deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO o seu histograma de fornecimento de aço, nele considerando as necessidades de aplicação e o tempo de beneficiamento.

As diferentes partidas de ferro deverão ser depositadas e arrumadas de acordo com sua bitola, em lotes de quantidades de acordo com o que estabelece a norma NBR-7480, separados uns dos outros, de modo a ser estabelecida fácil correspondência entre os lotes e as amostras retiradas para ensaios.

Caberá ao CONSTRUTOR comprovar através de certificado emitido por laboratório idôneo, que o aço fornecido atende aos ensaios de tração e dobramento obedecendo, respectivamente, as normas NBR-6152 e NBR-6153.

Quando a qualidade do aço for inaceitável, o lote deverá ser retirado da obra e a responsabilidade de qualquer atraso, acarretado pela recusa do lote de aço, será atribuição única e exclusiva do CONSTRUTOR.

O aço para armadura deverá ser estocado afastado do solo, em grupos separados, de acordo com o tipo e bitola, de maneira a ser rapidamente acessível quando necessário e para facilitar a inspeção. O aço cortado e dobrado deverá ser marcado com o número da barra, como mostrado nos desenhos de projeto, usando algum tipo de etiqueta à prova d'água e colocando as barras em áreas demarcadas.

O CONSTRUTOR deverá cortar e dobrar todo o aço, de acordo com o cronograma de construção, da maneira indicada ou aprovada pela FISCALIZAÇÃO. Não serão aceitas dobras diferentes das mostradas nos desenhos de projeto. Naqueles locais onde for indicada armadura contínua e reta, não será permitida a utilização de barras mais curtas. Não será permitido o endireitamento de barras já dobradas ou redobrimento das mesmas. Todos os cortes e dobramentos deverão ser executados de acordo com a prática usual, utilizando métodos aprovados. Não deverão ser executados dobramentos de barras com o auxílio de calor, a menos que expressamente autorizado pela FISCALIZAÇÃO.

As barras de armadura serão consideradas com comprimento máximo de 16 m quando colocadas em lajes, vigas ou na armadura horizontal de paredes e com comprimento máximo de 9,5 m, quando colocadas como armadura vertical.

As emendas das barras das armaduras devem ser feitas de acordo com as prescrições da norma NBR-6118. As emendas soldadas devem ser feitas por processo de eficiência garantida e

rigorosamente controlado por ensaios de tração. As soldas devem suportar uma tensão de, no mínimo, 1,25 vezes a tensão limite de escoamento da barra não soldada de igual característica.

As emendas das barras de aço para armaduras serão executadas por transpasse, solda ou luvas, como indicado nos desenhos de projeto ou determinado pela FISCALIZAÇÃO.

Serão permitidas emendas com solda de topo por caldeamento, quando executadas nos aços CA-50 nas bitolas de 12,5 mm até 32 mm, observando as normas aplicáveis da ABNT, ou como aprovadas pela FISCALIZAÇÃO. A solda de topo poderá ser efetuada na totalidade das barras, ressalvados os pontos a seguir mencionados. As emendas deverão estar convenientemente espaçadas para permitir uma boa concretagem. As barras a serem soldadas deverão estar perfeitamente alinhadas, as seções de contato deverão ser planas e normais aos eixos longitudinais e isentas de quaisquer materiais que prejudiquem uma boa ligação. As soldas não serão permitidas nas partes curvas das armaduras.

Os serviços de solda de topo deverão ser executados em instalações especiais, ao abrigo de intempéries, evitando um resfriamento brusco das soldas das barras. Os soldadores do CONSTRUTOR deverão demonstrar habilidade para produzir soldas consistentes, uniformes e de boa aparência. Deverão possuir experiência anterior neste tipo de serviço e passarão por testes conduzidos pela FISCALIZAÇÃO. As soldas resultantes dos testes serão objeto de ensaios de laboratório e deverão evidenciar eficiência total. No caso de aprovação, o soldador deverá ainda passar por novos testes a cada 6 meses ou a qualquer tempo, se motivo houver ou a FISCALIZAÇÃO assim o determinar. O controle de qualidade de rotina das soldas será conduzido pela FISCALIZAÇÃO em ensaios de laboratório, de acordo com a norma NBR-11919, devendo o CONSTRUTOR fornecer amostras nas dimensões, em quantidades e no tempo solicitado, sem custo adicional.

A aplicação de barras soldadas deverá ser feita de acordo com as seguintes diretrizes:

- ✓ As emendas com solda de topo poderão ser realizadas na totalidade das barras de uma seção transversal, quando as barras não forem tracionadas e não houver preponderância de carga accidental (armadura secundária ou corrida). Estes casos serão mostrados nos desenhos de projeto ou indicados pela FISCALIZAÇÃO;
- ✓ Nos outros casos, em uma seção transversal de qualquer elemento estrutural, só poderá existir uma barra de armadura emendada por solda, em qualquer grupo de duas;
- ✓ Para não serem consideradas como estando numa mesma seção, a distância mínima entre as emendas por solda em duas barras vizinhas será de 15 (quinze) vezes o diâmetro da barra, medida na direção do eixo;
- ✓ Cada barra utilizada poderá ter, no máximo, três emendas soldadas, distanciadas de, no mínimo, 2,0 m;

- ✓ A distância mínima entre a extremidade da barra e a primeira solda não deverá ser menor que 2,0 m;
- ✓ Os desenhos de projeto de armadura indicarão os locais onde poderão ser utilizadas emendas por solda.

A emenda com luvas será executada pela compressão de dois "tubos-luva" (um em cada barra a ser emendada) através de uma prensa hidráulica, que deverá deformá-los contra as barras de aço a serem emendadas. Nesta emenda, cada luva deverá ser prensada até cerca da metade de seu comprimento, ficando a outra metade livre com rosca interna. Para eficiência do processo, as barras a serem emendadas deverão ter saliências ou nervuras superficiais.

A união das barras deverá ser feita por meio de um pino a ser rosqueado internamente nas extremidades livres das luvas. Para a adequada operação de aperto do pino de união, a peça poderá ter rosca "só direita" ou "direita esquerda".

O espaçamento das barras será indicado nos desenhos de projeto e deverá obedecer às tolerâncias indicadas a seguir:

- ✓ A distância livre entre barras paralelas não deverá ser inferior a 1,5 vezes o seu diâmetro;
- ✓ A armadura não poderá ficar em contato direto com a forma, obedecendo para isso, a distância mínima prevista no projeto, bem como a norma NBR-6118 em seu item 6.3.3.1.
- ✓ No caso de cobrimento (distância entre forma e ferro) superior a 6 cm, colocar-se-á uma armadura de pele complementar, em rede, cujo cobrimento não deve ser inferior aos limites estabelecidos de acordo com estas Especificações.
- ✓ Nos casos de estruturas sujeitas a abrasão, a altas temperaturas, a correntes elétricas ou a ambientes fortemente agressivos, deverão ser tomadas medidas especiais para aumentar a proteção da armadura, além do cobrimento mínimo.
- ✓ O cobrimento para todas as armaduras deverá obedecer às dimensões indicadas nos Desenhos de Projeto, dentro das tolerâncias especificadas. Tais dimensões mostram a distância livre da borda da armadura até a superfície do concreto.
- ✓ A tolerância de variação no espaçamento indicado, desde que a seção total da armadura esteja de acordo com os desenhos de projeto, será de 25 mm.

Para o cobrimento, a tolerância será como indicado no Quadro 2.6.

**QUADRO 2.6 - TOLERÂNCIA DO COBRIMENTO**

| <b><i>Cobrimento (mm)</i></b> | <b><i>Tolerância (mm)</i></b> |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Menos de 50                   | 3                             |
| 50 até 75                     | 6                             |
| Mais de 75                    | 12                            |

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço (balancins, andaimes, etc.) deverão estar dispostas de modo a não provocarem deslocamentos das armaduras.

Deverão ser adotadas precauções para evitar oxidação excessiva das barras de espera. Antes do reinício da concretagem, elas deverão estar devidamente limpas e isentas de impregnações superficiais que possam prejudicar a aderência ao concreto.

Toda a armadura deverá ser mantida em posição através do uso de suportes, espaçadores ou tirantes de metal ou concreto aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Nas interseções, as barras deverão ser firmemente atadas com arame próprio para este serviço. Os suportes deverão ter resistência suficiente para manter a armadura em posição durante toda a operação de concretagem e ser usados de tal forma que não fiquem expostos ou contribuam, de qualquer maneira, para a descoloração ou deterioração do concreto. Os suportes de concreto deverão ser fabricados com o mesmo concreto usado na estrutura a ser concretada. Sempre que julgue necessário, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar modificação nos esquemas de fixação das armaduras, tipos e quantidades, sem que isso seja motivo para remuneração adicional, além da do preço unitário que abrange estes serviços.

Todo o aço recebido na obra deverá ser pesado na presença da FISCALIZAÇÃO. Após a pesagem, o material será considerado recebido pela FISCALIZAÇÃO.

Com antecedência de 2 meses para o início da utilização do aço na obra, o CONSTRUTOR deverá indicar o(s) fornecedor(es) previsto(s) e providenciar, nas quantidades a serem estabelecidas pela FISCALIZAÇÃO, amostras da armadura das diversas bitolas, para proceder aos ensaios.

A FISCALIZAÇÃO, com periodicidade de 3 meses, poderá solicitar novas amostras das diversas bitolas, para repetir os ensaios.

A FISCALIZAÇÃO poderá também solicitar amostras do ferro para exame, independente da periodicidade estabelecida, caso sejam constatadas visualmente em alguma partida, possíveis irregularidades que possam comprometer as características do material.

A substituição do(s) fornecedor(es) só poderá ocorrer após aprovação pela FISCALIZAÇÃO dos ensaios laboratoriais realizados nas amostras apresentadas pelo novo fornecedor.

## **2.5 ARMADURAS EM TELAS METÁLICAS**

---

As fontes de fornecimento deverão ser qualificadas e aprovadas antecipadamente pela FISCALIZAÇÃO, mediante ensaios em amostras apresentadas pelo CONSTRUTOR com 60 dias de antecedência à emissão da primeira ordem de compra ao fornecedor.

As telas metálicas soldadas deverão atender à especificação da norma NBR-7481 e deverão ser de aço categoria CA-60.

### **a) Transporte, Manuseio e Estocagem**

As telas deverão suportar o transporte e o manuseio normais. Deverão ser estocadas afastadas do solo, em grupos separados para permitir e facilitar a inspeção quando necessário.

Nas telas soldadas, o número de quebras de juntas soldadas não deve exceder a 1% do número total de juntas soldadas por painel. No caso de rolos este número de quebras permissível não deve exceder a 1% do número total de juntas soldadas em cada 15 m<sup>2</sup> de tela, desde que 50% ou mais do número máximo permitido de juntas soldadas quebradas não sejam localizadas em um único fio.

### **b) Colocação e Fixação**

As telas metálicas terão aplicação tanto em concreto de lajes quanto em tratamento com concreto projetado de superfícies escavadas a céu aberto ou subterrâneas. Deverão ser colocadas nos locais onde indicados nos desenhos de projeto ou determinado pela FISCALIZAÇÃO, isentas de sujeiras, ferrugem, óleo, graxa, ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência. Todas as telas deverão ser mantidas na posição por suportes, espaçadores de concreto, tirantes, chumbadores ou grampos metálicos aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

### **c) Espaçamento, Cobrimento e Emenda**

Os espaçamentos dos fios deverão obedecer ao indicado nos desenhos de projeto e deverão atender à tolerância no espaçamento de 6 mm, desde que a seção total da armadura, por metro, seja mantida.

O cobrimento das telas será indicado nos desenhos de projeto, observando sempre, um mínimo de 2 cm. Tal cobrimento corresponde à distância livre entre a face de concreto e as geratrizes das barras mais próximas a esta face.

As emendas serão feitas apenas por superposição das telas, com os comprimentos de traspasse que atendam ao indicado nos desenhos de projeto.

### **d) Dimensões**

As dimensões (largura e comprimento) e malhas das telas, em rolos ou painéis. Será aquela indicada nos desenhos de projeto. Será utilizada, de preferência, a largura normal de fabricação e comprimento usuais para painéis ou rolos conforme prescrito na norma NBR-7481.

## **2.6 FORMAS PLANAS DE MADEIRA**

---

As formas e escoramentos deverão obedecer aos critérios da norma NBR-7190 e/ou na norma NBR-8800.

O dimensionamento das formas deverá ser feito de modo a evitar possíveis deformações devido a fatores ambientais ou provocados pelo adensamento do concreto fresco.

Nas peças de grandes vãos, sujeitas a deformações provocadas pelo material nelas introduzido, as formas deverão ser dotadas da contra-flecha necessária.

Antes do início da concretagem, as formas deverão estar limpas e estanques, de modo a evitar eventuais fugas de pasta.

Em peças estreitas e altas será necessária a abertura de pequenas janelas na parte inferior da forma, para facilitar a limpeza.

As formas deverão ser molhadas até a saturação a fim de se evitar a absorção da água de amassamento do concreto.

Os produtos antiaderentes, destinados a facilitar a desmoldagem, serão aplicados na superfície da forma antes da colocação da armadura.

O escoramento metálico ou de madeira, à critério da FISCALIZAÇÃO, obedecerá aos seguintes critérios, estabelecidos pela norma NBR-6118:

- ✓ O escoramento deverá ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação do peso próprio, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, deformações prejudiciais à forma da estrutura ou que possam causar esforços no concreto na fase de endurecimento;
- ✓ Deverão ser tomadas as precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitidas.

Para escoramentos em madeira deverá ser observado o seguinte:

- ✓ Não se admitem pontaletes de madeira com diâmetro do menor lado da seção retangular, inferior a 5 cm para madeiras duras e 7 cm para madeiras moles;
- ✓ Os pontaletes com mais de 3 m de comprimento deverão ser contraventados, salvo se for demonstrada desnecessidade desta medida, para evitar flambagem;
- ✓ O teor de umidade da madeira deverá ser compatível com o tempo a decorrer entre a execução das formas e do escoramento e a concretagem da estrutura. No caso de se prever que esse tempo ultrapasse 2 meses, a madeira a ser empregada deverá ter o teor de umidade correspondente ao estado seco do ar;
- ✓ Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda, a qual não deverá ser feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças a emendar deverão ser planos e normais ao eixo comum e deverão ser afixados com sobrejuntas em toda a volta das emendas.

Nas formas utilizadas em concreto para superfícies expostas, poderá ser utilizada madeira compensada, chapas de aço, tábuas revestidas com lâminas de compensado ou melamínicas.

Os tirantes metálicos embutidos, usados para prender as formas, deverão permanecer a não menos do que cinco (5) centímetros para dentro das superfícies do concreto. Os vazios dos tirantes deverão ser preenchidos com concreto ou argamassa. Os esticadores embutidos nas extremidades dos tirantes deverão ser tais que a sua remoção deixe furos de forma regular. Os furos nas faces permanentemente expostas ao ar ou a água, deverão ser preenchidos com argamassa seca.

Não será permitido o uso de tirantes de arame embutidos para prender as formas em paredes de concreto sujeitas à pressão d'água ou onde as superfícies de concreto, através das quais os tirantes se estendam, venham a ser expostas permanentemente. Estes tirantes poderão ser usados onde deva ser feito aterro contra ambos os lados das paredes. Os tirantes deverão ser cortados rentes à superfície do concreto, depois de removidas as formas.

A retirada das formas deverá obedecer a norma NBR-6118, devendo-se atentar para os prazos recomendados:

- ✓ Faces laterais..... 3 dias;
- ✓ Faces inferiores ..... 14 dias;
- ✓ Faces inferiores sem pontaletes.....21 dias.

A retirada do escoramento de tetos será feita de maneira conveniente e progressiva, particularmente para peças em balanço, o que impedirá o aparecimento de fissuras em decorrência de cargas diferenciais.

## **2.7 FORMAS CURVAS DE MADEIRA**

---

Deverão ser obedecidas as mesmas especificações técnicas para formas planas de madeira, respeitando as particularidades de formas curvas.

Será objeto de particular cuidado a execução das formas de superfícies curvas. As formas curvas serão apoiadas sobre cambotas de madeira, pré-fabricadas. O CONSTRUTOR, para esse fim, procederá a elaboração de Desenhos de Projeto de detalhes dos escoramentos, submetendo-os, oportunamente, a exame e autenticação da FISCALIZAÇÃO.

Os escoramentos das formas curvas deverão ser perfeitamente rígidos, impedindo, desse modo, qualquer movimento das formas no momento da concretagem, sendo preferível o emprego de escoramentos metálicos.

## **2.8 FORMAS PARA FUNDAÇÕES**

---

Deverão ser obedecidas as mesmas especificações técnicas para formas planas e curvas de madeira, respeitando as particularidades de suas aplicações na fundação.

## **2.9 FORMAS PARA PRÉ-MOLDADOS**

---

A escolha das formas necessárias à execução de peças pré-moldadas será de exclusivo critério do CONSTRUTOR, devendo, entretanto, estar ciente que qualidade final e os acabamentos de cada peça fabricada estarão sujeitos à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

## **2.10 JUNTAS DE DILATAÇÃO TIPO FUNGENBAND**

---

As juntas de dilatação, quando previstas na junção de seções adjacentes de concreto, deverão ser restritas aos locais indicados nos desenhos de projeto.

Quanto ao posicionamento, as juntas de vedação deverão ser centradas entre as duas seções de concreto a serem construídas, com o bulbo central centrado na junta entre o primeiro e o segundo lançamento.

Como as maiores das juntas são demasiado flexíveis para serem instaladas sem estarem firmemente ancoradas no lugar, este escoramento deverá ser executado por meio de fendas ou cortes na forma.

No primeiro lançamento do concreto, metade da junta deverá ser embutida, e o concreto deverá ser vibrado, até sua consolidação, em torno da junta. Antes de efetuar o segundo lançamento, a junta deverá ser preparada conforme indicado nestas especificações. Se for necessário empregar jato abrasivo para limpar a junta, será indispensável evitar danos à junta, e qualquer sujeira, graxa ou chapisco de concreto deverá ser removida. Se for aplicado produto de cura ou algum outro agente à superfície da junta para impedir a ligação entre dois lançamentos de concreto, a FISCALIZAÇÃO deverá assegurar-se de que o produto não vaza ou é aplicado inadvertidamente na junta.

O contato entre a junta de vedação e o concreto, ao longo de toda sua superfície, é crítico para o seu funcionamento correto. Para garantir um bom contato, o concreto deverá ser muito bem adensado próximo à junta, de modo a assegurar total consolidação.

As emendas das juntas de vedação deverão obedecer estritamente às especificações e/ou às instruções do fabricante. Evitar-se-ão emendas desnecessárias, e aquelas imprescindíveis deverão ser efetuadas corretamente e inspecionadas com todo rigor.

Cabe à FISCALIZAÇÃO assegurar-se de que os resultados dos ensaios de certificação submetidos pelo CONSTRUTOR atendem às especificações.

As juntas deverão estar limpas e intactas antes da sua instalação. Se armazenadas durante longo período, deverão ser examinadas para se verificar se a exposição causou deterioração, o que poderá ser constatado por descoloração, rachaduras na superfície, amolecimento, etc. Qualquer óleo, sujeira, produto de cura ou chapisco de concreto deverá ser removido da junta antes do lançamento do concreto. A parte exposta da junta de vedação deverá ser limpa, novamente, antes do segundo lançamento. Na limpeza das juntas, o método usado não deverá ser excessivamente agressivo. O uso de solventes poderá exigir medidas especiais de segurança.

---

### **2.11 JUNTA DE DILATAÇÃO TIPO JEENE REF JJ 1016 M, OU SIMILAR**

---

As juntas de dilatação, quando previstas na junção de seções adjacentes de concreto, deverão ser restritas aos locais indicados nos desenhos de projeto.

Deverão ser tomados os mesmos cuidados e obedecidas às mesmas instruções que aquelas descritos no item 2.10.

### **2.12 MONTAGEM DE PEÇAS PRÉ-MOLDADAS**

---

As peças pré-moldadas serão empregadas em locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO ou onde especificamente indicados nos Desenhos de Projeto.

A movimentação e o transporte das peças pré-moldadas de concreto ocorrerão de modo a não solicitá-las com esforços excessivos que possam trazer qualquer tipo de dano.

O içamento, o manuseio e o transporte das peças pré-moldadas deverão ser efetuados sempre através dos pontos indicados nos desenhos de projeto.

### **2.13 CONCRETO PROJETADO**

---

O concreto projetado a ser empregado no tratamento eventual de superfícies expostas de rochas, em reparos de concretos executados ou onde determinado pela FISCALIZAÇÃO, poderá utilizar o processo de via seca ou via úmida, devendo atender às exigências aqui especificadas.

O CONSTRUTOR poderá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO um método alternativo para aplicação do concreto projetado, desde que permita a obtenção de um material de qualidade similar ao obtido de acordo com estas especificações, à critério da FISCALIZAÇÃO.

As disposições contidas neste item são válidas tanto para o concreto projetado quanto para a argamassa projetada.

#### **a) Materiais**

Os materiais constituintes do concreto projetado deverão estar em conformidade com estas especificações, a menos que seja de outra forma decidida pela FISCALIZAÇÃO.

A dimensão máxima característica do agregado a ser empregado no concreto projetado, não será superior a 9,5 mm e o seu teor de umidade, no instante da mistura do concreto, deverá se situar entre 3% e 6%, de modo a permitir controlar a tendência da mistura a apresentar entupimentos.

Os aditivos aceleradores de pega não deverão conter materiais que possam causar a corrosão de armaduras.

### **b) Equipamentos**

Os equipamentos a serem empregados na aplicação do concreto projetado deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

O CONSTRUTOR deverá dispor de meios e equipamentos necessários ao controle cuidadoso das quantidades de cada um dos materiais a serem utilizados na mistura de concreto projetado.

O equipamento de mistura deverá ter capacidade de suprir a espingarda de aplicação, de modo contínuo e uniforme, de material homogeneamente misturado.

A mangueira deverá apresentar resistência e diâmetro compatíveis, respectivamente, com as pressões de trabalho e com as vazões exigidas de material.

Os bicos serão do tipo de pré-mistura, com um anel perfurado de alimentação da água em seu interior, de modo a possibilitar a sua distribuição uniforme ao material da mistura do concreto projetado, no próprio local de aplicação.

O compressor deverá ter capacidade para fornecer ar, continuamente, de acordo com as pressões e os volumes exigidos, para os comprimentos de mangueira previstos.

O compressor fornecerá também o ar necessário à remoção de respingos ou de material refletido, à limpeza de modo geral e outros usos secundários.

Não será permitido o emprego de compressor que forneça ar contaminado por óleo.

A bomba de água deverá ter capacidade para fornecer água de modo contínuo e uniforme, nas pressões e nos volumes exigidos, para os comprimentos de mangueira previstos.

A pressão da água deverá ser sempre mantida em cerca de 0,1 MPa acima da pressão de ar utilizada.

As pressões do ar e da água serão controladas pelo CONSTRUTOR, através de manômetros de precisão adequada.

### **c) Testes Preliminares**

Previamente ao início dos trabalhos com o concreto projetado, testes preliminares deverão ser realizados pelo CONSTRUTOR, para definição da proporção entre os constituintes da mistura, de acordo com procedimentos a serem fornecidos pela FISCALIZAÇÃO.

Todos os materiais, equipamentos e operadores a serem mobilizados na ocasião destes testes, deverão ser os mesmos previstos para a execução dos serviços, simulando-se ao máximo, as condições de serviços da obra.

Serão testadas misturas de relação cimento: agregado variável de 1:3 A 1:5, em peso.

A quantidade de água a ser utilizada será ajustada no bico para o caso da via seca e na central dosadora, no caso de ser adotado o processo de via úmida.

A quantidade de água a ser adicionada será a mínima possível, de modo que o material aplicado se apresente adequadamente compactado, sem reflexão excessiva ou qualquer deslocamento ou deslocamento do material no estado fresco.

A proporcionalidade entre os materiais utilizados nas misturas a serem empregadas na obra será determinada pela FISCALIZAÇÃO a partir dos testes realizados, com base no desempenho de cada mistura durante os testes e nos resultados de ensaios de resistência à compressão das misturas testadas, realizados em corpos de prova cilíndricos extraídos de painéis para teste.

No caso de aplicação de concreto projetado no reparo de estruturas de concreto, a sua resistência deverá ser compatível com o valor característico de projeto das mesmas.

No caso do emprego de concreto projetado para o revestimento de taludes em rocha, a sua resistência característica (fck) deverá atingir os seguintes valores:

- ✓ 5 MPa na idade de 12 horas;
- ✓ 12 MPa na idade de 36 horas;
- ✓ 18 MPa na idade de 7 dias.

#### **d) Preparação das Superfícies**

As superfícies contra as quais o concreto será projetado deverão ser previamente preparadas, conforme estabelecido nestas especificações.

Antes da aplicação do concreto projetado, o CONSTRUTOR deverá instalar pinos de referência nas superfícies a serem tratadas, para indicação e controle das espessuras de revestimento.

No instante da aplicação do concreto, as superfícies a serem tratadas deverão se apresentar na condição de úmidas, superficialmente secas.

#### **e) Dosagem e Mistura**

Todos os materiais serão dosados em peso.

A mistura do cimento com os agregados será realizada a seco, para o caso da via seca, por um período mínimo de 1,5 (um e meio) minuto.

No caso do processo da via úmida, a mistura dos constituintes do traço deverá obedecer a uma ordem de entrada na betoneira, para uma maior eficiência de mistura, a ser determinada e indicada pela FISCALIZAÇÃO.

Neste caso, a mistura no estado fresco, deverá apresentar trabalhabilidade em termos de *slump*, no intervalo de 100 ( $\pm 20$  mm).

O material misturado e não utilizado no intervalo de 60 minutos após a mistura ou que tenha iniciado a pega, será rejeitado, não sendo permitido o seu reaproveitamento.

Os aditivos aceleradores de pega deverão ser adicionados imediatamente antes da colocação dos outros materiais nos equipamentos, no caso de se apresentarem na forma de pó.

No caso de aditivos na forma líquida, os mesmos serão adicionados no bico de projeção, por meio de dispositivo controlador da vazão.

#### **f) Aplicação**

Os trabalhos em concreto projetado deverão ser realizados apenas por operadores habilitados, autorizados pela FISCALIZAÇÃO.

O jato de concreto deverá sair tão perpendicular quanto possível à superfície de tratamento, exceto quando deva ser direcionado com certa inclinação para preenchimento completo em regiões situadas atrás de armaduras.

O concreto que apresentar sinais de umedecimento excessivo, de escorregamento ou de deslocamento, será removido e substituído.

O CONSTRUTOR deverá tomar todas as providências para que não ocorram danos às superfícies de concreto projetado já aplicado ou a deposição de material refletido sobre as mesmas.

Todo o material refletido e qualquer concreto refugado deverão ser removidos imediatamente para regiões de bota-foras indicados pela FISCALIZAÇÃO.

Não será dado nenhum acabamento às superfícies de concreto projetado, a menos que seja determinado pela FISCALIZAÇÃO.

Tão logo o concreto projetado tenha endurecido suficientemente, deverá ser curado, de modo contínuo, por 7 (sete) dias, de acordo com os procedimentos estabelecidos nestas especificações.

Qualquer concreto projetado defeituoso deverá ser reparado ou substituído por outro de qualidade aceitável.

#### **g) Medidas de Segurança**

Certos constituintes químicos utilizados na formulação dos aditivos empregados em concreto projetado são moderadamente tóxicos e podem causar irritações na pele e/ou distúrbios respiratórios.

Portanto, caso sejam empregados aditivos que contenham tais elementos, o operador e seus ajudantes deverão usar capacetes apropriados, providos de máscaras de filtro de ar, além de luvas e roupas adequadas para a proteção da pele.

#### ***h) Controle***

Será de responsabilidade do CONSTRUTOR a fabricação e a concretagem de painéis de madeira, nas dimensões e formato aprovados pela FISCALIZAÇÃO, destinados ao controle da resistência do concreto projetado na obra, bem como para a extração de corpos de prova destes painéis para a realização de ensaios.

### ***2.14 CONCRETO CICLÓPICO***

---

O concreto ciclópico será constituído por concreto simples, preparado à parte e acrescido de “pedra-de-mão”, por ocasião do lançamento.

Os locais de utilização, assim como a resistência característica do concreto simples, serão definidos no projeto.

A porcentagem de “pedra-de-mão” a ser incorporada à massa de concreto simples será de, no máximo 30% (sobre o volume total de agregado).

As “pedras-de-mão” não poderão ter qualquer dimensão superior a 30 cm.

Cuidados devem ser tomados, para que as “pedras-de-mão” fiquem perfeitamente imersas e envolvidas por concreto simples, de modo a não permanecerem apertadas entre si, ou contra as formas e, ainda, que a massa de concreto ciclópico se mantenha integralmente plástica, mesmo depois do lançamento.