



**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DO ALTO**

Praça São Francisco, 26 – centro – Capela do Alto  
Estado de São Paulo

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**  
**CONFORMAÇÃO DO CÓRREGO SEM NOME**

**BERTONI E VICHETE ENGENHARIA E GEOGRAFIA LTDA**

**MAR/2018**

## ÍNDICE

I. OBRAS CIVIS .....	1
I.1. EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES .....	2
I.2. EXECUÇÃO DE ATERRO COMPACTADO.....	7
I.3. ESPECIFICAÇÃO GERAL DE CONCRETO.....	12
I.4. EXECUÇÃO DE PROTEÇÃO VEGETAL.....	39
I.5. ENROCAMENTO.....	42

## **I. OBRAS CIVIS**

## **I.1. EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES**

### **I.1.1 OBJETIVO**

A presente Especificação tem por objetivo estabelecer as condições técnicas de acordo com as quais, juntamente com os desenhos de projeto e as instruções de campo da FISCALIZAÇÃO, deverão ser conduzidas as escavações manuais e mecânicas em solo.

### **I.1.2 ESCAVAÇÕES MANUAIS**

Esta Especificação se aplica quando a escavação e carga são feitas por processos manuais. A escavação manual compreende a abertura e acabamento final de cavas, bem como o acabamento final do talude e também as escavações nos locais em que não seja viável o acesso de equipamentos de terraplanagem.

A escavação manual compreende a escavação em materiais que possam ser escavados com emprego de picaretas, pás, enxadões e ferramentas similares. Esta classificação engloba materiais com qualquer teor de umidade e inclusive escavações abaixo do nível d'água, independente de sua consistência.

A EMPREITEIRA deverá utilizar ferramentas manuais adequadas à execução dos serviços e aos prazos de execução.

As escavações deverão ser executadas de modo a que sejam obedecidos os locais, alinhamento, dimensões, formas e cotas estabelecidas no projeto para as obras a que se destinam.

Suas dimensões serão as mínimas compatíveis com a execução dos trabalhos, de acordo com o projeto ou a critério da FISCALIZAÇÃO.

As escavações deverão ser executadas de forma a que não exista solução de continuidade com a obra, de modo a evitar erosões ou deslizamentos que possam inclusive vir a prejudicar outros serviços próximos.

Só deverão ser feitas manualmente as escavações que, a critério da FISCALIZAÇÃO, devido às suas dimensões ou à localização da obra, não possam ser executadas mecanicamente.

Quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, for necessário o escoramento das paredes das cavas, a EMPREITEIRA providenciará os respectivos projetos e plano, submetendo-os à aprovação a FISCALIZAÇÃO.

### **I.1.3 ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM SOLO**

#### **I.1.3.1 Geral**

O presente capítulo das Especificações abrange os serviços de escavação mecânica em solo, tanto acima quanto abaixo do nível do lençol freático, sem e com rebaixamento, bem

como outras escavações eventuais que possam ser necessárias para drenagem, construção de acessos, etc.

Esta Especificação se aplica aos materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha sã, cuja extração se processe sem emprego de explosivos, através de retro-escavadeiras, tratores de esteira, etc. Estão incluídos nesta classificação eventuais blocos de matacões de diâmetro médio compreendido entre 0,15 e 0,80m.

Os serviços de escavação compreenderão, especificamente, a escavação até as linhas e cotas indicadas no projeto, carga, transporte e descarga nas áreas de bota-fora previamente aprovadas pela FISCALIZAÇÃO e, onde aplicável, nas pilhas de armazenamento ou nos lugares onde será usado como material de aterro. O destino dos materiais escavados será definido pela FISCALIZAÇÃO.

Antes do início de qualquer escavação, a EMPREITEIRA deverá apresentar para aprovação da FISCALIZAÇÃO o plano de execução da mesma, incluindo detalhes de cronograma, seqüência etc. A escavação não poderá ser iniciada sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

A EMPREITEIRA deverá executar todas as escavações nos alinhamentos, nas declividades, taludes e nas dimensões indicadas nos desenhos de projeto.

A EMPREITEIRA será responsável por todas as escavações por ela executadas, devendo às suas expensas realizar todos os reparos nas áreas sobre escavadas e ou danificadas devido à inobservância do projeto e/ou das Especificações, negligência ou causas naturais previsíveis.

Em todos os casos, dever-se-á prever a estabilidade em todas as fases de escavação, dos cortes parciais, de modo a não colocar em risco nem os equipamentos e nem as pessoas.

À critério da FISCALIZAÇÃO, o material das escavações deverá ser lançado em bota-fora, em áreas aprovadas pela FISCALIZAÇÃO. O material deverá ser espalhado de forma a manter o plano de lançamento continuamente limpo e com inclinação devida para permitir adequada drenagem.

Os materiais depositados no bota-fora deverão ter sempre sua estabilidade garantida; os eventuais serviços de retaludamento, drenagem e manutenção dos acessos serão sempre de exclusiva responsabilidade da EMPREITEIRA.

A escavação mecânica em solo pode ser subdividida em:

- escavação comum;
- escavação abaixo do nível d'água.

#### I.1.3.2 Escavação Comum

A escavação abrange a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno. Essa escavação será precedida das operações de limpeza do terreno necessárias para o seu início executadas de acordo com a especificação.

A FISCALIZAÇÃO poderá requerer o aprofundamento da escavação, além inicialmente prevista, para atender às finalidades e à segurança das obras, a critério da FISCALIZAÇÃO.

As escavações que, de acordo com o projeto, ficarem permanentemente expostas, deverão apresentar taludes estáveis, superfícies com acabamento final uniforme e serão dotadas de proteção dos taludes conforme indicado no projeto ou segundo o critério da FISCALIZAÇÃO.

No caso das escavações que ficarem temporariamente expostas, a EMPREITEIRA deverá prever adequada proteção dos taludes de forma a garantir a integridade dos mesmos. Alternativamente poderá ser deixada uma espessura de material superior a 0,50 m aquém da linha final de escavação que somente será removida imediatamente antes da execução da proteção definitiva, do reaterro compactado ou do lançamento concreto magro da fundação das estruturas de concreto.

As proteções de taludes provisórios deverão ser executadas concomitantemente com as escavações.

Em toda e qualquer etapa das escavações deverá ser executada uma drenagem eficiente das águas superficiais e subsuperficiais, de modo a garantir a estabilidade e proteção contra erosão dos taludes.

Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados, para utilização posterior, será procedida a estocagem dos referidos materiais em locais previamente estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO.

Após conclusão dos trabalhos de escavação, a superfície final obtida deverá estar bem regularizada para execução dos trabalhos posteriores, ou seja, deverão ser removidos:

- blocos ressecados de argila;
- sulcos profundos (10cm) de pneus ou esteiras de trator;
- degraus decorrente das escavações de materiais inadequados;
- materiais soltos, afogados ou amolgados na superfície.

Os trabalhos de recuperação incluirão operações de terraplanagem, drenagem e plantio, no sentido de reintegrar as áreas exploradas à paisagem e garantir o controle da erosão e assoreamento.

### I.1.3.3 Escavações Abaixo do Nível D'água

#### I.1.3.3.1 Sem Rebaixamento Prévio do N.A.

Incluem-se neste item as escavações comuns executadas mecanicamente em solos situados abaixo do nível do lençol freático, sem o emprego de sistema de rebaixamento.

Estas escavações serão executadas nas áreas indicadas nos desenhos de projeto, ou de acordo como indicado pela FISCALIZAÇÃO, deverão ser executadas por retro-escavadeiras, tratores de esteiras, etc.

A EMPREITEIRA deverá providenciar o esgotamento de escavação e a condução da água esgotada para ponto afastado da praça de trabalho, caso o projeto assim o determinar ou a critério da FISCALIZAÇÃO.

As operações de esgotamento deverão ser iniciadas quando garantida a segurança contra erosões de taludes, “piping” e rupturas de fundo, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Para obtenção de condições técnicas adequadas, deverão ser executadas valetas de drenagem ligadas a poços coletores para bombeamento ou outro sistema aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A quantidade e profundidade das valetas deverão ser aprovadas pela FISCALIZAÇÃO em função da observação das condições do trecho em interesse.

As valetas serão recolocadas, a critério da FISCALIZAÇÃO, à medida que a escavação avança e deverão ser preenchidas posteriormente com areia e brita.

Os poços de bombeamento deverão ser executados em pontos mais baixos da área da fundação. Em cada poço deverá ser instalada uma bomba submersa com sistema automático de liga/desliga.

#### I.1.3.3.2 Com Rebaixamento Prévio do N.A.

Caso ocorram camadas de areias lavadas muito permeáveis poderá ser necessário proceder a um rebaixamento prévio do nível d'água para que as escavações possam ser feitas com segurança.

Caso esta situação ocorra junto aos taludes do reservatório haverá necessidade de proceder a uma sobrescavação e uma substituição do material por brita compactada.

O rebaixamento do lençol poderá ser executado com o emprego de ponteiras.

No início dos serviços serão feitas séries pilotos de rebaixamento, cujos resultados otimizarão as profundidades, os espaçamentos e os níveis piezométricos limites, aceitáveis em diferentes zonas de rebaixamento.

As ponteiras poderão ser do tipo injetado, cravado ou instalado em pré-furos. A escolha final será função do tipo de material e será aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

O trecho perfurado ou ranhurado deverá ser protegido por tela ou bidim de forma a impedir a entrada de partículas finas de solo.

Cada ponteira deverá ser acoplada através de mongotes flexíveis ao tubo coletor que será ligado a um conjunto de bombas vácuo e recalque d'água com capacidade suficiente para a vazão e condições de recalque previstas.

Antes do início do rebaixamento deverá ser verificado e testado o sistema, eliminando as possíveis entradas de ar e conseqüente perda de eficiência do sistema.

Nos conjuntos de bombas deverão ser instalados hidrômetros e vacuômetros. Os vacuômetros deverão ser permanentemente controlados. Diariamente deverão ser anotadas as leituras do vacuômetros e hidrômetros dos conjuntos.

Enquanto durarem os trabalhos de escavação e de reaterro deverão ser mantidas as operações de rebaixamento. A FISCALIZAÇÃO autorizará a desativação do sistema.

## **I.2. EXECUÇÃO DE ATERRO COMPACTADO**

### **I.2.1 OBJETIVO**

O objetivo da presente Especificação é o estabelecimento de normas e métodos construtivos, a definição das características e a fixação dos métodos de controle de construção dos aterros de solo compactado.

### **I.2.2 GENERALIDADES**

Todos os parâmetros de compactação considerados nesta Especificação referem-se ao ensaio de compactação com energia normal, regido pela norma NBR-7182, da ABNT.

Os aterros compactados serão com controle e seguem o procedimento descrito nesta Especificação e a liberação da camada compactada é efetuada a partir dos resultados do método Hilf-Proctor ou outro indicado pela FISCALIZAÇÃO.

### **I.2.3 MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**

O material a ser utilizado na construção dos aterros deverá provir de áreas de empréstimos ou da própria escavação do Reservatório.

O material deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO que designará o destino do mesmo de acordo com o projeto. Em nenhum caso será permitido o uso de solos contendo materiais orgânicos, resíduos como folhas, raízes e outros. Os materiais utilizados devem ser inertes (não expansivos).

### **I.2.4 TRATAMENTO DOS SOLOS NAS PILHAS DE ESTOQUE**

Antes de se iniciarem os trabalhos de exploração das pilhas, deverão ser feitos ensaios completos de caracterização e Proctor Normal a critério da FISCALIZAÇÃO que posteriormente poderá fixar uma frequência de execução desses ensaios durante os serviços de exploração.

As correções de umidade deverão ser realizadas, basicamente, nas áreas de estoque, mediante escarificação, gradeamento ou irrigação, minimizando-se dessa forma tais correções na praça de lançamento.

Em qualquer hipótese, todo material que se apresentar ressecado ou muito úmido, tal que impossibilite o tratamento convencional de correções de umidade, será removido da praça de trabalho às expensas da EMPREITEIRA.

Os solos tratados que não forem utilizados à medida que são explorados, serão lançados em locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

## **I.2.5 NORMAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DE ATERROS COMPACTADOS**

O lançamento de materiais para a construção de aterros deverá ser iniciado pelas partes mais baixas da fundação, preenchendo depressões. Os lançamentos das camadas deverão ser aproximadamente horizontais e contínuos.

Quando a superfície de lançamentos dos aterros se apresentar saturada devido à água do lençol freático, será necessário providenciar sua drenagem através da execução de um sistema de valetas e poços de bombeamento.

Além disso, poderá ser necessário proceder ao lançamento de tapete de areia compactada antes da 1ª camada de aterro compactado, para evitar a saturação do aterro e ocorrência de “borrachudo”.

A espessura das camadas de compactação deverá ser definida pela FISCALIZAÇÃO, com base em experiências adquiridas em obras, não devendo, no entanto, ser superior a 0,20m de material solto.

Não será permitido o lançamento e compactação de uma nova camada sobre outra, que não tenha sido liberada previamente pela FISCALIZAÇÃO.

Tanto o lançamento como o espalhamento e a compactação deverão ser executados segundo uma direção mantendo durante toda a construção uma declividade transversal de aproximadamente 2% para um lado do aterro para facilitar o escoamento das águas pluviais.

Durante as operações de lançamento e espalhamento, a EMPREITEIRA deverá manter pessoal necessário para remoção de raízes, detritos e outros materiais estranhos ao solo a ser compactado.

Antes da compactação, a camada lançada será trabalhada por meio de grade de discos, devendo resultar homogênea quanto à umidade, aspecto e textura, com o material perfeitamente destorroado.

Não serão permitidos acertos de umidade na praça de compactação quando o solo de empréstimo estiver com desvios de umidade superior a 1% com relação à faixa especificada, devendo esta camada ser removida. O acerto prévio da umidade deve ser feito, nas áreas de estoque, de modo a otimizar o método de escavações.

O acerto final da umidade na praça de compactação será feito por revolvimento contínuo, com grade de discos pesada que penetre na altura total da camada lançada, no caso de excesso de umidade, até atingir a faixa especificada. No caso de umidade insuficiente, deverá ser feita irrigação com carro-tanque, equipado com barras de aspersão laterais e traseiras, com posterior gradeamento com grade de discos pesada que revolva a camada em toda sua altura, até a perfeita homogeneização da umidade.

Todo o tráfego sobre o maciço deverá estar confinado em pistas elevadas, com altura mínima de 0,50m sobre a camada compactada, que deverão ser removidas quando não mais necessárias.

A FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar o solo compactado remanescente após a remoção das pistas para verificar se apresenta laminações, que deverão ser totalmente removidas.

Logo que a umidade da camada lançada atingir a umidade especificada, terá início a operação de compactação com os rolos se movendo sempre numa mesma direção.

Os trabalhos de compactação devem ser planejados, de maneira a permitir FISCALIZAÇÃO o perfeito controle do número adequado de passadas do rolo compactador.

O tráfego dos equipamentos de construção deverá se distribuir uniformemente sobre as áreas do aterro, não sendo permitido o tráfego concentrado em faixas, para evitar a laminação. Em casos em que isso não for possível, as faixas com tráfego concentrado devem ser removidas até a profundidade em que desapareçam as laminações.

Objetiva-se a construção de um aterro homogêneo quanto aos parâmetros de compactação.

Deverão ser observados os seguintes requisitos:

- nenhum ponto de controle poderá apresentar  $GC < 100\%$
- a umidade do aterro, a ser verificada em todos os pontos de controle, deverá estar situada entre  $h_{ót} - 2\%$  e  $h_{ót} + 2\%$ , sendo  $h_{ót}$  a umidade ótima determinada por ensaio de Proctor Normal.

Toda camada que apresentar laminações e ou “borrachudos” deverá ser totalmente removida.

Se a superfície que vai receber uma nova camada estiver ressecada ou úmida excessivamente, a FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar e determinar até que profundidade esses defeitos são observados. Se a profundidade não exceder uma camada, a mesma poderá ser escarificada e retrabalhada na própria praça de compactação no sentido de acertar sua umidade e homogeneizá-la para posterior recompactação, a critério da FISCALIZAÇÃO. Se a profundidade de danificação (ressecamento ou umidade excessiva) ultrapassar uma camada, essas camadas excedentes deverão ser removidas, tratando-se a inferior prejudicada, conforme acima. As demais camadas escavadas poderão ser reutilizadas, dentro das normas gerais de procedimentos para os trabalhos de compactação. Os trabalhos de homogeneização e acerto de umidade deverão ser efetuados fora da praça de compactação.

Para evitar os problemas descritos no item anterior deverão ser tomados cuidados pela EMPREITEIRA no sentido de proteger e evitar a danificação da superfície do aterro compactado.

Na eminência de chuvas, a superfície do aterro poderá ser selada com equipamento de pneus para reduzir a absorção d'água, dando-se uma inclinação na superfície para o rápido escoamento das águas.

Quando os trabalhos de lançamento e compactação forem interrompidos por um intervalo de tempo considerado prolongado pela FISCALIZAÇÃO, a superfície do aterro deverá ser selada convenientemente através de compactação superficial e recoberta com uma camada de proteção de 0,5m de solo solto.

Após o período de interrupção e antes do reinício do lançamento e compactação, a camada de proteção deverá ser removida, devendo também ser observado o item anterior.

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir alterações nos métodos e equipamentos de lançamento e compactação, sempre que isto traga melhorias técnicas e econômicas.

Em locais estreitos e próximos às paredes dos muros, onde não seja possível o uso do rolo compactador, o solo será lançado em camadas com até 10 cm para compactação manual.

## **I.2.6 CONTROLE DE COMPACTAÇÃO DO ATERRO**

A FISCALIZAÇÃO fará o controle da construção e da qualidade dos materiais utilizados e compactados através de inspeção visual e ensaios de campo e laboratório.

O controle visual é fundamental no acompanhamento dos trabalhos de compactação dos aterros, quando deverão ser observados:

- tipo de material lançado;
- umidade e homogeneidade do material lançado;
- espessura da camada antes e depois da compactação por medidas topográficas;
- escarificação, acerto da umidade, homogeneidade e regularidade da espessura do solo lançado;
- número de passadas e cobertura adequada de faixa compactada pelo equipamento compactador;
- ocorrência da laminação e “borrachudos”;
- homogeneidade do aterro e ligação entre camadas através de observação em poços de inspeção abertos no maciço (+/- 1,00m de profundidade).

O controle de compactação será exercido também pela determinação da umidade e do grau de compactação *in situ* do aterro pelo método de Hilf-Proctor. Os parâmetros de compactação obtidos serão comparados com os especificados, para liberação da camada, juntamente com o controle visual.

O controle estatístico será calculado em base nos resultados Proctor, apresentando-se os resultados segundo o método de Hilf para liberação.

A frequência dos ensaios de controle será de um ensaio para cada 200m<sup>3</sup> de aterro lançado, ou no mínimo de um ensaio por camada. Entretanto a FISCALIZAÇÃO exigirá o número de ensaios que julgar necessários para o perfeito controle e liberação de cada camada.

Camadas de solo compactado que não apresentarem umidade e ou grau de compactação aceitáveis deverão ser removidos, ter sua umidade corrigida (se necessário), homogeneizadas e recompactadas. Se a recompactação não conduzir o material às faixas especificadas, a camada deverá ser substituída às expensas da EMPREITEIRA.

## **I.3. ESPECIFICAÇÃO GERAL DE CONCRETO**

### **I.3.1 ESCOPO**

O presente documento trata de todos os serviços e materiais referentes à execução de concreto estrutural, abrangendo:

- materiais e equipamentos para preparo, manuseio, cura e proteção de concreto;
- confecção, transporte e posicionamento de elementos estruturais pré-moldados em concreto;
- construção, instalação e desmonte de formas e respectivas estruturas de apoio para concreto;
- armaduras, embutidos e outros materiais afins ao concreto.

A Empreiteira será responsável por todos os materiais, e equipamentos empregados no preparo, transporte, colocação, acabamento e cura do concreto convencional, os quais, entretanto, estarão sujeitos à aprovação da Fiscalização.

A presente Especificação poderá ser alterada, conjuntamente pela Fiscalização e pela Projetista, para atender às situações imprevistas ou modificações nos critérios que serviram de base para sua elaboração.

### **I.3.2 DEFINIÇÕES**

Nesta especificação são utilizadas, com freqüência, algumas denominações, definidas a seguir:

- Contratante:
- Empreiteira: construtora principal, responsável pela obras em questão; tal denominação aplica-se, também, a eventuais sub-empreiteiras da Contratada;
- Fiscalização: representante ou preposta à qual no âmbito do presente documento, caberá a tarefa de controlar a qualidade do concreto, e de seus materiais componentes e afins e das estruturas, acompanhar a execução das diversas peças e elementos estruturais, verificando-se tal execução está em conformidade com o estabelecido nesta Especificação;
- Projetista: responsável pela elaboração do projeto, à qual caberá fixar critérios, elaborar especificações, definir padrões de qualidade para concreto,

e seus materiais, destinados a diversas estruturas, prestar assistência nas alterações de projeto, tomar conhecimento, analisar e consultar os relatórios técnicos de controle de qualidade dos materiais e do concreto.

### **I.3.3 COMPOSIÇÃO DO CONCRETO**

#### **I.3.3.1 Generalidades**

O concreto convencional deverá ser composto por aglomerantes, agregados, água e, eventualmente, aditivos. Tais materiais deverão ser proporcionados de modo a se obter, no estado fresco, misturas homogêneas de consistência adequada e, no estado endurecido, material com as características estabelecidas no Projeto.

A Empreiteira deverá informar, previamente à Fiscalização, o seguinte:

- sistemática de abastecimento, estocagem, manuseio e utilização de materiais para concreto e/ ou incorporação às estruturas;
- sistemática e equipamentos a empregar para a mistura dos componentes do concreto;
- localização dos estoques principais, e eventualmente secundários, de materiais e meios de transporte a empregar.

Além disto, a Empreiteira deverá informar, antes do lançamento do concreto em um elemento, quais partidas de materiais utilizará, para aprovação por parte da Fiscalização.

Caso seja empregado concreto usinado fora do canteiro de obras, à Fiscalização deverá ser assegurado o direito de acesso aos locais de estocagem de materiais para a retirada de amostras e inspeção.

#### **I.3.3.2 Cimento**

Poderão ser empregados cimentos Portland que atendam as seguintes especificações da ABNT:

- comum/NBR 5732
- composto/NBR 11578
- Pozolânico/NBR 5736
- Alto Forno/NBR 5735
- Alta Resistência Inicial/NBR 5733

A seleção de tipo e marca de cimento a ser empregado, por aplicação deverá ser conjunta, Fiscalização - Empreiteira, ouvido o parecer da Projetista em caso de dúvida.

Não será permitida a mistura de cimento de tipos, marcas e procedências diferentes.

Para elementos em concreto aparente deverá ser empregado sempre o mesmo tipo e marca de cimento.

Cada remessa de aglomerante deverá ser acompanhada do certificado de controle de qualidade, da Fábrica. Tal certificado poderá representar no máximo 200 t de material ou um dia de produção. A apresentação de tal certificado não implicará na aprovação automática para uso. Todas as partidas, à critério da Fiscalização, poderão ser objeto de inspeção e análise.

Para o transporte de aglomerante, da Fábrica até o silo das centrais misturadoras, deverão ser empregados meios que protejam o material de possível contato com umidade.

Não será permitido o emprego de material cuja embalagem esteja danificada. O material poderá ser transportado até a obra em "containers" plásticos ("big bags") ou metálicos, caminhões graneleiros ("rebolão") ou em sacos.

Logo após o recebimento na obra, os aglomerantes deverão ser armazenados separadamente, por tipo, e marca, em estruturas para amostragem e verificação.

O cimento deverá ser empregado por ordem cronológica, segundo a data de fabricação e entrega. Em caso de armazenamento superior a 3 meses, o cimento somente poderá ser utilizados caso seja aprovado em novos ensaios de recebimento.

Todas as partidas deverão ser numeradas, por ordem seqüencial de chegada, para efeito de controle.

Sacos rasgados e/ou molhados deverão ser rejeitados quando da entrega e retirados do local de estoque. O cimento deverá ser armazenado em lugar seco e abrigado sobre tablados de madeira, distante de, pelo menos, 15 cm do solo e das paredes, em pilhas de não mais de 10 sacos. Para tempo de armazenagem superior a 30 dias não serão permitidas pilhas de mais de 8 sacos.

Para estocagem de cimento a granel deverão existir silos em quantidade suficientes que permitam a separação de partidas em, pelo menos, dois grupos (liberados e em ensaios). Poderão ser empregados "containers" plásticos, desde que devidamente identificados.

Os silos de cimento deverão ser esvaziados e limpos em períodos não superiores a 90 dias a fim de eliminar cascas aderidas às paredes.

O tempo de armazenamento normal não deverá ultrapassar 90 dias. Em caso de suspeita quanto a qualidade de material armazenado serão executados ensaios de verificação.

Não poderá ser utilizado cimento cuja temperatura exceda a 60°C.

O controle de qualidade dos aglomerantes deverá ser exercido em conformidade com a NBR 12654 da ABNT.

### I.3.3.3 Agregados

Os agregados miúdos e graúdos deverão ser constituídos por grânulos resistentes e estáveis, que atendam as exigências da NBR 7211, além das referidas no presente item.

Os agregados não deverão conter minerais que conduzam a reações nocivas com o cimento, a não ser que os estudos prévios (item 6.2) demonstrem a neutralização destas reações na mistura agregado/cimento (com adições, eventualmente).

Os agregados deverão ser estocados de modo a manter a separação das diferentes classes granulométricas, a evitar a contaminação por materiais estranhos (terra, óleo, etc.) e a permitir a drenagem da água superficial.

Quando à distribuição de cada uma das classes granulométricas isoladas e das misturas, serão tolerados os seguintes limites, com relação aos valores apresentados nos estudos prévios:

- percentagem em peso, material retido acumulado para peneiras de aberturas em mm, variação permitida (Tabela 2.1).

**TABELA 2.1 - LIMITES PARA AGREGADOS**

Peneiras Abertura mm	Varição Tolerada
0,15 a 0,6 > 1,2 maior peneira da série (D <sub>máx.</sub> )	-1 a +3 pontos percentuais ± 5 pontos percentuais 0 a 3 %

- Módulo de finura da classe:  $\pm 0,20$
- Módulo de finura da mistura de classes:  $\pm 0,20$

A umidade total dos agregados, tanto quanto possível deverá situar-se entre o valor necessário para a obtenção da condição saturada superfície seca como mínimo e, no máximo, 6% em peso (umidade total).

O controle de qualidade de agregados será executado em conformidade com o exposto NBR 12654 da ABNT.

### I.3.3.4 Água

A água para mistura deverá ser limpa, isenta de óleo, material orgânico e impureza em geral que prejudiquem a pega e o posterior endurecimento do concreto. Quanto aos limites máximos das impurezas, deverá atender aos seguintes limites:

- pH de 5,8 a 8,0
- matéria orgânica máxima 3 mg/l

- resíduo sólido máximo 5.000 mg/l
- sulfato (SO<sub>4</sub>) máximo 300 mg/l
- cloreto (Cl<sup>-</sup>) máximo 500 mg/l
- açúcar máximo 5 mg/l

Caso seja considerada suspeita, a critério da Fiscalização, a água poderá ser utilizada se:

- permitir a preparação de pasta de consistência normal (NBR 7115) com o cimento a ser empregado na obra, cujo tempo de início de pega não difira de mais de 30 minutos de pasta preparada com o mesmo cimento e água considerada de qualidade comprovada;
- permitir a preparação de argamassa de consistência normal (NBR 7115) com o cimento a ser empregado na obra, cuja resistência média à compressão (NBR 7115) nas diversas idades, não seja inferior a 90 % da resistência média correspondente à argamassa preparada com o mesmo cimento e água considerada de qualidade comprovada.

#### I.3.3.5 Aditivos

Será facultado à Empreiteira o emprego de qualquer tipo de aditivo desde que com ele sejam obtidas misturas que conduzam a estruturas comprovadamente resistentes, duráveis e impermeáveis.

A Empreiteira, quando dos estudos prévios, deverá apresentar as marcas, tipos, ensaios de caracterização e proporções nas misturas dos aditivos que pretende utilizar.

A Fiscalização para cada tipo de aditivo, poderá verificar a conformidade deste com o padrão utilizado nos estudos prévios.

Os aditivos deverão ser estocados em locais cobertos, protegidos de variações de umidade e temperatura. Os aditivos em pó, por sua natureza higroscópica, não deverão ser armazenados em locais úmidos, próximo a paredes ou diretamente sobre o solo.

Os aditivos deverão ser empregados em ordem cronológica, com base na data da fabricação. Não será permitido o emprego de aditivos com mais de 3 meses (aditivo em pó) ou 6 meses (aditivos líquidos) ou cujas embalagens apresentem-se estufadas, corroídas ou danificadas, a não ser após a execução de ensaios de comprovação de qualidade dos mesmos.

Na Tabela 2.2 são apresentados os índices para avaliação do comportamento físico e de homogeneidade dos aditivos.

TABELA 2.2

ÍNDICE - PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO FÍSICO/HOMOGENEIDADE DOS ADITIVOS

Propriedade		Acelerador	Redutor de Água			Retardador de Pega	Fluidificante		Incorp. de Ar	
			Acelerador	Retardador	Convencional		Convencional	Retardador		
Variação permissível em relação aos valores obtidos nos estudos prévios	Massa Específica (líquidos)		+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	
	Sólido	Líquido	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	
		Pó	+/- 4%	+/- 4%	+/-4%	+/- 4%	+/- 4%	+/- 4%	+/- 4%	
	Totais	pH (líquidos)	-	-	-	-	-	-	+/- 1,0%	
Percentagem da água unitária (consumo de água/m <sup>3</sup> de concreto, mínima em relação ao controle)		-	5	5	5	-	-	-	-	
Tempo de Pega.	Inicial	No mínimo	(-) 1:00	(-) 1:00	+ 1:00	-	+ 1:00	-	+ 1:00	-
		Não mais que	(-) 3:30	(-) 3:30	+ 3:30	- 1:00 a + 1:30	+ 3:30	- 1:00 a + 1:30	+ 3:30	-
Desvio permitido em relação ao concreto de concreto de controle (h:min)	Final	No mínimo	(-) 1:00	(-) 1:00	-	-	-	- 1:00	-	-
		Não mais que	-	-	+ 3:30	- 1:00 a - 1:30	+ 3:30	+ 1:30	+3:30	-

Propriedade		Acelerador	Redutor de Água			Retardador de Pega	Fluidificante		Incop. de Ar
			Acelerador	Retardador	Convencional		Convencional	Retardador	
Resistência à compressão axial mínima em relação ao do concreto 86	3 dias	125	125	110	110	90	90	90	90
	7 dias	100	110	110	110	90	90	90	90
	28 dias	100	110	110	110	90	90	90	90
	90 dias	90	100	100	100	90	90	90	90
Abatimento no cone de ABRAMS - acréscimo mínimo (cm)		-	-	-	-	-	9	9	-
Teor de Ar incorporado, variação em relação a concreto de controle		-	-	-	-	-	-	-	+/- 2,0 %

## **I.3.4 CONCRETO / MATERIAL**

### **I.3.4.1 Generalidades**

O concreto deverá ser composto de cimento, agregados miúdos e graúdos e água e, função dos estudos prévios a serem executados em laboratório, de aditivos. Para o emprego, toda e qualquer mistura (“traço”) deverá ter sido submetida a ensaios prévios em laboratório e aprovada pela Fiscalização.

### **I.3.4.2 Estudos Prévios**

A Empreiteira deverá proceder aos estudos prévios de dosagem de concreto. Tais estudos deverão ser apresentados para aprovação com antecedência mínima de dez dias, em relação a seu emprego em estruturas definitivas.

A cada mistura estudada deverá corresponder uma planilha, para apresentação à Fiscalização, onde deverá ser informado, no mínimo:

- Características Gerais;
- denominação do traço;
- tipo e marca ou fonte dos materiais empregados;
- data (da mistura executada);
- consumo de cada material por metro cúbico de concreto (agregados na condição saturada superfície seca);
- água/aglomerantes;
- máxima dimensão característica do agregado ( $D_{m\acute{a}x.}$ );
- estrutura e elementos onde será possível o emprego do “traço”;
- faixa de “slump” a ser adotada para controle;
- característica do Estudo do Concreto;
- temperatura do concreto;
- teor de ar incorporado;
- densidade;
- abatimento no cone de Abrams (“slump”) obtidos;
- resistência a compressão obtida nas diversas idades definidas;
- Características dos Materiais (no estudo);
- agregados: identificação da partida, análise granulométrica (por fração e composta), absorção e umidade (total e livre) observada, por fração;

- cimento: identificação da partida (ou ensaio);
- aditivos: identificação da partida (ou ensaio);
- adições” identificação da partida (ou ensaio).

Recomenda-se para a execução dos estudos prévios para:

- utilizar agregados de estoques representativos do material existente, que apresentem umidade livre (ou seja, não dosar com agregados não saturados), sempre que possível;
- empregar material suficiente para obtenção de 50 litros de concreto, no mínimo; verificar consistência (“slump”) após decorrido prazo estimado para transporte do concreto até o local de lançamento e, eventualmente (para lançamento demorados) considerar tempo de lançamento necessário; caso acordado entre Empreiteira e Fiscalização estabelecer faixa de variação de consistência específica para estrutura e “traço” levando em conta a perda de consistência;
- quando utilizado aditivo fluidificante, o tempo médio entre mistura dos materiais e adição do aditivo na frente de serviço, deve ser considerado nos estudos de dosagem;
- no caso específico de estudo para concreto auto-adensável, verificar perda de consistência ao longo do tempo de modo a garantir que o concreto esteja trabalhável durante todo o tempo previsto para lançamento.

#### I.3.4.3 Classes de Concreto

Para as finalidades da presente especificação e tendo em vista as estruturas em questão, foram definidas as seguintes classes de concretos:

**TABELA 2.3 - CLASSES DE CONCRETO**

Classe	Utilização	fck Mpa	A/C máx.
<b>A</b>	Pré-Moldado	25	0,60
<b>B</b>	Superestrutura "in situ"	25	0,55
<b>C</b>	Infra Estrutura	20	0,60
<b>D</b>	Regularização	-	(1)
<b>E</b>	Concreto Poroso	-	0,45

Notas: (1) - consumo mínimo de cimento de 150 kg/m<sup>3</sup>

Para a escolha da máxima dimensão característica do agregado, é apresentada a seguinte tabela orientativa:

**TABELA 2.4 - D<sub>máx.</sub> DO AGREGADO X ELEMENTO ESTRUTURAL**

Dimensão	D <sub>máx.</sub> do Agregado (mm)				
	Mínima da Seção Com	Paredes Armadas, Pilares e Vigas	Paredes Levemente Armadas	Lajes Fortemente Armadas	Lajes Fracamente Armadas
Menor que 15		9,5 - 19	19	9,5 - 19	19 - 38
15 a 30		19 - 38	38	9 - 38	38
Maior que 30		38	38	38	38

#### I.3.4.4 Concreto Poroso Sem Finos

O concreto sem finos será empregado onde indicado nos desenho de projeto. Deverá ser composto de agregado graúdo lavado na faixa de 9,5 a 19 mm, cimento e água, não contendo agregado miúdo.

O consumo mínimo de cimento por metro cúbico não deverá ser inferior a 200 kg e seu fator água cimento não deverá exceder a 0,45, devendo apresentar consistência seca. Recomenda-se emprego de cimento Portland de alto Forno no presente caso.

A dosagem de concreto poroso sem finos deverá ser feita em laboratório e tais estudos apresentados para aprovação à Fiscalização com pelo menos dez dias de antecedência em relação a seu emprego inicial. Tal como citado em 5.2, deverão ser informadas as características relativas aos materiais componentes, à mistura (ou misturas) estudada e ao traço selecionado, no qual for pertinente ao caso em pauta.

Quando da produção no campo de concreto poroso deverão ser observadas as seguintes recomendações:

- manter agregado graúdo sempre saturado, previamente a mistura;
- lançar o concreto imediatamente após sua mistura;
- o concreto poroso deverá ser espalhado e regularizado manualmente, evitando-se excesso de vibração, que poderá acarretar em eliminação da pasta de recobrimento dos grãos dos agregados graúdos.

#### I.3.4.5 Controle de Qualidade

O controle de qualidade do concreto deverá atender ao prescrito da última edição da NBR 12655 da ABNT (“Preparo, Controle e Recebimento de Concreto”).

As especificações seguintes são válidas tanto para o concreto produzido no canteiro quanto para concreto dosado em central. Neste último caso recomenda-se que a Empreiteira mantenha elemento qualificado na central, de modo a garantir a procedência e uniformidade dos materiais.

O concreto deverá ser sempre dosado de modo a se obter misturas trabalháveis, para as diversas finalidades, devendo ser sempre para atingir a resistência e o acabamento especificados.

A quantidade total de água para cada traço deverá ser a mínima necessária para produzir uma mistura com as características especificadas.

Todos os componentes do concreto deverão ser medidos por peso. A água e os aditivos líquidos poderão ser determinados por pesagem ou por volume. Para que o concreto seja satisfatório é fundamental que a mistura dos componentes seja perfeita e homogênea. É vedado o carregamento da betoneira acima de sua capacidade ou a execução de operações que violem as recomendações do fabricante. A betoneira deverá ser limpa após cada período de produção de modo que o material que eventualmente ficou aderido não prejudique as futuras betonadas.

Os limites de precisão de pesagem dos materiais deverão obedecer aos valores indicados na tabela 2.5.

**TABELA 2.5 - PRECISÃO NA PESAGEM**

<b>Material</b>	<b>Limite de Precisão %</b>
Aglomerantes	2
Agregado miúdo	2
Agregado graúdo	2
Água	2
Aditivos	2

As balanças utilizadas deverão possuir mostradores com escala, permitindo ao operador acompanhar a pesagem do início ao fim. As balanças deverão ser aferidas antes do início das operações e, sempre que julgar necessário, a Fiscalização poderá exigir novas aferições.

A betoneira deverá estar operando enquanto estiver sendo descarregada. Caso o concreto seja produzido no local da obra, a melhor seqüência de introdução dos componentes deverá ser determinada no canteiro, devendo ser efetuados os ajustes necessários à fim de ser obtida a máxima eficiência. Recomenda-se, para betoneiras com capacidade igual ou menor que 0,73 m<sup>3</sup>, a introdução inicial dos agregados, seguidos do cimento e da água. Aditivos líquidos eventualmente usados deverão ser previamente misturados com parte da água de amassamento.

É vedada a utilização de óleos para limpeza de betoneiras para evitar eventual contaminação dos materiais.

O tempo de mistura da betoneira deverá ser adaptado de modo que se obtenha concreto o mais homogêneo possível.

Nas centrais de concreto deverão ser previstos estoques e silos perfeitamente separados para cada material componente.

Além disto, os materiais componentes deverão ser pesados separadamente, permitindo-se acúmulo apenas em balanças de agregados graúdos.

Como equipamento mínimo, as centrais deverão possuir, cada uma delas, dois dispositivos para medição rigorosa de aditivo. Caso sejam empregados aditivos fluidificantes, adicionados ao concreto no local de lançamento, a empreiteira deverá providenciar medidores (baldes ou frascos rígidos) para tanto. Neste último caso, sugere-se que, quando dos estudos de dosagem, seja verificado o efeito, nas propriedades do concreto endurecido, de redosagem do aditivo fluidificante. Ficará, entretanto, a critério da Fiscalização, com base em tais resultados, as decisões de permitir a prática de redosagem do aditivo fluidificante.

Caso existam dúvidas quanto à eficiência de misturador, a Fiscalização, a seu critério, poderá realizar ensaios de uniformidade do concreto, de acordo com o Anexo da ASSIM c-94.

## **I.3.5 PREPARO PARA LANÇAMENTO**

### **I.3.5.1 Generalidades**

O concreto só poderá ser lançado após terem sido aprovadas as formas, as armaduras, os embutidos e as superfícies sobre as quais será lançado. As concretagens deverão obedecer a esquemas previamente estabelecidos e aprovados pela Fiscalização; caso ocorram problemas que impossibilitem o início imediato de concretagem de estrutura já liberadas, tais como chuvas, interrupção de energia, etc., o concreto somente poderá ser lançado após nova liberação.

### **I.3.5.2 Lançamento Contra Solo e Rocha**

As fundações em terra, contra a qual será lançado o concreto, deverão ser compactadas, limpas e saturadas com água, porém isentas de água livre (poças).

As superfícies de rocha, onde o concreto será lançado, deverá ser limpa, isenta de água, lama, material solto e entulho e eventuais falhas deverão ser tratadas. As superfícies de rocha deverão ser mantidas molhadas previamente ao lançamento por, no mínimo, 24 horas antes do lançamento. Além disto, depressões e irregularidades das fundações rochosas deverão ser preenchidas com concreto ou argamassa, a critério da Fiscalização.

### **I.3.5.3 Lançamento Sobre Concreto de Regularização**

O concreto de regularização sobre o qual será lançado concreto estrutural deverá apresentar-se tal como as superfícies de rocha citadas em 2.5.2; adicionalmente, sua superfície não deverá ter sido “queimada” com cimento ou alisada.

### **I.3.5.4 Juntas de Construção**

As superfícies de juntas de construção deverão estar limpas, ásperas e na condição saturada seca antes do concreto fresco. Tal limpeza consistirá na remoção de nata, resíduos, manchas de óleo, material solto ou poroso e deverá ser executada por meio de raspagem, apicoamento, jateamento de água sob pressão ou qualquer método aprovado pela Fiscalização. A aplicação deste tratamento deverá ser feito de modo que se remova apenas a película de argamassa da superfície e não ocorra desbastamento excessivo ou remoção de grãos de agregado graúdo.

## **I.3.6 FORMAS**

### **I.3.6.1 Generalidades**

Todas as formas, independentes do material de que forem constituídas, deverão estar de acordo com as formas, linhas e dimensões das peças a serem concretadas.

As formas deverão ser projetadas de modo a suportar as cargas envolvidas e serem suficientemente rígidas de modo que as peças produzidas obedeçam às tolerâncias especificadas.

As formas deverão ser suficientemente estanques de modo a evitar perda de pasta ou argamassa. Deverão ser construídas de maneira tal que não provoquem danos, ao concreto, oriundos de:

- restrição à movimentação quando o concreto sofrer contração;
- operação de desforma, principalmente no caso de peças pré-fabricadas;

As formas deverão ser projetadas de modo a propiciar ao concreto o tipo de acabamento especificado.

A seleção do tipo de fôrma a ser usado ficará a critério da Empreiteira. Entretanto a aprovação final será da Fiscalização, após verificação de que as peças a serem produzidas atenderão aos padrões exigidos no projeto. Para isto amostras deverão ser produzidas, pela Empreiteira, para serem submetidas a apreciação da Fiscalização, em especial para pré-moldados.

Todos os andaimes necessários à montagem das formas, posicionamento de ferragens, lançamento do concreto, bem como adensamento por vibração deverão ser adequadamente dispostos e fornecer total segurança à mão-de-obra e a execução do trabalho.

### I.3.6.2 Materiais

#### I.3.6.2.1 Aço

As formas para peças pré-moldadas, onde o concreto será do tipo aparente, deverão ser de aço. Este deverá ser suficientemente espesso para suportar a carga de concreto e atender aos limites de tolerância especificados. Recomenda-se a utilização de um agente inibidor de ferrugem de modo a reduzir as possibilidades de manchas no concreto. Formas de aço galvanizado não são recomendadas devido à tendência do concreto de aderir as sua superfície e poder causar problemas na desforma.

#### I.3.6.2.2 Madeira e madeira compensada

Poderão ser utilizados desde que proporcionem ao concreto o tipo de acabamento especificado em projeto. Formas de madeira comum tendem a absorver em maior ou menor grau água do concreto ensejando a produção de peças com coloração diferente. Por isso as formas de madeira deverão ser revestidas com películas plásticas ou resinosas. Não será permitida a utilização de formas de madeira sobre as quais haja necessidade de aplicação de revestimento no canteiro, sob forma de pintura, para conferir-lhes impermeabilidade, exceto caso seja comprovado experimentalmente que a coloração do concreto e o tipo de acabamento não serão alterados.

#### I.3.6.2.3 Outros materiais

Poderão ser utilizados, ainda, plásticos, fibras ou outros materiais como formas ou como elementos para recessos, eventualmente necessários, desde que propiciem o acabamento desejado no projeto e sejam aprovados pela Fiscalização.

### I.3.6.3 Desmoldantes

Poderão ser utilizados agentes desmoldantes desde que, comprovadamente, propiciem ao concreto o acabamento especificado em projeto. A seleção do agente desmoldante deverá ser feita após a seleção dos tipos de formas a serem usados e deverá levar em consideração:

- compatibilidade entre o desmoldante e o material da fôrma e seu revestimento;
- possível interferência com algum tipo de aplicação de outro material de construção à superfície do concreto quando da fase de acabamento.;
- possíveis efeitos deletérios na durabilidade da superfície de concreto, principalmente caso impeçam a cura adequadas;
- descoloração e manchamento da superfície de concreto;
- o mesmo agente desmoldante deverá ser usado em todas as peças de concreto aparente, para que haja uniformidade de coloração.

É vedada a utilização de óleo queimado pois o mesmo acarreta aparecimento de manchas escuras irregulares na superfície do concreto.

É proibida a diluição do desmoldante no canteiro de obras a menos que este procedimento seja explicitamente indicado pelo fabricante do produto.

Não poderá ser utilizado desmoldante cujo tempo de vida útil tenha ultrapassado o indicado pelo fabricante. Todas as providências deverão ser tomadas para que o material não seja contaminado.

Deverão ser tomados todos os cuidados no sentido de aplicar corretamente o desmoldante pois o mesmo exerce marcante influência no estado final da superfície do concreto e, em especial, do concreto aparente.

### I.3.6.4 Acessórios de Formas

As formas deverão dispor de prendedores, tirantes e espaçadores, dimensionados e posicionados de forma a impedir qualquer alteração dimensional na espessura da peça e ou desalinhamento de armadura.

Os parafusos e ancoragens usados para fixação das formas, deverão ser projetados de tal forma que, ao serem removidas as formas, nenhuma peça metálica fique à profundidade inferior ao cobrimento mínimo de armadura especificado.

Os tirantes deverão ser removidos tão logo seja possível, após a desforma. As partes metálicas que tiverem tendência a oxidar deverão ser imediatamente removidas ou então protegidas adequadamente até remoção definitiva.

Os orifícios deixados pelos prendedores de formas na superfície do concreto deverão ser imediatamente reparados com argamassa seca (“dry-pack”) utilizando-se a mesma percentagem de cimento usado no concreto original, de modo a se obter uma coloração uniforme de peça. Outros produtos tais como resinas epóxi ou poliéster poderão ser utilizadas desde que previamente aprovados pela Fiscalização.

Caso seja utilizada argamassa seca, os orifícios deverão ser previamente molhados com água limpa e a seguir a superfície interna impregnada com calda de cimento.

#### **I.3.6.5 Desforma e Descimbramento**

A desforma e o descimbramento do concreto estrutural, aparente ou não, deverá seguir os prazos indicados pelo projeto estrutural ou, caso não haja indicação específica, as recomendações da NBR 6118. Além disso as formas somente poderão ser removidas quando o concreto atingir 75% da resistência característica de projeto.

As formas deverão ser removidas sem causar danos ou choques no concreto como suporte para alavancagem, inclusive durante a desforma.

Extremo cuidado deverá ser tomado durante as operações de desforma próxima a cantos por serem estes os pontos mais vulneráveis, principalmente às primeiras idades. Quaisquer danos causados às peças de concreto deverão ser reparados pela Empreiteira às suas expensas.

Superfícies adjacentes de concreto deverão ser desformadas à mesma idade de modo que mantenham coloração uniforme.

Para grandes vãos, caso não definida a sistemática para descimbramento, a Empreiteira deverá apresentar para aprovação da Fiscalização, um plano para descimbramento, específico por peça.

#### **I.3.7 ARMADURAS**

Deverão ser obedecidos os itens da NBR 6118 relativos à “Armadura” (da seção 10) exceto o que estiver indicado em contrário na presente especificação.

Todas as armaduras deverão, quando ao lançamento do concreto, estar livre de sujeira, ferrugem, óleo, graxa ou qualquer material que possa prejudicar a aderência do aço ao concreto. Durante as concretagens cuidados especiais deverão ser tomados para a remoção de concreto fresco aderido à ferrugem que ficará exposta, a fim de que não endureça sobre a mesma.

O tipo de aço será indicado nos desenhos e listas de materiais e deverá obedecer às especificações da ABNT pertinentes, inclusive no que se refere às suas características físicas e mecânicas:

- Barras e fios de aço destinados à Armadura para Concreto Armado (NBR 7480);

- Telas de aço soldadas para Armadura de Concreto Armado (NBR 7481);
- Barras de aços destinadas à Armadura Concreto Armado com Emendas Mecânicas ou com solda (NBR 8548);

A armadura de aço, depois de preparada, não deverá ser colocada em contato com terra ou lama.

Nenhuma barra de aço deverá ser dobrada depois de embutida no concreto, salvo se houver autorização expressa da Fiscalização.

Para concreto aparente, quando não indicado no projeto, a distância entre barras de armadura deverá ser o maior valor entre 50 mm, 1,25 vezes o diâmetro da barra ou 1,75 vezes a dimensão máxima do agregado. Para outros concretos deverão ser seguidas as orientações da norma NBR 6118, ou as indicações do projeto.

O cobrimento da armadura, em concreto aparente, quando não indicado no projeto, deverá ser o maior valor entre 40 mm, 1,25 vezes o diâmetro da barra ou 1,5 vezes a dimensão do agregado. Para outros concretos deverão ser seguidas as orientações da norma NBR 6118 ou as indicações do projeto.

Toda armadura deverá ser fixada no local indicado pelo projeto por meio de dispositivos adequados. Os espaçadores poderão ser de argamassa, plástico ou aço (de preferência inoxidável).

O controle de qualidade de aço para concreto armado deverá ser executado de acordo com os documentos pertinentes (da ABNT) acima citados.

### **I.3.8 TRANSPORTE DO CONCRETO**

O transporte de concreto, entre as centrais e os locais de lançamento, deverá ser feito no menor tempo possível de tal forma que sejam evitados segregação, perdas de material ou aumento excessivo de temperatura do concreto.

O tempo permitido entre a mistura do concreto e seu lançamento deverá ser de 45 minutos. Esse tempo poderá ser aumentado, caso a Fiscalização verifique que nenhum prejuízo ocorrerá na qualidade do concreto até o término do seu adensamento. Deverão também ser atendidas, quanto a esse aspecto, as prescrições constantes dos itens a seguir.

A Empreiteira deverá providenciar sinalização adequada para a identificação dos diferentes tipos de concreto durante seu transporte, quando necessário.

Antes do início de qualquer concretagem, a Empreiteira deverá determinar o número de veículos necessários ao transporte do concreto ou, eventualmente, o número de caçambas a serem utilizadas, para que o fluxo de concreto até o local de lançamento seja contínuo e uniforme.

O concreto poderá ser transportado dos caminhões-betoneira para as formas, utilizando-se calhas, correias transportadoras ou outros métodos, desde que não provoquem segregação do concreto aprovados pela Fiscalização.

A Empreiteira somente poderá utilizar calhas se previamente autorizada pela Fiscalização, devendo ser o lançamento executado de modo a evitar desagregação e perda de plasticidade do concreto. Caso sejam utilizadas, as calhas deverão apresentar declividade tal que permita o escoamento dos concretos de consistência compatível com as exigências de trabalhabilidade.

Na extremidade inferior da calha deverão ser instalados anteparos que permitam queda vertical do concreto sobre a superfície de lançamento, evitando-se assim a separação dos componentes da mistura.

O transporte do concreto por bombeamento, desde que aprovado pela fiscalização, deverá resultar em um concreto que atenda às condições requeridas nestas Especificações Técnicas, e às demais instruções dos Fabricantes dos equipamentos utilizados.

Os requisitos exigidos para o transporte de concreto por meio de caminhão betoneira são estabelecidos pela ASTM C-94. Além disto, o volume de concreto no tambor não poderá exceder a 80 % do volume total do mesmo.

Quanto às caçambas, a empreiteira deverá providenciar manutenção periódica das mesmas; ao final de cada turno de , as caçambas deverão ser lubrificadas e lavadas e antes do início de cada turno deverão ser umedecidas com água para não absorverem água do concreto, o que provocaria a perda de plasticidade do mesmo.

Poderão ser utilizadas correias transportadoras desde que seja evitada a segregação e a perda de plasticidade do concreto e que não ocorra perda de argamassa por aderência a correia. Sendo assim a Empreiteira deverá providenciar cobertura de correia para proteger o concreto da ação de sol, vento e chuva e raspador para evitar aderência de argamassa.

Tal como para os demais equipamentos e métodos construtivos, a Fiscalização deverá aprovar os métodos sugeridos para transporte de concreto.

### **I.3.9 LANÇAMENTO DO CONCRETO**

A Empreiteira deverá manter a Fiscalização permanentemente informada a respeito dos cronogramas de lançamento de concreto. Todos os esquemas de lançamento deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização.

Toda e qualquer concretagem somente poderá ser iniciada após a inspeção e liberação da Fiscalização, devendo prosseguir sempre com a presença de um seu representante autorizado. Esta exigência somente poderá ser revogada por decisão da própria Fiscalização, que comunicará claramente esta decisão à Empreiteira, por escrito.

Não será permitida qualquer adição de água durante o lançamento do concreto, com o intuito de torná-lo mais trabalhável.

Qualquer concreto que tenha endurecido a ponto de não mais ser possível a sua colocação deverá ser rejeitado. O concreto deverá ser descarregado o mais próximo possível de sua posição final; devendo-se evitar processos que o façam fluir lateralmente, o que poderá ocasionar segregação.

As superfícies a serem recobertas por concreto deverão ser sempre mantidas na condição de “saturada com superfície seca”.

### **I.3.10 ADENSAMENTO DO CONCRETO**

O concreto deverá ser adensado até a densidade máxima julgada apropriada, sem a ocorrência de vazios entre os agregados graúdos ou de bolsas de ar. O concreto deverá moldar-se, sem segregação, às superfícies, arestas e ângulos das formas em torno das barras de armadura e das peças embutidas.

O adensamento do concreto deverá ser obtido através do uso de vibradores do tipo imersão, com acionamento elétrico ou pneumático. Os vibradores deverão estar disponíveis na obra em número e potência compatíveis com as características dos concretos, principalmente quanto é consistência, diâmetro máximo e teor de argamassa.

Agregados graúdos salientes na superfície da camada deverão ser deslocados por vibração para o interior da massa de concreto, durante as operações iniciais de vibração. Os vibradores não poderão ser utilizados para o transporte ou deslocamento lateral do concreto dentro das formas, exceto quando especificamente aprovado pela Fiscalização.

Antes do início de qualquer lançamento, os vibradores e as mangueiras necessárias às operações de adensamento deverão ser inspecionados; a cada chamada o vibrador deverá trabalhar em posição próxima a vertical, penetrando profundamente, a curtos intervalos, na parte superior da camada ao longo das áreas de contato com camadas adjacentes ou subjacentes. A concretagem de um lance só poderá ser iniciada quando o concreto do lance anteriormente lançado estiver totalmente vibrado.

Deverão ser evitados contatos dos vibradores com as faces das formas, barras de armadura e peças embutidas e vibrações excessivas que causem segregação e surgimento de nata ou de quantidades excessivas de água, na superfície do concreto.

Quando forem utilizados vibradores acionados a ar comprimido, a Empreiteira deverá garantir a manutenção constante da pressão de ar, na alimentação dos vibradores, dentro dos valores nominais especificados pelos seus fabricantes.

Os vibradores dotados de tubos vibratórios com diâmetros iguais ou superiores a 10 cm deverão ser operados, quando imersos no concreto, numa rotação mínima de 6.000 rpm. No caso de diâmetros inferiores a 10 cm tal rotação mínima deverá ser de 7.000 rpm.

O emprego dos vibradores de fôrma e de superfície estará sujeito à prévia aprovação pela Fiscalização. Os vibradores de fôrma deverão ser firmemente presos às mesmas e operar a rotação mínima de 8.000 rpm.

A Fiscalização poderá exigir da Empreiteira a revibração do concreto nos locais em que julgar necessário.

### **I.3.11 CURA**

Todo concreto deverá ser curado, pelos prazos a seguir especificados, com água ou outro método aprovado pela Fiscalização, de modo a garantir a conservação da umidade interna do concreto, até que o processo de hidratação do cimento tenha sido inteiramente completado.

A cura com água deverá começar tão logo o concreto tenha endurecido suficientemente para impedir danos á superfície, devendo continuar pelo menos 14 dias ou até que o concreto seja coberto por outro concreto ou aterro.

O concreto deverá ser mantido úmido mediante a sua a cobertura com material saturado de água, tal como areia ou aniagem úmida, ou por um sistema de tubos perfurados, borrifadores mecânicos “piscina” ou por qualquer outro método aprovado pela Fiscalização.

Reparos em superfícies expostas deverão ser curados por, no mínimo 14 dias, com aniagem molhada, mas sem que haja excesso de água capaz de manchar o acabamento de concreto aparente.

Pequenos reparos e enchimentos de furos de barras de fixação em paredes deverão ser curados durante pelo menos 7 dias, por meio de emprego de fita adesiva ou cobertura similar, aprovada pela Fiscalização.

Recomenda-se que, durante as concretagens, em especial de grandes superfícies expostas, o ambiente seja mantido saturado de umidade através do emprego “fog-spray”, principalmente em época de baixa umidade relativa do ar.

Ao critério da Fiscalização poderão ser empregados compostos de cura comerciais, desde que demonstrada sua eficiência pela Empreiteira.

### **I.3.12 ACABAMENTO**

Em princípio, o acabamento da superfície de concreto será feito com material ainda no estado plástico ou então através de cuidadoso preparo das superfícies das formas que ficarão em contato com o concreto que terá sua superfície aparente.

Os tipos de acabamento previstos e os lados são:

a) Superfície sem formas

- Tipo 1:
  - Simples nivelamento, evitando grandes protuberâncias ou caimentos.
- Tipo 2:
  - Sarrafeamento.

- Tipo 3:
  - Desempeno, iniciado logo após o sarrafeamento.

As superfícies sarrafeadas ou desempenadas poderão apresentar uma irregularidade gradual máxima de 6 mm, medida com gabarito metálico de 1,5m de comprimento.

b) Superfície com formas

- Tipo 4:
  - Superfícies contra as quais deva ser colocado aterro ou concreto; não requerem tratamento após a remoção das formas, exceto o reparo do concreto defeituoso; somente deverão ser corrigidas irregularidades que excedam a 30 mm.
- Tipo 5:
  - Superfície com formas, não recobertas por nenhum material; as irregularidades superficiais abruptas não poderão exceder a 6 mm e as graduais a 10 mm.
- Tipo 6:
  - Superfície com formas, destinadas ao concreto aparente: as irregularidades graduais de superfície deverão ser inferiores a 6 mm; e as abruptas deverão ser transformadas em graduais.

### **I.3.13 TOLERÂNCIAS**

#### **I.3.13.1 Generalidades**

As tolerâncias indicadas a seguir são de ordem geral e não abrangem todas as situações das estruturas, podendo ser apresentadas nos desenhos tolerâncias para itens específicos. Quando não indicado de outra forma nos desenhos ou documentos de projeto, as tolerâncias deverão ser especificadas a seguir.

#### **I.3.13.2 Concreto Moldado no Local**

##### **I.3.13.2.1 Aplicáveis somente às dimensões do concreto e locações**

- Variação de prumo (máxima permitida);
- Nas linhas e superfícies de pilares, paredes, muros:
  - em quaisquer 3 metros: 6mm
  - máximo, para altura total da estrutura: 25mm

- Em cantos expostos de pilares, ranhuras em juntas de construção e outras linhas:
  - em quaisquer 6 metros: 6mm
  - máximo, para a altura total da estrutura: 12mm
- Variação de nível em relação às cotas especificadas nos documentos de projeto;
- Em lajes e tetos, medidas antes da remoção do escoramento:
  - em quaisquer 3 metros: +- 6mm
  - em quaisquer 6 metros: +- 10mm
  - máximo para o comprimento total da estrutura: +- 20mm
- Em ranhuras horizontais, parapeitos, soleiras:
  - em quaisquer 6 metros +- 6mm
  - máximo para comprimento total da estrutura: +- 12mm
- Em lajes em nível (pontos de controles):
  - em qualquer compartimento até 3 metros: +- 10mm
  - máximo para o comprimento total da estrutura: +- 20mm
- Variações dos alinhamentos em relação ao projeto, em planta e em posições relativas de pilares, paredes e divisórias:
  - em qualquer compartimento: +- 12mm
  - em quaisquer 6 metros, no comprimento: +- 12mm
  - máximo para a estrutura: +- 25mm
- Dimensões de recessos no piso e aberturas em paredes:
  - locação dos eixos ou linhas de centro: +- 12mm
- Variação nas dimensões de seções de pilares, vigas, paredes e espessuras de lajes (incluindo elementos construídos com formas deslizantes):
  - redução máxima: 6mm
  - aumento máximo: 15mm
- Sapatas:

- Variação das dimensões horizontais em planta:
  - com formas : +- 12mm + 50mm
  - em escavação, sem formas: + 100mm
- Desalinhamento ou excentricidade:
  - 2% da largura da sapata na direção do desalinhamento, porém menor que 50mm
- Espessura:
  - redução na espessura especificada máxima 5%;
  - aumento na espessura especificada sem limite.
- Variações onde será assentada alvenaria:
  - alinhamento em 3 metros: +- 6mm
  - alinhamento máximo para todo o comprimento: +- 15mm
  - cota, em 3 metros: +- 6mm
  - Cotas em outros casos: +- 12mm

#### I.3.13.2.2 Aplicáveis elementos pré-moldados, não protendidos

- Comprimento do elemento:
  - em quaisquer 3 metros de comprimento: +- 3mm
  - máximo para o comprimento total: +- 20mm
- Desvio do alinhamento
  - em quaisquer 3 metros de comprimento: +- 3mm
  - máximo para o comprimento total: +- 20mm
- Flecha (desvio em relação ao especificados):
  - para cada 3 metros de vão: +- 3mm
  - no total, nunca superior, a +- 12mm
- Diferença das flechas entre unidades
- Adjacentes já na posição final:
  - para cada 3 metros de vão: +- 3mm
  - no total, nunca superior, a +- 12mm

### I.3.13.2.3 Aplicáveis a painéis pré-moldados

- Quando da concretagem
- Altura e largura dos painéis:
  - até 3 metros: +- 3mm
  - de 3 a 6 metros: + 3mm / -5 mm
  - de 6 a 9 metros: +- 3mm / -6 mm
  - a cada 3 metros adicionais, a partir de 9 metros: +- 2m
  - Espessura: + 6mm - 3mm
- Aberturas no painel:
  - dimensões de abertura: +- 6mm
  - locação do eixo da abertura: +- 6mm
- Posicionamento de embutidos:
  - parafusos, cavilhas, luvas, etc. +- 10mm
  - filetes finos, nas bordas dos painéis +- 6mm
  - filetes para gaxetas +- 3mm
  - ranhura para filetes +- 2mm
  - saídas para elementos de eletricidade ou hidráulica +- 13mm
- Após a concretagem:
  - Curvatura e torção, em dimensão específica do painel:
  - sem suporte intermediário 1/240
  - com suporte intermediário 1/360
- Montagem:
- Distância entre painéis ou abertura de junta entre faces:
  - painéis com dimensão (perpendicular à junta)
  - de até 3 metros +- 5mm
  - painéis com dimensão perpendicular à junta)
  - entre 3 e 6 metros + 5mm - 6mm



#### I.3.14.3 Reparos com Concreto

Este processo será utilizado quando a área de reparo possuir profundidade mínima de 10cm ou quando o defeito se prolongar inteiramente através de uma parede de muro. A área mínima para esse tipo de reparo, em concreto estrutural, é da ordem de 15 x 15 cm desde que sua profundidade ultrapasse a armadura.

As barras da armadura não poderão ficar parcialmente embutidas no concreto antigo, devendo haver uma limpeza de, no mínimo 2,5 cm ao redor de cada barra exposta.

O reparo com concreto somente poderá ser iniciado após a obtenção das condições adequadas de limpeza e quando a superfície estiver na condição “saturada com superfície seca”.

#### I.3.14.4 Reparos com Argamassa

O reparo com argamassas deverá ser adotado em áreas largas demais para o enchimento seco e rasas demais para o reparo com concreto. À critério da Fiscalização poderá ser utilizado em locais não sujeitos a contato com água ou elementos agressivos.

Todos os locais a serem reparados deverão ser rebaixados até uma profundidade mínima de 2,5 cm.

#### I.3.14.5 Trincas e Fissuras

O tratamento das trincas ou fissuras somente será necessário nas estruturas para as quais se exige maior impermeabilidade ou que ficarão em contato com elementos agressivos ou, ainda, quando a critério da Fiscalização ou do Projetista, possam vir a afetar a estética ou estabilidade da estrutura.

O tratamento da trinca ou fissura consistirá inicialmente em proceder-se a furos feitos com brocas ao longo da trinca, espaçados de 30 a 40 cm, e executados até uma profundidade de 5 a 6 cm. A seguir, cobre-se toda a trinca com um material adesivo, tornando-se a precaução de deixar tubos em cada orifício, destinados a facilitar a injeção com material selante.

Caso seja necessário, o restabelecimento da monoliticidade da peça no local da trinca, o material selante deve ser necessariamente rígido.

### **I.3.15 EMBUTIDOS**

Os elementos metálicos embutidos deverão ser locados nos seus correspondentes e exatos lugares e fixados para evitar deformação ou distorção durante a montagem, e até que o concreto tenha atingido resistência adequada. É vedada a inserção de embutidos no concreto plástico, após a concretagem.

Sempre que possível, deverão ser empregados dispositivos metálicos de ancoragem. Não serão permitidos tampões de madeira para fixação.

Antes da concretagem, todas as peças embutidas incluindo os eletrodutos e as tubulações hidráulicas deverão estar completamente limpas, livres de graxas, tintas ou outros materiais estranhos e assim serão mantidos até ficarem totalmente embutidos no concreto.

Quaisquer trincas ou outros danos causados aos embutidos e seus acessórios, por culpa da Empreiteira, serão reparados pela mesma sem qualquer ônus para a Contratante.

A empreiteira deverá ranhurar, cortar, dividir e furar as peças metálicas, onde se fizer necessário, de forma o seu ajuste e conforme determinado pela Fiscalização ou pela Projetista.

A Empreiteira só poderá iniciar a concretagem após liberação, pela Fiscalização, dos embutidos.

Na eventualidade de uma obstrução parcial ou total da tubulação embutida, esta deverá ser desobstruída ou substituída de maneira que satisfaça a Fiscalização. As extremidades abertas das tubulações deverão ser tamponadas ou protegidas adequadamente. A tubulação e as conexões a serem embutidas no concreto não deverão ser pintadas, a menos que seja indicado de outra forma.

Cada sistema de tubulação hidráulica embutida deverá ser limpo internamente e ensaiado sob pressão, de acordo com os desenhos ou conforme determinados pela Fiscalização, sempre antes da concretagem.

Antes da sua instalação, os eletrodutos deverão ser inspecionados, devendo ficar livres de qualquer obstrução, e serão limpos e secos por meio de mandril, de uma escova de arame circular (de tamanho adequado para o eletroduto) e de pano seco.

Onde os eletrodutos atravessarem juntas de dilatação ou contração, deverão ser instaladas conexões adequadas.

## **I.4. EXECUÇÃO DE PROTEÇÃO VEGETAL**

### **I.4.1 GENERALIDADES**

A proteção vegetal superficial consiste na implantação de grama em placas armadas ou não, com o fim de preservar as áreas expostas do talude de aterro dando-lhes condições de resistência à erosão superficial, bem como proporcionar aos usuários um ambiente mais agradável, no sentido de garantir maior segurança e conservar, tanto quanto possível, as características da paisagem natural.

### **I.4.2 TIPOS USUAIS DE PROTEÇÃO**

#### **I.4.2.1 Leivas**

Consistem em placas de grama já desenvolvidas e que são transportadas para plantio no local desejado. Devem ser utilizadas quando há facilidade de aquisição, proximidade do canteiro de serviço e em cobertura de materiais friáveis, não consolidados.

#### **I.4.2.2 Mudas**

São mais indicadas para serem utilizadas no caso de terrenos planos ou de pouca declividade, pela demora do crescimento e portanto de sua ação.

### **I.4.3 MATERIAIS**

#### **I.4.3.1 Solo Vegetal**

Para o bom desenvolvimento vegetal há necessidade de se espalhar, sobre o terreno a proteger, uma camada de pelo menos 10 cm de solo vegetal.

#### **I.4.3.2 Adubos e Corretivos**

A utilização de adubos e corretivos só deverá ser feita após a análise química do solo do talude a ser protegido e da camada de solo vegetal utilizada, acompanhada sempre do parecer de um especialista.

#### **I.4.3.3 Materiais de cobertura**

No caso de mudas, poderá haver necessidade de se protegê-las quando estas ainda estiverem em fase de germinação. Essa proteção poderá ser feita através de capim ou sapé, como cobertura, além da sinalização de alerta correspondente.

No caso de leivas a fixação poderá ser feita através de ripas de madeira ou bambu, grampos de ferro, estacas de madeira, etc.

### **I.4.4 EQUIPAMENTOS**

Além dos utensílios comuns utilizados em horticultura (pá, enxada, carrinho de mão, ancinho, cavadeira, enxadão, soquetes de madeira ou ferro, regadores, trado, foice, garfo, etc.), deverá a executante dispor dos seguintes equipamentos:

- trator de esteira ou de pneu, com lâmina
- caminhão basculante
- pá carregadeira
- dispositivo para rega
- máquina para extração de leivas
- semeador de grama

## **I.4.5 EXECUÇÃO**

### **I.4.5.1 Plantio de Leivas (Enleivamento)**

A execução dos serviços deverá obedecer às seguintes etapas

#### **I.4.5.1.1 Preparo do solo**

- revolvimento e/ ou escarificação do solo
- nivelamento do terreno no greide e seção transversal
- execução da drenagem superficial da área
- colocação da camada de solo vegetal
- incorporação de adubação química e orgânica

#### **I.4.5.1.2 Poda, arranca, carga, descarga e transporte das leivas**

#### **I.4.5.1.3 Plantio**

Deverão ser utilizadas leivas de gramíneas de baixo porte, de sistema radicular profundo e abundante, comprovadamente testadas, podadas rente ao solo antes da extração, de preferência nativas da região.

As leivas deverão ter dimensões uniformes, quer sejam extraídas por processo manual quer mecânico.

Nas áreas inclinadas, as leivas serão fixadas por estacas de madeira, após cobertura com uma camada de terra, para preenchimento dos vazios, devidamente compactada com soquete de madeira ou de ferro.

#### **I.4.5.1.4 Irrigação**

A irrigação será feita, quando houver necessidade, com equipamento apropriado para alcançar grandes alturas, não se admitindo a adoção de métodos impróprios que possam comprometer a estabilidade dos maciços, e processando-se à medida que as leivas forem implantadas.

#### I.4.5.2 Plantio de Mudas

##### I.4.5.2.1 Preparo do solo

Mesma seqüência do item 10.5.1.1

##### I.4.5.2.2 Poda, arranca, descarga e transporte de grama em forma de leivas

##### I.4.5.2.3 Transformação de leivas em mudas

As leivas serão transformadas em mudas no local de serviço e plantadas à razão de 100 por metro quadrado.

O solo resultante da transformação das leivas em mudas será lançado sobre a área plantada.

##### I.4.5.2.4 Irrigação

O mesmo procedimento do item 10.5.1.4

#### **I.4.6 ACEITAÇÃO E CONTROLE DE EXECUÇÃO**

Os serviços serão aceitos pela Fiscalização quando, vencidos os prazos de manutenção estabelecidos, as plantas apresentarem perfeito estado de vigor e sanidade.

O controle de execução dos serviços será feito pela Fiscalização, que exigirá a correta aplicação destas especificações.

## **I.5. ENROCAMENTO**

### **I.5.1 OBJETIVO**

A presente Especificação tem por objetivo estabelecer as condições técnicas de acordo com as quais, juntamente com os desenhos de projeto e as instruções de campo da FISCALIZAÇÃO/SUPERVISÃO, deverão ser conduzidos os serviços de enrocamento.

### **I.5.2 APLICAÇÃO**

O enrocamento pode ser executado de duas formas, sendo a primeira em pedra arrumada e a segunda forma em pedra lançada. O enrocamento é constituído de pedra britada/marroada<sup>1</sup>.

A arrumação das pedras pode ser executada por meio de equipamento mecânico ou manualmente (a depender do tamanho dos blocos a serem arrumados), deve-se atenção especial para as questões de segurança e estabilidade nos serviços de lançamento e posicionamento das pedras que compõe o enrocamento.

A arrumação das pedras deve ser executada de modo que as faces visíveis do enrocamento fiquem o mais uniforme possível, sem depressões ou saliências maiores que a metade da maior dimensão.

---

<sup>1</sup> pedra grande, dimensão acima de 10 cm, obtida por britagem ou através de marroadas (marretadas). Pedra marroada significa pedra produzida pelo marrão (como era produzida antigamente).

### I.5.3 MATERIAL

A pedra britada/marroada<sup>1</sup> utilizada no enrocamento deve ser dura, proveniente de rocha sã e com diâmetros e granulometria conforme definidos na tabela a seguir:

- Enrocamento  $D_{50} = 650\text{mm}$  Erro! Indicador não definido.;

Porcentagem que passa (%)	Diâmetro (mm)	Massa (Kg)
100	975	1300
80	758	650
50	650	379
20	379	87

Não é admitido o uso de materiais em estado de decomposição ou proveniente de capa de Pedreira.

A aplicação do enrocamento deve ser realizada após os serviços de movimento de terra conforme a geometria do projeto.

Nas estruturas de proteção e dissipação de energia em cascata o enrocamento deve ser executado como pedra arrumada, sendo que as pedras de maiores diâmetros devem ficar situadas no eixo da crista desta estrutura.

### I.5.4 CONTROLE

O controle da execução dos enrocamentos envolve a verificação em campo do assentamento, dimensões, condições de preenchimento e estabilidade.