



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

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

Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
VERTEDOR DA BARRAGEM BRAÚNAS

1230-EST-2105-20-04-002-R02
RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRL

Outubro - 2008





MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

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

Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

VERTEDOR DA BARRAGEM BRAÚNAS

1230-EST-2105-20-04-002-R02

RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

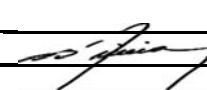
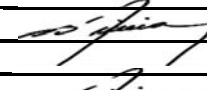
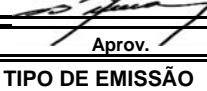
Outubro- 2008



Título	Número	Folha 1/1
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - VERTEDOR DA BARRAGEM BRAÚNAS	1230-EST-2105-20-04-002	

Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada

Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7
1			X						36									71									106								
2			X						37									72									107								
3			X						38									73									108								
4			X						39									74									109								
5			X						40									75									110								
6			X						41									76									111								
7			X						42									77									112								
8			X						43									78									113								
9			X						44									79									114								
10			X						45									80									115								
11			X						46									81									116								
12			X						47									82									117								
13			X						48									83									118								
14			X						49									84									119								
15			X						50									85									120								
16			X						51									86									121								
17			X						52									87									122								
18			X						53									88									123								
19			X						54									89									124								
20			X						55									90									125								
21			X						56									91									126								
22			X						57									92									127								
23			X						58									93									128								
24			X						59									94									129								
25									60									95									130								
26									61									96									131								
27									62									97									132								
28									63									98									133								
29									64									99									134								
30									65									100									135								
31									66									101									136								
32									67									102									137								
33									68									103									138								
34									69									104									139								
35									70									105									140								

00	29/10/2008	José Cláudio Acciolly	B		Emissão Inicial
01	15/1/2009	José Cláudio Acciolly	B		Revisão Geral
02	5/2/2009	José Cláudio Acciolly	C		Revisão de Status

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões
TIPO DE EMISSÃO					
(A) Preliminar					(I) de Trabalho
(B) Para Aprovação					()
(C) Para Conhecimento					()
(D) Para Cotação					()
					(E) Para Construção
					(F) Conforme Comprado
					(G) Conforme Construído
					(H) Cancelado

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
2	LIMPEZA DAS ÁREAS	1
3	SERVIÇOS DE ESCAVAÇÃO A CÉU ABERTO.....	1
3.1	ESCAVAÇÃO PARA EXECUÇÃO DA FUNDAÇÃO DO VERTEDOR E MUROS LATERAIS	1
3.2	USO DE EXPLOSIVOS.....	2
3.3	TIPOS DE ESCAVAÇÃO	2
4	CONCRETOS	3
4.1	CONCRETO MASSA	3
4.2	MATERIAIS.....	3
4.3	DOSAGEM.....	4
4.4	PREPARO DO CONCRETO	5
4.5	FORMAS	5
4.6	COLOCAÇÃO DO CONCRETO.....	6
4.7	ACABAMENTO DAS SUPERFÍCIES	7
4.8	REGULARIZAÇÃO E RECOMPOSIÇÃO DOS PERFIS	7
4.9	JUNTAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO	8
4.10	MATERIAIS PARA VEDAÇÃO DAS JUNTAS	8
5	FORNECIMENTO, PREPARO E LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL.....	8
5.1	AGREGADOS.....	9
6	RE-ATERROS COMPACTADOS.....	20
6.1	MATERIAIS.....	20
6.2	PREPARO DAS SUPERFÍCIES QUE SERVEM DE FUNDAÇÃO.....	21
6.3	COMPACTAÇÃO DE ATERROS	21
6.4	COMPACTAÇÃO ESPECIAL.....	24

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A finalidade dês documento é fornecer as Especificações Técnicas para implantação do sangradouro de emergência da barragem de Braúnas. Estas especificações são as mesmas do Projeto Básico, devidamente adequadas e complementadas à necessidades de construção das obras projetadas para o vertedor de Braunas

O conjunto de obras é constituído de um canal aberto, situado no eixo do dique “A”, entre as estacas 18 e 20+5,00m, com vertedor com soleira livre.

O acesso ao vertedor é feito através de um canal com fundo na cota 400,00 e a saída é feita através de um canal de restituição com fundo na cota 399,00.

2 LIMPEZA DAS ÁREAS

Os serviços de limpeza compreenderão as operações de desmatamento, capina ou roçagem, destocamento das áreas que serão ocupadas pelas construções.

Nesses serviços, estão incluídos o corte e a eliminação de toda a vegetação, viva ou morta, que se encontre dentro da faixa de domínio e das áreas de implantação das obras. Inclui-se também a remoção e eliminação de postes, drenos, bueiros e demais obstáculos por ventura existentes.

3 SERVIÇOS DE ESCAVAÇÃO A CÉU ABERTO

3.1 ESCAVAÇÃO PARA EXECUÇÃO DA FUNDAÇÃO DO VERTEDOR E MUROS LATERAIS

O processo a ser adotado na escavação dependerá da natureza do terreno, sua topografia, dimensão e volume a remover, visando sempre o máximo rendimento e economia. Deverá ser efetuada até as cotas indicadas no projeto ou prosseguir até onde a Fiscalização indicar.

No caso de ocorrer escavações além daquelas julgadas necessárias pela Fiscalização, na área de fundação da barragem, deverá ser executada a restauração sem ônus para o Órgão Contratante.

Será obrigatório o esgotamento quando as cavas acumularem água de chuvas ou atingirem o lençol freático, impedindo ou prejudicando o andamento dos serviços. O esgotamento, dependendo das condições locais e do volume a esgotar, poderá ser efetuado manualmente ou através de bombeamento.

Essas escavações deverão ser executadas de modo a atingir as dimensões e cotas indicadas no projeto. O processo a ser adotado a ser adotado na escavação dependerá da natureza do terreno, dimensão e volume a remover de modo que sejam atendidas as indicações destas especificações e visando o máximo de rendimento e economia.

As escavações a fogo não deverão ultrapassar os limites estabelecidos, nem comprometer a rocha além da linha de escavação, para o que deverão ser executadas com pré-fissuramento ou fogo controlado a critério da Fiscalização.

O comprimento das minas e suas cargas deverão ser determinados em função das condições locais.

Os últimos 0,50m deverão ser escavados em pequenas áreas com cargas fracas e espoletas de retardo, sendo os blocos de rocha fracionados para remoção com alavancas e outras ferramentas adequadas.

Não será admitido o uso de explosivos nas escavações a distâncias inferiores a 15m de estruturas de concreto já executadas e, para distâncias entre 15 e 40m, a carga de explosivos não deverá exceder a 5 kg. As escavações a distâncias inferiores a 15m deverão ser feitas a frio.

Durante o período de uso de explosivos, deverão ser tomadas precauções especiais no sentido de evitar acidentes.

Após cada detonação deverá ser certificada a não existência de explosivos nos furos eventualmente remanescentes. Cada preparo de carga de tiro só deverá ser feito após a completa limpeza do trecho anteriormente escavado.

A preparação, o transporte e o carregamento dos explosivos deverão ser efetuados de acordo com as leis e regulamentos oficiais em vigor.

3.2 USO DE EXPLOSIVOS

Nas escavações em rocha onde matacões de grandes dimensões obrigarem uso de explosivos, deverão ser tomadas precauções especiais para evitar acidentes. De qualquer modo, o empreiteiro é o responsável pela compra, transporte e manuseio dos explosivos, e por quaisquer danos causados às pessoas ou propriedades, eventualmente atingidos em possíveis acidentes.

Deverão ser atendidas todas as disposições da legislação vigente quanto à compra e armazenamento dos explosivos e seus acessórios, e também as recomendações das normas da ABNT, P-EB 86 R e P-EB 89R.

3.3 TIPOS DE ESCAVAÇÃO

De acordo com o tipo de material a ser escavado, serão considerados os seguintes tipos de escavação, para efeito de pagamento:

- *1ª categoria:* terra em geral, piçarra com argila, rocha com adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não com diâmetro máximo inferior a 15 cm, e que possam ser extraídos com ferramentas manuais ou equipamentos de terraplanagem (trator com bulldozer, scraper rebocado ou motorizado, etc).
- *2ª categoria:* rocha com resistência à penetração mecânica inferior à do granito, blocos de pedra com volume inferior a 1,00m³, cuja extração se processe com o emprego de explosivos ou o uso combinado de explosivos, máquinas de terraplanagem e ferramentas manuais.
- *3ª categoria:* rocha com resistência à penetração mecânica igual ou superior a do granito, blocos de rochas com volume igual ou superior a 1,00m³, cuja extração e redução se processem com o emprego contínuo de explosivos.

- *Categoria especial:* esta escavação compreende a coleta do enrocamento de proteção contra erosão e revestimento de taludes, sua seleção e estoque e lavagem para uso nos concretos a serem utilizados.

4 CONCRETOS

Este item se refere ao fornecimento de todo o material e aparelhagem para a execução de todos os trabalhos relativos às estruturas em concreto simples ou estrutural, de acordo com os desenhos do projeto e com estas Especificações.

O concreto será composto de cimento Portland, água, agregados inertes, e aditivos que se possam revelar necessários através de ensaios de laboratórios, para se obter melhor trabalhabilidade ou outras propriedades destinadas a melhorar a mistura. A composição da mistura será determinada pelo empreiteiro e sempre aprovada pela Fiscalização, por qualquer método de dosagem racional. Deverá, também, ser baseada na pesquisa de agregados mais adequados, na sua granulometria mais propícia, e na melhor relação água / cimento, com fim de assegurar:

- As proporções adequadas dos ingredientes do concreto a ser usado nas diversas partes da estrutura;
- Uma mistura plástica e trabalhável segundo as necessidades de utilização, atendendo as seguintes observações:
 - Não deverá ser permitida a adição de água antes da colocação, para compensar a rigidez;
 - Um abatimento máximo para o “Slump test” e 8cm para as estruturas;
 - O fator água / cimento não deverá exceder 0,60 em peso;
 - Todas as estruturas de concreto, como seja, vertedouro, lajes de revestimento e muros de ala foram projetadas para uma resistência mínima à compressão indicada nas plantas estruturais.

4.1 CONCRETO MASSA

Tanto no vertedor quanto nos muros de ala o concreto a ser usado será adicionado de pedras de mão de tamanho máximo de 300mm e em proporção máxima de 30% (trinta por cento).

As pedras de mão a serem adicionadas ao concreto serão provenientes do estoque de pedras feito durante as escavações.

Estes serão denominados concretos Massa, com variação na dimensão das pedras de mão e no consumo de cimento.

4.2 MATERIAIS

Conforme as normas ABNT/EB-1, o cimento Portland, deverá ser utilizado em todas as obras de concreto. Na eventualidade dos agregados, em parte ou na totalidade, serem quimicamente ativos, a porcentagem de alcalis do cimento não deverá ultrapassar a 0,6%. Para todas as estruturas, deverá ser usado um único tipo de cimento. Não poderá ser

empregado cimento proveniente de limpeza de sacos ou embalagens. A embalagem do cimento será o saco normal de papel de cinco folhas.

Todo Cimento Portland comum será de origem nacional. Na embalagem deverá vir claramente marcada a procedência, não sendo aceito na obra, sacos rasgados ou molhados durante o transporte.

O cimento deverá ser posto em silos ou armazéns secos, impermeáveis e ventilados, de modo a serem consumidos segundo a ordem de chegada, salvo disposição em contrário da Fiscalização.

Ficará a cargo do empreiteiro toda e qualquer preocupação para proteger o cimento da deterioração e, de modo algum, o cimento deverá ficar armazenado mais de noventa dias, e em pilhas de mais de 10 (dez) sacos, antes de ser consumido na obra.

a) Água

Deverá ser limpa, doce e não conter substâncias minerais ou orgânicas nocivas. Antes de seu emprego, deverá ser testada em laboratório quanto a utilização para mistura. Na dosagem de água de amassamento deverá ser levada em conta a umidade dos agregados inertes, principalmente a da areia, que será determinada por meio de “Speedy Moisture Tester”, ou outros métodos expeditos usuais.

b) Agregados

Os agregados (areia e brita) deverão obedecer as prescrições das Normas Oficiais, ABNT/EB-4, MB-8 e MB-10. A escolha dos agregados e a relativa granulometria estão sujeitas a modificações que a Fiscalização achar útil, baseando-se nos ensaios e nas condições locais.

A brita terá origem, essencialmente, nas escavações existentes por britagem ou a critério da Fiscalização.

Deverá ser prevista a instalação de um classificador para obtenção de pelos menos, quatro classes granulométricas. Para o vertedouro e muros de ala o diâmetro máximo do agregado poderá atingir 300mm e para a bacia de dissipação poderá ir até 50mm e deverá ser controlado pela Fiscalização de tal maneira que permita um adensamento satisfatório sem haver segregação dos componentes em qualquer situação.

Os montes e silos de agregados deverão ser previstos com boa drenagem, impedindo-se a introdução de materiais estranhos e modificação da granulometria. Os depósitos deverão ser dimensionados de tal modo que permita o programa de concretagem previsto, a preparação das várias partidas que chegarem e a execução e ensaios necessários. No caso dos materiais granulares retirados das escavações, deverá ser previsto lavagem por jatos de água.

4.3 DOSAGEM

Os traços de diversos tipos de concreto da obra serão obtidos por dosagem racional, de modo que se obtenha para o agregado disponível uma graduação que conduza à máxima capacidade do concreto e ao mínimo consumo de cimento para os fatores água / cimento e trabalhabilidade, durabilidade e acabamento indicados nestas Especificações Técnica.

Sempre que houver variação dos agregados ou da qualidade do cimento, determinar-se-á novamente a composição mais adequada para o concreto.

4.4 PREPARO DO CONCRETO

A medição dos agregados deverá ser feita em peso, a da água em peso ou volume, e a quantidade de cimento deverá ser controlada por peso ou pelo números de sacos inteiros utilizados.

Os componentes deverão ser introduzidos gradualmente na betoneira, podendo parte da água ser colocada depois de determinada a carga dos demais componentes.

O agregado graúdo do concreto deverá ser regado repetidamente pelo menos durante as 24 horas que antecederem sua utilização. O tempo de mistura na betoneira deverá ser de, no mínimo um minuto e meio depois da carga, com exceção da última parte de água.

A temperatura do concreto no momento de lançamento não deverá ser superior a 30°C, em condições atmosféricas normais. As condições de temperatura necessárias serão feitas por método previamente apreciado e aprovado pela Fiscalização.

4.5 FORMAS

As formas deverão ser usadas onde os perfis projetados, além de impedir a contaminação do concreto por materiais inadequados de superfícies resultantes de escavações. As formas deverão ter resistência suficiente para suportar as pressões resultantes do lançamento e da vibração do concreto, e não sofrer deformações durante as operações. Deverão ser mantidas rigidamente na posição correta, com auxílio de escoramento ou ancoragem no concreto anteriormente executado. Deverão ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda da nata do concreto. Nos cantos que permanecerão a vista após a conclusão do trabalho, serão colocados listéis triangulares com o fim de obtê-los chanfrados.

Deverão ser deixadas abertas, suficientes em tamanhos e número para permitir a inspeção do interior das formas e o eventual acesso de pessoas ou equipamentos. Essas aberturas deverão ser fechadas durante a concretagem do trecho correspondente com peças preparadas para tal finalidade.

No caso de moldes curvos, estes deverão ser revestidos com chapas de aço ou serem metálicos. A flecha correspondente a qualquer corda de 3m não deverá diferir da teórica mais que 15%. Se sobre a superfície curva ocorrer água após a conclusão da obra, a tolerância acima será reduzida para 5%. Essas superfícies não deverão apresentar saliências ou rebarbas superiores a 3mm.

As formas e o cimbramento poderão ser de madeira, ferro ou outro material aprovado pela Fiscalização e conforme o grau de acabamento previsto para o concreto em cada local. De qualquer modo, porém, a qualidade da forma será de responsabilidade do empreiteiro.

No momento da concretagem, a superfície das formas deverá ser livre de incrustações da nata, ou outros materiais estranhos, e convenientemente lubrificada, de sorte a evitar a aderência ao concreto e a ocorrência de manchas no mesmo.

Para a madeira, usar-se-á óleo mineral de parafina e para o aço, óleo mineral combinado com aditivos adequados.

As formas serão retiradas de acordo com o disposto pela ABNT/NB-1, que estabelece os prazos mínimos; ou em prazos maiores determinados pela Fiscalização para cada caso específico.

Para as formas das superfícies de concreto que ficarão à vista, será empregada madeira de boa qualidade, e tábuas regulares e aplainadas, no lado interno da concretagem, de modo a garantir o tipo de acabamento requerido.

4.6 COLOCAÇÃO DO CONCRETO

a) Transporte

Os meios de transporte deverão ser tais que assegurem um mínimo de tempo de transporte e evite uma segregação apreciável dos agregados ou variação na trabalhabilidade de mistura.

b) Colocação

O empreiteiro deverá comunicar previamente à Fiscalização, o início de qualquer concretagem; Salvo decisão em contrário, a concretagem só poderá ser efetuada na presença de um elemento da Fiscalização. No caso da concretagem se proceder sobre superfície de rocha sã, essa superfície deverá ser submetida a uma acurada limpeza e completa lavagem com água e ar comprimido.

A seguir deverá ser recoberta por uma camada de argamassa de cimento de 1 cm de espessura, aproximadamente, argamassa essa cujo fator água /cimento não deverá ser superior ao do concreto a ser lançado. A camada de argamassa deverá ser distribuída uniformemente de sorte a obstruir todas as fissuras e trincas da superfície. O lançamento do concreto deverá ser feito por sistema que não cause ou favoreça a segregação dos componentes. No caso da superfície da fundação ser capaz de absorver umidade, esta deverá ser inteiramente umedecida para evitar que absorva a umidade do concreto.

A colocação do concreto deverá ser contínua e conduzida de forma a não haver interrupções superiores à 2 horas no caso de temperatura ambiente de cerca de 24°C ou menores. Esta exigência de limite de interrupção poderá ser reduzida no caso de temperatura ambiente elevada, a critério da Fiscalização.

c) Camadas e Juntas

Toda a concretagem a céu aberto deverá ser executada em caráter contínuo, aproximadamente horizontais, com espessura não superior a 1,00m, salvo disposição específica da Fiscalização.

Todas as superfícies de reinício de concretagem deverão ser lavadas com água e ar comprimido.

Ao critério da Fiscalização, a rugosidade de superfície poderá ser aumentada por picotagem.

d) Vibração

O concreto deverá ser vibrado até que se obtenha a máxima densidade possível, evitando a criação de vazios e bolhas de ar na sua massa. A vibração deverá ser procedida por

vibradores pneumáticos ou elétricos, de imersão ou forma, conforme o caso, e de dimensões apropriadas para o tamanho da peça que está sendo concretada. Deverá ser mantido o vibrador na massa de concreto até que apareça a nata da superfície, momento em que deverá ser retirado e mudado de posição.

Fica proscrito o uso de pás para o espalhamento do concreto, que deverá ser lançado por caçambas especiais, ou das betoneiras móveis. E logo a seguir diretamente adensado pelos vibradores.

Durante a vibração de uma camada, o vibrador de imersão deverá ser mantido em posição vertical e a agulha deverá atingir a parte superior da camada anterior. Novas camadas não poderão ser lançadas antes que a precedente tenha sido conforme as prescrições.

e) Proteção

A superfície de concreto deverá ser protegida adequadamente contra a ação nociva do sol e da chuva, de águas em movimento e de agentes mecânicos e não se deixará secar desde o lançamento até, pelo menos sete dias após, de acordo com a NB-1 da ABNT.

A água usada para cura deverá ser doce e limpa. As formas de madeiras que permanecerem no local deverão ser mantidas úmidas até o final da cura para evitar as aberturas de juntas e o conseqüente secamento local do concreto. De um modo geral, todas as partes das estruturas de concreto deverão ser mantidas úmidas durante o período mínimo de sete dias após sua fundição.

4.7 ACABAMENTO DAS SUPERFÍCIES

Os acabamentos superficiais deverão apresentar alta resistência à erosão devido ao fluxo d'água e poderão a critério da Fiscalização, ser utilizados aditivos para melhorar esta resistência. Esse acabamento se aplica às superfícies não permanentemente escondidas pelos maciços compactados por outro concreto.

O acabamento só deverá ser feito com desempenadeira e só deverá ser iniciado quando o concreto estiver suficientemente endurecido para suportar o peso de um homem sem deixar marcas, e será prosseguido até a eliminação das irregularidades superficiais, ficando com o aspecto obtido na pavimentação do concreto em estradas de classe especial.

4.8 REGULARIZAÇÃO E RECOMPOSIÇÃO DOS PERFIS

Sempre que o acabamento indicado o exigir, ou em casos particulares onde a Fiscalização recomendar, deverá ser procedida a recomposição, remoção de rebarbas, preenchimento de nichos de superfícies do concreto, e demais correções por conta do empreiteiro. Estas correções, salvo indicação específica em contrário, deverão ser feitas até 24 horas após a remoção das formas.

O concreto danificado por qualquer motivo deverá ser removido ou substituído por nata ou concreto novo, conforme as necessidades.

O empreiteiro deverá executar os serviços citados neste item sem qualquer direito à indenização pelos mesmos.

4.9 JUNTAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

a) Juntas de Construção

As juntas de construção são aquelas previstas para facilitar a execução das estruturas ou em paradas imprevistas na operação de colocação do concreto.

A locação de toda junta de construção nos trabalhos de concreto deverá ficar sujeita à aprovação da Fiscalização. As superfícies das juntas de construção antes de receber uma nova camada de concreto deverão ser limpas de impurezas por jatos de água e posteriormente secadas com uso de ar comprimido ou outro processo aprovado pela Fiscalização.

b) Juntas de Contração

As juntas de contração são aquelas colocadas em estruturas ou lajes para atender a contração volumétrica de uma unidade monolítica ou o movimento entre unidades monolíticas. As juntas deverão ser construídas de tal modo que não haja ligação entre as superfícies de concreto, exceto quando previstas barras de amarração; a armadura nunca deverá ser contínua através destas juntas.

As juntas de contração deverão ser construídas nos locais indicados nos desenhos. Deverão ser feitas de tal modo que o concreto seja colocado em um dos lados da junta, deixando endurecer antes que seja colocado concreto no outro lado. A superfície do primeiro concreto colocado na junta de contração deverá ser coberta com uma membrana de cera ou outro material apropriado, aprovado pela Fiscalização, antes da colocação do concreto no outro lado da junta.

4.10 MATERIAIS PARA VEDAÇÃO DAS JUNTAS

Nas juntas entre os blocos do vertedor e muros de ala, deverão ser colocadas fitas de borracha, de formato especial ou fitas de termo plásticos FUGENBAND ou similar.

5 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. 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 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 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.

5.1 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 a reatividade potencial do tipo álcalis - agregados.

Os principais requisitos para os agregados miúdo e graúdo com as respectivas normas e limites recomendados estão indicados na Tabela 8.6, seguidos da indicação da frequência inicial de realização dos ensaios correspondentes.

TABELA 8.6

ENSAIO	NORMA	LIMITES	PERIODICIDADE DO ENSAIO
AGREGADO MIÚDO			
SUBSTÂNCIAS NOCIVAS TOTAIS (XISTO, TORRÕES DE ARGILA, ÁLCALIS, MICA, GRÃOS RECOBERTOS DE IMPUREZAS OU FLOCOS DE PARTÍCULAS FRIÁVEIS)		≤ 3% (PESO)	1 POR MÊS
TORRÕES DE ARGILA	NBR-7218/87	≤ 1% (PESO)	1 POR MÊS
IMPUREZAS ORGÂNICAS	NBR-7220/87	MAIS CLARA QUE PADRÃO	1 POR SEMANA
SANIDADE Na_2SO_4	ASTM C-88	MÉDIA PONDERADA DAS PERCENTAGENS RETIDAS NA PENEIRA 0,3MM, APÓS CINCO CICLOS ≤ 12 % (PESO)	CARACTERIZAÇÃO POR JAZIDA OU LITOLOGIA DE OCORRÊNCIA
MASSA ESPECÍFICA	NBR-9776/87	≥ 2,60G/CM ³	1 POR MÊS

ENSAIO	NORMA	LIMITES	PERIODICIDADE DO ENSAIO
GRANULOMETRIA (MÓDULO DE FINURA)	NBR-7217/87	$2,00 < MF < 3,30$	1 POR SEMANA
MATERIAIS CARBONOSOS	NBR-9936/87	$\leq 1\%$	CARACTERIZAÇÃO POR JAZIDA OU LITOLOGIA DE OCORRÊNCIA
AGREGADO GRAÚDO			
SUBSTÂNCIAS NOCIVAS TOTAIS (XISTO, TORRÕES DE ARGILA, ÁLCALIS, MICA, GRÃOS RECOBERTOS DE IMPUREZAS OU FLOCOS DE PARTÍCULAS FRIÁVEIS)		$\leq 2\%$ (PESO)	1 POR MÊS
PARTÍCULAS FRIÁVEIS	NBR-7218/87	$\leq 2\%$ (PESO)	1 POR MÊS
ABRASÃO "LOS ANGELES"	NBR-6465/84	PERDA MÁXIMA 50%	CARACTERIZAÇÃO
MASSA ESPECÍFICA	NBR-9937/87	$\geq 2,60\text{G/CM}^3$	1 POR MÊS
SANIDADE AO Na_2SO_4	ASTM C-88	MÉDIA PONDERADA DAS PERCENTAGENS RETIDAS NA PENEIRA 0,3MM, PÓS CINCO CICLOS $\leq 2\%$ PESO)	CARACTERIZAÇÃO POR JAZIDA OU OCORRÊNCIA LITOLÓGICA
MATERIAIS CARBONOSOS	NBR-9936/87	$\leq 1\%$ (PESO)	CARACTERIZAÇÃO
GRANULOMETRIA E M.F.	NBR-7217/87		1 POR SEMANA

b) Granulometria

A granulometria dos agregados deverá estar de acordo com os limites prescritos na Tabela 8.7 de modo a atender a composição granulométrica das dosagens previstas para as diferentes estruturas.

No entanto, se observa que, caso não incidam dentro destes limites, o uso de determinada fração poderá ser autorizada, desde que seja comprovado o seu desempenho em misturas experimentais de concreto, garantindo as propriedades estabelecidas no estado fresco e endurecidas do concreto.

TABELA 8.7

PENEIRA (MM)	PORCENTAGEM PASSANTE EM PESO		
	AGREGADO MIÚDO	BRITA 25MM	BRITA 50MM
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	
PENEIRA (MM)	PORCENTAGEM PASSANTE EM PESO		
	AGREGADO MIÚDO	BRITA 25 MM	BRITA 50 MM
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, de pedreiras ou de jazidas que apresentem material de boa qualidade e em quantidade suficiente para suprir as necessidades das Obras.

A areia natural, se empregada, será obtida a partir das jazidas identificadas na região de construção do trecho do canal.

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 de 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.

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 da umidade superficial será calculado pela água em excesso em relação a massa do agregado saturado com superfície seca.

f) Amostragem e Ensaio

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 entregue 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 qual o agregado será submetido estão relacionados na 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 NBR-6118.

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

g) Água

A água destinada ao amassamento das argamassas e concretos obedecerá ao disposto nas 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 500mg/l. A água não conterá mais que 500mg/l de cloretos e nem mais de 500mg/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 esta e com água de qualidade comprovada, não registrarem 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 diferir mais de 30 minutos do obtido com o mesmo cimento e água considerada insuspeita pode.

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.

h) Material Cimentício

h.1) Aspectos Gerais

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 de jazidas de seixos, conforme estabelece o método C 1260 da ASTM.

Como material cimentício poderá ser utilizado os seguintes materiais:

- Cimento Portland composto CP 32 tipo II - NBR-5732;
- Cimento Portland de Escória de Alto Forno CP 32 tipo III - NBR-5735;
- Cimento Portland Pozolânico CP 32 tipo IV - 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 estoque de material cimentício deverá sempre ser suficiente para garantir a produção dos próximos 5 dias do concreto da Obra.

i) Transporte de Cimento

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.

j) Estocagem

Imediatamente após ser recebido no local das Obras, o cimento será 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.

k) Equipamentos

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

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

I) Tipologia

O estabelecimento do traço do concreto será função da dosagem experimental (racional), na forma preconizada na 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.

m) Controle Tecnológico

O controle tecnológico abrangerá as verificações da dosagem utilizada, da trabalhabilidade, das características dos constituintes e da resistência mecânica, tudo em conformidade com a NBR-6118.

n) Controle da Resistência do Concreto

Independentemente do tipo de dosagem adotado, o controle da resistência do concreto deverá atender rigorosamente ao disposto na NBR-6118.

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.

n.1) Dosagem

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

n.2) Mistura

Mistura prolongada, necessitando de água adicional para conservar a consistência apropriada do concreto, não será permitida. A seqüência da introdução dos componentes será determinada no campo, visando a eficiência máxima e as correções necessárias à 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 na Tabela 8.8, mostrada abaixo.

TABELA 8.8

CAPACIDADE DA BETONEIRA (m³)	TEMPO DE MISTURA (MINUTOS)
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.

n.3) 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.

n.4) Lançamento

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

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

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.

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 fôrmas, 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.

n.5) Adensamento

O adensamento manual, só 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 fôrma.

Serão adotadas devidas precauções para evitar vibração de 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 fôrmas (menos de 100 mm) deverá ser evitada no caso de se utilizar 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 (fôrmas, réguas, etc.), à critério da FISCALIZAÇÃO.

n.6) 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.

As juntas verticais apresentam vantagens pela facilidade de compactação, pois é possível fazer-se fôrmas 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.

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.

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 às recomendações do respectivo fabricante.

n.7) 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.

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, consultada previamente a fiscalização.

n.8) Medição e Pagamento

n.8.1) Medição

Será feita a medição mensal das quantidades de concreto efetivamente utilizado nas obras. As quantidades referidas neste item serão medidas em metro cúbico inteiro mais próximo

dos tipos de concreto utilizados, independentemente de sua aplicação, medido nos registros das Centrais de Concreto.

No caso de concreto aplicado contra taludes escavados e/ou regularizados, o volume lançado, além das linhas de pagamento, será deduzido do volume fornecido pelas Centrais de Concreto e todos os componentes fornecidos pela FISCALIZAÇÃO serão debitados ao CONSTRUTOR.

n.8.2) Pagamento

Os serviços de fornecimento de concreto, serão remunerados pelos Preços Unitários do Fornecimento, Preparo e Lançamento de Concreto de 10 MPa, Fornecimento, Preparo e Lançamento de Concreto de 15 MPa, Fornecimento, Preparo e Lançamento de Concreto de 20 MPa, Fornecimento, Preparo e Lançamento de Concreto de 25 MPa, Fornecimento, Preparo e Lançamento de Concreto de 30 MPa, da Planilha de Serviços e Preços, com base em medições mensais, devendo incluir a compensação integral pelo preparo do concreto.

n.9) Armaduras em Barra de Aço CA 50 A

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.

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 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 toda armadura 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 na Tabela 8.9.

COBRIMENTO (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
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, isentas de impregnações superficiais que possam prejudicar a aderência ao concreto.

6 RE-ATERROS COMPACTADOS

6.1 MATERIAIS

Os materiais para a construção do re-aterro por trás dos muros de ala, serão obtidos das escavações obrigatórias para a construção do sangradouro, e, se necessário, poderão ser completado por matérias provenientes da mesma jazida usada para a construção do dique.

Os materiais, tanto solo quanto rochas, que serão escavados para a construção do canal e dique, deverão ser estocados para serem reutilizados.

A umidade dos solos a serem retomados das pilhas de estoque deverá atender às seguintes recomendações:

- Os materiais a serem escavados deverão ter suas unidades enquadradas em faixa de tolerância a ser fixada pela Fiscalização, antes de sua escavação para transporte para o aterro.
- A faixa de tolerância será estabelecida de tal forma que os materiais chegados ao local do re-aterro não exijam, para se atingir a umidade média de compactação, acréscimos ou decréscimos de umidade superior a 2%.
- É necessário levar em consideração, para a fixação dos limites dessa faixa, o fato de que os materiais nas operações de escavação, transporte e compactação poderão perder cerca de 1% e 2% de umidade no período diurno e 0,5% a 1% no noturno, dependendo de fatores locais diversos.
- No início dos trabalhos e até que sejam coletadas informações suficientes para confirmá-los, os limites das faixas de tolerância serão:
 - Período diurno: 1,5 % e 3% acima da umidade ótima;
 - Período noturno: 2% abaixo e 2,5% acima da umidade ótima.
- Os materiais que não se enquadrarem nestas faixas de tolerância, deverão sofrer tratamento nos empréstimos, de acordo com a orientação da FISCALIZAÇÃO.

- f) Encerrada a exploração dos empréstimos, as suas áreas deverão ser regularizadas, de modo a não prejudicar a estética local, com rampas permanentemente estáveis, com drenagem adequada, plantando-se semente de grama sobre o solo trabalhado, de forma a restabelecer uma cobertura vegetal permanente.

6.2 PREPARO DAS SUPERFÍCIES QUE SERVEM DE FUNDAÇÃO

Qualquer ponto do terreno de apoio deve ter resistência superior à do maciço compactado do re-aterro, no trecho correspondente; também deverá ser assegurada perfeita ligação entre a fundação e o aterro sobrejacente, sem planos preferenciais de percolação. Na compactação dos terrenos de apoio, deverão ser observadas as exigências contidas nas presentes especificações para a execução do maciço compactado.

Quaisquer cavidades ou irregularidades na superfície, que possam prejudicar a boa compactação da primeira camada de terra pelo rolo, por causa de pontos inacessíveis ao equipamento de compactação, deverão ser preenchidos por terra compactada por meio de soquetes mecânicos ou por concreto de regularização.

Nas áreas onde o terreno se apresenta ressecado, a superfície deverá ser escarificada até a profundidade alcançada pelas fissuras de contração devidas ao ressecamento e será umedecida antes da compactação. Tais tratamentos não devem anteceder, de muito, início do lançamento de aterros sobrejacentes para constituição do maciço compactado.

Nos locais onde a fundação se assentará sobre a rocha sã, após a remoção do todo o material e entulhos, a superfície da rocha deverá ser limpa com uso de ferramentas manual e depois receberá um jateamento de ar para retirar os restos de materiais soltos de modo a deixar a superfície da rocha exposta, completamente limpa.

Caso apareçam na superfície limpa da rocha, elementos fraturados com possibilidade de sofrer deslocamentos, deverão os mesmos ser removidos, a critério da Fiscalização.

Se aparecerem cavidade, brecha ou espaço vazios na rocha, em locação ou com forma de difícil acesso a equipamentos de compactação, deverão os mesmos ser preenchidos com concretos de regularização.

No caso da ocorrência de taludes negativos ou mesmo vertical, deverão os mesmos ser tornados positivos com inclinação mínima de 1:10 (horizontal : Vertical) ou de acordo com as instruções da Fiscalização.

O concreto a ser usado nestes serviços deverá ter um consumo de cimento da ordem de 200 kg/m³.

Antes da colocação da terra sobre a rocha de fundação, esta deverá ser molhada, tomando-se o cuidado de secar as poças d'água quando estas aparecerem.

6.3 COMPACTAÇÃO DE ATERROS

Antes do lançamento de cada camada, a superfície da camada superior será aprovada pela Fiscalização. Quando uma camada ficar exposta após sua compactação, deverá ser examinada pela Fiscalização, a qual exigirá o tratamento que for necessário, tanto no acerto da umidade como nos horizontes em que se apresentarem com fissuras de contração.

As superfícies lisas da camada já compactadas deverão ser escarificadas antes da camada seguinte ser lançada, aplicando-se sulcos na direção do eixo do maciço com profundidade e espaçamento da ordem de 5 cm e 50cm respectivamente.

No caso de se utilizar o rolo pneumático, cada camada deverá ser escarificada antes do lançamento da camada seguinte. Serão adotadas, em princípio, as espessuras de camada de 20 cm para compactação com rolo pé-de-carneiro de 30 cm com rolo pneumático, espessura esta medida a partir da superfície compactada.

As camadas iniciais serão lançadas de modo a preencher adequadamente as depressões existentes, até estabelecer-se uma superfície uniforme com inclinação máxima de 8%.

Em áreas restritas, em que a compactação deverá se processar manualmente, a espessura da camada não deverá exceder aos 8 cm, após a compactação.

As camadas deverão ser lançadas em faixas longitudinais paralelas ao eixo da barragem. Não serão permitidos caminhos preferências de circulação do equipamento na praça de compactação. As pistas para o movimento do equipamento, que deverão ser paralelas ao eixo da barragem, serão deslocadas sistematicamente para impedir a laminação por excesso de compactação.

As camadas deverão ser lançadas de forma a manter uma inclinação de 3 a 5%, caindo para os lados da praça de compactação, a fim de facilitar o escoamento das águas de chuvas.

Na iminência de chuvas e antes de períodos prolongados de interrupção dos trabalhos, toda a área lançada e não compactada deverá ser selada de forma a diminuir a infiltração e possibilitar o escoamento das águas de chuvas.

Não serão permitidos desníveis que excedam as 3 camadas, examinadas e aprovadas pela Fiscalização, adotando-se então taludes 1:2 (vertical - horizontal).

Nos casos em que a Fiscalização permitir a construção de juntas temporárias, deverão ser tomados cuidados especiais quando da execução da interligação entre o aterro e a superfície dessas juntas, de modo que seja conseguida uma boa aderência entre as camadas.

Na superfície de todas as juntas temporárias de construção, o material deverá ser retirado até uma profundidade mínima de 20 cm, medindo na direção normal ao plano da junta ou atingir uma camada que atenda às especificações.

O material exposto deverá se apresentar compactado e úmido, sem trincas ou fissuras decorrentes de secagem e contração.

As superfícies de contato serão completamente umedecidas com uma suave aspersão, escarificadas e preparadas para a construção.

O material será preparado com um teor de umidade entre – 2% e + 2% (menos dois e mais dois) em relação à umidade ótima do PROCTOR NORMAL de modo que o material, em média fique com a umidade ótima quando compactado.

Para início dos trabalhos e até que a Fiscalização disponha de elementos para modificá-la, a faixa de tolerância de umidade será em torno da ótima do ensaio Proctor Normal, como descrito acima devendo-se procurar manter a umidade sempre na ótima.

A aspersão do aterro será feita por meio de caminhões pipa equipados com barras aspersoras que permitem a aplicação uniforme da água sobre a área regada e o controle da aspersão durante a operação.

As pequenas correções de umidade serão realizadas por escarificações com grade de disco, aspersão por caminhões pipa e mistura do material até que seu teor de umidade seja uniforme e atenda aos limites das especificações.

O Construtor manterá, durante a execução do aterro, todas as superfícies da construção temporárias dentro dos limites de teor de umidade especificados para a compactação, até que seja feito o lançamento da camada subsequente.

As áreas que apresentarem teor de umidade elevado, por qualquer motivo, serão arejadas por meio de grades de disco, arados ou grades de dentes e recompactadas dentro dos limites especificados.

As áreas que apresentarem teor de umidade abaixo serão retrabalhadas e recompactadas conforme descrição anterior.

Poderão ser necessárias aspersões de água para compensar as perdas por evaporação.

A compactação de camada lançada só deverá ser processada se a sua umidade média se enquadrar na faixa de tolerância estabelecida pela Fiscalização.

Os serviços de compactação deverão ser realizados de modo sistemático, ordenado e contínuo.

A compactação será executada com rolos pneumáticos ou com rolos pé-de-carneiro, que deverão ser suficientemente pesadas para exercerem no solo, pressão mínima de 20 kg/cm². Os Rolos devem estar providos de limpadores convenientemente dispostos de modo a impedir que os solos fiquem ligados aos mesmos. Os rolos pneumáticos deverão ter peso total superior a 25 toneladas e pressão nos pneus ajustável, de 50 a 901b/p11². Poderão também ser empregados rolos quer pneumáticos quer pés-de-caneiros, dotados de equipamentos vibratórios ou de impacto.

No caso do Construtor desejar empregar equipamento diferente do especificado, deverá ser fornecido à Fiscalização, em tempo hábil, documentação provando que o rolo tenha sido empregado com materiais análogos.

O emprego desse equipamento ficará a critério da Fiscalização.

Os materiais lançados com a umidade necessária e espalhados na espessura determinada serão imediatamente compactados. Será mantido um recobrimento mínimo de 30 cm entre as superfícies compactados por passagens adjacentes do rolo.

Os rolos compactadores deverão passar sempre em direção paralela ao eixo do aterro, cobrindo uniformemente a área em compactação com número de passadas fixado.

Uma passada significa o deslocamento do rolo pé-de-carneiro sobre a superfície da camada em somente uma direção e a cobertura significa a operação pela qual toda a superfície de uma camada tenha sofrido pelo menos uma passada do rolo pé-de-carneiro.

Para compactação por rolo pneumático, a cobertura consistirá de duas passadas do rolo, e , pra isto, o rolo deve ser dirigido de tal modo que os pneus passem, na segunda passada, entre as trilhas dos pneus na primeira passada.

A verificação da qualidade do aterro compactado será feita pela Fiscalização mediante ensaios, perfurações, amostragens e observações diversas e indiretas.

Como controle rotineiro de qualidade do produto acabado, serão realizados ensaios de verificação da percentagem de compactação em relação ao máximo do Proctor Normal e do desvio de umidade em relação à umidade ótima.

A percentagem de compactação média a se obter será de 98% e a uniformidade do produto será aferida pelo desvio padrão da percentagem da compactação que não deverá ser superior a 3%. Em nenhum caso será aceita percentagem de compactação inferior a 95%, devendo-se recompactar a camada que não satisfaça a este requisito.

Os rolos compactadores deverão passar sempre em direção paralela ao eixo do aterro, completando um igual número de passadas sobre cada faixa lançada. A Velocidade de movimento dos rolos não será superior a 4 km/hora, ou seja uma velocidade que permita o acompanhamento pelo Fiscal caminhando ao lado. Quando os rolos tiverem de realizar curvas nas extremidades da área com compactação, em cada operação a área compactada será considerada tão somente a que é coberta pelo rolo em sua translação em linha reta.

O controle estatístico da qualidade do produto acabado será realizado semanalmente, calculando-se as medidas e desvios padrões e traçando-se curvas de frequência acumulada nos desvios de umidade e porcentagem da compactação; tais análises servirão de base para eventuais modificações nos processos construtivos.

6.4 COMPACTAÇÃO ESPECIAL

Nos contatos com as estruturas de concreto e onde o rolo compactador não tiver acesso, deverão ser usados métodos especiais de compactação, com emprego de placas vibratórias e/ou soquetes mecânicos, utilizando-se camadas de 0,10m ou 0,15m.

Neste tipo de aterro o solo deverá está com 1% de umidade a maior que a ótima, isto é, o solo deverá estar do lado úmido, da curva de PROCTOR.

Serão considerados zonas especiais, as faixas de aterro até 0,50m das estruturas de concreto e nos trechos confinados onde não for possível o uso do rolo.