

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS HIDRÁULICAS - SOHIDRA

ESTUDOS DE APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA  
BACIA DOS RIACHOS MALCOZINHADOS E CAPONGA,  
NOS MUNICÍPIOS DE CASCAVEL, PINDORETAMA E  
PACAJUS - CE

**TOMO III RELATÓRIO BÁSICO DA BARRAGEM**  
**VOLUME 2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E ORÇAMENTO**

**KL** Serviços e Engenharia Ltda

**FORTALEZA**  
**NOVEMBRO DE 1996**



GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS HIDRÁULICAS - SOHIDRA**

**ESTUDO DE APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA**  
**DA BACIA DOS RIACHOS MALCOZINHADO**  
**E CAPONGA, NOS MUNICÍPIOS DE CASCAVEL,**  
**PINDORETAMA E PACAJUS - CE**

**TOMO III - PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM**  
**VOLUME 2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E ORÇAMENTO**

Lote: 01378 - Prep (☒) Scan (☒) Index ( )  
Projeto Nº 2100-1-1000  
Volume 2  
Qtd. A4 1129 Qtd. A3 \_\_\_\_\_  
Qtd. A2 \_\_\_\_\_ Qtd. A1 \_\_\_\_\_  
Qtd. A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

R. I. - SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA

AV. PIAUI, 100 - JARDIM ALVAREZ - FORTALEZA - CE  
CEP. 60.000-000

FORTALEZA  
NOVEMBRO / 96





**ÍNDICE**



## ÍNDICE

<b>1 - APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 - ESCAVAÇÕES .....</b>	<b>12</b>
2 1 - OBJETIVO . . . . .	12
2 2 - DEFINIÇÕES . . . . .	12
<b>2.2.1 - Desmatamento .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2 - Limpeza .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.3 - Escavação Comum ou Escavação em Solo .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.4 - Escarificação .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.5 - Escavação em Rocha, a Fogo .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.6 - Escavação Fora dos Limites Definidos nos Desenhos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.7 - Escavação em Falhas e Fendas .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.8 - Ré-Escavação de Pilhas de Estoque de Solo, Rocha Decomposta. ....</b>	<b>14</b>
2 3 - OBRIGAÇÕES DO EMPREITEIRO . . . . .	14
2 4 - PLANO DE ESCAVAÇÃO. . . . .	14
2 5 - SUPERESCAVAÇÃO E SUBESCAVAÇÃO . . . . .	15
2 6 - DESMATAMENTO E LIMPEZA . . . . .	15
<b>2.6.1 - Generalidades .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6.2 - Desmonte Hidráulico .....</b>	<b>16</b>
2 7 - MÉTODOS DE ESCAVAÇÃO . . . . .	16
2 8 - ESCAVAÇÕES EM ROCHA DECOMPOSTA . . . . .	17
<b>2.8.1 - Generalidades .....</b>	<b>17</b>
<b>2.8.2 - Escavação para Fundações da Ampliação do Maciço e Bacia de Dissipação .....</b>	<b>17</b>
<b>2.8.3 - Exploração de Áreas de Empréstimo .....</b>	<b>18</b>
<b>2.8.4 - Escavações em Fendas, Falhas e Trincheiras .....</b>	<b>18</b>
2 9 - ESCAVAÇÕES EM ROCHA SÃ, A FOGO, A CÉU ABERTO . . . . .	18
<b>2.9.1 - Generalidades .....</b>	<b>18</b>
<b>2.9.2 - Plano de Fogo .....</b>	<b>18</b>
<b>2.9.3 - Pré-Fissuramento e Fogo Cuidadoso .....</b>	<b>19</b>



2.9.4 - Proteção das Superfícies de Escavação .....	20
2.9.5 - Escavações Obrigatórias de Projeto .....	20
2.9.6 - Desmonte Próximo a Estruturas de Concreto .....	22
2.9.7 - Exploração de Pedreiras.....	23
2 10 - ESCORAMENTOS . . . . .	23
<b>3.0 - PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL DAS FUNDAÇÕES .....</b>	<b>25</b>
3.1 - OBJETIVO. ....	25
3.2 - PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL. . . . .	25
3 3 - TRATAMENTOS A SEREM APLICADOS NOS TALUDES EM ROCHA . . . . .	26
<b>4 - INJEÇÕES .....</b>	<b>28</b>
4 1 - INTRODUÇÃO . . . . .	28
4 2 - DEFINIÇÕES BÁSICAS . . . . .	28
4 3 - PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS GERAIS . . . . .	31
<b>4.3.1 - Generalidades.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3.2 - Perfuração.....</b>	<b>32</b>
4 3 2 1 - Equipamentos . . . . .	32
4 3 2 2 - Execução . . . . .	33
<b>4.3.3 - Lavagem.....</b>	<b>34</b>
4 3 3 1 - Equipamento . . . . .	34
4 3 3 2 - Execução . . . . .	35
<b>4.3.4 - Ensaio de Perda D'Água .....</b>	<b>35</b>
4.3 4 1 - Equipamento . . . . .	35
4 3 4 2 - Execução . . . . .	37
<b>4.3.5 - Injeção .....</b>	<b>38</b>
4 3 5 1 - Equipamento . . . . .	38
4.3 5 2 - Execução . . . . .	40
<b>4.3.6 - Procedimentos Finais .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3.7 - Recuperação dos Drenos da Fundação do Maciço.....</b>	<b>41</b>
4 4 - MATERIAIS DE INJEÇÃO . . . . .	42
<b>4.4.1 - Características Individuais e Forma de Armazenamento .....</b>	<b>42</b>
<b>4.4.2 - Dosagem das Caldas e Argamassas .....</b>	<b>44</b>
4 5 - CRITÉRIOS E METODOLOGIA DE TRATAMENTO. . . . .	45
<b>4.5.1 - Generalidades.....</b>	<b>45</b>



4.5.2 - Injeções de Consolidação .....	46
4.5.3 - Injeções de Contato .....	47
4.5.4 - Injeções de Impermeabilização .....	47
4 6 - CONTROLE DE QUALIDADE . . . . .	48
4.6.1 - Perfuração .....	49
4.6.2 - Caldas e Argamassas .....	49
4 7 - REGISTRO DOS SERVIÇOS . . . . .	49
4.7.1 - Perfuração .....	50
4.7.2 - Lavagem .....	50
4.7.3 - Ensaios de Perda D'Água .....	50
4.7.4 - Injeção .....	50
4.7.5 - Furos Executados com Equipamento Rotativo .....	50
5 - CONCRETOS .....	52
5 1 - OBJETIVOS . . . . .	52
5.2 - ATRIBUIÇÕES. . . . .	52
5.2.1 - Da Fiscalização .....	52
5.2.2 - Do Empreiteiro .....	54
5.2.3 - Da Projetista .....	54
5 3 - COMPOSIÇÃO DO CONCRETO . . . . .	55
5.3.1 - Generalidades .....	55
5.3.2 - Consistência do Concreto .....	55
5.3.3 - Classificação dos Concretos .....	56
5 4 - MATERIAIS . . . . .	57
5.4.1 - Generalidades .....	57
5.4.2 - Cimento .....	58
5 4 2 1 - Fornecimento de Cimento . . . . .	58
5.4 2.2 - Inspeção do Cimento . . . . .	58
5 4 2 3 - Transporte do Cimento . . . . .	58
5.4 2 4 - Armazenagem . . . . .	58
5 4 2 5 - Temperatura do Cimento . . . . .	59
5.4.3 - Pozolona .....	59
5 4 3 1 - Fornecimento . . . . .	60
5 4 3.2 - Exigências dos Ensaios . . . . .	60
5 4.3 3 - Transporte e Armazenagem da Pozolona . . . . .	60



5.4 3.4 - Critérios de Rejeição . . . . .	60
<b>5.4.4 - Aditivos .....</b>	<b>60</b>
5 4 4.1 - Aditivo Incorporador de Ar . . . . .	61
5 4 4 2 - Aditivo Retardador de Pega . . . . .	65
5 4 4 3 - Aditivo Redutor de Água . . . . .	67
<b>5.4.5 - Água de Amassamento, Cura e Lavagem .....</b>	<b>69</b>
<b>5.4.6 - Fontes de Agregados.....</b>	<b>69</b>
<b>5.4.7 - Agregado Miúdo .....</b>	<b>70</b>
5.4.7 1 - Granulometria . . . . .	70
5.4 7 2 - Amostragem e Ensaio . . . . .	71
5 4.7.3 - Critérios de Rejeição . . . . .	71
<b>5.4.8 - Agregado Graúdo .....</b>	<b>71</b>
5.4 8 1 - Produção do Agregado . . . . .	72
5 4 8 2 - Empilhamento do Agregado . . . . .	72
5.4.8 3 - Amostragem e Ensaio . . . . .	72
5 4.8.4 - Granulometria . . . . .	73
5 4.8.5 - Diâmetro Máximo do Agregado. . . . .	74
5 4.8.6 - Controle de Umidade . . . . .	75
5 4 8 7 - Critérios de Rejeição . . . . .	75
<b>5 5 - DOSAGEM E MISTURA DO CONCRETO . . . . .</b>	<b>75</b>
<b>5.5.1 - Central de Concreto .....</b>	<b>75</b>
<b>5.5.2 - Controle.....</b>	<b>76</b>
<b>5.5.3 - Consistência do Concreto .....</b>	<b>77</b>
<b>5.5.4 - Mistura.....</b>	<b>77</b>
<b>5.6 - ALTURAS DAS CAMADAS - INTERVALO DE LANÇAMENTO . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>5 7 - TRANSPORTE . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>5 8 - PREPARAÇÃO PARA O LANÇAMENTO . . . . .</b>	<b>79</b>
<b>5.8.1 - Geral .....</b>	<b>79</b>
<b>5.8.2 - Superfícies de Fundação .....</b>	<b>79</b>
<b>5.8.3 - Superfícies das Juntas de Construção de Contração .....</b>	<b>80</b>
<b>5.9 - LANÇAMENTO DO CONCRETO . . . . .</b>	<b>81</b>
<b>5 10 - ADENSAMENTO . . . . .</b>	<b>84</b>
<b>5.11 - CURA E PROTEÇÃO . . . . .</b>	<b>85</b>
<b>5.11.1 - Geral .....</b>	<b>85</b>



<b>5.11.2 - Cura com água.....</b>	<b>85</b>
<b>5.11.3 - Cura com Membrana .....</b>	<b>86</b>
<b>5 12 - FÔRMAS, SUPERFÍCIES ENFORMADAS, ACABAMENTOS ESPECIAIS E TOLERÂNCIAS DE CONSTRUÇÃO . . . .</b>	<b>86</b>
<b>5.12.1 - Fôrmas.....</b>	<b>86</b>
5.12.1.1 - Geral . . . . .	86
5.12.1.2 - Fôrmas para Superfícies Curvas Designadas para Acabamento F4 . . . . .	87
5.12.1.3 - Tirantes . . . . .	88
5.12.1.4 - Limpeza e Untamento das Fôrmas . . . . .	88
5.12.1.5 - Remoção das Fôrmas . . . . .	88
<b>5.12.2 - Superfícies Enformadas e Não-Enformadas .....</b>	<b>89</b>
5.12.2.1 - Geral . . . . .	89
5.12.2.2 - Irregularidades nas Superfícies . . . . .	90
5.12.2.3 - Superfícies Enformadas com Acabamento F1 . . . . .	90
5.12.2.4 - Superfícies Enformadas com Acabamento F2 . . . . .	91
5.12.2.5 - Superfícies Enformadas com Acabamento F3 . . . . .	91
5.12.2.6 - Superfícies Enformadas com Acabamento F4 . . . . .	91
5.12.2.7 - Superfícies Não-enformadas com Acabamento U1 . . . . .	92
5.12.2.8 - Superfícies Não enformadas com Acabamento U2. . . . .	92
5.12.2.9 - Superfícies Não-enformadas com Acabamento U3 . . . . .	93
<b>5.12.3 - Tolerâncias de Construção .....</b>	<b>93</b>
<b>5 13 - JUNTAS, RANHURAS E ARESTAS DE CONCRETO. . . . .</b>	<b>96</b>
<b>5.13.1 - Juntas de Construção.....</b>	<b>96</b>
<b>5.13.2 - Juntas de Contração .....</b>	<b>97</b>
<b>5.13.3 - Juntas de Expansão e Juntas Abertas .....</b>	<b>97</b>
<b>5.13.4 - Ranhuras Trabalhadas, Arestas e Juntas Falsas .....</b>	<b>98</b>
<b>5 14 - REPAROS DE CONCRETO . . . . .</b>	<b>98</b>
<b>5 15 - CALDAS DE CIMENTO E/OU AGLUTINANTES COM RESINA EPÓXI.....</b>	<b>99</b>
<b>5 16 - DISPOSITIVOS DE VEDAÇÃO . . . . .</b>	<b>101</b>
<b>5.16.1 - Dispositivos não Metálicos .....</b>	<b>101</b>
5.16.1.1 - Geral . . . . .	101
5.16.1.2 - Material . . . . .	102
5.16.1.3 - Emendas . . . . .	102



5.16.1 4 - Instalação . . . . .	103
<b>5.16.2 - Dispositivos Metálicos.....</b>	<b>103</b>
<b>5 17 - CONCRETOS ESPECIAIS . . . . .</b>	<b>104</b>
<b>5.17.1 - Concreto Projetado .....</b>	<b>104</b>
5 17 1 1 - Generalidades. . . . .	104
5 17.1.2 - Composição . . . . .	104
5 17 1 3 - Equipamento . . . . .	105
5 17 1 4 - Lançamento . . . . .	105
5 17 1.5 - Proteção, Cura e Reparo . . . . .	107
5.17.1 6 - Controle da Resistência . . . . .	107
<b>5.17.2 - Concreto de Enchimento ou Regularização.....</b>	<b>107</b>
<b>5 18 - ARMADURA E BARRAS DE ANCORAREM . . . . .</b>	<b>108</b>
<b>5.18.1 - Material .....</b>	<b>108</b>
<b>5.18.2 - Corte e Dobramento .....</b>	<b>108</b>
<b>5.18.3 - Limpeza das Armaduras .....</b>	<b>108</b>
<b>5.18.4 - Montagem das Armaduras.....</b>	<b>109</b>
<b>5.18.5 - Tolerância na Colocação .....</b>	<b>109</b>
<b>5.18.6 - Proteção Provisória das Barras .....</b>	<b>109</b>
<b>5.18.7 - Inspeção e Armazenamento .....</b>	<b>109</b>
<b>5.18.8 - Concreto de Enchimento ou Regularização.....</b>	<b>110</b>
<b>5.18.9 - Concreto Poroso .....</b>	<b>110</b>
<b>6 - PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS .....</b>	<b>111</b>



## 1 - APRESENTAÇÃO



## **1 - APRESENTAÇÃO**

O presente volume, ora apresentado, trata das Especificações Técnicas para execução das obras da Barragem Malcozinhado, localizada no Município de Cascavel do Ceará. Tais especificações, referem-se aos Serviços de Escavações; ao Preparo e Tratamento Superficial das Fundações, às Injeções e ao Maciço de Concreto.



## 2 - ESCAVAÇÕES



## **2 - ESCAVAÇÕES**

### **2.1 - OBJETIVO**

As especificações contidas neste item são aplicáveis a todas as escavações, sejam elas destinadas à execução de estruturas, sejam para fundações ou áreas de empréstimo

Assim, estas especificações referem-se aos serviços de escavação em quaisquer materiais e por qualquer meio, a cargo do EMPREITEIRO, necessários para execução das obras de Ampliação da Barragem Marechal Dutra, e estruturas anexas, conforme especificados adiante, indicado nos desenhos de projeto ou determinado pela FISCALIZAÇÃO

Os trabalhos compreendem, mas não se limitam aos seguintes serviços

- Desmatamento e limpeza de todas as áreas a serem escavadas e/ou ocupadas pelas obras permanentes ou provisórias, inclusive caminhos de serviços, áreas de empréstimo e pedreiras,
- Escavações em solo e rocha decomposta, para fundações e exploração de áreas de empréstimo,

Os serviços incluirão, além do desmonte propriamente dito, as operações de locação de "off-sets", perfuração, detonação, carga, transporte dentro dos limites indicados nos desenhos ou fixados pela FISCALIZAÇÃO, lançamento e espalhamento, em bota-fora, pilhas de estoques, ou nos locais de uso como material de construção

### **2.2 - DEFINIÇÕES**

#### **2.2.1 - Desmatamento**

Desmatamento é definido como o corte de árvores, arbustos e capoeiras, qualquer que seja a sua densidade, bem como, mato cerrado e a remoção de entulho para uma área fora do canteiro de obras

Todo material combustível resultante do desmatamento será queimado. Todo material não combustível será removido do local ou enterrado em bota-foras, de forma aprovada pela FISCALIZAÇÃO



### **2.2.2 - Limpeza**

Limpeza compreende a remoção completa de obstruções sobre o terreno, tais como, mato rasteiro, tocos de árvores, etc., a remoção de matéria orgânica pela escavação de uma camada de no máximo 30cm do solo superficial e a remoção do material resultante para locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO

### **2.2.3 - Escavação Comum ou Escavação em Solo**

Escavação comum consiste na escavação do terreno superficial, cascalho e pedras soltas de menos de 1m<sup>3</sup> por meio de equipamentos convencionais

### **2.2.4 - Escarificação**

Consiste na escavação de rochas pouco decompostas ou fraturadas, que não podem ser escavadas com os equipamentos convencionais sem uma escarificação prévia por um trator tipo D-8, adequadamente equipado, ou similar, mas que não requerem o uso de explosivo

### **2.2.5 - Escavação em Rocha, a Fogo**

Consiste na escavação de rocha, por meio de explosivos, inclusive pedras de mais de 1m<sup>3</sup>

### **2.2.6 - Escavação Fora dos Limites Definidos nos Desenhos**

Essas escavações consistem na remoção, por qualquer dos métodos anteriormente citados, de quaisquer rochas, sãs ou alteradas, necessárias para mudança nas linhas de escavação mostradas nos desenhos, quando requeridas, por escrito, pela FISCALIZAÇÃO, depois que os níveis ou alinhamentos previstos nos desenhos tenham sido atingidos pela escavação.

### **2.2.7 - Escavação em Falhas e Fendas**

Consiste na escavação e remoção de solo e fragmentos de rocha no interior de falhas e fendas na rocha, encontradas fora dos limites das linhas dos desenhos, ou em fendas e falhas encontradas fora da escavação ou abaixo da superfície da rocha compacta, como requerido pela FISCALIZAÇÃO

Esta classificação inclui a remoção de pedras soltas encontradas em painéis e falhas, no leito do rio, após a construção das ensecadeiras



### **2.2.8 - Ré-Escavação de Pilhas de Estoque de Solo, Rocha Decomposta.**

Consiste na escavação de pilhas de rocha decomposta, temporárias, criadas pela escavação

### **2.3 - OBRIGAÇÕES DO EMPREITEIRO**

O EMPREITEIRO executará todas as escavações nos alinhamentos, declividades e dimensões adequadas, conforme indicadas nos desenhos de projeto ou determinado pela FISCALIZAÇÃO. Tomará, outrossim, todas as precauções para preservar, sem abalos, todo o material abaixo ou além dos limites de escavação indicados nos desenhos

Todas as escavações que ficarem permanentemente expostas deverão apresentar taludes estáveis e superfícies com acabamento final uniforme e drenagem adequada. O EMPREITEIRO deverá, outrossim, tomar todas as providências para evitar a ocorrência de desmoronamentos

À FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de aumentar ou diminuir as dimensões das escavações, assim como, variar cotas a atingir, alterar os taludes de cortes e fazer revisões no projeto, sempre que forem consideradas necessárias para construir estruturas estáveis e econômicas, função das condições encontradas

### **2.4 - PLANO DE ESCAVAÇÃO**

Antes de cada escavação e com a antecedência mínima de 15 (quinze) dias, o EMPREITEIRO deverá submeter, à aprovação da FISCALIZAÇÃO, um plano de escavação baseado em levantamentos topográficos, sondagens, observações pessoais e nas presentes Especificações

O plano deverá levar em conta o processo de execução e o uso adequado dos materiais, que serão escavados separadamente em função da utilização dos mesmos. Assim, além dos detalhes das operações, de acordo com o método mais eficiente e econômico para cada tipo de escavação, o plano mostrará o fluxo dos materiais para estudo das possibilidades de uso imediato ou disposição em estoque, visando minimizar o remanuseio

O EMPREITEIRO somente iniciará os serviços após a aprovação, por escrito, do plano de escavação pela FISCALIZAÇÃO



## 2.5 - SUPERESCAVAÇÃO E SUBESCAVAÇÃO

Os desenhos de projeto definem, para cada escavação, uma “linha de projeto”

Os excessos de superescavações, além da “linha de escavação”, terão tolerância de 15cm

Toda subescavação excessiva também será retirada por método sujeito à aprovação da FISCALIZAÇÃO, até que se atinja a linha prevista nos desenhos de projeto

## 2.6 - DESMATAMENTO E LIMPEZA

### 2.6.1 - Generalidades

As madeiras ou materiais aproveitáveis, a critério da FISCALIZAÇÃO, serão depositados pelo EMPREITEIRO em locais oportunamente selecionados, onde permanecerão à disposição da FISCALIZAÇÃO. O restante será queimado em ocasião oportuna e de modo apropriado, a fim de evitar a propagação do fogo, sendo os restos enterrados sob uma capa de terra de no mínimo 0,3m de espessura.

Os limites das áreas a serem desmatadas e limpas estender-se-ão, 10 (dez) metros além das linhas de demarcação das escavações, saias de aterro, pilhas de estoque ou bota-foras. Em quaisquer áreas de escavação cujos materiais forem destinados a bota-fora, a FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, dispensar a execução da limpeza.

Após as operações de limpeza, os terrenos deverão apresentar-se de forma estável e regular, com inclinação adequada, de maneira a evitar a formação de bolsões onde possa haver acúmulo de água.

O EMPREITEIRO deverá desmatar e limpar, a área em que se instalará o Canteiro de Obras, bem como, as faixas destinadas a acessos provisórios de seu uso.



## **2.6.2 - Desmonte Hidráulico**

As escavações de limpeza, empregando desmonte hidráulico, somente serão aceitas desde que providências especiais sejam tomadas, pelo EMPREITEIRO, de modo a garantir a preservação dos materiais abaixo da linha de escavação e a remoção do entulho para fora da calha do rio

Em nenhuma hipótese será, pois, permitido o lançamento no rio, de galhos, troncos, raízes ou detritos de qualquer espécie, provenientes das operações de desmatamento e limpeza

A limpeza de superfície de apoio de estruturas e do maciço da barragem, com jato d'água, somente será executada após aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do plano de trabalho proposto pelo EMPREITEIRO, onde fique evidente a observância às limitações acima impostas

## **2.7 - MÉTODOS DE ESCAVAÇÃO**

Os métodos a adotar para os vários tipos de escavações serão condizentes com as especificações técnicas contidas neste volume

Os métodos que o EMPREITEIRO pretender adotar serão previamente submetidos à aprovação da FISCALIZAÇÃO

A aprovação da FISCALIZAÇÃO não isenta o EMPREITEIRO de responsabilidade, nem a reduz

As escavações serão feitas de acordo com os limites, taludes mostrados nos desenhos, ou como determinado pela FISCALIZAÇÃO

Todas as precauções necessárias serão tomadas para preservar, sem abalos, todo o material abaixo e além dos limites de escavações definidos no projeto, especialmente nas superfícies contra as quais será aplicado concreto

Superfícies expostas serão bem acabadas, regulares e com drenagem adequada



## **2.8 - ESCAVAÇÕES EM ROCHA DECOMPOSTA**

### **2.8.1 - Generalidades**

Esta especificação inclui como escavações em rocha decomposta, todos as pedras soltas e blocos de rocha com volume de até 1,0m<sup>3</sup> cujas escavações podem ser executadas manualmente ou por meio de equipamentos convencionais, compreendendo inclusive a escavação de rochas muito fraturadas ou decompostas, removíveis por tratores pesados de lâmina tipo D-8 ou similar. Inclui a escavação em rocha pouco decomposta definida como sendo removível por tratores pesados tipo D-8 ou similar equipados com escarificadores

O uso de escarificadores somente poderá ser adotado quando aprovado pela FISCALIZAÇÃO, que classificará os materiais e delimitará as áreas a serem escavadas pelo processo de escarificação

### **2.8.2 - Escavação para Fundações da Ampliação do Maciço e Bacia de Dissipação.**

As escavações para fundações da ampliação do maciço e bacia de dissipação, deverão ser executadas nos alinhamentos, declividades e dimensões indicadas nos desenhos de projeto, devendo ser removidos todos os materiais considerados inadequados, a critério da FISCALIZAÇÃO.

O EMPREITEIRO desenvolverá as escavações de forma a manter a praça de trabalho com configuração tal, que permita o rápido escoamento das águas de chuva ou de infiltração, devendo, outrossim, ser projetado e construído pelo EMPREITEIRO, sistema de coleta e retirada de toda água, inclusive por bombeamento, se necessário, sujeito, entretanto, à aprovação da FISCALIZAÇÃO. As cristas dos cortes deverão ser protegidas a montante, com valetas ou canaletas drenantes, abertas no terreno natural, de forma a captar as águas superficiais, afastando-as dos taludes

Todos os blocos de rocha, situados acima da linha superior do talude, que se apresentarem instáveis, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverão igualmente ser removidos



Quando a construção das estruturas não for iniciada imediatamente após o término das escavações, deverá a área de fundação ser novamente limpa de todo material solto, conforme instruções da FISCALIZAÇÃO

### **2.8.3 - Exploração de Áreas de Empréstimo**

O EMPREITEIRO explorará as áreas de empréstimo de acordo com os planos de escavação aprovados pela FISCALIZAÇÃO, a aprovação de uma área de empréstimo não significa, pois, que todo o material dessa área seja adequado como material de construção. Os materiais escavados, que não sejam aprovados pela FISCALIZAÇÃO como materiais de construção, serão levados a bota-fora

### **2.8.4 - Escavações em Fendas, Falhas e Trincheiras**

As escavações em trincheiras consistirão na abertura de valas, com largura inferior a 3,0m (três metros), efetuadas, de preferência, mecanicamente, com retroescavadeiras ou outro equipamento apropriado. Não estão previstos, em princípio, escoramentos nessas escavações

## **2.9 - ESCAVAÇÕES EM ROCHA SÃ, A FOGO, A CÉU ABERTO**

### **2.9.1 - Generalidades**

Esta especificação engloba todos os serviços a céu aberto, para escavações de rocha que não possa ser removida com equipamentos convencionais, sem que seja previamente desagregada mediante o uso de explosivos, incluindo também, matações com volume superior a 1m<sup>3</sup>

A classificação do material, para efeito de pagamento, será feita pela FISCALIZAÇÃO

### **2.9.2 - Plano de Fogo**

O EMPREITEIRO deverá executar os serviços de escavações a fogo tomando todas as precauções possíveis para preservar, sem danos, o material abaixo e além dos limites da escavação definidos no Projeto, especialmente nas superfícies contra as quais será aplicada concreto ou aterro impermeável. Deverá, outrossim, tentar obter a maior quantidade possível de materiais selecionados para uso direto na ampliação das estruturas permanentes, na produção de agregados ou para bota-fora



Para tanto, deverá o EMPREITEIRO estudar , para cada área, e tipo de material, com base em sua experiência e nas presentes Especificações, um “Plano de Fogo” adequado, apresentado-o, para aprovação da FISCALIZAÇÃO, com a antecedência mínima de 2 (dois) dias

Em cada plano de fogo, o EMPREITEIRO indicará as profundidades, espaçamentos e disposições dos furos para o desmonte, assim como as cargas e tipos de explosivos, ligações elétricas das espoletas com cálculo da resistência total do circuito e método de denotação, especificando as características da fonte de energia, ou ligações de cordel com retardadores, bem como, tipo e método de ligação

Antes ou durante a execução das escavações, poderá a FISCALIZAÇÃO requerer ao EMPREITEIRO testes com explosivos, visando verificar planos de fogo Tais testes, tanto quanto possível, serão realizados dentro dos limites estabelecidos para a escavação

À medida que a escavação aproximar-se dos limites finais, os métodos de fogo serão modificados, a fim de preservar a integridade da superfície final, para o uso do qual ela será destinada

As explosões finais não deverão causar trincas ou alterar de qualquer modo as superfícies finais, o que poderia torná-las impróprias para utilização.

As injeções de cimento e as escavações a fogo serão programadas de maneira a evitar conflitos entre cronogramas e exigências das especificações

A aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, de um plano de fogo não exime o EMPREITEIRO de qualquer uma de suas responsabilidades

### **2.9.3 - Pré-Fissuramento e Fogo Cuidadoso**

Técnicas de pré-fissuramento e fogo cuidadoso serão utilizadas, quando indicado nos desenhos ou determinado pela FISCALIZAÇÃO, visando obter uma superfície regular, ou não abalar as rochas remanescentes, em especial na fundação do maciço, e perto das estruturas de concreto já construídas

Os planos para as operações de pré-fissuramento e fogo cuidadoso, bem como, as suas consequências, serão submetidos previamente à aprovação da FISCALIZAÇÃO



*Essa aprovação não exime o EMPREITEIRO das responsabilidades por danos causados pelo uso imorório das técnicas de pré-fissuramento e fogo cuidadoso*

#### **2.9.4 - Proteção das Superfícies de Escavação**

Se for necessária a proteção da superfície da rocha, a FISCALIZAÇÃO poderá ordenar, quando necessário, o uso de argamassas pneumaticamente projetadas, barras de ancoragem, etc

#### **2.9.5 - Escavações Obrigatórias de Projeto**

As escavações obrigatórias de projeto, deverão ser executadas nos alinhamentos, declividades e dimensões indicadas nos desenhos de projeto e deverão, em princípio, atingir rocha sã, ou conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO. Se, ao atingir a cota prevista de fundação, as rochas mostrarem-se inadequadas, a FISCALIZAÇÃO autorizará o EMPREITEIRO a levar adiante a escavação, até novos limites por ela fixados, sendo o processo repetido quantas vezes for necessário, até atingir uma fundação adequada.

A escavação em rocha a fogo, nas áreas referidas, delimitadas pela FISCALIZAÇÃO, será dividida em duas faces distintas, a saber a escavação da parte central ou núcleo e escavação da faixa adjacente à superfícies definitivas

##### **a) Escavação do núcleo (parte central)**

Na escavação da parte central, a carga máxima por espera será limitada, em função da distância horizontal das superfícies definidas, de acordo com a seguinte tabela, a ser adotada em caráter preliminar, sujeita a modificação a critério da FISCALIZAÇÃO

<b>DISTÂNCIA (m)</b>	<b>CARGA TOTAL POR ESPERA (kg)</b>
5	30
10	50
15	75
20	120
30	150



A escolha do tipo de explosivo, assim como, do método de detonação por meio de espoletas elétricas de retardo ou por meio de cordel detonante com retardadores, fica a critério do EMPREITEIRO, desde que sejam respeitados os seguintes limites

- Força máxima 70%
- Velocidade de detonação máxima 3 600m/s
- Peso específico máximo 1,6g/cm<sup>3</sup>
- Tempo de espera mínimo 50 milisegundos

b) Faixas adjacentes às superfícies definitivas

A exclusivo critério da FISCALIZAÇÃO e de acordo com os desenhos de projeto, nas paredes verticais ou inclinadas das escavações definitivas em rocha, será empregado o método de pré-fissuramento

Entre os furos de pré-fissuramento, e somente na parte superficial da rocha, serão realizados furos suplementares, centrais e coplanares com os furos de pré-fissuramento, para evitar a queda do bordo do talude (back-break). Os furos suplementares terão uma profundidade de 0,5 vezes a altura da primeira bancada, até um máximo de 3m, e serão deixados sem carga durante a detonação do pré-fissuramento

Nos cantos internos das escavações e no trecho de 1,0m para cada lado do canto, deverá ser empregado o método de perfuração linear, executando-se uma série de furos espaçados de 3 a 5 vezes o diâmetro do furo e que serão deixados sem carga durante a detonação do pré-fissuramento das paredes

Todas as operações de perfuração, carregamento e detonação do pré-fissuramento das paredes serão realizadas anteriormente a qualquer outra detonação distanciada a menos de 8 metros

A carga máxima permitida no pré-fissuramento corresponderá a uma razão linear máxima de carregamento, definida em função do espaçamento e diâmetro dos furos, conforme a seguinte tabela



Diâmetro do furo		Razão Linear de Carga	Espaçamento	
polegada	mm	kg/m	m	
1 1/2	38	0,12	0,30	0,50
1 3/4	45	0,17	0,30	0,50
2	51	0,25	0,45	0,70
2 1/2	64	0,35	0,55	0,80
3	75	0,58	0,60	0,90

O EMPREITEIRO deverá tomar os cuidados necessários para que todos os furos sejam paralelos, coplanares e no alinhamento previsto. O desvio máximo permitido para os furos será de 1,5cm por metro de furo, salvo no caso de anomalias imprevistas, da rocha.

A detonação das cargas no interior de cada furo e as ligações entre os furos de pré-fissuramento são feitas exclusivamente por meio de cordel detonante, satisfazendo os explosivos as seguintes condições.

- Velocidade de detonação máxima 2 600m/s
- Peso específico máximo 1,4g/cm<sup>3</sup>

#### 2.9.6 - Desmonte Próximo a Estruturas de Concreto

Durante as detonações, deverão ser tomadas, pelo EMPREITEIRO, todas as precauções para evitar qualquer dano a estruturas do maciço da barragem já construídas ou em construção. As cargas máximas permitidas em função da distância não deverão exceder às indicadas na tabela seguinte.

DISTÂNCIA (m)	CARGA TOTAL POR ESPERA (kg)
20	5
50	20

No caso de concreto em cura, deverá ser sempre observada a proibição do emprego de explosivos para distâncias inferiores a 20,0m, no caso de estruturas de concreto já curadas, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar detonações a distâncias inferiores a 20,0m, após a execução de ensaios sísmicos nas estruturas. A aprovação da FISCALIZAÇÃO não eximirá, entretanto, o EMPREITEIRO de toda e qualquer responsabilidade por eventuais danos.



### **2.9.7 - Exploração de Pedreiras**

Para uso nas obras permanentes, deverão ser usados, preferencialmente, os desmontes das escavações obrigatórias. Caso sejam estes insuficientes ou não atendam as características exigidas para as obras, a exclusivo critério da FISCALIZAÇÃO, poderá o EMPREITEIRO abrir pedreiras em locais a serem definidos pela FISCALIZAÇÃO.

As rochas provenientes das pedreiras deverão estar isentas de qualquer material estranho, tal como, terra, raízes ou outras rochas de qualidade inadequada, devendo o desmonte ser controlado de maneira que sejam obtidos os materiais nas dimensões especificadas em função do uso final previsto.

Para tanto, deverá o EMPREITEIRO apresentar à FISCALIZAÇÃO, para aprovação, os planos de fogo, indicando as dimensões médias do material a ser obtido e seu uso posterior, acompanhados de um estudo de detonações preliminares, elaborado às suas expensas, mostrando os resultados da fragmentação da rocha.

O EMPREITEIRO construirá os caminhos de serviço e quaisquer outras instalações necessárias à operação das pedreiras. No fim do trabalho, deverão as mesmas apresentarem-se regularizadas, livres de pedras soltas ou instáveis e satisfatoriamente drenadas.

### **2.10 - ESCORAMENTOS**

O EMPREITEIRO deverá tomar todo o cuidado cabível para evitar a ocorrência de desmoronamentos nas escavações executadas ou em execução, providenciando o fornecimento e instalação dos escoramentos provisórios ou definitivos, necessários em cada caso, conforme solicitados pela FISCALIZAÇÃO.

Os escoramentos provisórios serão, em princípio, propostos pelo EMPREITEIRO, onde julgados necessários, e executados de acordo com esquemas executivos a serem apresentados pelo mesmo, sujeitos à aprovação da FISCALIZAÇÃO. Escoramentos definitivos, tais como atirantamentos esporádicos de blocos soltos, serão igualmente propostos pelo EMPREITEIRO, onde julgados necessários, sempre sujeitos à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

O EMPREITEIRO será, outrossim, o único responsável pela concepção e pela execução dos esquemas de escoramento, independentes da aprovação da FISCALIZAÇÃO.



### **3 - PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL DAS FUNÇÕES**



### **3.0 - PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL DAS FUNDAÇÕES**

#### **3.1 - OBJETIVO**

Este volume contém as especificações relativas à execução dos serviços de preparo e tratamento das fundações para as estruturas de concreto, a cargo do EMPREITEIRO, para ampliação da Barragem Mal Cozinhado, conforme indicados nos desenhos de projeto ou determinado pela FISCALIZAÇÃO

- Os trabalhos compreendem, mas não se limitam ao preparo e tratamento superficial das áreas de apoio das estruturas de concreto

A liberação das fundações é responsabilidade exclusiva da FISCALIZAÇÃO. Nenhuma concretagem, como também, colocação de forma será realizada sem prévia autorização expressa e por escrito da FISCALIZAÇÃO.

#### **3.2 - PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL**

Os serviços de preparo e tratamento superficial só serão iniciados pelo EMPREITEIRO, após a conclusão dos trabalhos de limpeza e escavação das fundações ,

Diferentes condições são previstas no projeto para estruturas de concreto, conforme a seguir especificado

##### **Fundações em Rocha Sã das Estruturas de Concreto.**

As superfícies rochosas de fundação das estruturas de concreto, deverão estar isentas de óleo, água , lama e fragmentos de qualquer material solto e/ou decomposto, antes do lançamento da primeira camada de concreto, passando por uma limpeza total conforme definido a seguir, a fim de proporcionar limpeza que possa garantir uma perfeita aderência entre o maciço rochoso e o concreto

Antes de serem iniciadas as operações de limpeza das fundações, deverão ser removidos, por meio de alavancas, todos os blocos pendentes e/ou instáveis, em todas as paredes laterais da área de escavação

Após a execução do serviço indicado acima, proceder-se-á à limpeza da parede e da superfície escavada, devendo-se sempre iniciar esta operação pela parede. Esta limpeza constará basicamente de três fases, conforme indicado a seguir.



A primeira fase, limpeza mecânica, deverá ser executada com o auxílio de equipamentos apropriados, constituídos de tratores leves, retro-Escavadeiras, pás carregadeiras, caçambas, devendo ser removido todo o material grosseiro solto, bem como cunhas ou blocos instáveis

A segunda fase deverá ser subdividida em duas etapas a primeira utilizando os monitores, com jatos de água a uma pressão de 7 atmosferas, a segunda, com as chamadas “espingardas”, com jatos finos de ar e água e pressões pequenas (1 ou 2 atmosferas) Esta segunda fase poderá ser executada concomitantemente com a terceira fase

O uso de jatos com pressão de 7 atmosferas deverá ser feito cautelosamente, varrendo-se a superfície com o jato e procurar não mantê-lo aplicado num mesmo ponto, uma vez que blocos de até 0,5m poderão ser deslocados

A terceira fase, limpeza manual, inclui a catação de pequenos blocos e a limpeza de cavidades com material solto ou inconsolidado

Após a terceira fase, proceder-se-á o mapeamento geológico especificado a seguir

As superfícies de rochas deverão ser umedecidas antes do lançamento do concreto Nenhuma concretagem ou injeção poderá ser feita sem autorização prévia da FISCALIZAÇÃO

A primeira camada de concreto a ser lançada será de concreto massa idêntico ao concreto de face, denominado concreto da fundação

### **3.3 - TRATAMENTOS A SEREM APLICADOS NOS TALUDES EM ROCHA**

#### **Limpeza**

Logo após o fogo de acabamento final, deverá ser efetuada a limpeza bruta das paredes A limpeza bruta consiste na remoção ou estabilização de todas as lascas, ou massas de rocha precariamente aderidas ao maciço, batidas de chocos e eliminação de saliências superiores ao limite de tolerância fora da linha teórica dos taludes (“underbreak”)



## 4 - INJEÇÕES



## **4 - INJEÇÕES**

### **4.1 - INTRODUÇÃO**

Estas Especificações Técnicas têm por objetivo definir a metodologia, os critérios executivos, os tipos de materiais e equipamentos, bem como, os demais aspectos e procedimentos relacionados com o tratamento das fundações e das estruturas de concreto das obras da Barragem Mal Cozinhado

Condições especiais poderão exigir procedimentos executivos específicos, os quais serão objeto de “Especificações Complementares” a serem emitidas pela FISCALIZAÇÃO para cada caso

O EMPREITEIRO deverá desenvolver os trabalhos de acordo com as exigências destas Especificações e demais documentos de projeto, utilizar equipamentos e pessoal especializado de acordo com a natureza das atividades, promover o planejamento e a programação dos trabalhos compatibilizando-os com o cronograma geral da obra e criar todas as facilidades para exercício do controle de qualidade, por parte da FISCALIZAÇÃO, de todas as operações envolvidas

A execução de todos os serviços descritos nestas Especificações e demais documentos de projeto será de responsabilidade do EMPREITEIRO, o qual poderá subempreitá-los, com prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, às firmas especializadas

### **4.2 - DEFINIÇÕES BÁSICAS**

São definidos neste item, os elementos básicos e fixadas as terminologias relativas às principais operações de perfuração, ensaio e injeção que deverão ser utilizadas em todos os documentos relativos ao andamento dos trabalhos

#### **Injeção de Impermeabilização**

Injeção, sob pressão, de calda ou argamassa de cimento em furos abertos no maciço, destinada a restringir a passagem da água, reduzindo e homogeneizando o coeficiente de permeabilidade de uma superfície ou de uma zona da fundação



### **Injeção de Consolidação**

Injeção de calda ou argamassa de cimento, com ou sem pressão, em furos abertos no maciço, destinada a melhorar as características geomecânicas da fundação

### **Injeção de Contato**

Injeção de calda ou argamassa de cimento, com ou sem pressão, através de furos abertos a partir da estrutura de concreto, destinada ao preenchimento de eventuais vazios no contato concreto-rocha

### **Perfuração**

Abertura de furos em solos, rocha ou concreto, através de equipamentos rotativos (com ou sem recuperação dos materiais perfurados), a percussão ou roto-percussivos

### **Reperfuração**

Perfuração de um trecho de furo preenchido com calda ou argamassa de cimento, já curada

### **Trecho**

Parte da profundidade total de um furo. A profundidade total de um dado furo pode, corresponder a um único trecho ou ser subdividido em vários trechos.

### **Cortina ou Malha de Injeção**

Conjunto de furos injetados no maciço, dispostos em uma ou mais linhas com distância entre eles previamente definida.

### **Espaçamento**

Distância entre dois furos consecutivos ao longo de uma linha ou malha de furos

### **Seção**

Subdivisão plana ou linear do arranjo de furos de injeção, sem considerar as suas profundidades



### **Furos Exploratórios**

Destinados à verificação prévia das características de permeabilidade e injetabilidade do maciço rochoso “in natura” através da execução de ensaios de perda d’água e injeção de calda ou argamassa de cimento

### **Furos de Controle**

Destinados à verificação final do comportamento e eficiência do tratamento por injeções, geralmente submetidos a ensaios de perda d’água e injeções de calda ou argamassa de cimento

### **Ordem de Injeção**

Designação referente à ordem sequencial em que os furos são abertos e injetados. Estes podem ser primários, secundários, terciários, etc. A execução caracteriza a redução sucessiva de espaçamento entre os furos de uma linha ou malha de injeção

### **Lavagem**

Limpeza total ou parcial de um furo, através de circulação de água ou com jatos d’água e ar, destinada à remoção dos resíduos de perfuração e de todo o material solto no interior do mesmo ou da calda ou argamassa de cimento recém injetada. Aplica-se também à limpeza de tubos embutidos no concreto

### **Calda de Cimento**

Mistura fluida de água e cimento, com ou sem aditivos fluidificantes, estabilizadores, aceleradores ou retardadores de pega, expansores, etc

### **Argamassa de Cimento**

Mistura fluida de água, cimento e areia, com ou sem aditivos fluidificantes, estabilizadores, aceleradores ou retardadores de pega, expansores, etc

### **Traço**

Relação ponderal entre os diversos materiais que entram na composição de uma calda ou argamassa de cimento



### **Absorção de Sólidos Injetados.**

Quantidade de sólidos (cimento, areia, etc), efetivamente injetados no maciço rochoso, descontadas as quantidades relativas às perdas e ao enchimento do trecho injetado, é expressa em kg/m

### **Central de Injeção**

Conjunto de equipamentos necessários à execução de qualquer serviço de injeção de calda ou argamassa de cimento

### **Ensaio de Perda D'Água**

Determinação da condutividade hidráulica do maciço rochoso de fundação, em termos da quantidade de água introduzida em um furo a um pressão pré-determinada e por unidade de tempo. É expressa pela quantidade de água, em litros por minutos por metro de furo e injetada a uma pressão ( $l/min \cdot m \cdot kg/cm^2$ )

## **4.3 - PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS GERAIS**

### **4.3.1 - Generalidades**

O EMPREITEIRO deverá fornecer todo o pessoal, ferramentas, equipamentos e seus acessórios, materiais e condições de apoio necessários à execução completa de todas as atividades relacionadas com tratamento por injeções, salvo quando determinado de outra forma pela FISCALIZAÇÃO.

Será obrigatoriamente exigido que os materiais, equipamentos e acessórios sejam da mais alta qualidade e eficiência, os quais deverão ser mantidos e conservados em plena condição de uso durante todo o desenvolvimento dos trabalhos e aptos a executarem as atividades de acordo com as condições especificadas e prazos disponíveis. À FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de recusar, a qualquer tempo, aqueles que se apresentarem defeituosos ou incompatíveis com as especificações.

Deverão ser utilizados equipamentos de perfuração adequados aos locais de trabalhos, métodos, diâmetro, profundidade, inclinação, direção e demais condições constantes dos documentos de projeto ou como determinado pela FISCALIZAÇÃO.

O dispositivo de lavagem dos furos deverá ter uma eficiência comprovada, a critério da FISCALIZAÇÃO.



Os equipamentos para execução dos ensaios de perda d'água devem ser dimensionados de maneira a atender os requisitos mínimos estabelecidos nestas especificações. Tais ensaios serão executados nos furos indicados pelo projeto e/ou fiscalização, seguindo a metodologia executiva, pressões e sequência determinadas nestas especificações e nos demais documentos de projeto ou conforme indicado pela FISCALIZAÇÃO.

Os equipamentos constituintes da central de injeção devem ser dimensionados e quantificados de forma a atender as condições estabelecidas nestas especificações e possibilitar o desenvolvimento contínuo dos trabalhos de injeção.

Todos os serviços de apoio (ar comprimido, água, eletricidade, etc.) devem ser implantados obedecendo às normas de segurança e planejados de forma a garantir o pleno desenvolvimento dos trabalhos.

O EMPREITEIRO deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO, antes do início dos trabalhos, uma relação completa de todos os equipamentos e demais acessórios, com suas respectivas quantidades, bem como, um plano geral das instalações e do canteiro de obras. Quaisquer alterações que se fizerem necessárias durante o andamento dos trabalhos deverão ser aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

O EMPREITEIRO deverá ainda, tomar todas as precauções quanto à segurança do trabalho, reservando-se à FISCALIZAÇÃO o direito de interromper as atividades sempre que forem comprovadas condições potencialmente inseguras. Neste caso, os trabalhos somente serão reiniciados quando sanadas tais irregularidades.

### **4.3.2 - Perfuração**

#### **4.3.2.1 - Equipamentos**

O EMPREITEIRO deverá dispor de dois tipos básicos de equipamentos: perfuratriz pneumática, com sistema roto-percussivo, e sonda rotativa, ambas com os respectivos acessórios. O diâmetro dos furos serão de 2 ½ a 4" (BX e HX).

Em casos particulares, a critério da FISCALIZAÇÃO, as perfurações para injeção do contato concreto-rocha, poderão ser executadas com martelo manual e diâmetro de 1 1/2"



O equipamento a roto-percussão deverá ser utilizado para a abertura rotineira dos furos de injeção. O processo rotativo poderá ser usado nos furos exploratórios e nos de controle ou em outros mais, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Neste caso, será obrigatório o uso de barrilete duplo com tubo interno rotativo, do tipo padrão. A perfuração de qualquer furo já injetado deverá ser realizada com equipamentos a roto-percussão.

Seus componentes devem estar em boas condições de utilização: hastes alinhadas e não desgastadas, coroas de vídia com número completo de pastilha ou botões e não desgastadas, coroas e calibradores diamantados em bom estado, bom funcionamento do sistema mecânico dos barriletes duplos, mangueiras e mangotes de alimentação sem efeitos e com sistema de conexão, ausência total de vazamento no sistema seguro de conexão, ausência total de vazamento nos sistemas hidráulicos que possam comprometer a limpeza dos furos, perfuratriz em perfeito estado de funcionamento, bem ajustadas, e tudo o mais necessário à perfeita execução dos serviços.

Para o tratamento a partir da galeria, as perfuratrizes deverão ser dotadas de um sistema que evite a permanência de pó em suspensão no ar (circulação de água pelas hastes ou na boca do furo ou outro de igual eficiência) e providas de silenciadores. As sondas rotativas deverão estar equipadas com motor elétrico ou pneumático.

Todas estas condições e outras julgadas pertinentes serão previamente submetidas à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

#### 4.3.2.2 - Execução

Antes do início da perfuração, propriamente dita, deverá ser verificado se a inclinação e rumo do hasteamento correspondem ao determinado em projeto ou pela FISCALIZAÇÃO, deverão ser providenciadas ainda uma adequada proteção do emboque do furo e a eficiente ancoragem do equipamento, esta última para minimizar possíveis desvios durante o processo de perfuração.

Em nenhuma hipótese serão permitidas a lubrificação externa das hastes ou da ferramenta perfuradora e a aplicação de lama no interior dos furos. Terminada a perfuração, seu emboque deverá ser protegido da entrada ou queda de materiais que possam comprometer as atividades posteriores.



Todo furo perdido, qualquer que seja o motivo, será repetido a uma distância não superior a 20% do menor espaçamento entre furos daquela linha e mantidas sua inclinação, direção e cota final

No caso de injeção em galerias no concreto, o deslocamento do equipamento deverá ser realizado de maneira a preservar o piso, paredes e teto da galeria, bem como, os tubos embutidos e outras peças ou instalações existentes. Restrição semelhante aplica-se no caso de poços

Exceto nos casos em que seja determinado de outra forma pela FISCALIZAÇÃO, a perfuração deverá ser executada de modo a permitir o método ascendente de injeção a partir do fundo e, portanto, o furo deverá ser aberto até a profundidade final necessária

Todos os furos obstruídos por descuidos ou negligência do EMPREITEIRO, deverão por ele ser limpos ou reperfurados, sem ônus para a CONTRATANTE

Nos furos perfurados pelo método rotativo, será exigida uma recuperação mínima de 90% (considerada por manobra). Os testemunhos de trechos com menor porcentagem somente serão aceitos se tal ocorrência comprovadamente depender do processo, equipamento ou procedimento adotado pelo EMPREITEIRO

#### **4.3.3 - Lavagem**

Esta operação deverá ser executada em todos os furos de injeção, inclusive os exploratórios e os de controle

##### **4.3.3.1 - Equipamento**

Consiste basicamente de três componentes: sistema adutor de ar e água, tubulação, e ponteira de lavagem

O sistema adutor compreende uma tubulação com registro de fechamento e que conduz a água, obliquamente a esta tubulação conecta-se outra, igualmente com registro, destinada a injetar ar comprimido. A extremidade livre deste sistema é ligada à tubulação (com diâmetro 1 e 1 1/2) que conduzirá a ponteira de lavagem para o interior de furo. Esta corresponde ao trecho final da tubulação, perfurada lateralmente numa extensão de 1,5 ou 3,0 m e também na extremidade inferior. As lavagens devem ser quantificadas de modo que sua área supere aquela da seção do tubo perfurado. O EMPREITEIRO deverá dispor de segmentos tubulares em dimensões compatíveis com as do local de trabalho



### 4 3 3.2 - Execução

A lavagem é feita introduzindo-se no furo o equipamento acima descrito. A cada trecho correspondente à extensão do tubo perfurado, abre-se o registro de entrada de água sob pressão até o enchimento do furo (vazão mínima de 80 l/min), neste momento injeta-se o ar comprimido (sob pressão da ordem de 7 kg/ cm<sup>2</sup>), o que explusará a coluna d'água e, juntamente, os detritos. Esta operação será repetida tantas vezes quanto necessário, até que a água saia táctil e visualmente limpa, a critério da FISCALIZAÇÃO, e deverá abranger todo o comprimento do furo no trecho em rocha.

Caso o furo apresente perda total de água - impossibilitando a apreciação de seu grau de limpidez - a operação de lavagem deverá durar pelos menos 5 minutos por cada segmento de 3 metros, ou outro intervalo de tempo julgado suficiente pela FISCALIZAÇÃO.

### 4.3.4 - Ensaio de Perda D'Água

Serão executados obrigatoriamente, nos furos exploratórios e nos de controle e, eventualmente em outro que a FISCALIZAÇÃO vier a indicar.

#### 4 3 4 1 - Equipamento

Um conjunto completo para ensaios de perda d'água compreende os seguintes componentes:

Bomba,

Hidrômetro (ou tambor graduado),

Manômetros,

. Estabilizador (es) de pressão, tubulações, conexões e registros;

Obturador

Seguem abaixo as características mínimas de cada componente, sempre submetidos à prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Bomba

Deverá permitir a injeção de água a uma vazão constante de 100 l/min na máxima pressão especificada.



### Hidrômetro

Deverá permitir uma vazão não inferior a  $6 \text{ m}^3/\text{h}$ . Seu mostrador, com diâmetro mínimo de 10 cm, disporá de um ponteiro longo e outro curto, cujas voltas completas representam 10 a 100 litros de água, respectivamente. A subdivisão mínima da escala será de 1 litro e as leituras não poderão desviar da vazão real mais que 5%. Os conectores de entrada e saída do hidrômetro deverão ter diâmetro interno de 1"

O medidor deverá ainda sofrer uma adaptação interna que permita a determinação da vazão de possíveis retornos d'água durante os ensaios.

O uso de tambor graduado está previsto quando da execução de ensaios de infiltração que resultem em absorções d'água inferiores a  $3 \text{ l/min}$ .

### Manômetros

Devem possuir fundo de escala no máximo duas vezes maior que as pressões especificadas. Assim, o EMPREITEIRO deverá dispor de manômetros de várias capacidades, sempre com subdivisões de escala compatíveis com as pressões a serem medidas e que não sejam maiores que  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

O mostrador terá um diâmetro não inferior a 10 cm e suas leituras não poderão ter um desvio superior a 10% em relação às reais. A utilização de curva de calibração não será permitida.

A FISCALIZAÇÃO poderá solicitar no decorrer dos serviços a aferição dos manômetros em uso, podendo condená-los, caso as leituras não estejam coerentes com o real indicado.

### Estabilizador (es) de Pressão

Seu uso poderá ser necessário, em quantidades necessárias e suficiente para limitar as oscilações de leituras dos manômetros em até 5%, acima e abaixo da pressão especificada. Deverão ser corretamente dimensionados e submetidos a testes antes de concluídos no circuito hidráulico.

### Tubulações, Conexões e Registros

A tubulação interna da composição de ensaio terá um diâmetro não inferior a 1" e a externa deverá com ela ser compatível.



As conexões e registros não poderão apresentar vazamentos e estes últimos deverão ser de fechamento rápido (tipo “janela”)

Todos os componentes, incluindo as mangueiras, deverão ser adequados às máximas pressões especificadas

#### . Obturador

Deverá ser confeccionado com borracha expansível por meios mecânicos. O comprimento do trecho de vedação deverá ser da ordem de 30 cm

Em geral, serão usados obturadores simples, apenas em circunstâncias especiais, determinadas pela FISCALIZAÇÃO, poderão ser necessários obturadores duplos

#### 4.3.4.2 - Execução

Os ensaios de perda d'água serão geralmente realizados em trechos descendentes de 3 metros de comprimento, acompanhando o avanço da perfuração. Eventualmente, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a realização em trechos de menor extensão em pontos de alta permeabilidade ou a execução de ensaios pelo processo ascendente, utilizando obturador duplo

Cada ensaio será realizado em 5 estágios de pressão, correspondendo o primeiro e o quinto apenas à coluna d'água (infiltração) e o segundo e o quarto estágio durará 10 minutos, durante os quais a vazão deverá ser constante dentro de uma faixa de tolerância de 10%

Em geral, a pressão máxima será de  $0,25 \text{ kg/cm}^2$  por metro de desnível entre a boca do furo e o ponto médio do trecho de ensaio. Este critério estabelece a pressão efetiva, devendo ser feitas as correções cabíveis decorrentes da presença de nível d'água ou artesianismo

Tanto o número e duração dos estágios quanto o critério de pressão poderão vir a ser alterados em função de condições específicas da FISCALIZAÇÃO.



### 4.3.5 - Injeção

#### 4.3.5.1 - Equipamento

Um conjunto completo de injeção consiste dos componentes a seguir

Misturador,

Agitador,

Recipiente,

“Padiola”,

Bomba Injetora,

Hidrômetro;

Manômetros com dispositivo protetor,

Estabilizador (es) de pressão,

. Tubulações, conexões e registros,

Obturadores,

Balança

Seguem abaixo as características mínimas de cada componente, a serem previamente verificadas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO

#### Misturador

Deverá possuir uma capacidade adequada às produções previstas e ser dotado de uma malha capaz de reter eventuais concreções de cimento. O sistema de mistura poderá ser de alta turbulência ou mecânico, neste caso, a rotação mínima da haste central não poderá ser inferior a 800 r.p.m., aproximadamente

#### Agitador

Sua capacidade deverá ser, pelo menos, igual à do misturador e de no mínimo três vezes a descarga máxima da bomba, por minuto



Entre ele e a descarga do misturador deve ser interposta uma peneira com malha máxima de 0,6 mm. Durante seu funcionamento não poderá ocorrer sedimentação dos sólidos ou segregação dos líquidos componentes da mistura de injeção.

Sua instalação deverá ser feita de modo a se manter nivelado durante a operação. Deve-se dispor de uma tabela de cubagem do seu volume, centímetro a centímetro.

#### Recipiente para Aditivos Líquidos

Deverá ser dotado de um indicador de volume (direto ou indireto)

#### “Padiola”

Eventualmente necessária para dosagem de areia. Deverá ser funcional, resistente e ter volume conhecido.

#### Bomba Injetora

Será de espiral (rosca-sem-fim) ou de ação dupla, apta a operar numa pressão cerca de 10% acima da necessidade para atingir a máxima efetiva especificada. Deverá fornecer vazão contínua não inferior a 60 l/min de calda densa (fator água/cimento  $\cong 0,7$  1 em peso) e ter condições de injetar argamassa.

Seu regime de trabalho deve ser de forma a minimizar os golpes de pressão, estar equipada com válvula de segurança e, no caso de injeções em recintos fechados, ser dotada de motor elétrico.

#### Hidrômetro

Deverá possuir características iguais às aquelas especificadas para os ensaios de perda d'água.

#### Manômetros

Idem, com a ressalva de que devem ser protegidos da entrada de cimento por meio de um dispositivo salva-manômetro.

#### Estabilizador (es) de Pressão

Ver descrição correspondente no item 4.3.4.1



### Tubulações, conexões e registros

Ver descrição correspondente no item 4 3 4 1 com a seguinte complementação. a tubulação externa (de reação) deverá ter uma porção inferior perfurada lateralmente, de forma a permitir o fluxo de água no espaço anelar entre as duas tubulações Para tal, o segmento superior será dotado de uma derivação com conexão do tipo engate-rápido, por onde a água será aduzida A distância do equipamento injetor ao furo a ser tratado será definida pela FISCALIZAÇÃO em função das características da calda a ser aplicada

### Balança

Deverá possuir capacidade suficiente para pesagem dos aditivos eventualmente a serem introduzidos na calda de cimento (bentonita, pozolana, cinzas, etc.)

### 4 3 5.2 - Execução

Em geral, será adotado o processo de injeção ascendente por trechos Eventualmente e a critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser aplicado o método descendente, em função das condições particulares de cada caso

A operação de injeção inicia-se pela homogeneização, no misturador, dos vários componentes da calda, colocados na seguinte ordem: água, bentonita hidratada, eventuais aditivos, cimento e, finalmente, areia No agitador em funcionamento, a mistura assim preparada deverá ser mantida cerca de 2 minutos, durante os quais será retida amostra para ensaios de controle e, eventualmente medida a temperatura. Segue-se a determinação do volume inicial contido, com base no qual será medido o volume corresponde ao retido no circuito a jusante do agitador

A injeção propriamente dita, será feita pela aplicação lenta e progressiva de pressão Cada incremento deste será procedido da constatação de que a vazão de retorno é praticamente total, até que assim, se atinja a máxima pressão Nestas condições, o trecho será considerado injetado quando a absorção permanecer 1 l/min durante um período de 10 minutos. A pressão, então, não deverá ser imediatamente descarregada mas aguardada sua dissipação natural, o que ocorre geralmente após poucos minutos



O tempo de utilização previsto para cada “batida” de calda não poderá exceder 2 horas. Este limite de tempo poderá ser alterado pela FISCALIZAÇÃO, com base na observação das variações nas características geológicas das caldas e argamassas aplicadas.

Concluída a injeção de um furo e ocorrida a sedimentação e cura da calda, o trecho livre resultante deverá ser lavado com simples circulação de água e, em seguida, totalmente preenchido com calda grossa (fator água/cimento = 0,5 em peso). Tal operação será feita posicionando-se uma tubulação no fundo do trecho livre, sendo erguida à medida que a calda ascenda à superfície. Caso se forme novo trecho livre, ele será preenchido por argamassa na relação água/cimento/areia = 0,5 1 1, em peso.

#### **4.3.6 - Procedimentos Finais**

Concluídas as injeções numa frente de trabalho, o EMPREITEIRO deverá proceder à remoção completa de equipamentos, ferramentas e materiais, bem como, de toda e qualquer instalação provisória que tenha sido por ele colocada durante as injeções. As feições originais do local de trabalho, se modificadas por conveniência ou descuido do EMPREITEIRO, serão por ele recompostas por processo aprovado pela FISCALIZAÇÃO e sem ônus para a mesma.

Segue-se uma limpeza final na extensão correspondente à frente de trabalho concluída.

#### **4.3.7 - Recuperação dos Drenos da Fundação do Maciço**

O sistema de drenos da fundação do maciço consistirá de furos a partir da galeria.

O sistema de drenos no maciço consistirá de furos executados a partir da crista até a galeria. Os furos de drenagem deverão ser perfurados com equipamentos a roto-percussão e lavados observando-se as condições estipuladas no item 4.3.2.

Os furos de drenagem da fundação não deverão ser executados até que todos os furos de injeção próximos, numa distância não inferior a 50m (cinquenta) tenham sido abertos e injetados. No caso em que, por falta de cuidado ou negligência do EMPREITEIRO, os furos de drenagem se encham com calda, ou se obstruam de qualquer outro modo, o EMPREITEIRO deverá abrir novos furos nas vizinhanças, a critério da fiscalização, mas à suas expensas.



Na hipótese de se tornar necessária a abertura e injeção de furos adicionais, após a conclusão das cortinas, em locais onde os furos de drenagem já tenham sido abertos, deverá ser exigida durante a execução das injeções, a circulação contínua de água nos drenos localizados dentro do raio de influência da injeção, a fim de minimizar os danos de afluência de calda e esses furos. Caso seja constatada a obstrução do dreno, a FISCALIZAÇÃO poderá determinar a execução de novo furo no local.

Após a perfuração dos drenos verticais, estes deverão ser protegidos através de um tampão ou outro meio adequado, para evitar a queda de materiais estranhos para o seu interior, que possam causar obstrução e prejudicar sua eficiência.

#### 4.4 - MATERIAIS DE INJEÇÃO

##### 4.4.1 - Características Individuais e Forma de Armazenamento

###### Água

Deverá apresentar-se visualmente limpa e isenta de quantidades prejudiciais de impurezas, óleo, ácidos, álcalis, sais e matéria orgânica que possam interferir com as reações de hidratação dos sólidos, e atender ao item 8.1.3 da NB-1/78

###### Cimento

Deverá atender às especificações para cimento Portland ASTM C-150, possuir finura Blaine não inferior a 3200 cm<sup>2</sup>/g e ter menos de 5% de retenção na peneira 200 (# 0,075 mm). O armazenamento e estocagem do mesmo serão objeto de análise e apreciação da FISCALIZAÇÃO, devendo ser identificado os lotes relativos a cada idade.

Os locais para seu armazenamento deverão ser secos e ventilados, de maneira a não facilitar sua hidratação. Se a embalagem for em sacos de papel, as pilhas não deverão ser compostas por mais de 10 sacos.

As pilhas deverão apoiar-se sobre tablado, de maneira a ficarem isolados do piso e paredes numa distância mínima de 15 cm.



Não poderá ser empregado, nas injeções, cimento já em início do processo de hidratação. Igualmente não se permitirá misturas de cimento de marcas, tipos, procedências ou idades diferentes, a menos que haja consentimento da FISCALIZAÇÃO, em função dos resultados de ensaios por ela executados.

Cimento contido em sacos já rasgado só será aproveitado se comprovada sua qualidade e determinado seu peso.

#### . Bentonita

Deverá possuir limite de liquidez não inferior a 300% e retenção na peneira 200 menor que 2%.

Sua armazenagem e estocagem deverão ser idêntica à do cimento.

#### Areia

Deverá ser passante na peneira 16 ( # 1,2mm) e ter retenção na peneira 200 inferior a 5%; o módulo de finura deverá situar-se entre 1,5 e 2,0. Seus grãos devem ser limpos e resistentes.

Deverá ser estocada em pilhas ou silos, tomando-se as providências necessárias para resguardá-la de eventuais contaminações prejudiciais ao cimento. Seu uso no estado úmido só será permitido pela FISCALIZAÇÃO se previamente determinado o teor de umidade, para correção do fator água-sólidos.

#### Aditivos

Deverão ter seu uso e dosagem liberados pela FISCALIZAÇÃO após execução de ensaios em laboratórios, e ser de marca e qualidade reconhecidos.

Nenhum aditivo poderá ser utilizado com mais de 6 meses de armazenamento, a menos que novos ensaios e testes, conduzidos pela FISCALIZAÇÃO, indiquem parâmetros satisfatórios de uso.

As características dos aditivos empregados deverão atender às especificações ASTM-C-260 e 494, e seu controle será conduzido segundo a norma ASTM-C-231/78.



## Corantes

Seu uso poderá ser solicitado pela FISCALIZAÇÃO, desde que não alterem as principais características das misturas a serem injetadas

### 4.4.2 - Dosagem das Caldas e Argamassas

A calda de cimento a ser aplicada inicialmente terá uma relação água. cimento (em peso) = 0,7. 1. Caso se atinja o limite de 10 sacos por metro sem que se notem indícios de recusa, as injeções devem ser suspensas por um período de 3 horas.

Vencido este intervalo de tempo, a injeção deverá ser reiniciada com calda na relação ponderal água. cimento = 0,5 Se injetados 10 sacos por metro, sem evidências de início de recusa, a injeção deverá ser prosseguida (sem interrupção) com argamassa na relação ( em peso) água cimento. areia = 1 1 1 até mais 5 sacos por metro

Deste momento em diante, os trabalhos deverão prosseguir com a mesma argamassa, em ciclos de injeção/paralisação de um volume equivalente a 5 sacos a cada 2 horas, até que se atinjam 4/5 da pressão máxima especificada. A partir daí, deve-se voltar a utilizar a calda na relação inicial (relação A/C = 0,7.1) até a recusa

Sempre que, em qualquer fase das injeções, ocorram claras evidências de que se inicia o processo de recusa, a injeção deverá ser prosseguida até a absorção de 3 sacos/metro além dos limites acima especificados

Os trabalhos de injeção de cada trecho, após iniciados, não deverão ser interrompidos até sua conclusão

Os intervalos entre fases sucessivas de injeção poderão ser alterados pela FISCALIZAÇÃO , em função dos resultados de ensaios de manutenção de fluidez a serem executados nas caldas aplicadas.

Cada paralisação deverá ser precedida por uma lavagem do trecho e das tubulações, para evitar seu entupimento

As caldas e argamassas aplicadas deverão apresentar fator de sedimentação inferior a 5% e fluidez, medida no funil Marsh ( Ø 4,76mm), inferior a 40 seg. Para obtenção destas características será necessário o uso



de aditivos, os quais serão indicados pela FISCALIZAÇÃO, que informara também as proporções adequadas

#### 4.5 - CRITÉRIOS E METODOLOGIA DE TRATAMENTO

##### 4.5.1 - Generalidades

Nas fundações da ampliação da barragem de concreto, se adotará a seguinte sequência de injeção as de consolidação executadas antes do 1º lançamento do concreto, seguidas pelas de contato executadas após o lançamento de no mínimo 5m de concreto e, por fim, as de impermeabilidade

As injeções sempre se darão na sequência crescente da ordem dos furos, respeitando a disposição, ângulos e profundidades constantes dos projetos

Em qualquer um dos tipos de tratamento, não será permitida a perfuração e injeção de furos de uma determinada ordem enquanto furos adjacentes de ordem imediatamente anterior não tiverem sido injetados. A perfuração de qualquer furo situado a menos de 12 metros de qualquer furo de ordem antecedente somente poderá ser iniciada se decorrido o tempo mínimo necessário após o qual a calda adquirirá fluidez tal que não mais ocorra o seu escoamento. Somente nos casos em que as absorções de cimento, nos furos de ordem antecedente, forem inferiores a limites fornecidos pela FISCALIZAÇÃO, é que se poderá iniciar a perfuração sem respeitar o intervalo de tempo mencionado.

No caso de comunicação entre dois ou mais furos ao longo de uma feição qualquer, os furos comunicantes serão obturados logo acima dela e serão considerados injetados se neles a pressão registrada for igual àquela aplicada no furo em injeção. Se tal não ocorrer, após a recusa do furo em injeção, eles sofrerão injeção complementar imediata até que se caracterize a recusa

Se a feição não ocorrer no trecho mais profundo, os furos comunicantes (inclusive aquele que estiver em injeção) serão rigorosamente levados os que com ele se comunicarem serão então preenchidos com areia fina até 2 metros abaixo da feição e mais 0,5 metros de calda grossa. Após a cura deste selo, todos eles serão obturados e injetados. Posteriormente o selo será reperfurado e removida a areia para ser possível a injeção abaixo da feição em questão.



O contato concreto-rocha será obrigatoriamente injetado num trecho de 3 metros em rocha, com obturador posicionado seguramente 0,5 metro acima do mesmo

Situações não explicitadas neste documento (injeções em leque, injeções ascendentes, etc.) serão alvo de instruções específicas a serem emitidas pela FISCALIZAÇÃO

A pressão manométrica máxima (em kg/cm<sup>2</sup>) a ser geralmente adotada em qualquer trecho será a que resultar da expressão

$$P_{\text{máx}} = 0,25 H$$

onde H representa o desnível (em metro) entre o ponto médio do trecho em injeção e a boca do furo

Este critério de pressão poderá vir a ser alterado pela FISCALIZAÇÃO, em função de condições específicas de cada local

Sempre que for detectado o fenômeno de artesianismo, as pressões de injeção devem ser adequadamente corrigidas

No caso de frentes de trabalho de injeção se situarem próxima às áreas em que haja escavação a fogo, será estabelecida uma distância mínima entre elas em função dos resultados de ensaios de carga-distância

Se estiver prevista a drenagem da porção rochosa às áreas injetadas, sua perfuração está vinculada às absorções registradas durante as injeções e/ou vencimento de um intervalo de tempo a ser determinado a partir de ensaios sobre as misturas aplicadas no tratamento

#### **4.5.2 - Injeções de Consolidação**

Poderão ser executadas diretamente a partir da rocha de fundação ou após a cura do concreto de regularização

A abertura e injeção dos furos de consolidação se darão pelo método da diminuição sucessiva de espaçamento, iniciando pelos furos primários, seguidos dos secundários



A malha original de consolidação, constante dos projetos, poderá sofrer acréscimo de furos em razão de condições detectadas durante o preparo e mapeamento geológico das fundações. Tal reforço do tratamento se tornará obrigatório, independente dos valores de absorção que vierem a ser registrados nos furos previstos em projeto.

Furos terciários serão executados ao redor de um secundário, sempre que neste se registrar absorção superior ao limite estipulado em projeto, em qualquer trecho. Eventuais injeções adicionais poderão tornar-se necessárias em função das condições locais, a critério da FISCALIZAÇÃO.

#### **4.5.3 - Injeções de Contato**

Serão executados nos locais determinados em projeto e/ou em outros que a FISCALIZAÇÃO porventura vier a indicar.

Deve ser garantida uma perfuração de, no mínimo 3 metros em rocha. Durante sua injeção, a área de rocha circunvizinha deverá estar limpa de detritos para permitir a detecção de possíveis vazamentos de calda, situação na qual a FISCALIZAÇÃO apontará as providências cabíveis.

#### **4.5.4 - Injeções de Impermeabilização**

A cortina de impermeabilização será constituída, a princípio, por uma linha única.

A linha, contém furos exploratórios, primários, secundários e terciários, dispostos conforme projeto.

É obrigatória a execução completa dos furos exploratórios. A intensificação do tratamento, por meio de injeção de furos em linha complementar, somente será necessária se as absorções verificadas nos furos terciários superarem os limites estabelecidos em projeto.

A critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser indicada a necessidade de injeções em linha adicional, vinculadas não só a altas absorções, mas também, à ocorrência de eventuais feições geológicas de expressão observadas durante o mapeamento da superfície de fundação. O modo de ocorrência de tais feições determinará a posição final e ordem de injeção dos furos adicionais. A profundidade dos mesmos será igualmente estabelecida pela conjugação dos critérios geológicos e de absorção.



O tratamento inicia-se por meio de abertura dos furos exploratórios (considerados primários), pelo método que a FISCALIZAÇÃO indicar. Neles serão executados ensaios de perda d'água, conforme estabelecido no item 4.3.4.

Injetados os furos exploratórios numa seção de aproximadamente 50 metros, serão abertos e injetados os primários intercalados e assim sucessivamente, até os terciários.

Os trechos de injeção serão, obrigatoriamente, de 3 metros nos furos exploratórios, coincidindo com os de ensaio de perdas d'água. Nos demais, a critério da FISCALIZAÇÃO, será mantido o comprimento de 3 metros nas zonas de maior permeabilidade ou absorção, correspondentes a feições geológicas de expressão. Nestes casos deverão ser injetados três trechos com 3 metros de extensão cada um, de modo que a feição se inclua no trecho intermediário. Em outros casos, os trechos de injeção terão no máximo, 9 metros de comprimento. No caso de restar uma fração inferior a 3 metros, ela será agregada a um dos trechos de 9 metros.

Nos eventuais casos em que se empregue o processo descendente de injeção, os trechos não poderão exceder 3 metros de comprimento.

Concluídas as injeções, deverão ser executados furos de controle ao longo da cortina. O espaçamento, profundidade e métodos de perfuração serão definidos pela FISCALIZAÇÃO, com base nos resultados obtidos até então. Os ensaios de perda d'água seguirão o já determinado no item a eles referido anteriormente.

Os furos de controle também serão injetados, com ou sem pressão, conforme a FISCALIZAÇÃO estabelecer em função dos resultados de permeabilidade obtidos.

#### 4.6 - CONTROLE DE QUALIDADE

Toda a assistência e cooperação necessárias serão prestadas à FISCALIZAÇÃO, no sentido de serem cumpridas as determinações constantes destas especificações, dentro do que as técnicas disponíveis permitirem. Isto se aplica a todas as atividades, que juntas compõem o tratamento das fundações.



#### 4.6.1 - Perfuração

O CONSTRUTOR deverá posicionar a sonda ou perfuratriz de acordo com os ângulos previstos em projeto. No caso de furos inclinados, o rumo dos mesmos será determinado topograficamente ou por outro processo aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A operação de perfuração deverá ser conduzida de modo a minimizar os desvios, os quais estarão limitados a 3% de comprimento total dos furos.

#### 4.6.2 - Caldas e Argamassas

Os componentes individuais serão controlados, visando o comprimento dos requisitos contidos no item 4.4.1 destas especificações. Sobre as misturas já preparadas, além do controle de laboratório (início de pega, resistência à compressão, etc.), serão realizadas medidas de campo durante as injeções, visando determinar se elas se mantêm dentro dos limites de aceitabilidade.

Serão controlados

O fator de sedimentação, que deverá ser inferior a 5%,

O tempo de escoamento, que não poderá superar 40 seg,

A densidade da mistura, que não deverá diferir significativamente dos valores determinados em laboratório (relação A/C = 1 e para a argamassa, respectivamente),

A temperatura, que não poderá exceder 35°C

Misturas que não apresentem simultaneamente estas quatro características, serão rejeitadas a critério da FISCALIZAÇÃO, a qual determinará também a frequência com que tais parâmetros serão medidos.

#### 4.7 - REGISTRO DOS SERVIÇOS

Para cada furo será elaborado um boletim, no qual constarão, para cada operação, pelo menos as informações abaixo discriminadas e outras julgadas importantes ou solicitadas pela FISCALIZAÇÃO.



#### **4.7.1 - Perfuração**

Identificação e localização do furo,

Cota de boca, inclinação, rumo e profundidade final do mesmo,

Data, método, diâmetro, tempo de duração, mudanças litológicas,

Eventuais ocorrências, como “salto” de ferramenta (vazio), perda de ar e/ou água, etc , para os quais se informará a profundidade

#### **4.7.2 - Lavagem**

Tempo de duração,

Eventuais ocorrências, tais como ausência de retorno de água, comunicação com outros furos, que neste caso, deverão ser identificados,

Profundidade das referidas ocorrências

#### **4.7.3 - Ensaio de Perda D'Água**

Trecho e profundidade do ensaio,

Pressões e vazões medidas,

Profundidade do N.A e pressão de eventual artesianismo,

Retorno de água (vazão, duração, pressão)

#### **4.7.4 - Injeção**

Profundidade e comprimento dos trechos de injeção,

Método (ascendente ou descendente),

Traços e quantidades, pressões e volume com o tempo, comunicação com outros furos, que neste caso, deverão ser identificados, dificuldade de obturação, interrupção de energia, aparecimento de calda na superfície de terreno (indicar em croquis), etc ,

Profundidade das ocorrências

#### **4.7.5 - Furos Executados com Equipamento Rotativo**

Observação usuais realizadas em sondagens executadas por esse processo, além daqueles referidos anteriormente no item - perfurações



## 5 - CONCRETOS



## **5 - CONCRETOS**

### **5.1 - OBJETIVOS**

A presente especificação para os concretos, tem por objetivos

- a) Definição de critérios relativos à execução e ao controle de qualidade do concreto e de seus materiais constituintes,
- b) Estabelecimento de normas e cuidados gerais a serem observados no transporte, mistura, refrigeração, lançamento, adensamento, acabamento e cura do concreto, assim como nos reparos,
- c) Definição de normas para fôrmas, juntas de construção, concretos secundários e concretos especiais,
- d) Fixação de critérios de escolha de traços para as várias estruturas do projeto,
- e) Delimitação das atribuições da FISCALIZAÇÃO e do EMPREITEIRO

Os requisitos, os métodos e os procedimentos estabelecidos nestas ESPECIFICAÇÕES poderão ser alterados, durante o transcorrer das OBRAS, em face dos resultados dos ensaios e/ou prática que demonstrarem ser econômica e tecnicamente viáveis, no decorrer dos trabalhos

Tais modificações, entretanto, deverão ser previamente aprovadas, em cada caso, pela FISCALIZAÇÃO

Todos os materiais e equipamentos usados, e os processos empregados na fabricação, transporte, colocação, acabamento, cura e tratamento posteriores do concreto, estarão sujeitos à aprovação da FISCALIZAÇÃO

### **5.2 - ATRIBUIÇÕES**

#### **5.2.1 - Da Fiscalização**

A FISCALIZAÇÃO deverá manter sob controle todos os serviços em andamento através de equipes de inspeção de campo e laboratório de concreto. O laboratório deverá ser dotado de pessoal especializado capaz de proporcionar ao EMPREITEIRO toda a assistência técnica necessária.



As principais atribuições da FISCALIZAÇÃO serão as seguintes

- a) Realização de ensaios de rotina sobre todos os materiais utilizados no concreto, dentro dos critérios estabelecidos nessas ESPECIFICAÇÕES,
- b) Fixação das dosagens dos diversos tipos de concreto a serem empregados,
- c) Realização, durante o período de construção, de ensaios de rotina para controle de qualidade dos diversos tipos de concreto;
- d) Orientação e supervisão do serviço de colocação de instrumentação nas estruturas, efetuar o trabalho de auscultação e registro das observações medidas,
- e) Prestação de assistência na supervisão das partes mais delicadas da execução, tais como tratamento de juntas, cura, reparos e impermeabilização das superfícies,
- f) Supervisão e liberação de todos os serviços referentes à concretagem,
- g) Emissão de relatórios sobre os ensaios, observação e outros trabalhos realizados, incluindo relatórios diários de concretagem

Estes relatórios diários de concretagem incluirão as anotações contínuas dos ensaios realizados e os elementos necessários ao acompanhamento do andamento dos trabalhos, devendo conter no mínimo as seguintes informações.

- Estrutura concretada (ou parte da mesma),
- Elevação,
- Hora de início e fim da concretagem,
- Traços empregados;
- Volume de cada traço lançado,
- Número e marcação dos corpos de prova feitos durante o lançamento,



- Temperatura ambiental e do concreto lançado,
- Condições meteorológicas durante o lançamento,
- Eventuais interrupções de concretagem e anotações sobre outras irregularidades

### **5.2.2 - Do Empreiteiro**

As principais atribuições do EMPREITEIRO serão as seguintes

- a) Responsabilidade pela execução e pela qualidade do concreto especificado,
- b) Responsabilidade pelo fornecimento, transporte e armazenamento dos materiais a serem utilizados no concreto, obedecendo aos requisitos especificados para cada material, recomendados pela boa prática,
- c) Utilização de métodos construtivos aprovados previamente pela FISCALIZAÇÃO

### **5.2.3 - Da Projetista**

São atribuições principais da PROJETISTA

- a) Fixar os critérios de escolha dos traços por estrutura de projeto,
- b) Prestar assistência à FISCALIZAÇÃO mediante especificações e medidas a serem adotados que visem a consecução das metas comuns, de qualidade e economia do concreto a ser executado;
- c) Tomar conhecimento, analisar e, quando necessário, comentar os relatórios referentes ao controle de qualidade do concreto e de seus constituintes, características do concreto e aos resultados de leituras da instrumentação instalada



## 5.3 - COMPOSIÇÃO DO CONCRETO

### 5.3.1 - Generalidades

O Concreto deverá ser composto de cimento Portland, material pozzolânico, água, agregados miúdos e agregados graúdos e, conforme necessidade técnica, de agente redutor de água, agente de retardamento de pega e agente incorporador de ar

O projeto da mistura do concreto visará a obtenção de uma mistura homogênea, trabalhável e adaptável às condições específicas de transporte, lançamento de um concreto que, devidamente curado, produza um material que tenha durabilidade, impermeabilidade e resistência, em conformidade com todas as exigências do projeto. O teor de água de todas as misturas de concreto será o mínimo requerido para produzir uma mistura trabalhável

O concreto deverá ser amostrado e ensaiado

### 5.3.2 - Consistência do Concreto

O controle de consistência do concreto será feito pela FISCALIZAÇÃO por meio de ensaios de Abatimento pelo Cone de Abrams (Slump-test)

Os ensaios de consistência serão efetuados na Central de Concreto ou local de lançamento, com a frequência que a FISCALIZAÇÃO julgar necessária

Os valores máximos de "Slump", para cada classe de concreto, serão fornecidos ao EMPREITEIRO durante o andamento das obras juntamente com as tabelas de dosagem.

O equipamento do EMPREITEIRO deverá ser capaz de trabalhar, transportar, lançar e adensar satisfatoriamente concreto massa com qualquer valor especificado de "Slump"

A consistência do concreto deverá ser uniforme de betonada para betonada

A quantidade de água de amassamento será modificada, se necessário, de uma betonada para outra, para se corrigir a variação do teor de umidade dos agregados



Não será adicionada água com o objetivo de compensar o endurecimento do concreto devido ao atraso do lançamento

O EMPREITEIRO será responsável pela manutenção das condições estáveis de umidade no agregado, pela uniformidade de granulometria do agregado e pela mistura acurada

O teor de umidade dos agregados colocados na betoneira e as devidas correções, serão determinadas pela FISCALIZAÇÃO. A quantidade total de água na mistura não deverá ultrapassar os limites estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO

Concreto com excesso ou falta de água será rejeitado sem compensação para o EMPREITEIRO

### 5.3.3 - Classificação dos Concretos

As resistências do concreto serão baseadas em resistências mínimas à compressão nas idades 28 e 90 dias ou outras a critério da FISCALIZAÇÃO

As resistências mínimas características, nas idades que determinem as classes de concreto, serão indicadas nos desenhos executivos e constam da Tabela 1

**TABELA 1**  
**CLASSES DE CONCRETO**

CLASSE DO CONCRETO	USO GERAL	DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO (mm)	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA À COMPRESSÃO fck(MPa)	
			AOS 28 DIAS	AOS 90 DIAS
C	Regulanzação, enchimento, dental	38	-	10
B	Concreto ciclopico, para o corpo da barragem e vertedouro	38	15	-
A	Vertedouro-Concreto exposto a altas velocidades de água A/ C $\leq$ 0,45 Teor de cimento $>300\text{kg/m}^3$ de concreto	19	15	-



As classes de concreto serão modificadas pela FISCALIZAÇÃO sempre que necessário, a fim de preservar a qualidade e economia dos trabalhos

Após o término das investigações sobre os materiais e os projetos de misturas, a FISCALIZAÇÃO determinará, em caráter final, a classe específica de concreto a ser utilizada, as dimensões máximas dos agregados, a resistência à compressão, a relação água/aglomerante, bem como, outros dados de interesse a critério da FISCALIZAÇÃO

Para o controle do concreto durante a construção, a FISCALIZAÇÃO determinará a relação entre a resistência requerida a 90 dias, como indicada na Tabela 1, e as resistências correspondentes requeridas para os ensaios aos 3 dias, 7 dias e 28 dias. Similarmente a FISCALIZAÇÃO determinará também a relação entre a resistência requerida a 28 dias, como indicado na Tabela 1, e as resistências correspondentes requeridas para os ensaios aos 3 dias e 7 dias

## 5.4 - MATERIAIS

### 5.4.1 - Generalidades

Todos os materiais que entram na composição do concreto deverão ser submetidos a um rigoroso controle de qualidade. Em se tratando de materiais beneficiados no local das OBRAS, total ou parcialmente, a FISCALIZAÇÃO deverá controlar o produto no próprio local de produção

No caso de materiais provenientes de outras fontes, os mesmos deverão ser submetidos a ensaios de recepção pela FISCALIZAÇÃO, antes do produto ser liberado para uso

Independente de controles anteriores, todos os produtos deverão ser submetidos à inspeção final na Central de Concreto. Em casos de evidente dúvida sobre quaisquer dos materiais, a FISCALIZAÇÃO deverá rejeitar os lotes em questão, e liberá-los somente após a realização de ensaios que eliminem a dúvida

Além dos ensaios sobre os materiais constituintes, o próprio concreto deverá ser testado rotineiramente com o objetivo de controle dos requisitos especificados



## 5.4.2 - Cimento

### 5.4.2.1 - Fornecimento de Cimento

É de responsabilidade do EMPREITEIRO o fornecimento do cimento

### 5.4.2.2 - Inspeção do Cimento

A FISCALIZAÇÃO deverá ter o acesso que for necessário para inspecionar as instalações de armazenagem e para retirada das amostras de cimento

A FISCALIZAÇÃO deverá promover todos os ensaios com o cimento. Para tal, serão retiradas amostras na fábrica, nos pontos de transferência de transporte ou local das OBRAS. Nenhum cimento poderá ser utilizado a não ser após ter sido ensaiado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

As remessas de cimento deverão ser acompanhadas periodicamente por certificados, especificações de fabricação e amostras que serão fornecidos à FISCALIZAÇÃO.

### 5.4.2.3 - Transporte do Cimento

O cimento deverá ser transportado da Fábrica para a Central de Concreto, ou para o local de armazenamento, por meio de equipamento à prova de intempéries, adequadamente projetado, que o protegerá inteiramente da umidade. O cimento deverá ser transportado até o local das OBRAS em "caminhões silos" ou em sacos invioláveis.

### 5.4.2.4 - Armazenagem

Imediatamente após seu recebimento no local das OBRAS, o cimento deverá ser armazenado, pelo EMPREITEIRO, em um depósito seco, à prova de intempéries e apropriadamente ventilado, dotado ainda de meios para evitar a absorção de umidade. Todas as instalações destinadas à armazenagem estarão sujeitas à aprovação da FISCALIZAÇÃO, e serão construídas de maneira a permitir fácil acesso para inspeção e identificação e garantir um armazenamento para atender aos cronogramas de obras.



Para evitar o uso de cimento velho, o EMPREITEIRO deverá utilizar o cimento na ordem cronológica de recebimento no local das OBRAS. Qualquer cimento armazenado por mais de 3 (três) meses no Canteiro só poderá ser usado quando um novo ensaio comprove suas condições satisfatórias. Os depósitos destinados à armazenagem do cimento deverão ser construídos de maneira que não haja armazenagem permanente (morta) pois, estes depósitos deverão ser periodicamente esvaziados e limpos, ou quando seja isso determinado pela FISCALIZAÇÃO.

O cimento ensacado não poderá ser armazenado em quantidade superior a 12 (doze) sacos por pilha por um período de estocagem maior que 30 dias, no caso de armazenagem por um período maior, não poderão ser armazenados mais de 8 (oito) sacos por pilha.

Com mais de 90 dias, o cimento ensacado só poderá ser usado depois de reensaiado e aprovado.

#### 5.4.2.5 - Temperatura do Cimento

A não ser que haja aprovação em contrária, a temperatura máxima do cimento ao dar entrada nas betoneiras não poderá ultrapassar 50° C.

- Nenhum cimento deverá ser usado sem antes ter sido testado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

- Nenhum cimento a granel ou em sacos, estocado por mais de 3 (três) meses, deverá ser usado sem antes ter sido reensaiado.

#### 5.4.3 - Pozolona

A porcentagem de utilização de pozolona nos traços deverá ser determinada pela FISCALIZAÇÃO.

Por pozolona entende-se todo o material que apresente atividade pozolânica (cinzas volantes, pozolona de argila calcinada, pozolona natural, etc). O uso de pozolona é necessária para evitar qualquer possibilidade de reações de agregados com a álcalis do cimento.



#### 5 4 3.1 - Fornecimento

O fornecimento de pozolana será de responsabilidade do EMPREITEIRO

#### 5 4 3.2 - Exigências dos Ensaio

Deverão ser realizados, pela FISCALIZAÇÃO Antes que a pozolana de uma determinada fonte seja utilizada no concreto, deverá proceder-se a ensaios do material em combinação com o cimento e os agregados a serem utilizados, para se poder obter o máximo de vantagens do seu uso com relação à qualidade e economia do concreto

A liberação da pozolana, assim como, a proporção de seu uso como substituição de parte do cimento, após a realização de uma série de ensaios, ficará a critério da FISCALIZAÇÃO

#### 5 4 3.3 - Transporte e Armazenagem da Pozolana

O transporte e a armazenagem da pozolana serão realizados de acordo com o descrito nos itens para cimento Portland

#### 5 4.3.4 - Critérios de Rejeição

- Nenhuma pozolana deverá ser usada sem que amostras da mesma, tenham sido ensaiadas

- Deverá ser novamente ensaiada toda e qualquer pozolana estocada por mais de 3 (três) meses

#### 5.4.4 - Aditivos

Poderão ser empregados no preparo do concreto substâncias de ação química, física ou combinada, em dosagens bem definidas que se caracterizam pelas seguintes propriedades, isoladas ou concomitantes:

- Incorporação de ar,
- Redução de água de amassamento (Plastificantes normais e Superplastificantes);
- Retardamento de pega,
- Aceleração de pega,



- Fluidificação,
- Impermeabilização,
- Densificação,
- Expansão.

Estas propriedades poderão se manifestar na fase plástica ou após o endurecimento, conforme o aditivo. Os aditivos devem ser de uma marca e qualidade reconhecida, testada e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO e fornecidos pelo EMPREITEIRO. Os aditivos deverão ser usados consoante às recomendações do seu fabricante.

Os aditivos deverão ser dosados mecanicamente em peso e adicionados à água de amassamento, a fim de garantir uma distribuição homogênea pelo traço.

A escolha do tipo de aditivo deverá ficar a critério da FISCALIZAÇÃO, uma vez demonstrada e recomendada a conveniência do seu emprego para melhorar o concreto quanto às suas propriedades mecânicas, conforme as exigências indicadas no Projeto Executivo.

Nenhum aditivo deverá ser usado, enquanto o EMPREITEIRO não vier a ser notificado, a respeito de terem sido os ensaios realizados pela FISCALIZAÇÃO julgados satisfatórios.

Para as finalidades destas ESPECIFICAÇÕES serão considerados apenas o aditivo incorporador de ar, retardador de pega e redutor de água.

#### 5.4 4.1 - Aditivo Incorporador de Ar

Os aditivos incorporadores de ar deverão obedecer às especificações C-260 da ASTM, e deverão ter consistência e qualidade uniformes em cada embalagem e em todo fornecimento.

O aditivo incorporador de ar deverá ser usado em todos os concretos-massa, exceto quando determinado o contrário pela FISCALIZAÇÃO.



Todos os ensaios para aprovação de aditivo incorporador de ar serão feitos pela FISCALIZAÇÃO. Nenhum aditivo será utilizado sem que o EMPREITEIRO seja notificado de que os resultados dos ensaios são satisfatórios. Qualquer aditivo incorporador de ar que tenha permanecido no local das OBRAS por um período maior que 6 meses, em embalagem lacrada, ou 3 meses, em embalagem violada, não poderá ser usado antes de novos ensaios provarem que suas condições são satisfatórias

O aditivo incorporador de ar será adicionado a cada traço, diluído numa porção de água de mistura

Esta solução será adicionada por meio de um dosador mecânico, capaz de medidas rigorosas, e de maneira a garantir uma distribuição uniforme de aditivo através da massa de concreto, durante o tempo especificado para mistura

A quantidade de aditivo incorporador de ar deve ser tal que a fração de concreto fresco que passa na peneira de 38mm contenha a seguinte porcentagem de ar, conforme indicado na Tabela 2

**TABELA 2**

<b>DIÂMETRO MÁXIMO DO AGREGADO NA MISTURA CONCRETO (mm)</b>	<b>PORCENTAGEM DE AR SOBRE O VOLUME DO CONCRETO FRESCO PENEIRADO</b>
19	4,5 ± 0,5
38	

#### a) Ensaios

Para aferição da qualidade de um aditivo a ser usado, deverão ser confrontados resultados de ensaios no “concreto teste” e no “concreto referência” Ambos deverão ter a proporção de materiais e a granulometria de agregados indicados, respectivamente, nas Tabelas 3 e 4

Como “concreto-teste” entende-se o concreto fabricado com o aditivo em estudo, como “concreto de referência” entende-se o concreto fabricado com aditivo padrão Ambos os concretos deverão ser fabricados com os mesmos agregados e aglomerantes

No caso do aditivo ser empregado em concretos com pozolana, deverá ser utilizada a mesma pozolana nos concretos “teste” e “referência”, em proporção conforme estabelecido pela FISCALIZAÇÃO.



Deverá ser preparado o “concreto referência” com 6% de ar, com “slump” prefixado e igual a 5cm utilizando-se um aditivo padrão e o “concreto teste” com 6% de ar, também com “slump” igual a 5cm utilizando-se o aditivo em estudo

Deverão ser determinados “slump”, relação água/cimento e % de aditivo necessário para se obter os  $6 \pm 0,5\%$  de ar incorporado

**TABELA 3**

MATERIAL	TRAÇO EM PESO
Areia natural	2,49
Brita 1	2,17
Brita 2	2,17
Cimento dentro das especificações do item 5.4.2	1,00
Água	Necessária para obter-se “slump” de $5 \pm 0,5\text{cm}$
Incorporador de ar	Necessário para incorporar $6 \pm 0,5\%$ de ar nos concretos “teste” e “referência”



**TABELA 4****GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS DO CONCRETO**

Peneira de Malha Quadrada		% Retidas Individuais		
Padrão Americano	Designação ABNT (mm)	Brita 2	Brita 1	Areia
1 1/2"	ABNT 38	2 ± 1	-	
1"	ABNT 25	63 ± 5	-	-
3/4"	ABNT 19	33 ± 3	5 ± 1	-
1/2"	ABNT 12,5	2 ± 1	33 ± 3	-
3/8"	ABNT 9,5	-	24 ± 2	-
nº 4	ABNT 4,8	-	34 ± 3	3 ± 1
nº 8	ABNT 2,4	-	4 ± 1	10 ± 1
nº 16	ABNT 1,2	-	-	12 ± 1
nº 30	ABNT 0,600	-	-	22 ± 2
nº 50	ABNT 0,300	-	-	38 ± 3
nº 100	ABNT 0,150	-	-	15 ± 1

Deverá ser tomado como aditivo padrão uma solução de resina vinsol neutralizada e preparada. A neutralização deve ser feita tratando-se 100 partes de resina vinsol com 9 a 15 partes de NaOH em peso. Em uma solução aquosa, a relação de água para resina vinsol não deve exceder 12:1 em peso.

Alternativamente, poderá ser efetuado estudo comparativo de aditivos, levando-se em conta as taxas de utilização e desempenho.

Para o controle de qualidade de rotina, relativo a um aditivo já em uso corrente, serão suficientes os ensaios de resistência à compressão com 7 dias e com 28 dias. Caso os resultados originem dúvidas, deverão ser feitos todos os ensaios mencionados.



### b) Requisitos

Em relação ao “concreto-referência”, o “concreto-teste”, isto é, o concreto que recebeu o aditivo incorporador de ar em estudo, deverá enquadrar-se nas especificações da Tabela 5

**TABELA 5**

**CONFRONTO DO “CONCRETO-TESTE”  
COM O “CONCRETO-REFERÊNCIA**

PROPRIEDADES	LIMITES
Ar incorporado (%)	$6 \pm 0,5$
Resistência à compressão aos 7 dias e 28 dias (mín )	90%
Resistência à flexão aos 7 dias e 28 dias (mín )	90%
Aumento de exsudação, “bleeding” (máx )	2%
Diferença entre tempo de início de pega final e inicial (máx )	1h e 15 min

### c) Critérios de Rejeição

- O aditivo incorporador de ar deverá ser rejeitado se suas propriedades não satisfizerem às exigências citadas no item “a”

- Nenhum aditivo deverá ser utilizado sem antes ser testado e os resultados comprovarem suas qualidades para uso

- Nenhum aditivo incorporador de ar poderá ser usado, caso esteja em estoque no local das OBRAS por mais de 6 meses, em embalagem lacrada ou 3 meses em embalagem violada, a não ser, que um novo ensaio comprove que o mesmo é satisfatório

## 5.4.4.2 - Aditivo Retardador de Pega

### a) Generalidades

É todo produto que retarda a pega do concreto



Se for determinado pela FISCALIZAÇÃO, o EMPREITEIRO deverá adicionar ao concreto um aditivo retardador de pega, devendo este ser usado de acordo com as normas estabelecidas

O aditivo será adicionado a cada betonada, na proporção que for determinada pela FISCALIZAÇÃO, dissolvido na água da mistura

#### b) Ensaaios

Deverá ser preparado o “concreto referência”, sem aditivo, com “slump” prefixado e igual a  $5 \pm 1$  cm, e o “concreto-teste” com 0,25% (em peso de aglomerante) do aditivo em estudo, também com “slump”  $5 \pm 0,5$ . O traço e a granulometria dos concretos deverão ser iguais aos do item 5.4 4.1, letra “a”

Para controle de qualidade de rotina, relativo a um retardador já em uso corrente, serão suficientes os seguintes ensaios e determinações:

- “slump”
- % de ar incorporado
- tempo de pega inicial e final
- A/C obtida

Caso os resultados originem dúvidas, estes testes deverão ser refeitos.

#### c) Requisitos

Em relação ao “Concreto-referência”, o “concreto-teste” deverá enquadrar-se nas especificações da Tabela 6

#### d) Critérios de Rejeição

- O aditivo retardador de pega deverá ser rejeitado se suas propriedades não satisfizerem às exigências das especificações da Tabela 6.

- Nenhum aditivo deverá ser utilizado sem antes ser testado e os resultados comprovarem suas qualidades para uso.



- Nenhum aditivo retardador de pega poderá ser usado, caso esteja em estoque no local das OBRAS por mais de 6 meses, em embalagem lacrada ou 3 meses em embalagem violada, a não ser que um novo ensaio comprove que o mesmo é satisfatório

#### 5 4 4.3 - Aditivo Redutor de Água

##### a) Generalidades

É todo produto que reduz a quantidade de água de mistura requerida para produzir um concreto de certa consistência

**TABELA 6**

#### REQUISITOS DO "CONCRETO-TESTE" COM ADITIVO RETARDADOR

PROPRIEDADES	LIMITES
tempo de pega - desvio em relação ao "concreto-referência"	
Inicial - desvio máximo (h)	+ 3
Inicial - desvio mínimo (h)	+ 1
Final - desvio máximo (h)	+3
Final - desvio mínimo (h)	+ 1
Resistência mínima à compressão - % em relação ao "concreto-referência"	
3 dias	90
7 dias	90
28 dias	90
180 dias	90
360 dias	90
Resistência mínima à flexão - % em relação ao "concreto-referência"	
3 dias	90
7 dias	90
28 dias	90
Exsudação máxima - Aumento, em % sobre o "concreto-referência"	5

##### b) Ensaio

Confrontam-se os resultados obtidos no "concreto-teste" com o aditivo redutor de água em estudo - com aqueles obtidos no "concreto-referência", sem aditivo



## c) Requisitos

O aditivo redutor de água deverá enquadrar-se nas exigências da Tabela 7

**TABELA 7**

**REQUISITOS DO "CONCRETO-TESTE"  
COM ADITIVO REDUTOR DE ÁGUA**

<b>PROPRIEDADES</b>	<b>LIMITES</b>
Consumo de água máximo - % em relação ao "concreto-referência"	95
Tempo de pega máximo (h) - Desvio em relação ao "concreto-referência"	$\pm 1$
Inicial	$\pm 1$
Final	
Resistência mínima compressão - % em relação ao "concreto-referência"	110
3 dias	110
7 dias	110
28 dias	100
180 dias	100
360 dias	
Resistência mínima à flexão - % em relação ao "concreto-referência"	100
3 dias	100
7 dias	100
28 dias	
Aderência mínima - % em relação ao "concreto-referência"	100
Exsudação - Aumento máximo sobre o "concreto-referência" em % do peso da água de mistura	5

Nota Os aditivos do tipo super-plastificantes deverão atender aos limites da Tabela 7, com exceção do consumo de água máximo em relação ao "concreto-referência" cujo limite será de 88%

## d) Critérios de Rejeição

- O aditivo redutor de água deverá ser rejeitado se suas propriedades não satisfizerem às exigências das especificações da Tabela 7
- Nenhum aditivo deverá ser utilizado sem antes ser testado e os resultados comprovarem suas qualidades para uso
- Nenhum aditivo retardador de pega poderá ser usado, caso esteja em estoque no local das OBRAS por mais de 6 meses, em embalagem lacrada ou 3 meses em embalagem violada, a não ser que um novo ensaio comprove que o mesmo é satisfatório



#### **5.4.5 - Água de Amassamento, Cura e Lavagem**

A água para lavar os agregados e para a mistura e a cura do concreto deve ser doce e estar isenta de quantidade nocivas de óleos, ácido, sal, álcalis, matéria orgânica-silte, ou outras substâncias prejudiciais à qualidade do concreto. A água não deverá conter mais de 5.000 partes por milhão de cloretos (Cl) nem mais de 5 000 partes por milhão de sulfatos (SO<sub>4</sub>) A quantidade máxima de sólidos totais em suspensão na água deverá ser limitada a 2 000 partes por milhão

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 das águas ou filtração das águas destinadas à Central de Concreto, lavagem dos agregados e cura do concreto

A água presente nos agregados deverá ser considerada na dosagem, devendo portanto, ser determinada a umidade dos agregados com frequência a ser estabelecida pelo Laboratório

#### **5.4.6 - Fontes de Agregados**

Os agregados graúdos e miúdos serão produzidos de materiais aprovados, provenientes das escavações a serem executadas e de depósitos naturais de areia do rio, ou dos bancos de suas margens

As jazidas aprovadas, estudadas e amostradas deverão fornecer bom material e em quantidade suficiente para suprir todas as necessidades das OBRAS Porém, a aprovação das jazidas não deverá ser interpretada como sendo a aprovação de todos os materiais retirados das mesmas Camadas e zonas de rocha decomposta serão removidas para bota-foras, ou estoques indicados. À FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de rejeitar determinadas camadas e zonas localizadas dentro de áreas aprovadas, quando o material for insatisfatório para o concreto

As investigações e ensaios destas fontes foram feitas preliminarmente e estão à disposição do EMPREITEIRO

Qualquer opinião ou conclusão deduzidas pelo EMPREITEIRO sobre os estudos feitos, não desobrigará o mesmo de produzir agregados que satisfaçam a todos os requisitos destas ESPECIFICAÇÕES.



O EMPREITEIRO não produzirá agregados de jazidas que não tenham sido aprovadas pelas FISCALIZAÇÃO

O processamento do material bruto consistirá na britagem, peneiramento, transporte e lavagem para se produzir um agregado adequado

#### 5.4.7 - Agregado Miúdo

Deverá ser usada areia natural de rio. Eventualmente, poderá ser utilizado pedrisco para a correção de granulometria da areia natural, caso sejam utilizadas as jazidas mais próximas ao local das OBRAS

##### 5.4.7.1 - Granulometria

A granulometria do agregado miúdo deverá obedecer à Tabela 8.

**TABELA 8**

#### GRANULOMETRIA DO AGREGADO MIÚDO

PENEIRA DE MLAHA QUADRADA		LIMITES PERMISSÍVEIS (PERCENTUAL DO PESO QUE PASSA)	
PADRÃO AMERICANO	DESIGNAÇÃO ABNT	MÍNIMO	MÁXIMO
3/8"	9		
Nº	8	9	
Nº 8		8	
Nº			8
Nº 3			
Nº	3		3
Nº			

Além dos limites de granulometria, a areia entregue na betoneira deverá ter um módulo de finura não inferior a 2,50 e não superior a 2,90, com a exceção de que, se a areia proposta para uso pelo EMPREITEIRO tiver módulo fora dos limites de finura especificados, ficará sujeita a ensaios especiais e não deverá ser usada sem aprovação por escrito da FISCALIZAÇÃO

A granulometria da areia também deverá ser controlada de modo que os módulos de finura de, pelo menos, quatro de quaisquer cinco amostras consecutivas para ensaio do agregado miúdo, tal como entregues na betoneira, não variem de mais de 0,15 do módulo de finura da granulometria selecionada e aprovada.



#### 5.4 7.2 - Amostragem e Ensaio

A FISCALIZAÇÃO deverá extrair amostras e realizar ensaios dos agregados, para verificação se os mesmos atendem aos requisitos especificados. Deverão obrigatoriamente ser retiradas amostras de agregados na Central de Concreto. Além desse local, as amostras poderão ser retiradas em qualquer estágio das operações de processamento e de manuseio, de preferência nas esteiras transportadoras. A proporção de materiais pulverulentos, no agregado miúdo, não deverá exceder 3 por cento, em peso, para todos os tipos de concreto. Entre essas substâncias prejudiciais incluem-se xistos, álcalis, mica, grãos recobertos, partículas escamosas moles, lodo e materiais que passam pela peneira nº 200.

A percentagem máxima admitida, em peso do total da amostra, de argila em torrões é de 1 por cento.

Dos ensaios rotineiros deverão constar as determinações de granulometria, densidade, absorção, impurezas orgânicas, teor de argila, pulverulentos.

O agregado submetido ao ensaio de determinação de impurezas orgânicas, e que produzir uma cor mais escura do que a solução padrão (quantidade de matéria orgânica superior a 300 p.p.m) deverá ser rejeitado, a menos que seja aprovado pelo ensaio de qualidade.

O agregado miúdo deverá também satisfazer aos seguintes requisitos:

- a densidade absoluta deverá ser igual ou superior a  $2,60 \text{ t/m}^3$ ,

- o agregado retido na peneira nº 50 submetido ao ensaio de alteração por sulfato de sódio não deverá apresentar, após 5 ciclos, uma perda média ponderada de mais 10 por cento, em peso.

#### 5.4 7.3 - Critérios de Rejeição

Deverá ser rejeitada toda e qualquer areia que não satisfaça ao especificado neste item.

#### 5.4.8 - Agregado Graúdo

Para a finalidade destas ESPECIFICAÇÕES, o agregado graúdo deverá ser formado por pedra britada proveniente de britagem de rocha, dentro da faixa de 38 mm a 4,8 mm.



As rochas destinadas à produção de agregados devem ser limpas, duráveis, densas, inertes e livres de impurezas, tais como películas de argila e pó que possam prejudicar a aderência da pasta de cimento. Os agregados devem ser isentos de materiais de contaminação, tais como silte, carvão mineral, húmus ou outro tipo de matéria orgânica.

As rochas com inclusões significativas de argilo-minerais expansivos devem ser refugadas para produção de agregados. Materiais pulverulentos serão tolerados apenas nas quantidades máximas adiante especificadas. A FISCALIZAÇÃO deverá verificar a compatibilidade química dos agregados com os demais componentes de concreto.

“Diâmetro máximo”, na designação do tamanho do agregado, é a abertura da malha de peneira à qual corresponde uma percentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5%.

#### 5.4.8.1 - Produção do Agregado

Os agregados deverão ser produzidos de locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

O processamento das matérias-primas deverá incluir a britagem, a classificação, o transporte e a lavagem indispensáveis à obtenção de agregados adequados.

#### 5.4.8.2 - Empilhamento do Agregado

Os agregados deverão ser empilhados separadamente, por tamanho nominal, e de tal maneira que sejam evitadas a segregação, a mistura entre os vários tamanhos de agregados antes da dosagem, a contaminação por meio de sujeiras ou outros corpos estranhos, e de forma a ser assegurada a drenagem livre da água em excesso. Deverá ser estocada no local das OBRAS uma quantidade suficiente de agregados para atender à programação das concretagens.

#### 5.4.8.3 - Amostragem e Ensaio

A FISCALIZAÇÃO deverá extrair amostras e realizar ensaios dos agregados, para verificar se os mesmos atendem aos requisitos especificados. Deverão, obrigatoriamente, ser retiradas amostras de agregados na Central de Concreto. Além desse local, as amostras poderão ser retiradas em qualquer estágio das operações de processamento e manuseio.



Dos ensaios deverão constar as determinações de granulometria, absorção, materiais pulverulentos, matéria orgânica e material friável.

Os seguintes limites, em % de peso da amostra total, deverão ser obedecidos

partículas friáveis e torrões de argila (máx.) .....0,25

partículas moles (máx.) ..... 5,0

carvão (de pedra) e linhito (máx.)..... 1,0

Material que passa na peneira nº 200 (0,071 mm) (máx ). . 1,0 \*

O agregado graúdo ensaiado à abrasão Los Angeles deverá apresentar perda máxima final inferior a 40% A densidade absoluta do agregado graúdo deverá ser superior a 2,60 t/m<sup>3</sup>

A perda média ponderada, após 5 ciclos, no ensaio de alteração pelo sulfato de sódio, não deverá exceder 12 por cento em peso

(\*) Se o material mais fino que a peneira nº 200 consistir de pó de fratura, essencialmente livre de argila ou xisto, essa porcentagem poderá ser elevada para 1,5.

A forma de partículas no agregado graúdo deve ser preferencialmente esférica ou cúbica A quantidade de partículas lamelares e alongadas não deve exceder 25% em quaisquer grupos de peneiras.

#### 5.4.8.4 - Granulometria

O agregado graúdo será entregue às betoneiras por faixas de granulometria, de acordo com a Tabela 9



**TABELA 9****GRANULOMETRIA DO AGRAGADO GRAUDO**

<b>PENEIRA DE MALHA QUADRADA</b>		<b>GRUPOS DE GRADUAÇÃO PERCENTUAL QUE PASSA POR PENEIRAS INDIVIDUAIS</b>	
<b>PADRÃO AMERICANO (pol)</b>	<b>DESIGNAÇÃO ABNT (mm)</b>	<b>4,8 mm a 19 mm</b>	<b>19 mm a 38 mm</b>
7"			
6"	152		
4"	100		
3"	76		
2"	50		100
1 - 1/2"	38		90 - 100
1"	25	100	20 - 45
3/4"	19	90 - 100	0 - 10
3/8"	9,5	30 - 55	0 - 5
Nº 4	4,8	0 - 5	

**5 4.8.5 - Diâmetro Máximo do Agregado**

O diâmetro máximo do agregado graúdo a ser usado nas diversas estruturas da Obra, salvo indicação expressa, deverá estar de acordo com as seguintes indicações

<b>DIÂMETRO MÁXIMO DE AGREGADO</b>	<b>USO GERAL</b>
38mm      1 1/2"	Paredes e lajes, de 0,3 a 1,0 m de espessura
19 mm      3/4"	Paredes delgadas, lajes e pilares com de 0,3m de espessura

A FISCALIZAÇÃO poderá determinar a utilização de agregado graúdo de diâmetro menor que os supracitados, a fim de se obter o satisfatório lançamento de concreto



#### 5.4.8.6 - Controle de Umidade

O teor de umidade livre do agregado graúdo será controlado, de maneira que o agregado seja entregue às betoneiras com uma quantidade de umidade livre e com uma mínima variação de umidade livre praticável, sob as condições da OBRA. De forma alguma o agregado será entregue gotejando (dripping wet) aos silos das Centrais de Concreto. O teor de umidade livre do grupo de agregado graúdo tamanho 4, 8-19 mm, quando lançado nas betoneiras, poderá ter uma umidade livre máxima de 2%, expressa como um percentual por peso de agregado saturado de superfície seca e a variação de umidade livre de agregados deste tamanho não será maior de 0,5% durante qualquer hora de operação da Central de Concreto.

#### 5.4.8.7 - Critérios de Rejeição

Deverá ser rejeitado todo e qualquer agregado graúdo que não satisfaça às presentes ESPECIFICAÇÕES.

### 5.5 - DOSAGEM E MISTURA DO CONCRETO

#### 5.5.1 - Central de Concreto

A Central de Concreto, a ser fornecida pelo EMPREITEIRO, deverá ser inteiramente automática, com capacidade adequada para atender ao serviço necessário. Terá condições de combinar o agregado, os aglomerantes, os aditivos e a água em uma mistura uniforme, dentro do limite de tempo especificado, bem como, descarregar essa mistura sem segregá-la. O EMPREITEIRO deverá operar e proceder a manutenção da Central de Concreto, a qual deverá cumprir o seguinte:

- Ter condições para uma rápida mudança de ajustagens, a fim de fazer face às variações no teor de umidade dos agregados, e para alterar as proporções dos pesos constituintes do traço,

- Ter condições para controlar a entrada de todo o material dentro da margem de variação de um por cento em peso, das quantidades do traço,

- Ter condições de permitir o adicionamento ou a retirada conveniente de materiais,



- Conter uma balança sem molas com mostrador visível, que indique com precisão a carga durante todas as fases da operação de pesagem, de zero até a capacidade máxima, devendo incluir um fiel que deverá mostrar a balança em equilíbrio, com ou sem carga, serão realizadas verificações mensais ou quando necessárias para que seja mantida a precisão da balança. O EMPREITEIRO deverá fazer quaisquer ajustes, reparos ou substituições, sempre que necessário, para poder assegurar uma operação satisfatória,

- conter balança que inclua um dispositivo para indicação da quantidade de água em cada betonada, o mecanismo dessa operação deverá ser mantido de forma a evitar qualquer vazamento quando as válvulas estiverem fechadas. Os dispositivos de operação deverão ser periodicamente inspecionados para verificação de sua estanqueidade, este dispositivo deverá ser ajustado para evitar a descarga do concreto da betoneira antes de findar o período de mistura,

- conter equipamento construído e mantido de forma tal que o tempo exigido para a mistura possa ser controlado, automaticamente e com precisão,

- possuir dispositivos para a contagem e o registro do número total de betonadas,

- possuir um dispositivo adequado para a dosagem dos aditivos. O mecanismo de descarga deverá ser interligado com as operações de dosagem e descarga da água ou do aditivo, de modo que a quantidade de aditivo seja registrada de forma adequada e automática,

- estar equipada com dispositivos providos das facilidades necessárias para a rápida obtenção de amostras representativas dos agregados de cada betonada, para fins de ensaio,

### **5.5.2 - Controle**

As proporções de todos os componentes do concreto serão feitas conforme indicado pelo Laboratório. As dosagens serão modificadas, sempre que necessário, a fim de se manter o padrão de qualidade nessas ESPECIFICAÇÕES



Todos os componentes do concreto serão mecanicamente dosados e medidos por peso. A quantidade de água a ser usada será determinada por pesagem ou por medição volumétrica.

As dosagens de concreto que tiverem sido preparadas e testadas no Laboratório terão que ser ajustadas no campo periodicamente, a fim de atender às diferentes condições encontradas durante os trabalhos de construção.

A quantidade total de água para cada traço de concreto será a mínima necessária para produzir uma mistura plástica com a resistência especificada, que seja trabalhável, e que tenha a densidade e uniformidade desejadas.

As balanças para pesar os materiais componentes do concreto deverão ter precisão até o limite de 0,5 por cento, e os materiais medidos por peso, quando introduzidos no misturador, deverão estar dentro dos seguintes limites de precisão:

MATERIAIS	LIMITES DE PRECISÃO EM PORCENTAGEM
Cimento ou pozolana	1
Água	1
Agregados de tamanho de 38 mm ou menor	2
Agregados de tamanho maior em 38 mm	3
Aditivos	3

### 5.5.3 - Consistência do Concreto

A quantidade de água a ser usada no concreto, será determinada de forma a assegurar ao concreto a consistência adequada, bem como, a contrabalançar a variação de umidade ou de granulometria dos agregados quando entrarem eles na betoneira, de modo que, em cada betonada, poderá variar a proporção de água a ser adicionada.

Será exigida uniformidade na consistência do concreto de betonada para betonada. Não será permitida a adição para compensar o endurecimento do concreto antes do seu lançamento.

### 5.5.4 - Mistura

Os componentes do concreto serão completamente misturados até que apresentem uma textura uniforme, com todos eles igualmente distribuídos. Não será permitida mistura em excesso, tal que, requeira o adicionamento de água para preservar a necessária consistência do concreto. A sequência da introdução dos componentes deverá ser determinada no local das OBRAS, devendo ser feitos os ajustes necessários com o fim de se obter a máxima



eficiência O tempo de mistura deverá ser aumentado quando as amostras de ensaio, tiradas da parte superior, do centro e do fundo da mistura, mostrarem uma diferença maior do que 1 por cento na proporção areia-cimento ou água-cimento

A betoneira não deverá ser carregada além da capacidade recomendada pelo fabricante e, deverá ser operada na velocidade indicada na placa A menos que seja de outro modo indicado ou aprovado pela FISCALIZAÇÃO, a mistura de cada betonada deverá ser efetuada em tempos não inferiores aos indicados a seguir

CAPACIDADE DA BETONEIRA	TEMPO DE MISTURA
1,5 m <sup>3</sup>	1,5 min
2,0 m <sup>3</sup>	2,0 min
3,0 m <sup>3</sup>	2,5 min

## 5.6 - ALTURAS DAS CAMADAS - INTERVALO DE LANÇAMENTO

A temperatura do concreto por ocasião de seu lançamento nas fôrmas, não poderá ser superior a 32°C A altura das camadas de concretagem poderá ser de 1,5 a 2,0 metros Sobre a fundação de rocha deverá ser lançada inicialmente uma camada de 0,5m de espessura, com diâmetro máximo do agregado de 38 mm (Classe C), seguida de duas camadas com metade da espessura padrão

O intervalo entre camadas de concretagem deverá ser de no mínimo 3 dias Sempre que houver intervalos de concretagem superiores a 20 dias, o processo de concretagem deverá ser reiniciado com pelo menos duas camadas iniciais de 0,50 m, a critério da FISCALIZAÇÃO

## 5.7 - TRANSPORTE

O concreto deverá ser transportado da betoneira para as fôrmas o mais rapidamente possível, por método que evitem a segregação e perdas dos componentes ou o aumento excessivo na temperatura do concreto Não deverá haver queda livre vertical superior a 1,5 metros, exceto quando forem usados equipamentos adequados para impedir a segregação, especificamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO Deverá ser mantido um controle eficaz para a identificação dos tipos ou classes de concreto à proporção que forem misturados, transportados e colocados nas fôrmas



É imprescindível que o EMPREITEIRO possua um sistema de comunicação adequado e em funcionamento, entre as frentes de lançamento, pontos de carga intermediários, quando houver, e na Central de Concreto, no intuito de garantir a qualidade e minimizar as perdas

## **5.8 - PREPARAÇÃO PARA O LANÇAMENTO**

### **5.8.1 - Geral**

Nenhum concreto poderá ser lançado enquanto não tiverem sido aprovadas as formas, a instalação das peças a serem embutidas, a preparação das superfícies das fôrmas e as armaduras

O concreto não poderá ser lançado dentro d'água exceto com permissão especial da FISCALIZAÇÃO, devendo o método de lançamento ter a aprovação prévia da mesma. O concreto não poderá ser lançado em água corrente, nem deverá ficar sujeito à ação da água corrente, até que tenha atingido resistência suficiente. Todas as concretagens deverão obedecer a um esquema de lançamento previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Quando da liberação para concretagem, a FISCALIZAÇÃO deverá exigir do EMPREITEIRO a proteção adequada às peças embutidas existentes na estrutura. Somente após a liberação para a concretagem é que o EMPREITEIRO poderá solicitar a autorização para lançamento de concreto na estrutura em questão. Se por qualquer motivo, estando a estrutura já liberada para concretagem, ocorrerem problemas que impossibilitem o início imediato da mesma (chuva, rompimento de dutos, interrupção de energia, água, ar, etc.), a critério da FISCALIZAÇÃO, haverá uma nova inspeção e/ou emissão de nova liberação para concretagem.

Nenhum concreto será lançado quando, na opinião da FISCALIZAÇÃO, as condições existentes não permitirem a adequada colocação e consolidação do concreto.

### **5.8.2 - Superfícies de Fundação**

Imediatamente, antes do lançamento do concreto, todas as superfícies das fundações, nas quais ou contra as quais o concreto deva ser lançado, deverão estar isentas de água empoçada, lama e detritos. Todas as superfícies de rocha, nas quais ou contra as quais o concreto deva ser lançado, deverão, além dos requisitos anteriores, encontrar-se limpas e isentas de óleo, de camadas indesejáveis, fragmentos soltos, semi-soltos ou prejudiciais. A limpeza deverá ser feita manualmente com alavancas e picaretas e terminada com uma lavagem por jato de água e ar comprimido. Imediatamente, antes do início da



concretagem deverá ser feita uma limpeza com jato de ar comprimido e água (relavagem). As superfícies de fundação contra as quais o concreto deverá ser lançado deverão ser conservadas inteiramente umedecidas (saturadas de superfície seca), de forma que não seja absorvida a água do concreto recém-lançado

Concreto algum poderá ser lançado em qualquer área de fundação sem a prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Caso haja fontes de água da própria superfície a ser concretada, esta deverá ser orientada para um local de fácil bombeamento, por meio de drenos feitos de agregados e cobertos de argamassa de endurecimento rápido. A superfície drenante deverá ser provida de respiros, de modo a permitir uma injeção posterior, ou controlada por outros métodos aprovados pela FISCALIZAÇÃO. A execução destes drenos deverá ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

### **5.8.3 - Superfícies das Juntas de Construção de Contração**

Deverá ser dispensado cuidado especial ao tratamento das juntas horizontais entre dois lances sucessivos. A superfície do concreto endurecido deverá ser tratada convenientemente por jateamento de areia seca ou úmida ou por jateamento com água sob alta pressão ( $400 \text{ kgf/cm}^2$ ). O primeiro processo deve ser aplicado pouco antes do lançamento da camada seguinte. O efeito abrasivo do jato deve remover toda a nata de cimento, possíveis carbonatações e elementos de cura; em seguida deve-se proceder à lavagem acurada com água sob pressão, deixando a superfície limpa e áspera. O segundo processo combina o efeito abrasivo e de remoção da nata e demais sujeiras simultaneamente. Deve ser aplicado após o concreto ter endurecido (72 horas) e de preferência pouco antes do início da nova concretagem.

Outro processo que produza os mesmos resultados poderá ser utilizado, desde que seja aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Não será permitido o lançamento de camada de argamassa sobre o concreto endurecido antes do lançamento de nova camada, a não ser, em casos onde a aplicação do jateamento resulte em remoção excessiva de argamassa entre grãos de agregado graúdo. Neste caso, considerado como de jateamento excessivo, deverá ser aplicada camada fina de argamassa sobre o concreto endurecido, a critério da FISCALIZAÇÃO, imediatamente, antes do lançamento da nova camada.



As superfícies das juntas de construção deverão estar limpas, ásperas e umedecidas, ao serem cobertas com concreto. Quando da limpeza das juntas de construção, deverá ser tomado cuidado para evitar-se um desbaste excessivo. Após o desbaste a superfície deverá ser limpa e lavada. As superfícies de todas as juntas de construção deverão ser totalmente lavadas por meio de jatos de ar e de água, imediatamente antes de ser iniciada a concretagem do lance seguinte.

A água e os restos de limpeza das juntas deverão ser removidos pelas faces de montante das estruturas. Nenhuma água ou restos de limpeza serão removidos por sobre as superfícies a jusante das estruturas. As faces de montante das estruturas, situadas acima das cotas máximas normais do reservatório, deverão ser lavadas, de forma a serem removidas toda a argamassa, a areia, nata ou outro qualquer material decorrente da limpeza dos lances superiores. Todas as partes embutidas das estruturas, incluindo todas as estruturas metálicas, deverão ser completamente limpas.

Toda a água empoçada deverá ser removida das superfícies das juntas de construção antes que um novo concreto seja lançado.

A limpeza das juntas de construção verticais será efetuada da mesma maneira que as juntas de construção horizontais, ou por desbaste.

As superfícies de todas as juntas de construção deverão ser totalmente limpas, removendo-se os excessos de concreto ou outro qualquer material estranho, por meio de desbaste, raspagem ou de outro qualquer processo aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

## 5.9 - LANÇAMENTO DO CONCRETO

O EMPREITEIRO deverá manter a FISCALIZAÇÃO informada a respeito dos cronogramas de lançamento do concreto. A menos que a inspeção seja dispensada especificamente pela FISCALIZAÇÃO, a concretagem somente poderá ser feita na presença de um seu representante, devidamente autorizado.



Após terem sido limpas e umedecidas, as superfícies de rocha poderão ser cobertas, a critério da FISCALIZAÇÃO, com uma camada de argamassa de aproximadamente três centímetros de espessura em áreas limitadas e de acordo com o progresso da concretagem. A argamassa deverá conter as mesmas proporções de água, aditivos, cimento e areia que as da mistura do concreto. A relação água/cimento da argamassa colocada não deverá exceder a do concreto a ser ali lançado. A argamassa deverá ser uniformemente espalhada sobre a superfície, sendo o concreto imediatamente lançado sobre a mistura fresca.

Não será permitida a adição de água durante lançamento do concreto, com o objetivo de torná-lo mais trabalhável. Qualquer concreto que tenha endurecido, a ponto de não poder ser assegurada a sua colocação, deverá ser rejeitado. O concreto deverá ser descarregado o mais próximo possível de sua posição final, não devendo fluir lateralmente de forma que venha causar a sua segregação. Os métodos e equipamentos a serem usados na concretagem deverão ser tais que não resultem bolsas com partículas de agregado gráúdo separado da massa do concreto; caso se formem tais bolsas, deverão elas ser espalhadas antes de ser o concreto vibrado, devendo o método de lançamento do concreto ser modificado, no que for necessário, para se evitar tal segregação.

Quando a concretagem terminar em superfícies inclinadas, o EMPREITEIRO deverá consolidar por completo o concreto plástico em tais superfícies, de forma a ser obtida a desejada declividade uniforme. Caso se torne necessário, conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO, serão usadas fôrmas. O concreto nas superfícies dessas juntas em declive deverá ser limpo e umedecido, antes de ser coberto com argamassa ou com concreto fresco.

Todo o concreto deverá ser lançado em camadas contínuas, aproximadamente horizontais. Os lances de cada camada de concretagem não deverão exceder, de um modo geral, 0,5 m. De qualquer forma, esta espessura deverá ser 10 cm menor que o comprimento da agulha do vibrador, para permitir a “costura” entre os lances.

O EMPREITEIRO deverá manter exposta a área do concreto fresco um mínimo de tempo possível. Cada camada de concreto deverá ser totalmente vibrada antes que sobre ela seja lançado outro concreto.

Deverá sempre ser lançado concreto fresco contra concreto ainda suficientemente plástico, de maneira a assim evitar-se a formação de juntas frias.



Uma vez iniciada a concretagem de um bloco, ela não deverá ser interrompida enquanto não tiver sido completada. Em caso de chuvas fortes, qualquer concretagem deverá ser interrompida quando a água começar a lavar o cimento e a argamassa da superfície do concreto recém-lançado, ou quando não se conseguir remover de maneira eficiente a água acumulada em áreas onde o concreto deva ser lançado. Caso a interrupção se prolongue além da possibilidade de revibrar o concreto lançado (até o início da pega do concreto), a junta de concretagem que assim se formar, no lugar da interrupção, deverá ser tratada, após o rompimento e a remoção do concreto não vibrado. O transporte deverá ser adequado para permitir o uso de calhas de lançamento em pontos confinados, quando tal se fizer necessário.

As juntas de construção deverão ser aproximadamente horizontais, a menos que seja indicado de forma diferente nos Desenhos Executivos ou estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO. Onde for especificado, as juntas de construção deverão ter a forma prescrita, mediante o uso de formas ou de outros necessários, que assegurem uma junção conveniente com o trabalho subsequente.

Caso se tenha que lançar concreto em estruturas delgadas que tenham aberturas com dimensão vertical maior do que 0,6 m, ou em plataformas, lajes, vigas ou outras partes semelhantes de estruturas que formem um monolito com seus apoios laterais, deverá ser rigorosamente observada a seguinte instrução:

- a concretagem na parte superior das aberturas e nas plataformas, lajes e vigas, quer tenham ou não mísulas, deverá ser retardada para permitir uma acomodação do concreto. Contudo, a continuação da concretagem não deverá ser retardada a ponto de o vibrador, com seu próprio peso, não conseguir penetrar no concreto já lançado.

Para se evitar uma secagem da superfície de concreto recém-lançado, especialmente sob forte insolação ou vento de ar quente, recomenda-se o emprego de geradores de água diretamente sobre estas superfícies e sob a orientação da FISCALIZAÇÃO.

Toda a água proveniente da exsudação deverá ser retirada. As peças embutidas danificadas durante o lançamento deverão ser repostas pelo EMPREITEIRO, sob a orientação da FISCALIZAÇÃO.

O concreto sobre lajes deverá ser lançado com pequeno excesso, o qual deverá ser retirado com sarrafeamento. Nunca deverá ser aplicada argamassa sobre o concreto para facilitar o acabamento.



A desempenagem do concreto somente poderá ser iniciada quando toda a água tiver desaparecido e quando o concreto começar a enrijecer ("puxar")

## 5.10 - ADENSAMENTO

O concreto deverá ser adensado até se obter sua densidade máxima, ficando livre de vazios e, justaposto a todas as superfícies das fôrmas e dos materiais embutidos. O adensamento do concreto nas estruturas deverá ser feito por meio de vibradores do tipo de imersão, com acionamento elétrico ou pneumático, em número e com diâmetro da agulha aprovados pela FISCALIZAÇÃO

Os vibradores de 4" de diâmetro deverão ser acionados à frequência de pelo menos 7 000 rpm, quando imersos no concreto. A frequência deverá ser periodicamente verificada por meio de tacômetro

Quando do adensamento de cada camada de concreto, o vibrador deverá operar em posição próxima da vertical, deixando o cabeçote penetrar e revibrar o concreto da parte superior do lance subjacente. Na área em que, o concreto recém-lançado de cada lance se unir ao concreto lançado anteriormente, especialmente ao concreto de grandes massas, deverá ser procedida uma nivelção adicional com o vibrador penetrando profundamente, a intervalos certos, na parte superior do lance colocado anteriormente ao longo das áreas do contato. Na vibração do concreto, a operação deverá continuar até que as bolhas de ar ali presas tenham escapado

Não deverão ser colocados lances adicionais de concreto, enquanto o anteriormente lançado não tenha sido completamente vibrado. Cuidado especial deverá ser tomado quando o adensamento do concreto for feito nas áreas congestionadas com armadura, a fim de evitar segregação

Deverá ser evitada vibração excessiva, que cause segregação e aparecimento de nata ou quantidade excessiva de água na superfície do concreto. Caso ocorra aparecimento de excesso de argamassa mole, livre de agregado graúdo, com tempo de vibração normal, deverá ser reduzido o "slump" da mistura ou o traço deverá ser modificado, ao invés de ser reduzido o tempo de vibração

Quando forem utilizados vibradores a ar comprimido, o EMPREITEIRO deverá garantir a alimentação da pressão de ar aos vibradores, nos valores nominais especificados para o equipamento



## 5.11 - CURA E PROTEÇÃO

### 5.11.1 - Geral

Todo o concreto será curado por um método ou por uma combinação de métodos por um período de 21 (vinte e um) dias consecutivos

Os métodos de cura deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO

O EMPREITEIRO deverá ter em mãos todo o equipamento necessário para cura e proteção do concreto, e pronto para instalação antes do início do lançamento

O objetivo da cura é prevenir a perda de umidade do concreto e reduzir o efeito nocivo de bruscas variações de temperatura

O concreto recém-lançado deve ser protegido de chuvas fortes, por um período mínimo de 12 horas, e de água corrente por um período de 21 dias. O concreto de lajes e superfícies acabadas deverá ser protegido dos raios diretos de sol, por um período mínimo de 3 dias

A cura de superfícies de galerias e poços será desnecessária, caso sejam usadas portas de fechamento, e desde que seja mantida uma umidade relativa elevada, durante todo o período determinado para a cura com água

### 5.11.2 - Cura com água

Todo concreto a ser curado com água deverá ser mantido úmido por aproximadamente 21 dias. A cura com água deverá começar tão logo o concreto tenha endurecido suficientemente para impedir danos pelo umedecimento da superfície, ou até que o concreto seja coberto por outro concreto fresco ou por aterro

O concreto deverá ser mantido úmido, mediante a sua cobertura com material saturado, com um espelho d'água, para o caso de superfícies horizontais ou inclinadas, ou por um sistema de tubos perfurados, borrifadores mecânicos ou por meio de outro qualquer método aprovado pela FISCALIZAÇÃO, para superfícies verticais, de modo a manter todas as superfícies a serem curadas contínuas e não periodicamente molhadas. As fôrmas em contato com o concreto novo deverão também ser mantidas úmidas de forma a manter o concreto novo o mais fresco possível



Outros métodos de cura do concreto poderão ser usados, uma vez aprovados pela FISCALIZAÇÃO

A água a ser empregada na cura deverá satisfazer às condições estabelecidas anteriormente

### **5.11.3 - Cura com Membrana**

A cura com membrana, nos locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser executada por meio da aplicação de um composto que forme uma membrana retentora de água sobre as superfícies do concreto. O composto de vedação deverá ter uma coloração clara e deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO, e utilizado de acordo com as normas do Fabricante

## **5.12 - FÔRMAS, SUPERFÍCIES ENFORMADAS, ACABAMENTOS ESPECIAIS E TOLERÂNCIAS DE CONSTRUÇÃO**

### **5.12.1 - Fôrmas**

#### **5.12.1.1 - Geral**

Fôrmas deverão ser usadas, onde quer que sejam necessárias, para conter o concreto e moldá-lo nos alinhamentos, dimensões e juntas exigidas.

As fôrmas terão resistência necessária para suportar a pressão resultante do lançamento e vibração do concreto, e serão mantidas rigidamente na sua posição. As fôrmas serão suficientemente estanques para evitar a perda de nata. Qualquer vedação, considerada necessária, será feita com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO

Sarrafos chanfrados serão colocados nos cantos das fôrmas de modo a produzirem bordas chanfradas nos cantos externos das superfícies de concreto exposto. Os ângulos internos, em tais superfícies, não necessitarão de chanfros, a menos que eles sejam indicados

Sarrafos serão usados de modo a chanfrar todos os cantos expostos das juntas de dilatação e contração

Nas juntas de construção horizontais, as fôrmas deverão ser providas de "sarrafos" de 2 cm x 3 cm no mínimo, para delineamento da junta entre as camadas. Nas juntas de construção expostas, de montante e jusante, sarrafos chanfrados, de 2,5 cm ou mais, deverão ser usados



As fôrmas para as superfícies que exigem os acabamentos F2, F3 e F4, serão construídas de maneira a produzir uma textura consistente, bem como, aparência uniforme na face do concreto. Não serão permitidas emendas metálicas nas fôrmas para estas superfícies. As fôrmas serão colocadas de tal modo, que as marcas horizontais sejam contínuas em toda a superfície. Se as fôrmas forem construídas com revestimento de madeira compensada ou painéis de madeira comum, as marcas verticais serão contínuas em toda a altura da superfície. Nos casos de acabamento F2 e F3 será permitido o uso de tábuas comuns, sem constituírem painéis, nesse caso, o corte para união das mesmas será em ângulo reto, com as juntas verticais alternadas, colocadas somente nas posições coincidindo com as escoras verticais de suporte.

As fôrmas serão removidas depois que o concreto estiver endurecido, e serão então colocadas na camada seguinte. As fôrmas da próxima camada serão sobrepostas no concreto endurecido da camada anterior 3,0cm no mínimo, e serão fortemente apertadas contra o mesmo, de maneira que, ao ser lançado o concreto, as fôrmas não cedam e causem desvios ou perda de nata nas juntas de construção. Serão usados, conforme necessário, parafusos adicionais ou tirantes para fixação das fôrmas, visando mantê-las firmes contra o concreto endurecido.

Onde necessário, serão feitas aberturas nas fôrmas, para facilitar a inspeção, limpeza e adensamento do concreto. Todas as aberturas temporárias nas fôrmas, por motivos construtivos, estarão sujeitas à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

A qualidade de todas as fôrmas será de responsabilidade do EMPREITEIRO e estará sujeita à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Poderão ser utilizadas fôrmas temporariamente fixas e fôrmas deslizantes, sempre que requerido, conforme indicado nos Desenhos, ou a critério da FISCALIZAÇÃO e de acordo com as especificações de construção emitidas durante o Projeto.

#### 5.12.1.2 - Fôrmas para Superfícies Curvas Designadas para Acabamento F4

As fôrmas para as superfícies curvas designadas F4, serão construídas com revestimento de madeirito ou compensado e de modo a acompanhar com precisão as curvaturas exigidas. As dimensões para as superfícies de concreto, nas seções chave, serão dadas nos Desenhos. O EMPREITEIRO fará a interpolação para as seções intermediárias para este tipo de construção, de



forma tal que a curvatura se mantenha contínua entre as seções. Onde for necessário, para atender exigências de curvaturas, a fôrma de madeira será construída com tiras laminadas, cortadas de modo a produzir superfícies de fôrmas justas e lisas. As fôrmas serão construídas, de tal maneira, que as marcas das juntas nas superfícies de concreto sigam, em geral, a linha de fluxo de água. Após a construção das fôrmas, todas as superfícies serão corrigidas, todos os pregos serão embutidos, qualquer aspereza e todos os ângulos nas superfícies moldadas, provocados pelo encontro dos painéis das fôrmas, deverão ser eliminados, para que se tenha a curvatura exigida.

#### 5 12 1.3 - Tirantes

Os tirantes das fôrmas permanecerão embutidos e afastados da superfície do concreto, pelo menos 2 (dois) diâmetros ou duas vezes a sua dimensão mínima. Os tirantes serão construídos, de maneira que, a sua remoção possa ser efetuada sem provocar danos às superfícies de concreto. O uso de arame não será permitido para segurar as fôrmas para o concreto, cuja superfície ficará exposta aos intempéries e onde a descoloração não será tolerada.

#### 5 12 1.4 - Limpeza e Untamento das Fôrmas

Por ocasião do lançamento do concreto nas fôrmas, as superfícies das mesmas estarão isentas de incrustações de argamassa, ou outros materiais estranhos. Antes que o concreto seja lançado, as superfícies das fôrmas serão untadas com um produto desformante, de forma que impeça efetivamente a aderência e não manche as superfícies de concreto.

Após o untamento, o óleo em excesso nas superfícies das fôrmas será removido. A armadura de aço ou outras superfícies que necessitem de aderência ao concreto serão mantidas isentas de óleo.

#### 5 12 1.5 - Remoção das Fôrmas

Para facilitar a cura especificada e tornar possível ou mais imediatos reparos que devam ser feitos nas imperfeições das superfícies, as fôrmas deverão ser cuidadosamente retiradas assim que o concreto tenha endurecido o suficiente, para evitar qualquer dano. As fôrmas nas faces inclinadas do concreto, tais como, as formas aplicadas nas transições em curva, deverão ser removidas assim que o concreto tenha atingido dureza suficiente, para que as superfícies não sofram danos. Quaisquer reparos ou tratamento necessários em tais superfícies inclinadas deverão ser logo realizados e imediatamente seguidos da cura especificada.



As fôrmas dos locais a seguir indicados, não poderão ser retiradas antes de expirado o prazo mínimo especificado, exceto, quando de outro modo determinado ou especificamente autorizado pela FISCALIZAÇÃO

Tetos e Galerias . . . .	144h
Muros ou paredes com 5 m, ou menos de altura	24h
Muros ou paredes com mais de 5 m de altura.	48h
Concreto-massa (exposto e não em balanço)	24h

As fôrmas serão deixadas por mais tempo no lugar, quando as condições dos trabalhos indicarem tal necessidade, salvo, quando indicado de forma contrária pela FISCALIZAÇÃO

Os suportes e as escoras das saliências no concreto massa, nas estruturas em balanço, não deverão ser removidos até que um certo número de camadas de concreto seja lançado. Este número de camadas será determinado pela FISCALIZAÇÃO, e deverá haver uma espera de pelo menos 14 dias, a partir do lançamento da última camada de concreto

Para evitar tensões excessivas do concreto, que possam causar dilatação nas fôrmas, as fôrmas de madeira para aberturas em muros e paredes deverão ser afrouxadas assim que isto possa ser feito sem danos para o concreto. As fôrmas para essas aberturas deverão ser construídas de modo a facilitar o afrouxamento

As fôrmas deverão ser removidas com cuidado, a fim de evitar dano ao concreto, devendo qualquer parte de concreto danificada ser reparada

### **5.12.2 - Superfícies Enformadas e Não-Enformadas**

#### **5.12.2.1 - Geral**

As superfícies enformadas são classificadas como F1, F2, F3 e F4 e as superfícies não-enformadas como U1, U2 e U3. As localizações das superfícies mencionadas acima, deverão ser as descritas nestas ESPECIFICAÇÕES e conforme mostram os Desenhos. No caso de as superfícies e os acabamentos não serem aqui especificados, ou não constarem nos Desenhos, o acabamento a ser usado deverá ser o especificado pela FISCALIZAÇÃO, para superfícies adjacentes semelhantes



Todas as superfícies não-enformadas, que seriam normalmente planas, deverão ser tornadas inclinadas para fins de drenagem, a menos que de outra forma indicado nos Desenhos. Com vistas à drenagem, as superfícies estreitas, tais como, os topos dos muros e parapeitos, deverão ter uma inclinação de aproximadamente 3%, devendo ter cerca de 2% as superfícies mais largas, como passeios, estradas e plataformas.

#### 5.12.2.2 - Irregularidades nas Superfícies

As diferenças permissíveis com relação a nível ou prumo e aos alinhamentos, greides do perfil e dimensões apresentados nos desenhos, e são definidas como "tolerâncias" distintas das irregularidades no acabamento, conforme aqui descrito. As irregularidades nas superfícies são classificadas como "abruptas" e "graduais". Serão consideradas irregularidades "abruptas" os desvios causados por deslocamento, má colocação ou mau ajustamento das fôrmas, ou em razão de outros defeitos similares nestas, ou os decorrentes do revestimento, ou nós frouxos no revestimento. Serão consideradas irregularidades "graduais" as oriundas de arqueamento, falta de alinhamento e semelhantes variações regulares de alinhamento ou de curvatura real. Para a verificação das irregularidades prescritas, quanto às superfícies enformadas as "graduais" serão verificadas por meio de um gabarito de 1,5 m, e quanto às superfícies não-enformadas, serão verificadas por meio de um gabarito de 3,0 m composto de uma lâmina reta para as superfícies planas, ou de um gabarito especialmente modelado para superfícies curvas ou arqueadas.

Irregularidades abruptas serão verificadas por medição direta. As superfícies que não estiverem dentro das tolerâncias especificadas, deverão ser corrigidas na forma do estabelecido adiante para este fim, e em conformidade com o determinado pela FISCALIZAÇÃO.

#### 5.12.2.3 - Superfícies Enformadas com Acabamento F1

Entre as superfícies que deverão receber acabamento F1 figuram as seguintes:

- a) As superfícies enformadas sobre as quais ou contra as quais deve ser lançado material de enchimento ou concreto,
- b) As superfícies enformadas das juntas de contração,
- c) outras superfícies, quando indicado nos Desenhos.



As superfícies com acabamento F1 não deverão exigir tratamento após a remoção das fôrmas, exceto, para a cura especificada e para reparo de concreto defeituoso e preenchimento de furos deixados pela retirada dos pegadores das extremidades e das hastes dos tirantes. Eventualmente algumas superfícies podem requerer tratamento mais adequado, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Em geral, serão apenas necessárias correções das irregularidades, no caso de depressões que excedam 25 mm.

#### 5.12.2.4 - Superfícies Enformadas com Acabamento F2

O acabamento F2 é destinado a superfícies enformadas não encobertas por material de preenchimento ou concreto, ou que não exijam acabamento F1, F3 ou F4.

As irregularidades das superfícies, não deverão exceder 6 mm no caso das irregularidades “abruptas”, nem ir além de 13 mm no caso das irregularidades “graduais”.

#### 5.12.2.5 - Superfícies Enformadas com Acabamento F3

O acabamento F3 é destinado às superfícies enformadas, que fiquem muito expostas à visão do público e cuja aparência seja considerada de especial importância. Entre as superfícies que deverão ter acabamento F3 figuram os seguintes:

- a) dos trechos insubmersíveis
- b) região da tomada d'água
- c) outras superfícies quando indicado nos Desenhos.

As irregularidades nas superfícies, não deverão exceder 6 mm no caso das irregularidades “graduais”, nem ir além de 3mm no caso das irregularidades “abruptas”, com exceção de que na construção das juntas não serão permitidas irregularidades “abruptas”.

#### 5.12.2.6 - Superfícies Enformadas com Acabamento F4

O acabamento F4 é destinado às superfícies enformadas para as quais o alinhamento e o nivelamento da superfície são muito importantes com vistas à eliminação dos efeitos destrutivos do fluxo das águas.



Entre as superfícies que deverão ter acabamento F4 figuram as seguintes

- a) superfície do vertedouro,
- b) superfícies moldadas expostas à água corrente das estruturas da bacia de dissipação,
- c) outras superfícies, quando indicado nos Desenhos

As irregularidades abruptas das superfícies, não deverão exceder 6mm nas irregularidades paralelas ao fluxo das águas, nem ir além de 3mm nas irregularidades não paralelas ao fluxo das águas. Irregularidades graduais não deverão exceder 6mm em qualquer direção

#### 5 12 2 7 - Superfícies Não-enformadas com Acabamento U1

O acabamento U1, que deverá ser um acabamento feito com lâmina-niveladora, é destinado às superfícies não-enformadas, abrangendo

- a) as superfícies não-enformadas que fiquem cobertas por material de preenchimento ou concreto, inclusive juntas de construção horizontais em camadas de concreto massa,
- b) as superfícies dos subpisos que terão capeamento de concreto,
- c) a primeira fase dos acabamentos U2 e U3,
- d) outras superfícies, quando indicado nos Desenhos

As irregularidades nas superfícies, não deverão exceder 9mm

#### 5 12.2.8 - Superfícies Não enformadas com Acabamento U2

O acabamento U2, que deverá ser um acabamento feito com desempenadeira, é destinado a superfícies não-enformadas, abrangendo

- a) o piso de coroamento
- b) muros laterais(insubmersíveis),
- c) a segunda fase de acabamento U3,
- d) outras superfícies, quando indicado nos Desenhos



O alisamento poderá ser realizado por processo manual ou mediante o uso de equipamento mecânico. O alisamento deverá ter início assim que a superfície aplainada tenha adquirido suficiente dureza, e deverá ser o mínimo necessário para produzir uma superfície que não tenha qualquer marca de lâmina-niveladora e seja de textura uniforme. Caso deva ser aplicado o acabamento U3, o alisamento deverá ter prosseguimento até que seja trazida à superfície uma pequena quantidade de argamassa sem excesso de água, de modo a permitir um eficiente trabalho com desempenadeira.

As irregularidades nas superfícies, não deverão exceder 6mm. Quando indicado nos Desenhos, ou especificamente determinado, as juntas e as bordas deverão ser aparelhadas.

#### 5.12.2.9 - Superfícies Não-enformadas com Acabamento U3

O acabamento U3, que deverá ser um acabamento com desempenadeira, é destinado às superfícies não-enformadas, abrangendo

- a) as superfícies moldadas sem uso de formas do vertedouro,
- b) outras superfícies, quando indicado nos Desenhos.

Quando a superfície aplainada tiver endurecido o suficiente para evitar que o excesso de material fino seja arrastado pela superfície, deverá ter início o trabalho com desempenadeira de aço. O trabalho com desempenadeira de aço deve ser executado mediante uma pressão firme, de modo a comprimir e aplainar a textura arenosa da superfície e a produzir assim uma superfície densa e uniforme, sem qualquer defeito e marca da desempenadeira.

Todas as irregularidades “abruptas” deverão ser eliminadas. As irregularidades “graduais” nas superfícies, não deverão exceder 6mm no caso das irregularidades paralelas ao fluxo das águas, nem ir além de 3mm no caso das irregularidades não paralelas ao fluxo das águas.

#### 5.12.3 - Tolerâncias de Construção

As variações no alinhamento, no greide e nas dimensões das estruturas indicadas nos Desenhos, ficarão dentro das tolerâncias especificadas nas Tabelas 10, 11 e 12 a seguir apresentadas.



**TABELA 10****TOLERÂNCIA DE CONSTRUÇÃO PARA ESTRUTURAS  
EM CONCRETO ESTRUTURAL**

	m	mm
(1) <i>Vanação do prumo</i>		
a Nos alinhamentos e superfícies de pilares, muros e paredes, e em arestas	em 3 até 6 ou mais	5,5 10 20
b No caso das estrías de juntas de controle externas, e de outros alinhamentos salientes	6 em 12 ou mais	5 10
(2) <i>Vanação do nível ou dos greides (indicados nos desenhos) para soleiras, vigas externas e outros alinhamentos salientes</i>	Até 6 Em 12 ou mais	10 25
(3) <i>Vanação no tamanho e localização dos condutos embutidos e das aberturas em muros e paredes</i>	5	
(4) <i>Vanação na espessura de lajes, muros e paredes</i>	menos mais	5 10

Para partes específicas da estrutura serão observadas tolerâncias adicionais, indicado nos Desenhos



**TABELA 11**

**TOLERÂNCIAS DE CONSTRUÇÃO PARA ESTRUTURAS  
DE CONCRETO - MASSA**

		m	mm
<b>(1) Todas as Estruturas</b>			
a Vanação do perfil linear traçado com base na posição estabelecida em planta	Em 5	10	
	Em 10 ou mais	15	
b Vanações das dimensões de cada componente da estrutura baseada nas posições estabelecidas		Em 25 ou mais Em construção embutida, o dobro da quantidade acima	30
<b>(2) a Vanação com base no prumo, na inclinação especificada ou nas superfícies curvas de todas as estruturas, inclusive as linhas e superfícies de colunas, muros, paredes, pilares, maciços, seções em arco, ranhuras das juntas verticais, e arestas visíveis</b>		Em 3 Em 6 Em 12 Em construção embutida, o dobro das quantidades acima Para as juntas impermeáveis, ver abaixo o item 5 dessa tabela	5 15 30
b Vanação com base no nível ou nos greides indicados nos desenhos em lajes, vigas, soffitos, ranhuras		Em 3 Em 10 ou mais Em construção embutida, o dobro das quantidades acima	5 10
<b>(3) a Vanação nas dimensões das seções transversais de colunas, vigas, maciços, pilares e componentes semelhantes</b>		Menos Mais	5 10
b Vanação na espessura de lajes, muros, paredes, seções em arco, e componentes semelhantes		Menos Mais	5 10
<b>(4) Bases de colunas, pilares, muros, paredes, maciços, e componentes semelhantes</b>			
a Vanação da dimensão em planta		Menos Mais	10 50
b Deslocamento ou excentricidade		+ 2% na largura da base na direção do deslocamento, mas até o máximo de	50
c Redução de espessura		5% da espessura especificada	
<b>(5) Vanação com base no prumo e no nível de soleiras, muros e juntas impermeáveis</b>		Nunca acima de uma taxa de 5mm em 5m	



**TABELA 12**

(1) Desvio do alinhamento ou do greide estabelecidos	10mm
(2) Variação de espessura em qualquer ponto do revestimento	Menos 2 ½ ou 5mm (qualquer que seja o maior valor) Mais 10mm (qualquer que seja o maior valor)
(3) Variação das dimensões internas	+ 1/2%

As tabelas de tolerâncias acima não abrangem necessariamente todos os itens da OBRA, sendo que as tolerâncias para itens específicos poderão ser apresentadas nos Desenhos. Quando não indicado de outra forma nos Desenhos, as tolerâncias deverão ser as especificadas acima.

### 5.13 - JUNTAS, RANHURAS E ARESTAS DE CONCRETO

#### 5.13.1 - Juntas de Construção

Juntas de construção são tanto as juntas intencionalmente colocadas nas estruturas para facilitar a construção, quanto as juntas que ocorrem nas estruturas em virtude de inadvertidos atrasos nas operações de lançamento do concreto. A localização das juntas de construção é feita com o objetivo de facilitar as operações do EMPREITEIRO, de proporcionar tempo para a instalação das peças de metal a serem embutidas e da armadura, ou de levar em conta o subsequente lançamento de outro concreto, concreto de enchimento ou concreto de segunda etapa. Nas juntas de construção é necessária excelente adesão entre o concreto novo e o antigo.

A localização de todas as juntas de construção nas obras de concreto deverá estar sujeita à aprovação da FISCALIZAÇÃO. Todas as juntas de construção deverão ser tratadas e curadas. As juntas deverão ser quase horizontais, a menos que de outra forma seja indicado nos Desenhos ou prescrito pela FISCALIZAÇÃO, e deverão obedecer às prescrições para o uso de formas, quando necessário, ou serem construídas por outros meios que assegurem apropriada junção com o trabalho seguinte. Todas as interseções das juntas de construção com as superfícies de concreto que sejam expostas à vista deverão ser desempenadas e horizontais ou verticais. Para evitar bordas aguçadas, as juntas de construção no topo das camadas horizontais próximo a qualquer superfície inclinada de concreto que fique exposta, deverão ser inclinadas perto desta superfície, de modo que o ângulo entre essa superfície inclinada e a superfície de concreto exposta não seja inferior a 50 graus.



### **5.13.2 - Juntas de Contração**

As juntas de contração são localizadas nas estruturas para evitar rupturas decorrentes da contração volumétrica de um bloco ou de movimento entre blocos. As juntas deverão ser construídas de forma tal que não haja adesão entre as superfícies de concreto que formam a junta. Com exceção do que de outra forma estiver prescrito nos desenhos, nenhuma armadura deverá ser contínua através da junta de contração.

As juntas de contração deverão ser construídas apenas nos locais indicados nos desenhos. As juntas deverão ser feitas moldando concreto em um lado da junta e, após deixá-lo consolidar-se, fazendo novo lançamento do outro lado. Não deverá ser aplicado composto de cura nas superfícies das juntas de contração que devem ser submetidas à injeção de calda de cimento, as quais deverão ser tratadas.

### **5.13.3 - Juntas de Expansão e Juntas Abertas**

As juntas de expansão e as juntas abertas deverão ser construídas onde indicado nos DESENHOS.

Todo o material de enchimento de juntas deverá ser de espuma de borracha, eucatex ou isopor do tipo e qualidade aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Os compostos para juntas deverão ser aplicados nas juntas de expansão onde apresentado nos Desenhos. Sempre que necessário usar o composto para juntas, deverá ser usado material de reforço entre o enchimento da junta e o composto para juntas. Ranhuras moldadas deverão ser construídas nas juntas, onde indicado.

O composto para juntas, o "primer" e o material de reforço, o preparo das superfícies das juntas de expansão que devem ficar em contato com o "primer" e o composto para juntas, a aplicação do "primer" para juntas (se necessário), a colocação do material de reforço, e a mistura e aplicação do composto para juntas deverão estar em conformidade com as exigências dos Fabricantes e serão sujeitas à aprovação da FISCALIZAÇÃO.



#### **5.13.4 - Ranhuras Trabalhadas, Arestas e Juntas Falsas**

As ranhuras trabalhadas, as arestas e as juntas falsas deverão ser construídas onde indicado nos Desenhos e nos locais determinados pela FISCALIZAÇÃO

#### **5.14 - REPAROS DE CONCRETO**

Os vazios e buracos ocasionados pela remoção dos tirantes em todas as superfícies permanentes expostas e nas superfícies sujeitas à ação da água serão escareados e completamente enchidos com argamassa para moldagem a seco (dry pack)

O concreto defeituoso será preparado cortando-se o material insatisfatório até o mínimo de 7,5cm além da armadura de aço para concreto-armado, e lançando-se novo concreto, que deve ser preso por meio de cavilhas, malhetas ou ancoragem. Quando necessário, a ligação com o concreto antigo será feita com resina, à base de “epoxi”. Todos os remendos nas superfícies expostas ou hidráulicas serão feitos serrando-se com serra de diamante ou carborundum em volta da borda da área danificada, em linhas que serão a prumo niveladas ou paralelas às da forma ou das estruturas, conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO. Os cortes de serra terão uma profundidade mínima de 12mm, e o resto do concreto defeituoso será debastado de modo a evitar fragmentação para fora das linhas serradas. Os remendos deverão ser feitos com concreto comum, ou argamassa lançada por meio de ar-comprimido, ou argamassa “seca” (dry pack) completamente socada no local, conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO. Todas essas operações de acabamento, enchimento de vazios e remendo de superfícies expostas deverão ser realizadas imediatamente após a remoção das formas. Os furos dos tirantes deverão ser enchidos, quando for determinado pela FISCALIZAÇÃO. Os defeitos decorrentes de falhas ou erros das formas deverão ser considerados como concreto defeituoso, e reparados conforme acima especificado. Não serão permitidos reparos por meio de apicoamento ou emboçamento com finas camadas de argamassa. Todas as superfícies de concreto não-enformadas que devam ser cobertas por concreto adicional ou reenchimento terão acabamento por meio de desempenadeira de madeira, a menos que outro acabamento seja especificado nos Desenhos, não levarão argamassa adicional e estarão de acordo com as cotas indicadas nos desenhos.



A menos que de outra forma aprovado, os reparos de imperfeições no concreto moldado deverão estar terminados dentro de 72 horas após a retirada das formas. Das superfícies para as quais estejam especificados os acabamentos F2, F3 e F4 deverão ser perfeitamente removidos os finos e encrustações, caso existentes. Das superfícies para as quais estejam especificados os acabamentos F2 e F3 deverão ser removidas as encrustações. No caso das superfícies que exijam o acabamento F1, será necessário o preenchimento das reentrâncias apenas nas superfícies que devam ter revestimento à prova de umidade ou onde as reentrâncias tenham mais de 25mm de profundidade. Quando as saliências e as irregularidades "abruptas" ultrapassarem os limites especificados para as superfícies formadas com acabamentos F2, F3 e F4, tais protuberâncias deverão ser submetidas a golpes de martelo acolchoado e a desbaste, de modo que as superfícies onde se encontram fiquem dentro dos limites especificados. No caso das superfícies com acabamento F4, todas as saliências e irregularidades "abruptas" serão aplainadas segundo um declive de 1/20.

#### 5.15 - CALDAS DE CIMENTO E/OU AGLUTINANTES COM RESINA EPÓXI

Quando determinado pela FISCALIZAÇÃO, o reparo do concreto defeituoso será realizado por meio de calda de cimento com resina epóxi ou de concreto ou argamassa feitos com aglutinantes à base de resina epóxi, conforme aprovado pela FISCALIZAÇÃO. A calda de cimento com resina epóxi e o aglutinante à base de resina epóxi, dos tipos apropriados para a temperatura da estrutura, dos materiais e da atmosfera, ficarão subordinados à aprovação da FISCALIZAÇÃO. O EMPREITEIRO notificará a FISCALIZAÇÃO sobre a origem do material, pelo menos 45 dias antes do uso projetado para o mesmo.

A amostragem e os ensaios de materiais de epóxi serão realizados pela FISCALIZAÇÃO. Nenhum material será usado antes da notificação de que os resultados de todos os ensaios são satisfatórios. Uma vez concluída a cura das resinas epóxi, calda de cimento, concreto ou argamassa feitos com aglutinantes à base de resina epóxi, a cor obtida deverá ser a mesma do concreto circundante. Os agregados destinados à argamassa ou concreto com epóxi estarão em conformidade com as exigências dos itens anteriormente apresentados, fazendo-se a seguinte ressalva: o agregado para a argamassa com epóxi terá que atender às exigências de graduação especificadas pela FISCALIZAÇÃO.



A graduação do agregado graúdo para concreto com epóxi não excederá o diâmetro de 19mm. As dosagens dos materiais para argamassa ou concreto com epóxi deverão ser conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO. Todos os métodos de reparos ficarão subordinados à aprovação pela FISCALIZAÇÃO, e o trabalho deverá ser realizado por operários qualificados. Não será permitida a aplicação de argamassa ou concreto com epóxi em camadas cuja espessura seja superior a 5cm. Todo o concreto defeituoso deverá ser removido, mas, de modo geral, não será necessário remover concreto sã para permitir a manipulação por trás da armadura de aço. Após a remoção do concreto defeituoso, a área adjacente deverá ser limpa com jatos de areia molhada, sendo em seguida removidos os finos por meio de jatos de água sob alta pressão e, depois, removido o excesso de água por meio de jatos de ar puro. O compressor de ar será equipado com um eficiente filtro de óleo e água a fim de evitar a contaminação do ar. No momento da aplicação dos materiais de epóxi a superfície deverá estar seca. Antes da aplicação de argamassa ou concreto com epóxi, a superfície deverá ser tratada com aglutinantes à base de epóxi. A primeira demão será aplicada em camada fina e esfregada na superfície com uma trincha de cerdas duras. A aplicação de argamassa ou do concreto será adiada até que a primeira demão esteja viscosa ou quase “seca ao toque”. A argamassa ou o concreto deverão estar devidamente consolidados, rebocados e acabados. Os materiais misturados com epóxi deverão ser lançados dentro do período de reação estabelecido pelos ensaios de homologação referentes às temperaturas apropriadas, ou então, serão descartados. Enquanto a superfície ainda estiver levemente pegajosa, também poderá ser usada uma fina camada de cimento Portland que será aplicada de leve na superfície por meio de uma trincha de cerdas macias. O concreto convencional a ser ligado ao concreto endurecido por meio de resina de epóxi será lançado e acabado por métodos convencionais descritos nestas ESPECIFICAÇÕES.

Durante o tempo de operação e de cura do concreto reparado, a faixa permissível de temperatura da atmosfera, da superfície do concreto, do epóxi e da argamassa à base de epóxi deverá ser conforme exigido pelo fabricante do epóxi e ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO. Se, entretanto, aquelas temperaturas estiverem fora da referida faixa, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir medidas adicionais, tais como, calefação, uso de quebra-ventos, ou tempos curtos no lançamento, sem novas despesas para a Contratante.



**NOTA** O EMPREITEIRO deverá fornecer e aplicar calda de cimento pura para assentamento e grouteamento de peças metálicas, para injeção das juntas de contração, para as injeções de contato dos revestimentos, tamponamentos, assim como, em outros locais, conforme indicados nos desenhos executivos ou determinados pela FISCALIZAÇÃO

As proporções de cimento e água deverão ter um mínimo de concordância com os fins a que se destina a calda de cimento. Essa calda deverá ser inteiramente misturada em uma misturadora aprovada e ser lançada de modo tal que fique cheio todo o espaço destinado a recebê-la. Sempre que sejam previstos furos para injeção de cimento em chapas de base e bases de equipamentos, deverá a injeção ser realizada através de tais furos mediante o uso de tubo e funil de comprimento apropriado, para proporcionar uma queda suficiente para encher completamente os vazios, deixando-se furos de respiro ou circulação.

## 5.16 - DISPOSITIVOS DE VEDAÇÃO

### 5.16.1 - Dispositivos não Metálicos

#### 5.16.1.1 - Geral

Serão instalados dispositivos de vedação, de cloreto de polivinil (PVC) nas juntas, conforme indicado nos desenhos.

A localização, dimensões e o método de instalação serão como indicado nos Desenhos e como descrito neste item. As emendas nos dispositivos de vedação serão executadas apenas por operários que tenham evidenciado, a contento da FISCALIZAÇÃO, que são suficientemente qualificados e especializados para fazer boas emendas.

**TABELA 13**

DISPOSITIVO DE VEDAÇÃO		
Propriedades Físicas		Requisitos
Tensão de Ruptura por Tração		> 120 Kgf/cm <sup>2</sup>
Alongamento à Ruptura		> 230%
EMENDAS NO DISPOSITIVO DE VEDAÇÃO		
Propriedade Física		Requisito
Tensão de Ruptura por Tração		> 79kgf/cm <sup>2</sup>
MATERIAL EM LENÇOL		
Propriedades Físicas		Requisitos
Tensão por Ruptura por Tração		> 123 kgf/cm <sup>2</sup>
Alongamento à Ruptura		> 350%
Extração Acelerada	Tensão de Ruptura por Tração	≥ 130 Kgf/cm <sup>2</sup>
	Alongamento à Ruptura	> 260%
Efeitos	Vanação do peso após 7 dias	- 0,10% < alt peso < + 0,25%
Alcalis	Vanação da dureza após 7 dias	- 5 shorew< alt dureza < + 5 shore



## 5 16 1 2 - Material

Os dispositivos de vedação PVC deverão ser fabricados por um processo de extrusão de um composto plástico elastomérico cuja resina deverá ser o cloreto de polivinil virgem. Não deverá ser usado cloreto de polivinil recuperado. O composto deverá conter resinas adicionais, plastificadores, estabilizadores ou quaisquer outros materiais necessários a assegurar que o produto acabado tenha características físicas na Tabela 13.

### 5 16.1 3 - Emendas

As emendas nas porções contínuas ou nos cruzamentos dos dispositivos de vedação de PVC serão executadas para conservar a continuidade da seção transversal e feitas por meio de vedação a quente das superfícies adjacentes, de acordo com as recomendações do Fornecedor. Será utilizada para fazer todas as emendas uma fonte elétrica de calor controlada por termostato. A temperatura correta na qual devem ser executadas as emendas variará em função do material utilizado, porém deverá ser suficiente para fundir, mas não tostar o plástico. Todas as emendas devem ser perfeitas, mantendo em alinhamento perfeito as extremidades dos materiais "ligados". Um corta-esquadrias e uma serra elétrica portátil deverão estar disponível a ser usados para cortar as extremidades a serem reunidas, para garantir um bom alinhamento e um bom contato entre as superfícies reunidas. Depois da emenda, deve ser usado um ferro de remodelagem com estrias e corrugado, com o fim de remodelar as estrias da emenda. As porções contínuas dos componentes característicos das seções transversais de projeto dos dispositivos de vedação (estrias central tubular, protuberância e similares) deverão ser mantidas por toda a emenda.

Nos locais cujas características exijam uniões especiais de PVC, estas uniões deverão ser executadas na oficina e posteriormente unidas ao PVC já colocado.



#### 5.16.1.4 - Instalação

De modo a eliminar a instalação defeituosa que possa resultar em vazamento da junta, deverão ser tomadas precauções especiais para verificar se os dispositivos foram corretamente colocados durante as instalações. A extremidade inferior de cada dispositivo de vedação deverá ser embutida na rocha firme ou vedada com outros sistemas de impermeabilização. Todos os dispositivos de vedação deverão ser instalados de modo a formar um diafragma estanque contínuo em cada junta. Deverão ser tomadas providências para apoiar e proteger completamente os dispositivos de vedação durante o andamento do trabalho. O EMPREITEIRO deverá substituir ou consertar, às próprias expensas, qualquer dispositivo de vedação danificado, antes da aceitação final do trabalho. A densidade máxima e a impermeabilidade do concreto deverão ser asseguradas por um espalhamento minucioso do concreto a ser usado nas proximidades de todas as juntas, especialmente no caso dos veda-juntas horizontais, quando o concreto situado dos veda-juntas deverá ser cuidadosamente vibrado. Proteções, adequadamente ancoradas, deverão ser colocadas para evitar danos mecânicos nas bordas projetadas e expostas e nas extremidades dos dispositivos de vedação parcialmente embutidos, quando o lançamento do concreto tiver sido interrompido, sujeitas à aprovação da FISCALIZAÇÃO. As juntas de vedação de PVC, que ultrapassam os painéis de formas a serem concretadas, devem ser cuidadosamente enroladas e protegidas contra a ação dos raios de sol.

#### 5.16.2 - Dispositivos Metálicos

Nas juntas de construção e de contração, onde for mostrado nos DESENHOS ou determinado pela FISCALIZAÇÃO, o EMPREITEIRO deverá instalar dispositivos de vedação metálicos, feitos de fitas de cobre, os quais deverão estar isentos de oxidação, as emendas deverão ficar com 3 cm de superposição e deverão ser soldadas em toda a largura, em ambas as faces.

Onde for determinado, a parte central dos dispositivos metálicos de vedação deverá ser pintada, em ambos os lados, com uma pasta tipo emulsão asfáltica, aprovada pela FISCALIZAÇÃO, destinada a não permitir a aderência.



## 5 17 - CONCRETOS ESPECIAIS

### 5.17.1 - Concreto Projetado

#### 5 17 1 1 - Generalidades

Deverão ser aplicados revestimentos de concreto projetado nas falhas da rocha, nas superfícies dos taludes de rocha e nos outros lugares onde indicado nos desenhos ou determinado pela FISCALIZAÇÃO. O concreto projetado deverá consistir em uma mistura de cimento, areia, agregado graúdo e água além de outros aditivos, se necessário. O concreto deverá ser aplicado sob pressão pneumática, pelos processos "a seco" e/ou úmido.

Qualquer material de superfície que, na opinião da FISCALIZAÇÃO, esteja solto ou danificado, será removido a seu critério, até uma profundidade suficiente para garantir base adequada para receber o concreto projetado.

Deverão ser tomadas precauções para garantir uma operação segura quando da aplicação do concreto projetado. O material para concreto projetado deverá satisfazer a todos os requisitos aplicáveis constantes destas ESPECIFICAÇÕES.

A resistência característica ( $f_{ck}$ ) deste concreto deverá ser no mínimo igual a 21 Mpa, controlada na idade de 28 dias.

#### 5 17 1 2 - Composição

A mistura para o concreto projetado deverá ser composta de cimento com areia e agregado no tamanho de 5mm a 13mm, ou de cimento e areia. Serão usados aditivos, quando julgados necessários. As proporções exatas dos materiais serão determinados pela FISCALIZAÇÃO.

O agregado e o cimento deverão ser completamente misturados antes de alimentarem o equipamento de aplicação. Se for usado o processo de mistura seca, a porcentagem de umidade livre de areia, quando misturada, deverá estar dentro da faixa de 1 a 3%, em peso. A mistura deverá ser controlada para manter uma alimentação uniforme e evitar o entupimento do aparelho de aplicação, da mangueira e do bocal. Qualquer umedecimento ou secagem da areia que possam ser necessários para colocá-la em conformidade com essas exigências deverão ser efetuados pelo EMPREITEIRO.



### 5 17 1.3 - Equipamento

O EMPREITEIRO providenciará os meios e os equipamentos necessários para controlar cuidadosamente as quantidades relativas de cimento, areia, agregado e água no concreto projetado

A válvula de água deverá ser capaz de ajuste rápido para variar a quantidade de água e de permitir fácil manejo pelo operador. Deverá ser usado e operado adequadamente um compressor de ar de grande capacidade, que possa manter um abastecimento de ar apropriado para garantir velocidade suficiente no bocal durante a aplicação a ser realizada, e ao mesmo tempo operar um tubo de ar destinado à remoção do material de ricochetes

A pressão no equipamento de projeção para o processo de mistura seca deverá ser mantida no mínimo a  $7,5 \text{ kgf/cm}^2$

Se o EMPREITEIRO se propuser usar o processo de mistura úmida, deverá demonstrar que o equipamento proposto para uso é capaz de misturar e fornecer, com confiança, uma mistura de alta qualidade e de consistência baixa, e que o compressor de ar usado é capaz de fornecer ar limpo apropriado para velocidade suficiente no bocal e para operação de um tubo de ar destinado a limpar os ricochetes

O EMPREITEIRO deverá fornecer, instalar e conservar em satisfatórias condições de operação, medidores adequados de pressão para indicar as pressões do ar e água.

A água no bocal será mantida a uma pressão uniforme, e pelo menos  $0,1 \text{ kgf/cm}^2$  superior à pressão do ar utilizado, porém não inferior a  $4,2 \text{ kgf/cm}^2$

A pressão do ar será mantida uniforme e suficiente para o comprimento da tubulação usada

Todos os equipamentos usados para misturar e lançar concreto projetado serão aprovados pela FISCALIZAÇÃO

### 5 17 1 4 - Lançamento

O concreto projetado deverá ser lançado exclusivamente na presença de representante da FISCALIZAÇÃO. Antes de iniciar o lançamento, a área de aplicação deverá ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO



Os operadores do bocal deverão demonstrar habilidade para executar suas tarefas e aplicar adequadamente o concreto projetado, a contento da FISCALIZAÇÃO. Todas as superfícies absorventes, contra as quais será lançado o concreto projetado, deverão ser mantidas em condições úmidas antes do lançamento do concreto. Deverão ser tomadas precauções para evitar excesso de água dentro e em torno das áreas e locais que devem receber o concreto projetado. Nas áreas da aplicação não deverá existir umidade livre.

O concreto projetado deverá ser aplicado por pressão pneumática, mediante um bocal de descarga seguro, a uma distância de 0,5m da superfície, a menos que seja indicado de outra forma, em um jato tão perpendicular quanto possível à superfície a ser coberta, com a exceção de que o bocal deverá ser colocado em ângulo nos lugares em que isso seja necessário. O bocal de descarga deverá ser equipado com um sistema injetor de água operado manualmente, a fim de orientar uma distribuição regular de água através da mistura de agregados e cimento.

Deverão ser tomadas precauções para evitar a formação de bolsas de material ricochetado; caso elas se formem, devem ser removidas imediatamente e substituídas por concreto projetado apropriado. A menos que seja determinado de outra forma pela FISCALIZAÇÃO, qualquer concreto que mostre sinais de umedecimento excessivo ou de deslocamento ou separação será removido e substituído, a contento da FISCALIZAÇÃO.

O EMPREITEIRO deverá tomar as providências que a FISCALIZAÇÃO achar necessárias para evitar danos nas superfícies terminadas do concreto projetado e a formação de coberturas indesejáveis de partículas de ricochetes de operação subsequentes.

Não será permitido uso do material de ricochetes, devendo as acumulações serem removidas e eliminadas da maneira indicada pela FISCALIZAÇÃO. Qualquer material misturado que não seja lançado dentro de 1 (uma) hora não deverá ser usado.

Serão executadas juntas de construção ao término de cada dia de trabalho e nos pontos em que o trabalho seja suspenso por mais de 30 minutos.



### 5.17 1.5 - Proteção, Cura e Reparo

Tão logo o concreto projetado tenha endurecido suficientemente deverá ser curado com água continuamente por 7 (sete) dias de acordo com as disposições do item Cura e Proteção, já descrito. Onde aprovado pela FISCALIZAÇÃO, deverão ser usados métodos de cura por membrana, por 7 (sete) dias, de acordo com as disposições contidas no mesmo item.

Qualquer concreto projetado que esteja danificado ou defeituoso, quando julgado necessário pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser reparado ou removido e substituído, pelo EMPREITEIRO, por concreto projetado de qualidade aceitável.

### 5.17 1.6 - Controle da Resistência

Os corpos de prova para verificação da resistência de compressão do concreto ou argamassa projetada deverão ser obtidos por extração, por coroa de diamantes, ou da zona tratada, ou de painéis onde seja jateado concreto projetado especialmente para esta finalidade.

Os painéis deverão ter o tamanho suficiente para fornecer a quantidade de corpos de prova necessários para o controle da resistência.

Os corpos de prova extraídos deverão ter um diâmetro de 15cm e uma relação mínima entre diâmetro/altura de 1. Os ensaios de compressão deverão ser executados aos 7 e 28 dias.

### 5.17.2 - Concreto de Enchimento ou Regularização

O concreto de enchimento inclui todo o concreto necessário à regularização de cavidades e outras irregularidades das fundações decorrentes de condições geológicas e contra as quais for lançado concreto estrutural ou aterro. Deverá ser semelhante ao concreto adjacente, conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO, podendo ser reduzido o período de cura, dado que será recoberto por aterro ou por outro concreto. Nos demais casos, o concreto de enchimento deverá estar de acordo com as disposições aplicáveis destas ESPECIFICAÇÕES.



## 5.18 - ARMADURA E BARRAS DE ANCORAREM

### 5.18.1 - Material

Todas as barras de aço redondo para construção, serão fornecidas pelo EMPREITEIRO, ficando a aceitação desses materiais a critério da FISCALIZAÇÃO, no Canteiro de Obras, através de ensaios normalizados e efetuados em seu laboratório. O EMPREITEIRO, quando do fornecimento de cada partida de material, deverá apresentar os certificados dos ensaios realizados pelo Fabricante.

As barras de ancoragem deverão ser fabricadas pelo EMPREITEIRO, com aço de construção de resistência à tração mínima de  $50\text{kgf/mm}^2$ , nos comprimentos indicados nos desenhos e fixadas por argamassa ou calda de cimento.

Os aços deverão pertencer basicamente à categoria CA-50A. Aços das categorias CA-25, CA-60 e outras previstas pela NBR 7480, também poderão ser usados, quando indicado nos desenhos.

### 5.18.2 - Corte e Dobramento

Todo dobramento deverá ser feito a frio, de acordo com os padrões aprovados na prática, ou por métodos mecânicos comprovados, e deverá estar conforme às normas ABNT ou similares aprovadas. Chapas soldadas de ancoragem nas extremidades das barras e outros dispositivos de ancoragem deverão ser fornecidos conforme constarem nos desenhos.

A menos que a FISCALIZAÇÃO determine o contrário, todas as emendas e comprimentos de ancoragem da armadura deverão estar de acordo com a NBR 6118 ou conforme indicado nos Desenhos. As malhas soldadas adjacentes deverão ser emendadas com superposição de pelo menos 152 mm, sendo as extremidades sobrepostas firmemente ligadas ou presas por grampos padrão.

Para as barras de diâmetro maiores que 25 mm as emendas deverão ser feitas por solda, de acordo com a NBR 6118.

### 5.18.3 - Limpeza das Armaduras

Antes da montagem nas fôrmas, e se necessário antes das concretagens, as armaduras deverão ser cuidadosamente limpas de sujeira, graxa, escória de laminação, ferrugem solta, pintura e outros materiais que possam diminuir a aderência ao concreto.



#### 5.18.4 - Montagem das Armaduras

As armaduras deverão ser montadas cuidadosamente e amarradas nos cruzamentos com arame de aço doce recozido, devendo permanecer nas posições indicadas nos desenhos, antes e durante a concretagem; sempre que necessário, serão usados suportes de argamassa de cimento e areia com traço 1 3 ou espaçadores de aço que deverão garantir o cobrimento de concreto indicado nos desenhos. Não será permitido o uso de barra ou arame que atravesse a fôrma, projetando-se além da superfície de concreto que ficará exposta.

#### 5.18.5 - Tolerância na Colocação

As tolerâncias na colocação das barras de armadura, para concreto estrutural serão as indicadas abaixo:

- Desvios máximos no cobrimento indicado nos Desenhos

- Cobrimento	Desvio
- 50 mm	5 mm
- 75 mm	10 mm
- 100 mm ou mais	25 mm

- Desvio máximo em relação ao espaçamento indicado nos Desenhos  
20mm

#### 5.18.6 - Proteção Provisória das Barras

As barras parcialmente concretadas, que ficarem expostas ao ar por longo tempo, deverão ser envolvidas por uma camada de nata de cimento, a critério da FISCALIZAÇÃO, aquelas que ficarem expostas em meio agressivo por longo tempo deverão ter proteção mais eficiente e indicada para cada caso. Antes da concretagem, o material de proteção das barras deverá ser removido.

#### 5.18.7 - Inspeção e Armazenamento

O concreto não poderá ser lançado enquanto a FISCALIZAÇÃO não houver inspecionado e aprovado a colocação da armadura.

Deverá ser providenciado pelo EMPREITEIRO, local apropriado para armazenamento do aço para construção, de modo a propiciar proteção adequada, mantendo suas características por ocasião de sua utilização.



### 5.18.8 - Concreto de Enchimento ou Regularização

O concreto de enchimento inclui todo o concreto necessário à regularização de cavidades e outras irregularidades das fundações decorrentes de condições geológicas e contra as quais for lançado concreto estrutural ou aterro. Deverá ser semelhante ao concreto adjacente, conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO, podendo ser reduzido o período de cura, dado que será recoberto por aterro ou por outro concreto. Nos demais casos, o concreto de enchimento deverá estar de acordo com as disposições aplicáveis destas ESPECIFICAÇÕES

### 5.18.9 - Concreto Poroso

Nos locais onde seja requerida drenagem, poderá ser utilizado um concreto resistente, porém com alta permeabilidade, a critério da FISCALIZAÇÃO, ou conforme indicado nos Desenhos. Este tipo de concreto, considerado poroso, deverá ser dosado com agregados de diâmetro máximo de 19 a 38mm. Uma dosagem básica para este tipo de concreto poderá ser a seguinte:

Cimento	. . .	270kg/m <sup>3</sup>
Água		108kg/m <sup>3</sup>
Areia .....		281kg/m <sup>3</sup>
Brita 19mm . .		885kg/m <sup>3</sup>
Brita 38mm . . . . .		885kg/m <sup>3</sup>

Espera-se deste concreto uma resistência característica de 100 kg/cm<sup>2</sup> aos 28 dias e uma permeabilidade, nesta idade, de cerca de  $5,0 \times 10^{-1}$  cm/s.



**6 - PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS**



**PLANILHA ORÇAMENTARIA  
AÇUDE MAL COZINHADO**

**Município de Cascavel - Ce**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITARIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1 0	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1 1	Mobilização (1,0% de 2,3,4, 5, 6)	ud	1 00	46 523 67	46 523 67
1 2	Confecção de Placas e Divulgação das Obras (0,5% de 2,3,4,5,6 )	ud	1 00	23 261 84	23 261 84
1 3	Instalação do Cantero de Obras (1,5% de 2,3,4,5,6)	ud	1 00	69 785 51	69 785 51
1 4	Desmobilização (1,0% de 2,3,4,5,6 )	ud	1 00	46 523 67	46 523 67
	<b>TOTAL DO ITEM 1 0</b>				<b>186.094.69</b>
2 0	REDE VIÁRIA INTERNA				
2 1	Caminhos de serviço para acesso às jazidas, praças de trabalhos, estoques e barragem, inclusive acampamento, escritórios, oficinas e centrais de concretos, com uma faixa mínima de 6,00m, revestimento de 15cm, inclusive manutenção	Km	2 00	1 313 67	2 627 34
	<b>TOTAL DO ITEM 2.0</b>				<b>2.627.34</b>
3 0	ESCAVAÇÕES DO LEITO DO RIO				
3 1	Escavação, carga e descarga de material de 1a Categoria	m3	52 620 00	12 15	639 333 00
3 2	Esgotamento de fundação com bomba de 7HP	horas	30 00	4 79	143 70
	<b>TOTAL DO ITEM 3.0</b>				<b>639 476.70</b>
4 0	BARRAGEM E SANGRADOURO				
4 1	Preparo e tratamento superficial das areas da fundação em rocha com limpeza da superfície rochosa, para regularização, com jateamento de ar e/ou agua	m2	6 821 00	3 07	20 926 83
4 2	Preparo, carga, descarga, transporte, lançamento, espalhamento e adensam do concreto, fck = 15MPa nas superficies do vert e ombreiras e fund inclusive fornecimento de materiais e insumos	m3	6 644 00	121 88	809 737 50
4 3	Idem, idem, fck= 10MPa para concreto ciclopico com 12% de pedra de mão para para o corpo do maciço e vertedouro	m3	23 535 00	113 61	2 673 740 75
4 4	Formas especiais de madeira com reutilização de 3 vezes para o paramento de montante e vertedouro	m2	3 800 00	14 01	53 253 20
4 5	Fornecimento e aplicação de junta FUGENBAND tipo O-22, para o trecho insubmersivel e vertedouro	m	11 180 00	37 71	421 631 34
	<b>TOTAL DO ITEM 4.0</b>				<b>3.979.289.61</b>

000113



**PLANILHA ORÇAMENTARIA**  
**AÇUDE MAL COZINHADO**

**Município de Cascavel - Ce**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITARIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
5 0	TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES				
5 1	Perfuração com rotopercussão, D=2", com lavagem a água sob pressão, da rocha de fundação, p/ injeção de consolidação	m	462 00	32 68	15 099 08
5 2	Ensaio de perda d'água em furos a rotopercussão, para injeção de consolidação, com 5 estágios, para análise da rocha perfurada e/ou tratada	un	20 00	56 60	1 132 00
5 3	Injeção de calda de cimento sob pressão, nos furos de consolidação, inclusive fornecimento de cimento e preparo da calda	kg	4 620 00	0 53	2 462 46
	<b>TOTAL DO ITEM 5 0</b>				<b>18.693 54</b>
6 0	TOMADA D'ÁGUA				
6 1	Tulção em ferro ductil d=600mm	m	10 00	560 00	5 600 00
6 2	Registro de gaveta d=600mm	un	1 00	6 200 00	6 200 00
6 3	Grade de ferro de 1,00 x 1,00m	un	1 00	480 00	480 00
	<b>TOTAL DO ITEM 6 0</b>				<b>12.280 00</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>				<b>4 838.461.88</b>