

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*  
**BARRAGEM GERMINAL E ADUTORA DE PALMÁCIA**  
Município de Palmácia - Ceará

**FASE B: DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO**  
**ETAPA B3: Projeto Executivo da Barragem Germinal**

**Tomo 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento**  
**Tomo 4.2 – Concretos CCV e CCR**

Rev.	Data	Descrição	Por	Ver.
000	JULHO/2011	Apresentação - Edição Preliminar	JM Eng. Cons. Ltda	Tadeu
001	JULHO/2012	Apresentação - Edição Final	JM Eng. Cons. Ltda	Tadeu
002	JULHO/2013	Apresentação - Edição Final (Reformulado Devido aos Novos Estudos Hidrológicos)	JM Eng. Cons. Ltda	Tadeu

## ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	9
<b>1 CONDIÇÕES GERAIS.....</b>	<b>11</b>
1.1 DEFINIÇÕES GERAIS.....	11
1.2 NORMAS GERAIS.....	12
1.3 FISCALIZAÇÃO.....	14
1.4 TERMOS GERAIS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTOS.....	16
<b>1.4.1 SERVIÇOS NÃO MEDIDOS.....</b>	<b>18</b>
<b>2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONCRETOS CONVENCIONAIS.....</b>	<b>18</b>
2.1 PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES.....	19
<b>2.1.1 PROJETO DO CANTEIRO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2 ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.3 ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS.....</b>	<b>19</b>
2.1.3.1 CIMENTO.....	19
2.1.3.2 AGREGADOS.....	20
2.1.3.3 AÇOS.....	20
2.1.3.4 ÁGUA.....	21
2.1.3.5 ADITIVOS.....	21
2.1.3.6 MADEIRA.....	21
<b>2.1.4 CARACTERIZAÇÃO E QUALIFICAÇÃO PRELIMINAR DOS MATERIAIS.....</b>	<b>21</b>
2.1.4.1 CIMENTO.....	21
2.1.4.2 AGREGADO MIÚDO.....	22
2.1.4.3 AGREGADO GRAÚDO.....	23
2.1.4.4 ÁGUA.....	24
2.1.4.5 ADITIVOS.....	24
2.1.4.6 AÇOS.....	25

<b>2.1.5</b>	<b>DOSAGEM DO CONCRETO.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2</b>	<b>EXECUÇÃO DAS FORMAS E ESCORAMENTOS.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.1</b>	<b>MATERIAL.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.2</b>	<b>MONTAGEM.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3</b>	<b>FORMAS PARA SUPERFÍCIES CURVAS.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.4</b>	<b>PRENDEDORES.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.5</b>	<b>LIMPEZA E UNTAMENTO DAS FORMAS.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.6</b>	<b>TOLERÂNCIA.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.7</b>	<b>ESCORAMENTOS.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3</b>	<b>ARMADURA.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1</b>	<b>MATERIAL.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.2</b>	<b>MONTAGEM.....</b>	<b>33</b>
<b>2.4</b>	<b>PEÇAS EMBUTIDAS.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.1</b>	<b>CHUMBADORES E INSERTOS NO CONCRETO DE 1º ESTÁGIO.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.2</b>	<b>INSERTOS NO CONCRETO DE 2º ESTÁGIO.....</b>	<b>36</b>
<b>2.4.3</b>	<b>TUBULAÇÕES E PEÇAS EMBUTIDAS.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5</b>	<b>MISTURA DO CONCRETO.....</b>	<b>37</b>
<b>2.5.1</b>	<b>EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>2.5.2</b>	<b>OPERAÇÃO DA MISTURA.....</b>	<b>39</b>
<b>2.6</b>	<b>TRANSPORTE DO CONCRETO.....</b>	<b>40</b>
<b>2.6.1</b>	<b>CARRETAS OU CAMINHÕES COM CAÇAMBAS.....</b>	<b>40</b>
<b>2.6.2</b>	<b>CAMINHÕES BASCULANTES.....</b>	<b>41</b>
<b>2.6.3</b>	<b>CALHAS.....</b>	<b>42</b>
<b>2.6.4</b>	<b>CORREIAS TRANSPORTADORAS.....</b>	<b>42</b>
<b>2.6.5</b>	<b>MÉTODOS PNEUMÁTICOS OU BOMBEAMENTO.....</b>	<b>42</b>
<b>2.7</b>	<b>LANÇAMENTO DO CONCRETO.....</b>	<b>43</b>
<b>2.7.1</b>	<b>FUNDAÇÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>2.7.2</b>	<b>CUIDADOS PRELIMINARES.....</b>	<b>44</b>

<b>2.7.3 OPERAÇÃO DE LANÇAMENTO.....</b>	<b>44</b>
2.8 ADENSAMENTO DO CONCRETO.....	45
2.9 EXECUÇÃO DAS JUNTAS.....	46
<b>2.9.1 JUNTAS DE CONCRETO.....</b>	<b>46</b>
<b>2.9.2 JUNTAS DE CONSTRUÇÃO PREVISTAS.....</b>	<b>46</b>
<b>2.9.3 JUNTAS DE CONSTRUÇÃO NÃO PREVISTAS (JUNTAS FRIAS).....</b>	<b>47</b>
2.10 CURA DO CONCRETO.....	48
<b>2.10.1 CURA COM ÁGUA.....</b>	<b>48</b>
<b>2.10.2 CURA COM MEMBRANA RETENTORA.....</b>	<b>49</b>
2.11 DESFORMA DO CONCRETO.....	50
2.12 ACABAMENTOS E REPAROS.....	51
<b>2.12.1 CLASSES DE ACABAMENTO.....</b>	<b>51</b>
2.12.1.1 SUPERFÍCIES MOLDADAS.....	51
2.12.1.2 SUPERFÍCIES NÃO MOLDADAS.....	52
<b>2.12.2 REPAROS NO CONCRETO.....</b>	<b>53</b>
<b>2.12.3 TRINCAS OU FISSURAS.....</b>	<b>55</b>
<b>2.12.4 JUNTA DE DILATAÇÃO MAL EXECUTADA.....</b>	<b>55</b>
2.13 CONTROLE DO CONCRETO E DOS SEUS MATERIAIS CONSTITUINTES.....	55
<b>2.13.1 CIMENTO.....</b>	<b>55</b>
<b>2.13.2 AGREGADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>2.13.3 AÇOS.....</b>	<b>56</b>
<b>2.13.4 ADITIVOS.....</b>	<b>57</b>
<b>2.13.5 ÁGUA.....</b>	<b>57</b>
<b>2.13.6 CONCRETO RECÉM-MISTURADO (EXECUTADO NO CANTEIRO DE OBRAS).....</b>	<b>57</b>
2.13.6.1 VERIFICAÇÃO DO TRAÇO.....	58
2.13.6.2 VERIFICAÇÃO DE UNIFORMIDADE DA MISTURA.....	58
2.13.6.3 COLETA DE AMOSTRA.....	58
<b>2.13.7 CONCRETO PRÉ-MISTURADO.....</b>	<b>58</b>
<b>2.13.8 CONCRETO ENDURECIDO.....</b>	<b>59</b>

2.13.8.1	ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO.....	59
----------	---	----

### 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONCRETO COMPACTADO A ROLO (CCR).....59

3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	59
-----	---------------------------	----

3.2	COMPOSIÇÃO.....	60
-----	-----------------	----

3.2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	60
-------	---------------------------	----

3.2.2	TRAÇOS DE PROJETO.....	60
-------	------------------------	----

3.2.3	AMOSTRA PARA OS TRAÇOS DE CONCRETO.....	61
-------	---	----

3.3	MATERIAIS AGLOMERANTES.....	62
-----	-----------------------------	----

3.3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	62
-------	---------------------------	----

3.3.2	EXIGÊNCIAS E ENSAIOS DE ACEITAÇÃO.....	62
-------	--	----

3.3.3	TEMPERATURA DO CIMENTO.....	63
-------	-----------------------------	----

3.3.4	ESTOCAGEM.....	63
-------	----------------	----

3.3.5	FORNECEDORES DE CIMENTO E POZOLANA.....	63
-------	---	----

3.4	AGREGADOS.....	63
-----	----------------	----

3.4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	63
-------	---------------------------	----

3.4.2	PROGRAMA DE PRODUÇÃO.....	64
-------	---------------------------	----

3.4.3	GRANULOMETRIA E PILHAS DE ESTOCAGEM.....	64
-------	--	----

3.4.4	FORMA DAS PARTÍCULAS.....	67
-------	---------------------------	----

3.4.5	LAVAGEM.....	67
-------	--------------	----

3.4.6	ESTOCAGEM.....	67
-------	----------------	----

3.4.7	LAYOUT DAS INSTALAÇÕES.....	68
-------	-----------------------------	----

3.5	TRANSPORTE.....	68
-----	-----------------	----

3.5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	68
-------	---------------------------	----

3.5.2	DEPÓSITO PARA ESTOCAGEM TEMPORÁRIA.....	69
-------	---	----

3.5.3	VEÍCULOS DE TRANSPORTE.....	69
-------	-----------------------------	----

3.6	LANÇAMENTO E ESPALHAMENTO.....	70
-----	--------------------------------	----

3.6.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	70
-------	---------------------------	----



<b>3.6.2</b>	<b>CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....</b>	<b>71</b>
<b>3.6.3</b>	<b>ÁREA DE LANÇAMENTO.....</b>	<b>71</b>
<b>3.6.4</b>	<b>DESCARGA DO CCR.....</b>	<b>72</b>
<b>3.6.5</b>	<b>ESPALHAMENTO.....</b>	<b>73</b>
<b>3.7</b>	<b>COMPACTAÇÃO.....</b>	<b>74</b>
<b>3.7.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>3.7.2</b>	<b>ROLOS AUTOPROPULIDOS DE GRANDE PORTE.....</b>	<b>75</b>
<b>3.7.3</b>	<b>SOCADORES E ROLOS DE PEQUENO PORTE.....</b>	<b>75</b>
<b>3.7.4</b>	<b>COMPACTAÇÃO NA INTERFACE DO CCR C/ O CONCRETO CONVENCIONAL.....</b>	<b>76</b>
<b>3.8</b>	<b>JUNTAS.....</b>	<b>77</b>
<b>3.8.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>77</b>
<b>3.8.2</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DAS JUNTAS FRIAS.....</b>	<b>78</b>
<b>3.8.3</b>	<b>TRATAMENTO DA JUNTA FRIA TIPO I.....</b>	<b>78</b>
<b>3.8.4</b>	<b>TRATAMENTO DA JUNTA FRIA TIPO II.....</b>	<b>79</b>
<b>3.8.5</b>	<b>TRATAMENTO DA JUNTA DE MONTANTE.....</b>	<b>79</b>
<b>3.8.6</b>	<b>JUNTAS HORIZONTAIS ENTRE CAMADAS DE FACEAMENTO.....</b>	<b>79</b>
<b>3.9</b>	<b>ARMADURAS DO CONCRETO E BARRAS DE ANCORAGEM.....</b>	<b>80</b>
<b>3.9.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>80</b>
<b>3.9.2</b>	<b>BARRAS DE ANCORAGEM.....</b>	<b>80</b>
<b>3.9.3</b>	<b>LANÇAMENTO DO CCR NA ZONA DAS ARMADURAS.....</b>	<b>80</b>
<b>3.10</b>	<b>CURA E PROTEÇÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>3.10.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>81</b>
<b>3.11</b>	<b>PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS DE FACEAMENTO (FORMAS INCORPORADAS)....</b>	<b>81</b>
<b>3.11.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>81</b>
<b>3.12</b>	<b>ANCORAGENS.....</b>	<b>82</b>
<b>3.13</b>	<b>FACEAMENTO COM CONCRETO CONVENCIONAL.....</b>	<b>82</b>
<b>3.13.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>82</b>
<b>3.13.2</b>	<b>TRAÇOS.....</b>	<b>82</b>



<b>3.13.3 PROCESSO DE LANÇAMENTO.....</b>	<b>83</b>
<b>3.13.4 ACABAMENTO DO CONCRETO DE FACEAMENTO.....</b>	<b>84</b>
3.14 PREPARO DA FUNDAÇÃO.....	85
<b>3.14.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>3.14.2 CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>3.14.3 CONFORMAÇÃO E ENCHIMENTO.....</b>	<b>86</b>
<b>3.14.4 LIMPEZA FINAL.....</b>	<b>87</b>
3.15 CONFORMAÇÃO E LIMPEZA DA FACE SEM FORMAS (FACE DE JUSANTE)...	87
<b>3.15.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>87</b>
3.16 TOLERÂNCIAS.....	88
<b>3.16.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>88</b>
<b>3.16.2 EXIGÊNCIAS ESPECÍFICAS.....</b>	<b>88</b>
3.17 CONTROLE DE QUALIDADE.....	89
<b>3.17.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>89</b>
<b>3.17.2 GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS.....</b>	<b>91</b>
3.17.2.1 ENSAIOS.....	91
3.17.2.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS:.....	91
<b>3.17.3 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DOS AGREGADOS.....</b>	<b>91</b>
3.17.3.1 ENSAIOS.....	91
3.17.3.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....	92
<b>3.17.4 FORMA DAS PARTÍCULAS.....</b>	<b>92</b>
3.17.4.1 ENSAIOS.....	92
3.17.4.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....	92
<b>3.17.5 MATERIAIS QUE PASSAM NA PENEIRA N° 200.....</b>	<b>93</b>
3.17.5.1 ENSAIOS.....	93
3.17.5.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....	93
<b>3.17.6 CONTROLE DAS QUANTIDADES DE AGREGADOS.....</b>	<b>93</b>
<b>3.17.7 CONTROLE DO CONCRETO.....</b>	<b>94</b>
3.17.7.1 CONTROLE E REGISTRO DE ROTINA.....	94
<b>3.17.8 BALANÇAS PARA PESAGEM DA MISTURA E DE AMOSTRAS DE MATERIAIS.....</b>	<b>94</b>

3.17.8.1	<i>AFERIÇÕES E VERIFICAÇÕES.....</i>	<i>94</i>
3.17.8.2	<i>PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....</i>	<i>94</i>
<b>3.17.9</b>	<b><i>CALIBRAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO VOLUMÉTRICA.....</i></b>	<b><i>94</i></b>
3.17.9.1	<i>ENSAIOS E VERIFICAÇÕES.....</i>	<i>94</i>
<b>3.17.10</b>	<b><i>VERIFICAÇÃO DAS MISTURADORAS DE CONCRETO.....</i></b>	<b><i>95</i></b>
3.17.10.1	<i>EFICIÊNCIA DA MISTURADORA.....</i>	<i>95</i>
<b>3.17.11</b>	<b><i>TEMPERATURA.....</i></b>	<b><i>96</i></b>
3.17.11.1	<i>ENSAIOS.....</i>	<i>96</i>
3.17.11.2	<i>PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....</i>	<i>96</i>
<b>3.17.12</b>	<b><i>UMIDADE.....</i></b>	<b><i>96</i></b>
3.17.12.1	<i>ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO.....</i>	<i>96</i>
3.17.12.2	<i>PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....</i>	<i>97</i>
<b>3.17.13</b>	<b><i>CIMENTO.....</i></b>	<b><i>97</i></b>
<b>3.17.14</b>	<b><i>CORPOS DE PROVA PARA ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO. .97</i></b>	
<b>3.17.15</b>	<b><i>MASSA ESPECÍFICA UNITÁRIA.....</i></b>	<b><i>97</i></b>
3.17.15.1	<i>ENSAIOS E VERIFICAÇÕES.....</i>	<i>97</i>
3.17.15.2	<i>PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....</i>	<i>98</i>
<b>3.17.16</b>	<b><i>EQUIPAMENTO DE COMPACTAÇÃO.....</i></b>	<b><i>98</i></b>
3.17.16.1	<i>ENSAIOS E VERIFICAÇÕES.....</i>	<i>98</i>
3.17.16.2	<i>PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....</i>	<i>98</i>
<b>3.17.17</b>	<b><i>DESCARGA E ESPALHAMENTO.....</i></b>	<b><i>99</i></b>
3.17.17.1	<i>ENSAIOS E VERIFICAÇÕES.....</i>	<i>99</i>
3.17.17.2	<i>PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS.....</i>	<i>99</i>
<b>3.17.18</b>	<b><i>PREPARAÇÃO PARA O LANÇAMENTO DO CONCRETO.....</i></b>	<b><i>100</i></b>
3.17.18.1	<i>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</i>	<i>100</i>
<b>3.17.19</b>	<b><i>CURA, PROTEÇÃO, JUNTAS APARENTES.....</i></b>	<b><i>100</i></b>
3.17.19.1	<i>CURA ÚMIDA.....</i>	<i>100</i>
3.17.19.2	<i>PROTEÇÃO.....</i>	<i>101</i>
3.17.20	<i>Observações Finais.....</i>	<i>101</i>





---

**LUIZ HERNANI DE CARVALHO**  
Engenheiro Civil

## APRESENTAÇÃO

Os serviços executados pela empresa JM Engenheiros Consultores Ltda, no âmbito do Contrato nº 10/ SRH/CE/2010 , assinado em 30/04/2010 com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE), tem como objeto a **Elaboração dos Estudos Básicos e Concepção, Eia/Rima, Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento, Detalhamento do Projeto Executivo, Avaliação Econômica e Financeira Referentes a Barragem Germinal e a Adutora de Palmácia, no Estado do Ceará.**

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Fases, Etapas, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são os apresentados na seqüência:

### FASE A - ESTUDOS DE VIABILIDADE

- ❖ **ETAPA A1** - Relatório de Identificação de Obras - RIO
  - **VOLUME I** - Relatório de Identificação de Obras - RIO
- ❖ **ETAPA A2** - Estudos Básicos e Concepção Geral do Projeto da Barragem Germinal
  - **VOLUME I** - Estudos Básicos
    - *Tomo 1 - Levantamentos Topográficos*
    - *Tomo 2 - Estudos Cartográficos*

- *Tomo 3 - Estudos Hidrológicos*
- *Tomo 4 - Estudos Geológicos e Geotécnicos*
- **VOLUME II** - Conceção Geral do Projeto da Barragem Germinal
  - *Tomo 1 - Relatório de Conceção Geral*
  - *Tomo 1A - Desenhos*
  - *Tomo 1B - Memória de Cálculo*
- ❖ **ETAPA A3** - Estudos Básicos e a concepção da Adutora de Palmácia
  - **VOLUME I** - Estudos Básicos
    - *Tomo 1 - Relatório Geral*
    - *Tomo 2 - Estudos Topográficos*
    - *Tomo 3 - Estudos Geotécnicos*
  - **VOLUME II** - Relatório Técnico Preliminar (RTP) da Adutora
    - *Tomo 1 - Relatório de Conceção Geral*
    - *Tomo 1A - Desenhos*
    - *Tomo 1B - Memória de Cálculo*

## **FASE B - DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO**

- ❖ **ETAPA B1** - Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA-RIMA)
  - **VOLUME I** - Relatório do EIA/RIMA da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia
    - *Tomo 1 - Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA) da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia*
    - *Tomo 2 - Relatório dos Impactos no Meio Ambiente (RIMA) da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia*
    - *Tomo 3 - Relatório de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica*
- ❖ **ETAPA B2** - Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia
  - **VOLUME I** - Levantamento Cadastral
    - *Tomo 1 - Relatório Geral*
    - *Tomo 2 - Laudos Individuais de Avaliação*
    - *Tomo 3 - Levantamentos Topográficos*
  - **VOLUME II** - Plano de Reassentamento da Barragem Germinal
    - *Tomo 1 - Diagnóstico*
    - *Tomo 2 - Detalhamento do Projeto de Reassentamento*
    - *Tomo 3 - Relatório Final de Reassentamento*
- ❖ **ETAPA B3** - Projeto Executivo da Barragem
  - **VOLUME I** - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem Germinal
    - *Tomo 1 - Memorial Descritivo do Projeto*
    - *Tomo 2 - Desenhos*
    - *Tomo 3 - Memória de Cálculo*
    - *Tomo 4 - Especificações Técnicas e Normas de Medições e Pagamentos*

- ✓ Tomo 4.1 – Serviços Gerais
- ✓ Tomo 4.2 – Concretos CCV e CCR
- ✓ Tomo 4.3 – Equipamentos Hidromecânicos.
- Tomo 5 - Quantitativos e Orçamentos
- Tomo 6 - Relatório Síntese
- Tomo 7 – Manual de Operação e Manutenção;
- ❖ **ETAPA B4** - Projeto Executivo da Adutora de Palmácia
  - **VOLUME I** - Detalhamento do Projeto Executivo da Adutora
    - Tomo 1 - Relatório Geral
    - Tomo 2 - Memória de Cálculo
    - Tomo 3 - Quantitativos e Orçamentos
    - Tomo 4 - Especificações Técnicas e Normas de Medições e Pagamentos
    - Tomo 5 - Desenhos
- ❖ **ETAPA B5** - Avaliação Econômica e Financeira do Sistema (Barragem e Adutora)
  - **VOLUME I** - Avaliação Econômica e Financeira do Sistema - Barragem Germinal e Adutora de Palmácia

A documentação ora apresentada compreende Tomo 4.2 – Concretos CCR e CCV, do Tomo 4 do Volume I da Etapa B3: Projeto Executivo da Barragem;

## 1 CONDIÇÕES GERAIS

### 1.1 DEFINIÇÕES GERAIS

Nestas especificações, ou em quaisquer documentos ou instrumentos dos quais elas façam parte, os termos abaixo terão os seguintes significados e interpretações:

#### • CONTRATANTE

É o Órgão Público contratante responsável pelo empreendimento em questão, dispondo de todos os títulos de propriedades correspondentes. É de sua responsabilidade a definição e a delimitação dos serviços a serem executados.

#### • CONSULTORA

É a empresa contratada pelo CONTRATANTE para acompanhar a construção e garantir a obediência ao Projeto e Especificações Técnicas das obras. Deverá emitir relatórios mensais de acompanhamento dos trabalhos, conforme os modelos definidos pela FISCALIZAÇÃO, e elaborar o projeto "As Built", a medida que o Projeto for sendo implantado.

- **FISCALIZAÇÃO**

Equipe atuando sob a autoridade do CONTRATANTE, indicada para exercer a FISCALIZAÇÃO das obras.

- **EMPREITEIRA**

É a empresa responsável pela execução de todos os serviços especializados, mediante Contrato assinado com o CONTRATANTE.

A EMPREITEIRA ou seu representante deverá estar permanentemente no canteiro, enquanto durarem os trabalhos, e responderá pela correta execução dos mesmos, sob todos os pontos de vista.

Este representante na obra deve estar qualificado para receber as instruções da FISCALIZAÇÃO e executá-las em nome da EMPREITEIRA, assim como para assinar relatórios e medições.

- **CONTRATO**

Documento subscrito pelo CONTRATANTE e pela CONSTRUTORA, de acordo com a legislação em vigor, e que define as obrigações de ambas as partes, com relação à execução das obras a que se referem estas ESPECIFICAÇÕES.

- **DOCUMENTOS DE CONTRATO**

Conjunto de todos os documentos que definem e regulam a execução da obra, compreendendo as ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, os desenhos de projeto, a proposta da CONSTRUTORA, o cronograma de obras, ou quaisquer outros suplementares que se façam necessários à execução da obra de acordo com as condições contratuais.

- **ESPECIFICAÇÕES**

As instruções, diretrizes, exigências, métodos e disposições detalhadas quanto à maneira de execução dos trabalhos.

- **FABRICANTE**

Empresa encarregada do fornecimento, na base de contrato com o CONTRATANTE ou com a EMPREITEIRA, de materiais, máquinas e equipamentos, inclusive estruturas pré-fabricadas, completas ou parciais.

## **1.2 NORMAS GERAIS**

Fazem parte das presentes Especificações todas as Normas, Regulamentos, Especificações, Métodos e Terminologias da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, em suas mais recentes edições, publicadas até a data de lançamento da concorrência para construção da barragem.

Na falta de Normas Brasileiras, para assuntos específicos, serão adotados normas, regulamentos e padrões técnicos de outras organizações nacionais e/ou estrangeiras de aceitação universal, a critério da FISCALIZAÇÃO e após aceitação do CONTRATANTE.

As especificações, normas, métodos, padrões ou códigos de associações ou órgãos abaixo relacionados, quando mencionados, poderão ser citados apenas pelo uso das abreviações transcritas a seguir:

- American Association of State Highway Officials - AASHO
- American Concrete Institute - ACI;
- American Institute of Electrical Engineers - AIEE;
- American Institute of Steel Construction - AISC;
- American National Standards Institute - ANSI;
- American Railways Engineers Association - AREA;
- American Society for Testing Materials - ASTM;
- American Society of Civil Engineers - ASCE;
- American Society of Heating, Refrigerating and Air Engineers - ASHRAE;
- American Society of Mechanical Engineers - ASME;
- American Water Works Association - AWWA;



- American Welding Society - AWS;
- Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP;
- Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE;
- Associação Brasileira de Mecânica de Solos - ABMS;
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT;
- Association Française de Normalization - AFNOR;
- British Standards - BS;
- California Department of Water Resources - CDWR;
- Comité Européen du Béton - CEB;
- Concrete Reinforcing Steel Institute - CRSI;
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER;
- Deutsche Industrie Normem - DIN;
- Electricité de France - EDF;
- Especificação Brasileira - EB;
- Especificação Brasileira Recomendada - EB-R;
- Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE;
- Instituto Brasileiro de Concreto - IBRACON;
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (São Paulo);
- International Committee on Large Dams - ICOLD;
- International Electro technical Commission - IEC;
- International Organization for Standardization - ISO;
- Método Brasileiro - MB;
- National Board of Fire Underwriters - NBFU;
- National Electric Code - NEC;
- National Electrical Manufactures Associations - NEMA;
- Norma Brasileira - NB;
- Norma Brasileira Recomendada - NB-R;
- Society of Nondestructive Tests - SNTD;



- United States Army Corps of Engineers - USACE;
- United States Bureau of Reclamation - USBR;

### 1.3 FISCALIZAÇÃO

O CONTRATANTE manterá FISCALIZAÇÃO permanente sobre todos os trabalhos para assegurar o cumprimento do projeto e das especificações durante a construção. Essa FISCALIZAÇÃO será exercida por equipe especializada, dirigida por engenheiros inteirados das premissas do projeto e dos dimensionamentos respectivos, que terão a seu cargo decisões sobre certos pormenores de grande importância para o bom comportamento da obra. Tais decisões serão apoiadas na observação local, completada, sempre que necessário, por investigações específicas de campo e laboratório e, sobretudo, na compreensão global do projeto e das funções de cada um dos elementos do projeto.

São funções da FISCALIZAÇÃO:

- a) Zelar pela fiel execução das obras com pleno atendimento às especificações respectivas;
- b) Controlar a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados, rejeitando aqueles por ela julgados não satisfatórios;
- c) Dar assistência à empreiteira na escolha dos métodos executivos mais adequados;
- d) Exigir da empreiteira a modificação de técnicas de execução inadequadas, a critério da fiscalização, e a recomposição dos serviços não satisfatórios;
- e) Assistir a consultora nos eventuais recursos necessários à implantação dos projetos e normas técnicas, adaptando-os a situações específicas de local e momento;
- f) Exigir todos os ensaios necessários ao controle da construção da obra e interpretá-los devidamente;
- g) Quantificar e atestar a qualidade dos serviços.



Os agentes da FISCALIZAÇÃO do CONTRATANTE terão poderes suficientes para impedir ou mandar suspender os trabalhos, desde que eles não estejam sendo realizados de acordo com estas Especificações. A EMPREITEIRA poderá contestar por escrito, se assim o entender, de impedimento ou suspensão dos trabalhos, mas até que o assunto seja resolvido pelo delegado mais categorizado do CONTRATANTE junto às obras, a EMPREITEIRA acatará a decisão do agente da FISCALIZAÇÃO. Em qualquer caso a contestação não poderá ser utilizada como motivo para justificação de atrasos ou para qualquer outra reivindicação.

A omissão ou falta por parte da FISCALIZAÇÃO em reprovar ou rejeitar qualquer trabalho ou material que não satisfaça às condições das Especificações, não implicará na sua aceitação, devendo a EMPREITEIRA remover, à sua custa, e a qualquer momento, qualquer trabalho ou material condenado pela FISCALIZAÇÃO, por estar em desacordo com as especificações, e reconstruir ou substituir o mesmo sem direito a qualquer pagamento extra.

A FISCALIZAÇÃO, frente aos dados colhidos nos diversos setores das obras, durante sua execução, poderá emitir ESPECIFICAÇÕES complementares, de modo a ajustar as especificações existentes, a novas condições que se apresentem no decorrer dos trabalhos.

Estas passarão a integrar as ESPECIFICAÇÕES, como se delas fizessem parte, e serão entregues por escrito a CONSTRUTORA.

Caso não modifiquem substancialmente as atividades, e nem venham a modificar os valores integrantes das composições de preços apresentadas à época da licitação e que servirem de base para os custos de serviços idênticos ou assemelhados, segundo critério analisado pela CONTRATANTE. Não caberá a CONSTRUTORA qualquer reivindicação ou reclamação. A CONSTRUTORA se obriga a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam detalhados nas ESPECIFICAÇÕES ou plantas, direta ou indiretamente, mas que sejam necessários à devida realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivessem delineados e descritos.





A CONSTRUTORA empenhar-se-á em executar tais serviços em tempo hábil para evitar atrasos em outros trabalhos que deles dependam.

Os custos adicionais, por acaso, decorrentes destas atividades, se demonstrado não estarem inclusos nos preços propostos, serão apreciados pela FISCALIZAÇÃO, que analisará o melhor procedimento para saldá-los, evidentemente dentro dos recursos do contrato, em acordo com as composições de preços, no que diz respeito a serviços, etapas ou materiais já propostos à época da licitação.

No caso de atividades não constantes de nenhum item, a nova composição deverá ter formatação e conteúdo semelhante a todas as outras se respeitando os mesmos percentuais para despesas indiretas e outros elementos já antes apresentados.

O exercício da FISCALIZAÇÃO, não exime a CONSTRUTORA das responsabilidades que lhe cabem durante o período construtivo nos termos destas ESPECIFICAÇÕES, e da responsabilidade por cinco anos, pela solidez e segurança da obra, nos termos do artigo 1245 do Código Civil.

#### **1.4 TERMOS GERAIS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTOS**

Consideram-se incluídas, nos preços unitários estabelecidos para os diversos dos quantitativos do orçamento, todas e quaisquer obras, de natureza provisória, não constantes do projeto e/ou destas Especificações Técnicas.

Serão elaborados e apresentados pela CONSULTORA em conjunto com a CONSTRUTORA, relatórios mensais, contendo os boletins de medições, os quais deverão conter as quantidades dos serviços com suas unidades específicas de medição realizadas no período. Tais Relatórios serão encaminhados à FISCALIZAÇÃO para análise e aprovação, após o que, serão apresentados à direção do CONTRATANTE para sua devida aprovação.

O pagamento se processará após a aprovação destes relatórios mensais ao CONTRATANTE.



A CONSULTORA deverá ter em conta, que os itens relacionados no quadro de quantidades de sua proposta devem cobrir todos os custos das diversas etapas das obras do projeto, estabelecidos quando da licitação.

As quantidades de trabalho previstas, constantes no Projeto, são indicações de ordem de grandeza dos trabalhos a executar e, em hipótese alguma, quaisquer diferenças entre elas e as reais poderão ser arguidas para fins de reajustamento dos preços unitários ou para prorrogação dos prazos previstos.

Não serão admitidas solicitações de indenizações, salvo nos casos especificados e estabelecidos nos documentos de contrato.

Todos os serviços serão medidos e pagos conforme unidades e preços unitários contidos nas planilhas orçamentárias das obras.

Ao CONTRATANTE reserva-se o direito de revisar e complementar o projeto e as normas técnicas, sem que tais revisões, entretanto introduzam alterações sensíveis quanto à natureza dos serviços durante a construção. Tais revisões serão apresentadas em desenhos e instruções escritas e não poderão servir como justificativa de acréscimos nos preços unitários ou de atrasos.

A EMPREITEIRA poderá, justificando detalhadamente por escrito, propor alterações de pormenores construtivos que entender convenientes, só podendo as mesmas serem executadas depois da aprovação por escrito do CONTRATANTE. A demora na aprovação ou a não, da alteração do projeto, por parte do CONTRATANTE, não poderá servir de justificativa para atrasos no cumprimento dos prazos estabelecidos ou a outra qualquer reivindicação.

Todas as dimensões, cotas e quantidades dos documentos do projeto, deverão ser verificadas pela EMPREITEIRA, antes do início dos serviços.

A EMPREITEIRA obriga-se a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam detalhados, direta ou indiretamente nas especificações ou nos desenhos de projeto, necessários à realização da obra, de modo completo como se estivesse particularmente definido e descrito.

#### **1.4.1 SERVIÇOS NÃO MEDIDOS**

Os itens das especificações dos concretos (agregados, cimento, aço, etc.) apresentados a seguir, deverão ter os custos considerados e distribuídos nos preços unitários do concreto e não serão medidos e, tampouco, pagos separadamente.

Para tal, a EMPREITEIRA deverá inspecionar o local, a fim de melhor quantificar a participação de cada item na composição dos custos do concreto a ser executado da obra.

## **2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONCRETOS CONVENCIONAIS**

As presentes especificações, fixam as disposições mínimas a serem observadas pelo EMPREITEIRO, em todos os serviços relacionados com as estruturas de concreto convencional empregados nas obras da Barragem Germinal, conforme indicadas nos desenhos de projeto.

São assim definidos, os critérios a serem observados pelo EMPREITEIRO:

- Para o controle de qualidade do concreto e de seus materiais constituintes;
- No preparo, transporte, lançamento, adensamento, acabamento, cura e reparo dos concretos estruturais;
- Na fabricação, montagem e retirada de formas, bem como, na conformação de juntas de construção e de contração, concretos secundários e especiais;
- No corte, dobramento, transporte e montagem das armaduras, bem como, de peças metálicas ou não, embutidas nos concretos.

Além do estabelecido na presente seção, deverão ser observados todas as normas, métodos e especificações da ABNT, citados no texto ou não, relacionados com os assuntos aqui tratados.

A FISCALIZAÇÃO poderá emitir a seu critério, especificações complementares ou instruções de campo, com o intuito de dirimir dúvidas ou resolver casos omissos.

## **2.1 PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES**

Antes do início da execução das estruturas devem ser tomadas as providências a seguir indicadas, que objetivam a produção e execução de concretos com a qualidade exigida nos projetos.

### **2.1.1 PROJETO DO CANTEIRO**

No projeto do canteiro, deverão ser indicados os locais do equipamento de mistura do concreto, locais dos agregados e depósitos de materiais, das bancadas de dobramento dos aços e da carpintaria.

Os depósitos de materiais devem estar próximos do equipamento de mistura, cuja localização deve ser de modo a tornar mínima a distância de transporte do concreto aos diversos locais de lançamento.

As vias de movimentação dos equipamentos de transporte do concreto devem ser definidas pela Fiscalização, assim como os locais de acesso às matérias primas ao canteiro.

Estes acessos devem estar localizados em pontos que não prejudiquem as operações de produção de concreto, e devem ser escolhidos de modo a que não haja contato dos pneus dos veículos transportadores com o material estocado.

### **2.1.2 ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS**

Os equipamentos destinados à mistura, transporte, lançamento e adensamento do concreto, devem permitir a obtenção de concreto de qualidade uniforme, sendo escolhidos em função das características exigidas para o concreto a ser produzido, em número e capacidade de produção, a fim de que permitam o perfeito atendimento dos cronogramas de execução estabelecidos.

### **2.1.3 ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS**

#### **2.1.3.1 CIMENTO**

O cimento deverá ser armazenado no canteiro da obra, em lugar seco, sem infiltrações de água, ventilado, não podendo o piso do depósito ficar em contato com o solo.

O depósito deverá permitir fácil acesso à inspeção e identificação de qualquer partida. Sua capacidade deverá garantir as concretagens necessárias em um período de dias de produção máxima, sem abastecimento.

O cimento que ficar armazenado por mais de quatro meses não deverá ser usado, a menos que ensaios de verificação comprovem que o mesmo ainda satisfaz as normas aplicáveis da ABNT.

O cimento que apresentar início de hidratação (empedramento), devido às condições inadequadas de armazenamento, será recusado pela FISCALIZAÇÃO.

O cimento fornecido em sacos deverá manter sua embalagem original até seu emprego, podendo ser guardado em pilhas de no máximo 10 (dez) sacos. Lotes recebidos em épocas diversas deverão ser guardados separadamente, de modo a facilitar o emprego na ordem cronológica de recebimento.

Não poderá ser empregado cimento proveniente da limpeza de sacos ou embalagens.

Não poderá ser empregado cimento que apresente temperatura maior ou igual a 60°C.

### 2.1.3.2 AGREGADOS

Os agregados devem ser estocados em depósitos, separados de acordo com a sua procedência, tamanho e faixa granulométrica. Os pisos destes depósitos devem ser construídos de forma a evitar o contato dos agregados com o solo e serem de preferência cobertos.

Nenhum veículo ou equipamento que possa contaminar os agregados com lama, graxa, óleo ou outro material estranho terá acesso direto aos depósitos de agregados.

### 2.1.3.3 AÇOS

As partidas de aços de cada categoria, diâmetro e procedência devem ser arrumadas na obra, nos lotes previamente definidos pela Fiscalização, por ocasião da coleta de amostras para ensaios. Estes lotes devem estar separados uns dos outros e identificados quanto à procedência, partida, bitola e categoria.

No caso dos lotes serem formados no depósito do Fornecedor, cuidados especiais devem ser tomados na identificação e transporte da partida, para que se possa reproduzir na obra a mesma formação de lotes anteriormente estabelecida no depósito da fornecedora. Esta providência será desnecessária no caso da partida ser totalmente liberada no depósito.

#### 2.1.3.4 ÁGUA

Os reservatórios para armazenamento da água destinada ao amassamento e cura do concreto, devem estar situados em locais onde não haja a possibilidade desta água sofrer contaminações de qualquer natureza e devem, de preferência, ser cobertos.

#### 2.1.3.5 ADITIVOS

O armazenamento dos aditivos deve ser feito com condições que não provoquem alterações nas características próprias de cada tipo, tendo-se o cuidado de consumi-los na ordem cronológica de chegada à obra. Devem ser armazenados separadamente por tipos e procedência, estabelecendo-se fácil sistema de identificação, de modo a evitar possíveis erros de troca de tipos, por ocasião de seu uso.

#### 2.1.3.6 MADEIRA

As madeiras destinadas à execução das formas e escoramentos devem ser armazenadas de maneira que fiquem protegidas das intempéries e da ação de insetos ou fungos, principalmente quando este armazenamento for por um prazo longo.

### **2.1.4 CARACTERIZAÇÃO E QUALIFICAÇÃO PRELIMINAR DOS MATERIAIS**

Antes do início dos serviços, deve-se verificar se os materiais que serão empregados na fabricação dos concretos possuem os requisitos de qualidade exigidos nestas Especificações, determinados em ensaios realizados em amostras representativas destes materiais, nas quais serão também determinados os seus índices característicos. Os materiais deverão atender às seguintes exigências:

#### 2.1.4.1 CIMENTO

O cimento deve atender à especificação brasileira em vigor, correspondente ao tipo a que pertence. Nos concretos das estruturas, que ficarão em contato com meios agressivos, não será permitido o uso de cimento Portland de alta resistência inicial e de cimento Portland comum com teor de aluminato tricálcico (C3A) maior que 8%, determinado de acordo com a especificação C-150 da ASTM.

É recomendável a utilização de cimento portland pozolânico CP-IV-32, ou cimento portland composto com pozolana resistente a sulfatos (CP-II-Z-32RS), que obedeçam às especificações contidas nas Normas Brasileiras NBR-5736 e BNR-5737 e que estejam de conformidade com a Norma NBR-150-9002.

A amostra de cimento deve ser coletada de acordo com o método NBR 5.741, sendo submetida posteriormente aos seguintes ensaios:

- Ensaio normal NBR 7.215
- Massa específica NBR 6.474
- Finura Blaine NBR 7.224
- Expansibilidade a frio.....NBR 11.528
- Finura da peneira 0,075.....NBR 11.579
- Anidrido carbônico (CO<sub>2</sub>).....NBR 11.583
- Teor de óxidos de sódio e potássio.....NBR 5.747
- Teor de pozolana NBR 5.741
- Atividade pozolânica do CP-IV.....NBR 5.753
- Análise química - determinação do SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO e MgO.....NBR 5.742
- Perda ao fogo NR 5.743
- Resíduo insolúvel NBR 5.744
- Teor de SO<sub>3</sub> NBR 5.745
- Cal livre NBR 5.748

#### 2.1.4.2 AGREGADO MIÚDO

O agregado miúdo poderá ser areia natural quartzosa ou a composição desta com areia artificial, resultante de britagem de rochas competentes, com diâmetro



máximo de 4,8mm, a critério da FISCALIZAÇÃO, e que obedeça aos parâmetros estabelecidos na NBR-7211 e 7222.

A percentagem de substâncias nocivas no agregado miúdo não deverá exceder a 5% do peso. Tais substâncias nocivas incluem argila xistosa, torrões de argila, álcalis, mica, grãos recobertos de impurezas, flocos de partículas fofas, marga e material que passe na peneira nº200.

Da mesma forma, a percentagem de grãos de argila, de acordo com o ensaio através do método NBR 7.218, não deve exceder 1% em peso.

O agregado miúdo estará em acordo com os seguintes requisitos de ensaios:

- Ensaios Colorimétricos para Impurezas Orgânicas pelo método da ABNT, NBR 7.220 ou conforme a designação C-40 da ASTM.
- A cor do líquido em que a amostra está imersa no ensaio, não será mais escura do que a cor estabelecida como padrão referência.

No caso em que a cor do líquido resultar mais escura do que a estabelecida no padrão, deverão ser efetuados ensaios de resistência à compressão aos 7 e 28 dias, conforme previsto no método de ensaio NBR 7.215.

O peso específico real, determinado através do método de ensaio C-28 da ASTM ou pela NBR 9776, não deverá ser menor do que 2,60.

Os Ensaios de Alteração pelo uso de Sulfato de Sódio devem ser feitos pela norma "designation C-88" da ASTM ou NBR 9917.

A quantidade retida na peneira nº50, após 5 ciclos, não deve apresentar uma média ponderada de perda maior que 10% em peso.

#### 2.1.4.3 AGREGADO GRAÚDO

O agregado graúdo a ser utilizado é aquele que varia seu diâmetro entre 50,00 mm e 12,50 mm, corrida. Será constituído de grânulos resistentes, duros, estáveis e impermeáveis, podendo ser pedregulho ou pedra britada, de um modo geral esféricos ou cúbicos.



O agregado graúdo deverá ter resistência maior que a argamassa e características que não a prejudiquem. A granulometria deverá estar de acordo com a EB-4 da ABNT, e segundo os critérios da NBR-7211 e 7217.

A percentagem de todas as substâncias nocivas no agregado graúdo não excederá 3% em peso. As substâncias nocivas incluem, sem que se limitem somente a elas, a argila xistosa, torrões de argila, e o material que passa na peneira nº200. Do mesmo modo, a percentagem de torrões de argila, de acordo com a NBR 7.218 ou C-142 da ASTM não excederá 0,5% em peso.

O agregado graúdo obedecerá às seguintes exigências:

- Reatividade potencial de álcalis-agregado.....NBR 9773 e 9774
- Ensaio de Abrasão Los Angeles..... NBR 6.465
- ou "designation C-535" da ASTM ou pelo Método DNER-ME-35-64;

A perda nos vários tamanhos de agregados não excederá as quantidades máximas calculadas pelo NBR 6.465 ou as seguintes quantidades máximas indicadas pela ASTM:

- Ensaio de alteração pelo uso do sulfato de sódio....."designation"ASTM C-88
- Massa unitária no estado compactado seco.....NBR 7.810
- A média ponderada de peso após ciclos, não excederá 10%.
- Massa unitária NBR 7.251
- O peso específico real não será menor que 2,55.....NBR 9.937
- Absorção NBR 9.777

#### 2.1.4.4 ÁGUA

A água deve ser limpa e isenta de substâncias prejudiciais ao processo de hidratação do cimento. Em caso de dúvida se deve proceder a ensaios comparativos de resistência à compressão e tempo de pega, em argamassa e pastas executadas com a água suspeita e uma água de qualidade comprovada, para uso em concreto. Estes ensaios deverão ser feitos de acordo com o método NBR 7.215. Serão permitidas reduções nos tempos de início e fim da pega de no máximo 38 minutos.

#### 2.1.4.5 ADITIVOS

Os aditivos devem ser fornecidos de preferência na forma líquida e devem apresentar a eficiência necessária para o fim a que se destinam, comprovada em ensaios comparativos entre argamassas e concretos executados, com e sem aditivo, conforme o seu tipo, devendo obedecer às NBR-10908, NBR-11768 e NBR-12317.

A porcentagem do aditivo deve ser fixada de acordo com as recomendações do Fabricante, e deverá levar em consideração a temperatura do ambiente e do tipo de cimento.

#### 2.1.4.6 AÇOS

Os aços deverão atender às exigências da especificação NBR 7.480, através da verificação nos ensaios de tração e dobramento em amostras representativas colhidas nos depósitos de cada Fornecedor e ensaiadas de acordo com os métodos NBR-6.152 e NBR-6.153.

O coeficiente de aderência das barras de cada Fornecedor, para cada diâmetro, categoria e conformação superficial deverá ser determinado em ensaio de fissuração conforme a instrução contida na especificação NBR 7.480.

Poderão ser aceitos certificados de ensaio de aderência apresentados pelo Fornecedor, desde que realizados por laboratório de reconhecida experiência neste ensaio e que, os mesmos tenham sido realizados em amostras características análogas àquelas que estão sendo fornecidas à obra.

#### **2.1.5 DOSAGEM DO CONCRETO**

O concreto deverá ser dosado experimentalmente em laboratório, empregando-se nas misturas testadas, e amostras representativas dos materiais que irão ser utilizados na obra. Os traços encontrados deverão conferir aos concretos as características de resistência, impermeabilidade e durabilidade exigidas para as estruturas a que se destinam.



A tensão de dosagem (tensão média prevista para a resistência à compressão) deverá ser fixada em função da tensão mínima especificada e do coeficiente de variação estimado ou determinado para o concreto, de acordo com os critérios apresentados na norma NBR 6.118 e 12.655/92.

O fator água-cimento deverá permitir a obtenção da tensão de dosagem, sendo o seu valor fixado em função das características dos cimentos que serão empregados na obra. No intuito de assegurar uma maior durabilidade e impermeabilidade das estruturas, o fator água-cimento não deverá ultrapassar os valores fixados no quadro apresentado a seguir:

ESTRUTURAS	CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO		
	NO AR	Em contato com fluidos ou solos não agressivos	Em contato com fluidos ou solos agressivos ao
Seções com recobrimento da armadura menor que 2,5 cm	<b>0,55</b>	<b>0,50</b>	<b>0,40</b>
Seções moderadas tais como: muro de arrimo, laje de fundação e estruturas onde o recobrimento da armadura for maior que 2,5 cm.	-	<b>0,60</b>	<b>0,45</b>

Os fluidos em contato com o concreto poderão estar sob pressão ou não.

Nas estruturas expostas a meios não agressivos e para as quais não se exige maior impermeabilidade, o fator água-cimento a ser adotado será aquele necessário à obtenção da tensão média à compressão prevista.

Os concretos lançados por tremonha, em locais abaixo do lençol freático, (concreto submerso) deverão apresentar fator água-cimento máximo de 0,44.

Se na dosagem do concreto forem determinados valores diferentes para o fator água-cimento necessários à obtenção da resistência e durabilidade, deve adotar-se o menor deles.

O diâmetro máximo de agregado utilizado em um concreto deve ser compatível com as dimensões da peça e espaçamento das armaduras a que este concreto se destina. Este diâmetro máximo deve ser menor que 1/4 da menor dimensão da peça a ser concretada, e menor que 3/4 do menor espaço livre entre barras das armaduras, prevalecendo o menor dos dois valores.

Os concretos devem possuir trabalhabilidade compatível com a exigida pelo processo de adensamento a ser adotado e possuir uma quantidade de argamassa que confira à massa, maior coesão e ausência de desagregação. A trabalhabilidade de um concreto deverá ser verificada no ensaio de abatimento do tronco de cone, de acordo com o método NBR-7223.

Os concretos destinados a estruturas que ficarão em contato com solos ou fluidos agressivos deverão também atender às seguintes exigências:

- Consumo mínimo de cimento de 300kg/cm<sup>3</sup>.
- Teor de ar incorporado 3% a 6% determinado de acordo com o método C-231 da ASTM.
- Não será permitido o uso de cloreto de cálcio nem de aditivos que contenham teores deste cloreto em sua composição.
- Abatimento do tronco de cone: entre 4 e 6cm (determinado através do método NBR-7223).

Os concretos lançados sobre superfícies irregulares ou em queda livre ou então lançados sob a água devem possuir maior teor de agregados definidos pela relação areia/agregado total.

Esta relação, nestes concretos, deverá situar-se em torno de 0,4.

## **2.2 EXECUÇÃO DAS FORMAS E ESCORAMENTOS**

### **2.2.1 MATERIAL**

O material das formas poderá ser pinho, padrão igual ou superior ao de 2ª categoria, painéis de madeira tratada (tipo Madeirit ou similar) ou chapas metálicas. O tratamento empregado nas madeiras não deverá prejudicar a qualidade do concreto nem manchar a sua superfície, caso esta venha a ficar permanentemente exposta (concreto aparente).

Quando for exigido para o concreto um acabamento superficial sem poros ou bolhas, o lado da forma que irá receber este concreto deverá ser revestido por uma forma absorvente sem qualquer espécie de tratamento (tipo Eucatex isolante).

O concreto cuja superfície irá receber algum tipo de revestimento deve ser executado com formas que confirmam aderência entre o revestimento e o concreto.

Será vedado o uso de formas empenadas, torcidas, amassadas ou com fraturas.

A reutilização das formas de madeira será de no máximo 5 vezes, desde que ainda apresentem condições satisfatórias de uso.

Nos escoramentos, poderão ser utilizados escoras ou pontaletes de madeira ou então escoramentos metálicos específicos, desde que tenham eficiência comprovada em obras similares.

### **2.2.2 MONTAGEM**

As formas devem obedecer rigorosamente às dimensões indicadas, quando da execução do projeto executivo, e serem montadas de modo a possibilitar uma fácil desforma, que não provoque danos no concreto.

O EMPREITEIRO será responsável pelo projeto, fabricação, instalação e retirada de todas as formas e respectivos escoramentos, devendo submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO, todos os desenhos de fabricação e montagem das formas, bem como os materiais utilizados.



As formas deverão apresentar resistência suficiente para suportarem a pressão resultante do lançamento e da vibração do concreto, devendo ser mantidas rigidamente na sua posição, e ser suficientemente estanques para impedirem a perda da argamassa.

Qualquer vedação que se torne necessária, será executada com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

As concretagens que se processarem por lances, terão as formas construídas de maneira a abranger apenas um lance de concretagem, sendo removidas, após estar o concreto endurecido, para serem montadas no lance seguinte. Essa montagem será feita de maneira a recobrir o concreto do lance anterior, no mínimo em 3cm.

As formas deverão ser fixadas com firmeza contra o concreto endurecido de maneira que ao ser reiniciada a colocação do concreto, as formas não se deformem e não permitam qualquer desvio em relação aos alinhamentos estabelecidos ou perda de argamassa pelas justaposições; caso necessário, serão usados parafusos ou prendedores adicionais destinados a manterem firmes as formas remontadas contra o concreto endurecido.

Salvo indicação contrária nos desenhos de projeto ou conforme solicitação da FISCALIZAÇÃO, sarrafos chanfrados com 1" deverão ser colocados nos cantos das formas, de maneira a daí, resultarem cantos chanfrados com ângulos externos das superfícies de concreto destinadas a ficar permanentemente expostas. Os ângulos internos não necessitarão, em princípio, de chanfros, a menos que sejam eles indicados nos desenhos de projeto.

As formas deverão ser montadas de modo que todas as marcas horizontais sejam contínuas, ao longo de toda a superfície. Caso as formas sejam revestidas de madeira compensada ou de painéis de madeira aparelhada, as juntas verticais deverão ser contínuas em toda a altura da superfície de concreto.



As formas executadas no local, com tábuas comuns, deverão formar painéis quadrados, com as juntas alternadas. As formas deverão ser perfeitamente escoradas nas suas devidas posições.

Deverão ser feitas aberturas nas formas, onde for necessário, para facilitar a inspeção, limpeza e adensamento do concreto. Todas as aberturas temporárias a serem feitas no concreto, para fins construtivos, serão submetidas à prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO.

### **2.2.3 FORMAS PARA SUPERFÍCIES CURVAS**

As formas para superfícies curvas deverão ser construídas de maneira a ficarem precisamente com as curvaturas exigidas. As dimensões para as superfícies de concreto serão dadas por seções de desenhos.

O EMPREITEIRO deverá interpolar as seções intermediárias, que se fizerem necessárias para o tipo de construção de forma a ser adotado, e deverá executar as formas de maneira que a curvatura seja contínua entre as seções.

Onde for necessário, para atender as exigências da curvatura, a forma de madeira deverá ser construída com régua laminadas cortadas, de modo a serem obtidas superfícies de formas estanques e lisas. As formas deverão ser construídas de modo que as marcas das juntas na superfície do concreto sigam, de maneira geral, a linha do fluxo da água.

Após as formas terem sido construídas, todas as imperfeições de superfície deverão ser corrigidas, todos os pregos deverão ser escondidos; quaisquer asperezas e todas as arestas nas superfícies moldadas, causadas pelo encontro imperfeito dos painéis das formas, deverão ser revestidas para produzirem a curvatura exigida.



#### **2.2.4 PRENDEDORES**

Eventuais varetas metálicas, usadas para fixação das formas, deverão permanecer embutidas, terminando a não menos de 5,0cm do lado de dentro das faces do concreto, salvo disposição contrária da FISCALIZAÇÃO.

Não serão permitidos tirantes de arame embutidos para manter as formas, em paredes de concreto a serem sujeitas a pressão de água, ou onde as superfícies do concreto, através das quais se estenderiam os tirantes, fiquem permanentemente expostas; nestas, serão utilizados tirantes ocos a serem oportunamente preenchidos com concreto ou argamassa, após a retirada das formas.

Tirantes de arame poderão ser usados para manter as formas em paredes de concreto, onde será colocado aterro contra ambos os lados. Os tirantes de arame deverão ser cortados rentes à superfície do concreto, após a remoção das formas.

#### **2.2.5 LIMPEZA E UNTAMENTO DAS FORMAS**

Na ocasião em que o concreto for lançado nas formas, as superfícies destas últimas deverão estar isentas de incrustações de argamassa, calda de cimento ou outros materiais estranhos.

Antes de ser lançado o concreto, as superfícies das formas deverão ser untadas com um óleo mineral destinado a impedir, de maneira efetiva, a adesão e que não manche as superfícies do concreto.

O óleo para formas de madeira deverá ser do tipo mineral parafínico, puro, refinado, de composição conveniente para essa finalidade. Todo óleo para formas deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Após o untamento, deverá ser removido qualquer óleo em excesso nas superfícies das formas. A armadura de aço a ser embutida ou outra qualquer superfície que requeira aderência ao concreto, deverá ser mantida isenta de óleo.





## 2.2.6 TOLERÂNCIA

Nas superfícies acabadas do concreto, os desvios aceitáveis de prumo ou de nível dos alinhamentos determinados, bem como dos perfis e das dimensões mostradas nos desenhos, são definidos como “Tolerâncias”.

Quando não forem estabelecidas outras tolerâncias nos desenhos de projeto para qualquer estrutura individual à parte da mesma, os desvios admissíveis serão conforme a seguir discriminados.

- Os alinhamentos de locação, eixos e medidas de perímetro podem ter as seguintes variações em relação ao estabelecido em planta:

- Em 5,0m      1 cm
- Em 10,0m    2 cm

- A variação de dimensões em relação a uma estrutura individual, não deverá exceder 2,5cm em 20m.

- As variações do prumo em relação às indicadas ou de superfícies curvas de todas as estruturas, incluídos os alinhamentos e superfícies das paredes, entalhes das juntas verticais e arestas visíveis, serão:

- Em 2,5m      0,5cm
- Em 5,0m      1,0cm
- Em 10,0m    3,0cm

Nas construções cobertas por aterros, as tolerâncias serão duas vezes maiores do que os valores acima.

Quaisquer anotações contidas nos desenhos de projeto, referentes a tolerâncias específicas mínimas ou máximas, relativas a qualquer dimensão, deverão ser consideradas como complementares das tolerâncias acima especificadas e prevalecerão sobre as mesmas.

A FISCALIZAÇÃO se reserva o direito de reduzir tais tolerâncias, caso elas prejudiquem a ação estrutural ou função operacional de uma estrutura.

O EMPREITEIRO será inteiramente responsável pela montagem e manutenção das formas de concreto dentro dos limites de tolerância, de forma a assegurar a conclusão dos trabalhos dentro das tolerâncias aqui especificadas. O trabalho de concreto que vier a exceder os limites de tolerância aqui assinalados deverá ser corrigido ou removido e substituído conforme o caso, a critério da FISCALIZAÇÃO.

### **2.2.7 ESCORAMENTOS**

Os escoramentos devem ser projetados de modo a assegurar uma perfeita estabilidade às formas, evitando deformações indesejáveis provocadas pelo peso do concreto lançado.

As escoras devem se apoiar em locais que apresentem condições de suporte adequadas. No caso destas condições não serem as ideais, devem ser previstos dispositivos de apoios que reduzam a carga transmitida ao solo pelas escoras, a níveis compatíveis com a capacidade de suporte destes solos.

As dimensões dos pontaletes, a sua distribuição ao longo das peças a serem escoradas e o modo como são montados, devem obedecer às prescrições da norma NBR-6118.

Para facilitar a retirada dos escoramentos devem ser colocados dispositivos apropriados para permitir que esta operação se faça sem choques ao concreto.

## **2.3 ARMADURA**

### **2.3.1 MATERIAL**

As armaduras devem obedecer rigorosamente ao projeto, quando da execução do Projeto Executivo, quanto à categoria do aço, diâmetro, disposição, comprimento, ângulos de dobramento e ganchos.

As emendas nas barras das armaduras devem obedecer rigorosamente ao projeto, feitas de acordo com as prescrições da norma NBR-6.118. As emendas soldadas devem ser feitas por processo de eficiência garantida e rigorosamente controlado por ensaios de tração.



As barras soldadas devem suportar uma tensão de no mínimo, 1,25 vezes a tensão limite de escoamento da barra não soldada de igual característica.

Não será permitida a utilização de barras de aço que apresentem esfoliações, escamas ou fissuras, observadas principalmente nos locais de dobramento dos ganchos.

As barras em início de oxidação devem ser escovadas e limpas antes de sua montagem na forma. Se esta limpeza conduzir a uma excessiva redução na seção da barra ou então à eliminação de suas saliências superficiais estas barras devem ser recusadas. Para proteger as barras da corrosão pode-se pintá-las com água de cal ou nata de cimento.

### **2.3.2 MONTAGEM**

Antes de serem introduzidas nas formas, as barras deverão ser convenientemente limpas, principalmente das manchas de óleo, graxa ou outro material. A retirada de argamassa ou concreto aderente às barras somente será necessária quando esta operação for facilitada pela baixa aderência deste material incrustado.

A montagem da armadura no interior das formas deve ser feita de modo que a mesma se mantenha firme durante as operações de lançamento e adensamento do concreto, conservando inalteradas as distâncias das barras entre si e das barras às faces internas das formas.

Os dispositivos colocados para assegurar o cobrimento especificado devem ser feitos de preferência de concreto ou argamassa, a serem presos às barras de modo firme, para que não se desloquem durante o adensamento. É vedado o uso de dispositivos feitos com metal.

Não será permitido o reposicionamento das barras quando o concreto estiver no processo de endurecimento.

Qualquer barra que se projete para fora das superfícies finais de concreto e que não esteja mostrada nos desenhos será cortada a uma profundidade suficiente,



no concreto, para permitir o recobrimento mínimo especificado e ter os furos preenchidos com argamassa.

Nas juntas de construção, onde as barras podem permanecer expostas durante um longo período, as mesmas serão protegidas contra corrosão.

O dobramento das barras deve ser feito sempre "a frio" sendo vedada à aplicação de qualquer processo que implique no aquecimento de aços ou fios.

No cruzamento das armaduras com eletrodutos, as superfícies destes eletrodutos, nos pontos de contato, devem ser isoladas através de tubos plásticos ou outro dispositivo qualquer.

Devem ser previstas plataformas de serviços nos locais de passagem de pessoal e carrinhos, antes e durante as operações de concretagem, com o objetivo de evitar danos às armaduras ou deslocamentos de suas posições de projeto.

Devem ser respeitados os espaçamentos mínimos entre as barras das armaduras indicados na norma NBR-6.118.

As tolerâncias para a colocação das armaduras são as seguintes:

- No espaçamento: .....25mm
- No recobrimento protetor:
  - Com menos de 50mm de recobrimento: .....3mm
  - Com 50mm até 75mm de recobrimento: .....6mm
  - Com mais de 75mm de recobrimento: .....12mm

## 2.4 PEÇAS EMBUTIDAS

Peças metálicas diversas serão instaladas pelo EMPREITEIRO Para ficarem embutidas no concreto, abrangendo entre outras:

- Chumbadores e insertos em geral no concreto de 1ºestágio, para fixação ou não dos insertos no concreto de 2ºestágio;
- Insertos no concreto de 2ºestágio, fixados em insertos deixados no concreto de



1ºestágio;

- Tubulações e peças embutidas em geral.

Em tudo o que não estiver especificamente indicado nos desenhos ou nestas Especificações, seguir-se-ão para os materiais e os serviços deste capítulo, os regulamentos da ASTM, AISC e AWS.

Todas as peças metálicas embutidas pelo EMPREITEIRO deverão sê-la com precisão e fixadas perfeitamente, de modo a evitar o seu deslocamento antes e durante as concretagens.

Nos locais onde estiver indicado concreto de 2ºestágio, deverão ser deixados "blockouts" no concreto de 1ºestágio, assim como insertos onde serão fixados os insertos do concreto de 2ºestágio, argamassa ou injetados com calda de cimento.

Todos os serviços de instalação deverão ser executados de acordo com a boa técnica de construção, por pessoal treinado e especializado no setor. Qualquer dano eventualmente causado aos materiais fornecidos pela CONTRATANTE deverá ser reparado, ou a peça substituída pelo EMPREITEIRO às suas expensas. Imediatamente antes da concretagem, as peças metálicas deverão estar limpas e isentas de ferrugem ou outro material estranho.

#### **2.4.1 CHUMBADORES E INSERTOS NO CONCRETO DE 1º ESTÁGIO**

Todos os chumbadores e placas de ancoragem a serem embutidos no concreto deverão ser posicionados com precisão, por meio de gabaritos adequados, de forma que, após a concretagem, fiquem alinhados com as peças às quais deverão ser ligados.

Os eixos dos furos de tais gabaritos deverão estar de acordo com os eixos dos furos perfurados ou puncionados na placa base ou peça a ser fixada no concreto. Os furos nos gabaritos deverão exceder de 1 (um) milímetro o diâmetro nominal dos chumbadores ou parafusos.

As referências ou marcas de coincidência, destinadas à locação da peça a ser instalada, deverão estar claramente indicadas em cada gabarito, de forma a facilitar a localização precisa dos chumbadores. Após os chumbadores terem sido



posicionados com precisão, cada chumbador deverá ser fixado com segurança no seu lugar, de forma a impedir o seu deslocamento durante a concretagem e até que o concreto tenha atingido resistência adequada.

Os furos nas placas-base ou em outras peças, não poderão ser alargados para a sua ajustagem aos chumbadores que não ficarem devidamente posicionados, sem autorização expressa e previa da FISCALIZAÇÃO.

Após a concretagem, as superfícies metálicas não galvanizadas e destinadas a permanecer permanentemente expostas, deverão ser limpas com escova de aço e receber duas demãos de tinta base.

#### **2.4.2 INSERTOS NO CONCRETO DE 2º ESTÁGIO**

Os insertos no concreto de 2ºestágio, destinados à fixação de equipamentos especiais, deverão obedecer as especificações dos FABRICANTES dos referidos equipamentos. Após o rigoroso posicionamento e perfeita fixação dos insertos, proceder-se-á ao enchimento do concreto de 2ºestágio,

No caso de trilhos para equipamentos móveis, antes do enchimento dos "blockouts" com concreto de segundo estágio, deverá ser assegurado o perfeito ajuste das placas de regulagem, alinhamento dos trilhos e aperto das porcas que prendem os grampos de fixação dos trilhos.

#### **2.4.3 TUBULAÇÕES E PEÇAS EMBUTIDAS**

As tubulações e peças a serem embutidas no concreto deverão ser rigorosamente posicionadas e devidamente fixadas, de modo a evitar danos ou desvios antes e durante a concretagem.

Deverão ser tomados cuidados especiais para evitar o entupimento das tubulações durante a execução dos trabalhos. As tubulações e peças a serem embutidas no concreto não deverão receber pintura ou qualquer outra proteção na sua superfície externa, a menos que assim seja especificamente indicado pela FISCALIZAÇÃO.

Qualquer que seja o caso, entretanto, deverão, imediatamente antes da concretagem, estar limpas e isentas de mancha de óleo, graxa, etc.

Cada sistema de tubulação deverá ser limpo internamente e testado sob pressão antes da concretagem; o EMPREITEIRO elaborará e apresentará, para aprovação da FISCALIZAÇÃO, os desenhos complementares relativos às ancoragens da tubulação, durante os testes.

As tubulações e peças embutidas deverão ser mantidas a uma distância mínima de 25mm de outras peças embutidas ou da superfície externa, para permitir seu completo recobrimento com concreto, exceto onde indicado em contrário.

## 2.5 MISTURA DO CONCRETO

A mistura do concreto deverá ser feita mecanicamente, por meio de equipamentos de qualquer tipo, desde que produzam misturas homogêneas e tenham capacidade de produção compatível com o cronograma previsto para a obra.

A uniformidade do concreto produzido deverá ser determinada de acordo com método brasileiro e atender os índices contidos naquele método.

No caso de betoneiras, a velocidade de rotação por minuto deve ser igual a:

$$A = \frac{V}{\sqrt{D}}, \text{ sendo:}$$

D = diâmetro do tambor em metros;

A = constante igual a 10, 20 ou 15, caso as betoneiras sejam, respectivamente, de eixo horizontal, vertical ou inclinado.

Não será permitido o uso de betoneiras cuja capacidade de produção não permita a mistura de materiais relativos a saco de cimento (50kg).

A medida dos outros materiais deve ser feita de preferência em peso, podendo, entretanto, os agregados serem medidos em volume, desde que sejam determinados para os mesmos, os respectivos pesos unitários.

Os erros provenientes da medição dos agregados em volume devem ser considerados por ocasião da dosagem. O cimento não deverá em nenhuma

hipótese ser medido por volume, como também será vedada a mistura de materiais relacionados a sacos fracionados de cimento.

As betoneiras não deverão ser carregadas além de sua capacidade nominal, salvo autorização específica da FISCALIZAÇÃO e estar livre de incrustação de concreto.

Qualquer betoneira que em qualquer tempo produzir concreto insatisfatório deverá ser paralisada até ser convenientemente reparada, ou substituída.

As balanças utilizadas na pesagem dos materiais não devem apresentar erros superiores aos apresentados no quadro a seguir:

Material	Erro Máximo
Cimento	1%
Água	1%
Agregados $D_{max} < 38mm$	2%
Agregados $D_{max} > 38mm$	3%
Aditivos	3%

### 2.5.1 EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÃO

Antes do início dos serviços, os dispositivos de medição devem ser aferidos por órgão competente que deverá emitir certificado de aferição. Esta providência não se aplica aos caixotes ou padiolas destinados a medir os agregados que, entretanto, deverão ter as suas medidas conferidas antes dos serviços.

Os volumes das padiolas devem ser de acordo com os pesos unitários dos agregados, e em relação às padiolas de areia deve-se verificar se as mesmas referem-se à areia seca ou úmida. As padiolas devem ser numeradas e ter anotado na sua face externa, de forma visível e de maneira que não conduza a enganos, a indicação do agregado a que se referem, e no caso da areia, se ela se destina para a areia seca ou úmida.

Os aditivos devem ser colocados na mistura, de preferência através de dispositivos apropriados de medida e descarga, fornecidos pelos FABRICANTES.



O equipamento de mistura e as balanças devem ser mantidos permanentemente limpos, evitando-se incrustações no mesmo e acúmulo de pó nas balanças.

### **2.5.2 OPERAÇÃO DA MISTURA**

Os agregados devem ser colocados no equipamento de mistura, de preferência na condição de saturados com superfície seca.

Nos concretos destinados às estruturas com maior impermeabilidade, esta condição será obrigatória. No caso dos agregados serem lançados secos nos equipamentos de mistura, deve-se proceder à correção na quantidade da água de mistura, tendo em vista a absorção dos agregados.

Em dias quentes, deve-se proteger os agregados da ação direta dos raios solares, principalmente quando estes agregados se destinarem à execução de concretos de peças de grandes dimensões, nas quais, o volume prepondera sobre a superfície.

A temperatura do cimento, por ocasião do seu lançamento no equipamento de mistura, não deverá ser superior a 50°C, para evitar a excessiva evaporação da água na fase de mistura. Será aconselhável a pintura do equipamento de mistura, com tinta clara.

As operações de carga dos materiais no local de mistura devem ser convenientemente programadas de modo a evitar eventuais enganos, tais como trocas de materiais e erros nas suas quantidades.

A mistura manual do concreto não será em nenhuma hipótese permitida, sendo apenas tolerada em serviços sem responsabilidade e executados em locais de difícil acesso dos equipamentos mecânicos.

Na mistura mecânica, a ordem de colocação dos materiais deverá de preferência ser a seguinte:

- Colocação do cimento, do agregado graúdo e metade de água de mistura;
- Mistura inicial até cobertura total do agregado pela pasta;
- Colocação do agregado miúdo e do restante da água;
- Mistura final.



A betoneira para fabricação do concreto não deverá ser carregada além da capacidade recomendada pelo FABRICANTE. A menos que seja de outro modo indicado ou aprovado pela FISCALIZAÇÃO, a mistura de cada operação deverá ser efetuada em tempos não inferiores aos indicados na seguinte tabela:

TEMPOS MÍNIMOS DE MISTURA	
CAPACIDADE	TEMPO
1,3 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

## 2.6 TRANSPORTE DO CONCRETO

O concreto deverá ser transportado para o local indicado o mais rapidamente possível, por métodos que evitem a segregação, a perda dos componentes ou o aumento excessivo na temperatura do concreto.

Deverá ser evitado o lançamento em queda livre superior a 1,50m, exceto quando forem usados equipamentos adequados para impedir a segregação, ou quando especificamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser mantido um controle eficaz para a identificação dos tipos de concreto, à proporção que forem misturados, transportados e colocados nas formas.

### 2.6.1 CARRETAS OU CAMINHÕES COM CAÇAMBAS

O transporte em caçambas aos locais de lançamento deverá ser feito de um modo relativamente rápido, estabelecendo sincronismo com as máquinas de lançamento para que não ocorra excesso nem falta de material.

O número de caçambas deverá ser determinado em função da velocidade das máquinas de lançamento e da distância do local de produção e das frentes de concretagem.

A capacidade da caçamba deverá ser igual ao volume de uma carga de um traço ou de um múltiplo exato deste, de modo que nunca seja necessário distribuir uma carga de um traço em duas caçambas sucessivas.

Em estruturas menores, o fluxo de descarga da caçamba deverá ser controlado para que o concreto seja lançado nos locais, sem ocasionar danos nas mesmas. Em concreto de massa, a descarga deverá ser feita de uma só vez.

Imediatamente antes de entrar no local de produção do concreto, as caçambas deverão ser umedecidas com água, para que não absorvam água do concreto fresco, ocasionando perda de plasticidade do mesmo.

Em cada 2 ou 3 ciclos, as caçambas deverão passar pelo lavador e, no final da concretagem, deverão ser lavadas e completamente lubrificadas.

O carregamento de uma caçamba deverá ser feito de maneira a evitar a separação do agregado mais grosso; para isto, deverão ser evitados carregamentos laterais.

Em qualquer circunstância de descarga da caçamba, o fluxo deverá ser sempre perpendicular à superfície de concretagem, diminuindo assim os efeitos de segregação.

A descarga do concreto será feita normalmente com caçamba colocada próxima à superfície de lançamento; em casos de necessidade, esta descarga poderá ser feita de alturas maiores, desde que a caçamba seja aberta de uma só vez.

É vedado o uso de caçamba quando as distâncias forem tais que permitam uma perda de plasticidade do concreto superior a 2,5cm.

### **2.6.2 CAMINHÕES BASCULANTES**

Os caminhões basculantes serão normalmente utilizados para transporte de concreto em obras de pequeno vulto e desde que as distâncias sejam tais, que não ocasionem segregação e mudança de plasticidade causada pela exposição ao tempo.

Na chegada do concreto aos locais de lançamento, não deverá existir água livre sobre a superfície de concreto, nem acúmulo de agregado graúdo no fundo da carga.

Periodicamente, a caçamba será lavada, removendo-se todo o concreto seco encrostado das cargas anteriores, que absorveria água do concreto fresco, ocasionando considerável perda de "slump".

Os métodos supracitados tornam-se ineficazes se as distâncias forem demasiadas grandes, casos nos quais deverão ser usados caminhões-betoneiras.

### **2.6.3 CALHAS**

Calhas poderão ser utilizadas para curtíssimas distâncias e desde que autorizadas pela FISCALIZAÇÃO. Todas as operações serão conduzidas de modo a evitar a segregação, a perda de plasticidade e constituintes da mistura.

As calhas deverão apresentar uma declividade que permita o escorregamento de concretos de consistência mais seca, compatíveis com as exigências da trabalhabilidade.

Em suas extremidades inferiores deverão possuir anteparo que permita queda vertical do concreto sobre a superfície de lançamento, de modo a evitar a desagregação e a perda de plasticidade da mistura.

### **2.6.4 CORREIAS TRANSPORTADORAS**

Correias transportadoras poderão igualmente ser utilizadas, desde que sejam evitadas a separação dos componentes, a perda de plasticidade do concreto, e ainda, que não ocorra perda de massa por aderência à correia de retorno.

Em caso de percursos de transporte mais longos, a fim de evitar a perda de plasticidade, a correia deverá ser protegida do vento e do sol. Em qualquer caso, na extremidade de descarga da correia, deverá ser esta provida de calhas ou outros dispositivos que provoquem a queda vertical do concreto sobre a superfície de lançamento.



## **2.6.5 MÉTODOS PNEUMÁTICOS OU BOMBEAMENTO**

Métodos pneumáticos ou bombeamento poderão ser utilizados para concretagem em estruturas onde haja limitações de espaço e dificuldades de acesso.

Para se reduzir ao mínimo o atrito e o perigo de obstrução das tubulações, o percurso das mesmas deverá ser o mais retilíneo possível, compatível com o deslocamento dos trabalhos e para comprimentos não superiores a 300m.

A concretagem deverá ser iniciada do centro para as formas, ficando a boca de descarga da tubulação sempre em posição inferior à superfície de lançamento, a fim de evitar segregação do agregado graúdo, em virtude do impacto da descarga.

As dificuldades operacionais do sistema poderão ser reduzidas adotando misturas mais ricas em cimento, de maneira a manter a relação água-cimento especificada, bem como, agregados graúdos de pequenas dimensões e concedendo maior tempo para endurecimento do concreto nas formas.

## **2.7 LANÇAMENTO DO CONCRETO**

### **2.7.1 FUNDAÇÕES**

As fundações devem ser convenientemente preparadas para receber o concreto. Quando o concreto for lançado de encontro à rocha, superfície desta deverá ser limpa, eliminando-se toda a lama, lodo, matéria orgânica ou óleo aderente, bem como os fragmentos soltos de rocha.

Esta limpeza deve ser feita com o emprego de jatos de água ou ar comprimido. Os eventuais "olhos d'água" existentes devem ser obturados, utilizando-se materiais vedantes apropriados. Imediatamente antes do lançamento do concreto, a superfície da rocha deve ser saturada, tomando-se a precaução de eliminar todas as poças d'água surgidas em decorrência desta saturação.

O lançamento do concreto em solo deve ser feito somente após a compactação deste. Antes do lançamento, a superfície do solo deve ser limpa e saturada, eliminando-se todas as poças d'água.



Para evitar a desagregação do solo das faces laterais das cavas de fundação, por ocasião do lançamento e adensamento do concreto, devem ser pintadas estas faces, com nata de cimento ou argamassa. Esta pintura deve ser feita no mínimo 24 horas antes do lançamento do concreto.

### **2.7.2 CUIDADOS PRELIMINARES**

O EMPREITEIRO deverá comunicar previamente à FISCALIZAÇÃO o início de qualquer operação de concretagem, que só poderá ser executada, após sua aprovação.

O EMPREITEIRO não poderá iniciar a concretagem sem que previamente a FISCALIZAÇÃO tenha procedido à verificação da colocação das formas, armaduras ou dispositivos embutidos, ao levantamento dos perfis para a medição dos volumes a colocar, ao exame das superfícies das juntas de concretagem, à inspeção da rocha de fundação e à vistoria das superfícies e resistências das formas, para o que, deverá ser avisada com a necessária antecedência.

O lançamento do concreto somente será autorizado após a aprovação do plano de concretagem apresentado pelo EMPREITEIRO, no qual deverão ser indicadas as diversas etapas previstas para o lançamento do concreto e em função delas, fixadas os locais das juntas de concretagem correspondentes a cada jornada de trabalho.

Antes do lançamento do concreto, o interior das formas deve ser limpo e eliminar toda a água que eventualmente estiver empoçada.

Nas peças de alta densidade de armadura, deve ser evitado o lançamento do concreto diretamente de encontro às barras. Neste caso, devem ser providenciados dispositivos que permitam o lançamento do concreto por entre as barras das armaduras ou então pela parte lateral da forma, através da abertura executada para este fim.



### **2.7.3 OPERAÇÃO DE LANÇAMENTO**

O concreto deve ser lançado próximo de sua posição definitiva, devendo ser evitado seu transporte no interior da forma, por meio dos vibradores ou por outro meio qualquer.

Em obras executadas a céu aberto em dias chuvosos, o concreto deverá ser lançado mediante cobertura adequada no local de lançamento.

No caso de interrupções de concretagem, deve-se proteger os últimos concretos lançados, da ação do sol e do vento, enquanto durar esta paralisação.

Caso a mesma se prolongue a ponto de ter início a pega do cimento, deve-se interromper os trabalhos naquele ponto, tratar a junta formada e reiniciar a concretagem a partir daquele ponto, somente após 36 horas, a contar do início da interrupção ou conforme estabelecido pela FISCALIZAÇÃO.

No ato do lançamento do concreto, a temperatura da mistura do concreto não poderá ser superior a 30° C.

### **2.8 ADENSAMENTO DO CONCRETO**

O concreto deverá ser adensado até se obter sua densidade máxima, livre de vazios entre o agregado graúdo, ficando justaposto a todas as superfícies das formas 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.

Os vibradores com cabeçotes de 10 cm, ou mais, de diâmetro deverão operar a velocidades de pelo menos 6.000RPM, quando imersos no concreto. Os vibradores que forem dotados de cabeçotes com menos de 10 cm de diâmetro deverão ser acionados a velocidades de pelo menos 7.000RPM, quando imersos no concreto. Não deverão ser empregados vibradores de superfície.

O concreto deverá possuir trabalhabilidade adequada ao processo de adensamento e tipo de vibrador adotado. A energia dos vibradores deve ser suficiente para o rápido adensamento do concreto.

Os vibradores devem ser introduzidos rapidamente e retirados lentamente da massa de concreto na posição vertical, em funcionamento. Caso a cavidade formada no concreto, após a retirada do vibrador, não se feche naturalmente, deve ser providenciada a alteração da dosagem do concreto ou da potência do vibrador.

A quantidade de vibradores deve ser compatível com o volume de concreto lançado e com o raio de ação destes vibradores.

Na área em que o concreto recém-lançado de cada camada se unir ao concreto lançado anteriormente, especialmente ao concreto de grandes massas, deverá ser procedida a uma vibração adicional com o vibrador penetrando profundamente, a intervalos curtos, na parte superior da camada anteriormente lançada e ao longo das áreas de contato. Na vibração do concreto-massa, a operação deverá continuar até que as bolhas de ar ali presas tenham escapado.

Não deverão ser colocadas camadas adicionais de concreto enquanto o anteriormente lançado não tenha sido completamente vibrado.

Deverá ser evitada vibração excessiva que cause segregação e aparecimento de nata ou de quantidade excessiva de água na superfície do concreto.

O vibrador deverá ser aplicado no concreto em pontos distanciados entre si de 1,5 vezes o seu raio de ação. A camada de concreto a ser vibrada de cada vez deve ter altura inferior ao comprimento da agulha do vibrador.

A agulha do vibrador deve ser introduzida no concreto verticalmente e até aproximadamente, no máximo 40cm do molde, devendo igualmente evitar-se a vibração das formas pelo lado externo, bem como, o contato direto dos vibradores com as armaduras.

## **2.9 EXECUÇÃO DAS JUNTAS**

### **2.9.1 JUNTAS DE CONCRETO**

As juntas de dilatação e contração deverão estar rigorosamente localizadas nos pontos previstos no projeto.

Estas juntas receberão material possuindo características elásticas que promovem a sua vedação sem prejuízos da sua capacidade de movimentação.





No caso de estruturas em contato com meio agressivo, estes materiais devem possuir alta durabilidade sob a ação de elementos agressivos presentes nos fluídos destes reservatórios, comprovada por ensaios significativos de curta duração ou por desempenho em obras análogas.

No caso, após a junta ser instalada ficar exposta por um período de mais de um mês antes da data prevista para o lançamento do concreto que recobrirá completamente, deverá ser protegida contra os raios do sol.

### **2.9.2 JUNTAS DE CONSTRUÇÃO PREVISTAS**

Antes do lançamento do concreto, deve o EMPREITEIRO elaborar o seu plano de concretagem, que será submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO. As juntas de concretagem devem ser tratadas de modo a assegurar uma perfeita ligação dos concretos no local da junta.

A FISCALIZAÇÃO analisará a proposição de junta por parte do Empreiteiro e submeterá à aprovação da Fiscalização que por sua vez providenciará alteração de projeto e elaborará procedimentos específicos para a execução, tratamento e retomada da junta.

Nas demais estruturas, o tratamento das juntas poderá ser feito sem a colocação do adesivo estrutural, mantendo-se, entretanto os demais cuidados relativos à forma redente e barras de ligação.

A superfície da junta deve ser apicoada e limpa, removendo-se as saliências e todo o concreto solto ou defeituoso. Vinte e quatro horas antes do lançamento do concreto, a superfície da junta deve ser saturada, retirando-se, entretanto, toda a água livre.

Caso o apicoamento conduza a uma superfície excessivamente rugosa na junta, deve-se, antes do lançamento do novo concreto, aplicar sobre esta junta uma camada de aproximadamente 2cm de argamassa do mesmo traço do concreto a ser lançado. O novo concreto deve ser lançado imediatamente após a aplicação da argamassa.



### **2.9.3 JUNTAS DE CONSTRUÇÃO NÃO PREVISTAS (JUNTAS FRIAS)**

Quando houver a interrupção de concretagem antes de ser atingido o local previsto para a junta de construção, deve-se tomar as seguintes providências:

- Fazer com que a extremidade do concreto termine em rampa suave, aproximadamente de 4:1;
- Proteger esta superfície rampada de concreto da ação do sol e do vento enquanto durar a paralisação da concretagem;
- Caso o reinício da concretagem se dê antes do início da pega, nenhuma providência precisará ser tomada, prosseguindo normalmente os serviços;
- Caso o reinício da concretagem se dê após a pega, caracterizando, portanto, uma "junta fria" naquele ponto, a concretagem somente deverá prosseguir do mesmo, após decorrido o prazo de 36 horas. Durante este período, a junta deverá ser tratada, iniciando-se a partir de 2 horas após a interrupção da concretagem, a tarefa de remoção do concreto da extremidade rampada que se apresenta em estado solto, poroso ou em desagregação. Esta remoção deve prosseguir até encontrar-se um concreto compacto e firme. A superfície exposta deste concreto deverá ser saturada 24 horas antes do reinício da concretagem, tomando-se a precaução de eliminar todas as poças d'água decorrentes desta saturação. O concreto lançado sobre a junta deverá ter um maior teor de argamassa, podendo-se adotar como alternativa, a colocação de uma camada de argamassa, sobre a junta, com espessura máxima de 2,0 cm e com características idênticas à da argamassa do concreto a ser lançado;
- Caso a "junta fria" se dê em estruturas para a qual se exija maior impermeabilidade ou que ficará em contato com elementos agressivos, o tratamento da junta deverá ser feito com adesivo estrutural. Neste caso, após a remoção do concreto de extremidade rampada, deve-se proceder à colocação de adesivo estrutural, adotando procedimento análogo ao indicado no item anterior.



## **2.10 CURA DO CONCRETO**

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

### **2.10.1 CURA COM ÁGUA**

A cura com água deverá começar tão logo o concreto tenha endurecido suficientemente, para impedir danos pelo umedecimento da superfície, devendo continuar durante pelo menos 7 dias 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 de água, tal como areia ou aniação úmida ou por sistema de tubos perfurados, borrifadores mecânicos ou por outro método qualquer aprovado, o qual deverá manter todas as superfícies a serem curadas, contínuas e não periodicamente molhada.

As formas em contato com o concreto novo deverão também ser mantidas úmidas, de forma a manter o concreto novo o mais fresco possível.

A água a ser empregada na cura deverá satisfazer às mesmas condições que a água de amassamento do concreto.

Pequenos reparos e enchimentos de furos de barras de fixação em paredes expostas deverão ser curados durante pelo menos 4 dias, por meio de emprego de cura com membrana retentora ou cobertura similar.

### **2.10.2 CURA COM MEMBRANA RETENTORA**

A cura com membrana 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.

As incrustações e saliências de argamassa nas superfícies designadas para receberem acabamento deverão ser removidas antes da aplicação do composto de vedação. O reparo de qualquer outra imperfeição na superfície não será executado após a aplicação do composto de vedação, até o mesmo se mostrar completamente seco ao toque.

Quando este for usado em superfícies de concreto não moldado, a sua aplicação deverá começar imediatamente após o acabamento. Quando o composto de vedação for usado em superfícies de concreto moldadas, estas deverão ser molhadas por meio de borrifo de água, imediatamente após a remoção das formas, e deverão ser mantidas molhadas até que não mais absorvam umidade.

O composto de vedação deverá ser aplicado tão logo à umidade superficial tenha desaparecido. Deverá ser tomado um cuidado especial para ser assegurada a total cobertura dos bordos, cantos e pontos ásperos das superfícies moldadas.

Cada reparo, após o seu término, deverá ser umedecido e revestido com o composto de vedação, aplicado de acordo com os métodos aqui especificados.

O tráfego de veículos, bem como outras atividades do EMPREITEIRO, deverão ser tais que evitem a danificação da membrana do composto de vedação por um período mínimo de 28 dias.

Quando, por motivo das operações de construção, for impossível evitar a passagem de veículos sobre as superfícies revestidas com a membrana de vedação, deverá esta ser protegida por uma cobertura de areia ou terra, com no mínimo 5,0cm de espessura ou por outro método qualquer aprovado. A cobertura de proteção não deverá ser colocada antes que a membrana esteja completamente seca.

Qualquer membrana que seja danificada ou que se desprenda das superfícies do concreto dentro dos 28 dias de sua aplicação, deverá ser imediatamente reparada.

O método de aplicação e a quantidade de cobertura deverão ser de acordo com as instruções fornecidas pelo respectivo FABRICANTE, sujeitas à aprovação da FISCALIZAÇÃO.



## 2.11 DESFORMA DO CONCRETO

A desforma das estruturas deve ser feita nos prazos e da maneira indicada na norma NBR-6.118, devendo o EMPREITEIRO apresentar à FISCALIZAÇÃO previamente para aprovação, um plano de desforma. Este plano deve ser elaborado de modo a que não ocorram nas estruturas, esforços imprevistos devido a um inadequado planejamento desta desforma.

Prazos de desforma menores que os estipulados na norma, somente serão permitidos nas estruturas para as quais não se exija maior impermeabilidade e que não ficarão em contato com elementos agressivos.

Esta permissão, contudo, somente será dada caso o concreto seja dosado para esta nova condição de desforma e haja um rigoroso acompanhamento tecnológico do comportamento da resistência do concreto, cabendo ao Projetista Estrutural fixar a tensão mínima de resistência para desforma.

A desforma deve ser feita de maneira cuidadosa e sem choques para evitar danos ao concreto.

Após a desforma, nenhum tratamento deve ser dado à superfície do concreto antes de a mesma ser inspecionada quanto a eventuais defeitos de concretagem, tais como: "ninhas de abelha", falhas de concretagem e ausência de argamassa.

Nesta inspeção deverá ser verificada a ocorrência de trincas ou fissuras provocadas por cura mal feita ou recalques da fundação. Estes defeitos deverão ser anotados para reparos posteriores.

## 2.12 ACABAMENTOS E REPAROS

Respeitadas as "Tolerâncias" anteriormente definidas, as superfícies do concreto poderão apresentar irregularidades que, a critério da FISCALIZAÇÃO deverão ser reparadas para que fiquem dentro dos limites permissíveis para as diversas classes de acabamentos, conforme a seguir especificadas ou indicadas nos desenhos de projeto.



As irregularidades de superfícies podem ser classificadas como "abruptas" ou "graduais". Desvios causados por deslocamentos ou nos frouxos nas formas, ou outros defeitos semelhantes, serão considerados como irregularidades abruptas e serão verificados por medição direta. Todas as outras irregularidades serão consideradas como sendo graduais e serão verificadas por meio de gabaritos.

Sempre que se fizer necessário, a FISCALIZAÇÃO emitirá boletins de procedimentos, sucintos, para a execução dos reparos e/ou acabamentos.

### **2.12.1 CLASSES DE ACABAMENTO**

Diferentes classes de acabamento serão previstas para superfícies de concreto, moldadas ou não pelas formas:

#### **2.12.1.1 SUPERFÍCIES MOLDADAS**

As superfícies moldadas pelas formas não terão em princípio, necessidades de quaisquer tratamentos, tais como: apicoamento, jato de areia, esmerilhamento ou outros, a menos dos casos especificamente solicitados e exceção feita quanto ao reparo das imperfeições.

A não ser quando de outro modo especificado ou indicado nos desenhos, as classes de acabamento de superfícies moldadas são:

- **A<sub>1</sub>**: Aplica-se às superfícies moldadas sobre ou contra as quais deva ser colocado material de reaterro, ou concreto. Estas superfícies não requerem tratamento após a remoção das formas, exceto o reparo no concreto defeituoso ou o enchimento dos furos deixados pelos fixadores das formas. A correção de irregularidades superficiais será necessária apenas nas depressões que, ao serem medidas, excedam 3cm.
- **A<sub>2</sub>**: Aplica-se a todas as superfícies moldadas não recobertas permanentemente por material de aterro ou concreto e que não requeiram acabamentos mais esmerados. As irregularidades superficiais não deverão exceder 0,5cm para o caso das abruptas e 1,0cm para as graduais.
- **A<sub>3</sub>**: Aplica-se às superfícies moldadas, nas quais o alinhamento e a uniformidade são de maior importância do ponto de vista da eliminação dos efeitos destrutivos da ação da água, tais como as superfícies moldadas do



vertedouro e da tomada d'água. O trabalho necessário para a obtenção desse acabamento deverá ser executado imediatamente após a remoção das formas. As irregularidades abruptas deverão ser imediatamente corrigidas.

#### 2.12.1.2 SUPERFÍCIES NÃO MOLDADAS

As superfícies não moldadas pelas formas serão geralmente as faces superiores, horizontais ou sub-horizontais de lajes, pisos, etc. Todas as superfícies internas ou externas deverão ser niveladas e acabadas com inclinação suficiente a garantir a drenagem, a menos que o emprego de outros materiais de acabamento sobrepostos sejam indicados nos desenhos ou determinados pela FISCALIZAÇÃO.

A não ser quando de outro modo especificado ou indicado nos desenhos, as classes de acabamento serão aplicadas, da forma seguinte:

- **B<sub>1</sub>**: Acabamento com régua. Aplica-se às superfícies não moldadas a serem recobertas com material de aterro ou concreto, bem como às superfícies a serem posteriormente revestidas ou mais esmeradamente acabadas, conforme a seguir especificado. As operações de acabamento deverão consistir no nivelamento com aplicação de régua, o suficiente para produzirem uma superfície uniforme. As irregularidades superficiais não deverão exceder de 1,0 cm.
- **B<sub>2</sub>**: Acabamento com desempenadeira. Aplica-se às superfícies não moldadas, destinadas a permanecer à vista, e que não requeiram acabamento mais esmerado, e também o segundo estágio após a classe B1 de acabamento. O acabamento com desempenadeira poderá ser executado com equipamento manual ou acionado eletricamente, iniciado tão logo a superfície nivelada tenha endurecido suficientemente, devendo ser o mínimo necessário para produzir uma superfície em que não apareçam marcas de régua e com textura uniforme. As irregularidades da superfície não deverão exceder 0,5cm, no caso das irregularidades graduais, e 0,25cm, para as abruptas. As juntas e as bordas deverão ser trabalhadas onde indicado nos desenhos ou onde for determinado.



### **2.12.2 REPAROS NO CONCRETO**

As imperfeições nas superfícies de concreto que excedam os limites anteriormente especificados para as várias classes de acabamento, bem como todo concreto condenado por qualquer razão, seja por estar poroso, fraturado ou de qualquer outra forma defeituoso, será corrigido pelo EMPREITEIRO, removendo o concreto condenado e preenchendo os furos ou depressões com argamassa seca (dry-pack), argamassa ou concreto, conforme necessário, para o restabelecimento da superfície nos alinhamentos prescritos.

A menos que seja de outro modo aprovado, os reparos das imperfeições do concreto moldado serão executados dentro de 24 horas contadas da retirada das formas e na presença da FISCALIZAÇÃO.

Saliências e incrustações nas superfícies com acabamento A2, A3 e B2 deverão ser removidas sem deixar marcas.

Desvios e outras irregularidades abruptas, que excedam os limites acima especificados, exceto para superfícies que requeiram redução ou eliminação de irregularidades por meio de esmerilhamento, deverão ser desbastadas até formarem inclinações suaves, com comprimento de seções transversais não inferiores a seis vezes os valores dos desvios ou irregularidades após o desbaste. Uma vez feito o desbaste, as irregularidades não deverão exceder os limites especificados.

Desvios e outras irregularidades abruptas em superfícies destinadas a receber o acabamento A3, ou que requeiram redução ou eliminação das irregularidades por esmerilhamento, deverão ser reduzidos ou eliminados de acordo com os requisitos do acabamento.

Caso resultem da remoção das extremidades dos prendedores das formas, recessos maiores do que um quarto de polegada (0,6cm) deverão ser eles enchidos com argamassa seca.

O enchimento de recessos nas superfícies designadas para receberem acabamento A1, será necessário unicamente onde as superfícies tiverem que





receber revestimento à prova de umidade e onde os recessos sejam maiores do que 2,5cm em paredes com espessura menor do que 30 cm.

A argamassa seca (dry-pack) deverá ser usada para o enchimento de buracos que tenham na superfície, pelo menos uma das dimensões bem pequena e pouca coisa maior do que a profundidade; para fendas estreitas cortadas para reparo de rachaduras; para recessos de tubulação de injeção e para os recessos causados pelos fixadores de formas. A argamassa seca não deverá ser usada para enchimento por trás da armadura ou para enchimento de buracos que se estendam por toda a seção do concreto

O enchimento com argamassa colocada sob pressão poderá ser usado para o reparo de defeitos em superfícies destinadas a receber acabamento A2 e A3 , quando as áreas defeituosas forem muito extensas para o emprego do "dry-pack" e muito rasas para o enchimento com concreto, e não mais profundas do que o lado mais distante da armadura que se encontrar mais próxima da superfície.

O enchimento com concreto deverá ser empregado no caso de buracos que atravessem completamente as seções do concreto; para buracos que não sejam interceptados por barra de armadura e que tenham área maior do que 1.000 cm<sup>2</sup> e profundidade maior que 10 cm; buracos no concreto armado que contem uma área maior do que 500cm<sup>2</sup> e que se prolonguem além da armadura; bem como, para furos resultantes da retirada de testemunhos para ensaios do concreto.

Todos os materiais empregados nos reparos do concreto deverão obedecer as exigências destas especificações. Todos os enchimentos deverão ficar bem ligados às superfícies dos buracos ou furos e não deverão apresentar rachaduras de retração e áreas abauladas após a cura desses enchimentos.

### **2.12.3 TRINCAS OU FISSURAS**

O tratamento das trincas ou fissuras somente será necessário nas estruturas para as quais se exige maior impermeabilidade ou que ficarão em contato com elementos agressivos.



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

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

#### **2.12.4 JUNTA DE DILATAÇÃO MAL EXECUTADA**

As juntas de dilatação mal executadas, que apresentem aberturas deficientes ou material vedante em condições precárias, terão inicialmente a sua abertura alargada de 2,5cm para cada lado da junta até uma profundidade de 5 a 6 cm. Será então colocado um material vedante flexível, que deverá apresentar resistência ao ataque dos elementos agressivos presentes no fluido, que com ele ficará em contato.

## **2.13 CONTROLE DO CONCRETO E DOS SEUS MATERIAIS CONSTITUINTES**

O controle do concreto e de seus materiais constituintes será feito de acordo com as especificações contidas nas normas técnicas brasileiras NBR-12.654 e 12.655.

#### **2.13.1 CIMENTO**

O controle da qualidade do cimento será feito através de inspeções aos depósitos e ensaios executados em amostras colhidas, de acordo com o prescrito no método NBR-5.741.

Nas inspeções, deve ser recusado todo o cimento que apresentar sinais de início de hidratação ou que tenha sido reensacado.

A amostra de cimento colhida de uma partida deve ser submetida aos ensaios indicados nesta Especificação.

### 2.13.2 AGREGADOS

O controle dos agregados será feito através de inspeções aos depósitos e ensaios realizados em amostras, de acordo com o Método NBR-7.216, a cada 200m<sup>3</sup> de cada tipo ou procedência de agregado que chegue à obra.

Serão recusadas, por simples inspeção visual, as partidas que apresentem sinais visíveis de impurezas e detritos de qualquer origem, excesso de grãos lamelares, grãos frágeis ou pó. No caso da areia, serão recusadas as partidas que visivelmente apresentem granulometria mais fina do que a especificada.

As amostras de agregados devem ser submetidas aos seguintes ensaios:

- Granulometria NBR-7.217
- Impurezas orgânicas (somente para o agregado miúdo)..... NBR-7.220 e NBR-7.221

### 2.13.3 Aços

As partidas de aço devem ser inspecionadas no depósito do fabricante ou na obra, sendo rejeitadas as barras ou fios que não apresentem homogeneidade quanto às características geométricas, e apresentem defeitos prejudiciais tais como: bolhas, esfoliações e corrosão acentuada.

Para cada lote correspondente a uma mesma categoria, diâmetro e procedência será extraída uma amostra que deverá ser submetida aos ensaios de tração e dobramento, de acordo com os métodos NBR-6.152 e NBR-6.153. O peso de aço de cada lote, expresso em toneladas, será no máximo de:

- para as categorias CA-25 e CA-32: .....0,5 $\phi$
- para as demais categorias:.....0,3 $\phi$

Obs:  $\phi$  = diâmetro nominal das barras, expresso em milímetros.

No boletim de ensaio, devem constar as seguintes determinações :

- Peso real e nominal;
- Tensão limite de resistência;
- Alongamento;

- Dobramento.

As barras soldadas devem atender às mesmas exigências especificadas para as barras não soldadas, e a seção de ruptura não deverá ocorrer na seção da solda.

#### **2.13.4 ADITIVOS**

Os aditivos devem atender às exigências previstas nas NBR 10.908, 11.768 e 12.317.

De cada partida de aditivo deve ser retirada uma amostra para ensaio de verificação de sua qualidade. Esta verificação consistirá na observação do comportamento dos concretos e argamassas nos quais se colocou o aditivo e aqueles correspondentes, de mesmas características, nos quais não se colocou o aditivo.

Dependendo do fim a que se destina o aditivo, estes ensaios comparativos serão os seguintes:

- Plasticidade de argamassa:.....NBR-7.215
- Consistência do concreto:.....NBR-7.223
- Tempo de início de pega:.....NBR-9832
- Resistência à compressão (argamassa):.....NBR-7.215
- Resistência à compressão (concreto):.....NBR-5.738 e NBR-5.739
- Teor de ar incorporado:.....C-231 (ASTM) e NBR-9833
- Massa Específica:.....NBR-9833

#### **2.13.5 ÁGUA**

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixas estanque e tapada de modo a evitar a entrada de substâncias estranhas.

Caso ocorram alterações visíveis nas características da água que está sendo usada na cura e no amassamento do concreto, em relação às amostras que foram preliminarmente ensaiadas, deve ser providenciado um novo ensaio da água, submetendo as amostras colhidas aos ensaios indicados nesta Especificação.



### **2.13.6 CONCRETO RECÉM-MISTURADO (EXECUTADO NO CANTEIRO DE OBRAS)**

O controle do concreto, desde a fase anterior à mistura até o término do adensamento, será feito através das seguintes verificações:

#### **2.13.6.1 VERIFICAÇÃO DO TRAÇO**

Deverão ser verificadas as quantidades para cada agregado em uso. No caso de usina gravimétrica, deve ser verificado se o peso tomado para cada agregado corresponde ao fornecido pela dosagem.

Conhecida a quantidade de agregado lançado no local de produção do concreto, bem como, as quantidades de cimento e água, o traço deverá ser reconstituído e comparado com aquele fornecido pela dosagem.

#### **2.13.6.2 VERIFICAÇÃO DE UNIFORMIDADE DA MISTURA**

Periodicamente, deverá ser verificado se o tempo da mistura está compatível com as características técnicas da betoneira. Deve igualmente ser verificado se a mistura está sendo prejudicada em sua uniformidade, em decorrência de incrustações internas na betoneira, provocadas por limpeza deficiente.

#### **2.13.6.3 COLETA DE AMOSTRA**

A cada 80m<sup>3</sup> de concreto produzido, deve ser extraída uma amostra deste concreto, de acordo com o método NBR-5.750. Esta amostra se destinará aos seguintes ensaios:

- Determinação da consistência:.....NBR-7.223
- Determinação do ar incorporado:.....C-231 (ASTM) ou NBR 9.833
- Determinação do consumo real de cimento (optativo):.....C-136 (ASTM)
- Moldagem de uma série de no mínimo 4 corpos de prova cilíndricos normais (15x30cm), para serem ensaiados 2 a 2 por compressão nas idades de 7 e 28 dias: NBR-5.738 ou NBR 5.739

Deve ser anotado no boletim de moldagem, as seguintes informações:

- Marca do cimento;
- Data e hora da amostragem;
- Aditivos usados e respectivos teores;
- Local da aplicação do concreto.

### **2.13.7 CONCRETO PRÉ-MISTURADO**

No caso da obra receber concreto produzido por usinas comerciais, o fornecedor deve indicar na nota de entrega do concreto as seguintes informações:

- Tensão mínima à compressão garantida;
- Consistência garantida (expressa pelo abatimento do tronco do cone);
- Traço do concreto (consumo de materiais por m<sup>3</sup> de concreto);
- Marca do cimento;
- Volume do concreto entregue;
- Hora de carregamento do caminhão betoneira.

O preparo, controle e recebimento do concreto será feito de acordo com a NBR 12.655.

A amostragem do concreto será feita à cada 30m<sup>3</sup> de concreto entregue, ou por jornada de trabalho, prevalecendo a situação que primeiro ocorrer, de acordo com o método C-172/ASTM.

A amostragem será submetida aos mesmos ensaios indicados nesta Especificação, anotando-se no boletim de moldagem as seguintes informações:

- Hora de descarga do caminhão betoneira;
- Data e hora de amostragem;
- Identificação do caminhão betoneira;
- Local da aplicação do concreto;
- As informações contidas na nota de entrega de concreto;

### **2.13.8 CONCRETO ENDURECIDO**

#### **2.13.8.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO**

Os corpos de prova deverão ser enviados para o laboratório, onde serão submetidos ao ensaio de resistência à compressão axial, de acordo com o método NBR-5.739. Cada corpo de prova deve estar perfeitamente identificado em relação à amostragem a que pertence. A cura dos corpos de prova, bem como o seu capeamento, deve estar de acordo com o método NBR-5.738.

### 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONCRETO COMPACTADO A ROLO (CCR)

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As presentes especificações têm por objetivo a fixação dos dispositivos mínimos a serem observados pelo EMPREITEIRO, em todos os serviços relativos às instalações, materiais e equipamentos, bem como orientá-lo quanto às operações de preparo, transporte, lançamento, compactação e cura do concreto compactado a rolo (CCR), a ser utilizado na construção do maciço da Barragem Germinal, município de Palmácia, Estado do Ceará.

O CCR é uma mistura de pedra britada e/ou areia natural, cascalho e/ou silte, com granulometrias controladas, aos quais são adicionados materiais ligantes, tais como cimento e pozolana. Os materiais são misturados com água até certo grau de umidade, de modo a se obter consistência suficiente para ser transportado e vertido por caminhões basculantes ou fornecido em correias transportadoras, espalhado com equipamentos convencionais de terraplanagem e compactado com rolo vibratório.

Além do estabelecido nas presentes Normas, deverão ser observados todas as normas, métodos e especificações da ABNT, citadas no texto ou não, relacionadas com os assuntos aqui tratados.

A FISCALIZAÇÃO poderá emitir, se necessárias e a seu critério, especificações complementares ou instruções de campo, com o intuito de dirimir ou solucionar casos omissos.

#### 3.2 COMPOSIÇÃO

##### 3.2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O CCR será composto de cimento Portland, pozolana (opcional), agregados e água. A água deverá atender aos padrões de exigências químicas para produção de concretos, como se estabelece na ASTM-C-94 e/ou na NBR-6118, exceto que

serão permitidas águas com elevadas concentrações de partículas sólidas não argilosas e não agressivas, tais como os siltes.

### **3.2.2 TRAÇOS DE PROJETO**

Os traços de projeto de misturas para CCR's serão fixados pela FISCALIZAÇÃO e serão baseados em ensaios de laboratório sobre agregados, provenientes das ocorrências identificadas no projeto e de materiais aglomerantes representativos dos que serão utilizados na obra.

O critério geral para a fixação dos traços de projeto a serem utilizados na barragem, visará:

- Garantir adequada resistência, de forma a atender às cargas estruturais de projeto, considerados os fatores de segurança normais ou superiores a estes;
- Minimizar a elevação do calor interno, desenvolvido na fase de hidratação, e o potencial, subseqüentemente desenvolvido, de aumento de tensões e de fissuramento;
- Maximizar a dissipação de tensões, através de propriedades elásticas e de fluência;
- Fornecer uma mistura de boa trabalhabilidade.

Os traços previstos de CCR são aproximativos e com base em experiências resultantes de outros projetos e em limitadas informações prévias, relativas às ocorrências de agregados. Os pesos são baseados no agregado seco com superfície saturada.

Os traços reais das misturas serão determinados a partir de ensaios, sendo intenção principal a de estabelecer um traço único para toda a barragem. No entanto, se tal não atender de forma prática e econômica aos critérios de projeto, diferentes traços serão usados, segundo normas de zoneamento, quando necessárias.

Pequenos ajustes nas proporções exatas dos traços, tais como a umidade adicional exigida para obtenção da compactação ótima, bem como as proporções de agregados de grupos de diferentes dimensões (frações granulométricas distintas) para obtenção da granulometria global correta, são da responsabilidade





do EMPREITEIRO, sob orientação da FISCALIZAÇÃO. Os ajustes serão baseados no controle laboratorial de rotina.

O teor de cimento não deverá ser ajustado sem aprovação escrita da FISCALIZAÇÃO. Os ajustes nos teores de cimento somente serão permitidos ou conduzidos, após o desenvolvimento de ensaios suficientes, cujos resultados sirvam de suporte à justificativa do ajuste.

### **3.2.3 AMOSTRA PARA OS TRAÇOS DE CONCRETO**

No mínimo de 45 dias antes da data esperada para o início do lançamento do CCR, amostras representativas de agregados, cimento, pozolana e aditivos previstos para utilização, deverão ser entregues ao laboratório, pelo EMPREITEIRO.

As amostras dos agregados deverão ser retiradas sob a supervisão de um representante da FISCALIZAÇÃO, especializado em materiais e concretos.

Amostras de outros materiais, que não os agregados, deverão ser representativas dos propostos para a obra e serão submetidas à aprovação pela FISCALIZAÇÃO, acompanhadas dos boletins de ensaios dos fabricantes, indicando o atendimento às exigências das especificações.

Todos os materiais deverão ser identificados por etiquetas.

As quantidades mínimas exigíveis dos materiais, cimento, areia e agregados, serão definidas pela FISCALIZAÇÃO, com base em ensaios de laboratório.

## **3.3 MATERIAIS AGLOMERANTES**

### **3.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O cimento Portland pozolânico (CP-IV-32) ou o cimento (9CP-II-Z-32RS) e ser utilizado na mistura do CCR, deverá ser fornecido a granel, no local das obras.

O cimento deverá atender às exigências da NBR 5.736 e 5.737, respectivamente.

A critério da FISCALIZAÇÃO poderá ser empregado cimento pozolânico que atenda às especificações complementares, oportunamente expedidas pela mesma.

### **3.3.2 EXIGÊNCIAS E ENSAIOS DE ACEITAÇÃO**

A fonte ou fontes fornecedoras de cimento devem fornecer material de forma contínua, com propriedades físicas e químicas similares e que atendam às normas técnicas em vigor.

O FORNECEDOR, de forma rotineira, verificará as propriedades físicas e químicas dos materiais aglomerantes, quanto ao atendimento dos padrões de referência. Os materiais que não atendam aos citados padrões não deverão ser encaminhados às obras, pelos FORNECEDORES.

Os resultados dos ensaios relativos aos materiais deverão ser enviados à obra para conhecimento da FISCALIZAÇÃO. O cimento poderá ser submetido a ensaios de verificação, pelo EMPREITEIRO ou pela FISCALIZAÇÃO, executados em amostras colhidas nas fábricas, nos pontos de transferências ou na obra, se necessário.

### **3.3.3 TEMPERATURA DO CIMENTO**

A temperatura do cimento, quando entregue na obra, não deverá exceder de 60°C.

### **3.3.4 ESTOCAGEM**

Imediatamente ao serem recebidos no local de produção do concreto, o cimento deverá ficar estocado em estrutura adequadamente seca, estanque e suficientemente ventilada.

Todas as instalações de estocagem deverão ser aprovadas de acordo com as normas para tal, e permitir fácil acesso para inspeção e identificação.

As instalações de armazenagem deverão conter cimento suficiente para, pelo menos, quatro horas de lançamento, com base na taxa de produção que estiver sendo utilizada.

A fim de que o cimento não entre em processo de envelhecimento indevido, o EMPREITEIRO deverá utilizar todo o estoque da usina por 60 dias ou mais, antes de utilizar os cimentos e pozolanas de fabricação mais recente.

### **3.3.5 FORNECEDORES DE CIMENTO E POZOLANA**

O EMPREITEIRO deverá dar ciência à FISCALIZAÇÃO, de quais são os FORNECEDORES de cimento antes do início da operação de lançamento de CCR, produzido com os materiais fabricados por aqueles FORNECEDORES.

## **3.4 AGREGADOS**

### **3.4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O agregado será produzido com material procedente das ocorrências identificadas, quando da elaboração do projeto.

A menos que haja especificações em contrário, os limites de granulometria dados a seguir e os percentuais referidos aplicar-se-ão ao peso total do agregado utilizado no volume unitário de CCR, incluindo todos os grupos de dimensões.

Não se aplicam ao peso de agregado, em um grupo de qualquer dimensão. A faixa granulométrica permissível, por material que passa ou é retido em qualquer peneira, é mais ampla do que a tipicamente exigida para o agregado utilizado em concretos convencionais.

### **3.4.2 PROGRAMA DE PRODUÇÃO**

Todos os tipos de agregados destinados ao CCR, para construção da barragem, deverão ser produzidos e estocados antes do início das operações de produção deste tipo de concreto.

A quantidade mínima dos agregados a ser estocada deverá ser adequada e suficiente para assegurar que a zona de onde eles serão retirados das pilhas, fique abrigada da insolação e do calor resultante.

### 3.4.3 GRANULOMETRIA E PILHAS DE ESTOCAGEM

O EMPREITEIRO deverá estocar os agregados em pilhas, de acordo com as respectivas granulometrias, em um ou dois grupos (frações granulométricas). Não serão exigidas pilhas separadas para areia de mistura e de silte, mas poderão vir a ser necessárias.

O estoque de agregado graúdo será constituído de material com granulometria corrida, passando 100% na peneira de 50 mm. A faixa granulométrica poderá ser ampliada, segundo o tipo de agregado local. Qualquer granulometria dentro dela e que apresente a mesma forma gráfica básica será aceitável.

Não será permitido que a curva granulométrica parta das proximidades do teor máximo que passa em uma peneira e vá perto do teor máximo que passa em uma peneira seguinte, ou vice-versa.

<b>FAIXA GRANULOMÉTRICA DOS AGREGADOS DO CCR</b>		
Peneira		% de finos (em peso)
Americana	Métrica	
2"	50mm	100
1 1/2"	38mm	86 – 96
1"	25mm	74 – 84
3/4"	19mm	67 – 77
1/2 "	12,25mm	58 – 68
3/8"	9,5mm	53 – 63
Nº 4	4,8mm	41 – 51



Nº 8	2,4mm	31 – 41
Nº 16	1,2mm	24 – 34
Nº 40	600 $\mu$	18 – 28
Nº 50	300 $\mu$	13 – 23
Nº100	150 $\mu$	9 – 19
Nº200	75 $\mu$	6 – 16

O módulo de finura deverá está dentro do limite: 5,580 a 4,680.

O teor máximo permissível de material que passa na peneira 200, deverá ser determinado segundo as indicações da tabela seguinte, elaborada com base na plasticidade de todos os finos (amostra lavada), que passam na peneira nº40 ou na nº50.

A experiência tem mostrado que os resultados são similares para qualquer destas peneiras. A dimensão da peneira escolhida poderá ser baseada na conveniência do ensaio, a juízo da FISCALIZAÇÃO.

<b>TEOR MÁXIMO PERMISSÍVEL DE MATERIAL PASSANDO NA PENEIRA N200</b>		
LIMITE DE LIQUIDEZ	ÍNDICE DE PLASTICIDADE	% MÁX.PASSANDO # 200
0 - 25%	0 - 5%	10,0
	5 - 10%	9,0
	10 - 15%	3,5
	15 - 20%	3,0
	20 - 25%	1,5
25 - 35%	0 - 5%	9,0



**TEOR MÁXIMO PERMISSÍVEL DE MATERIAL PASSANDO NA PENEIRA N200**

LIMITE DE LIQUIDEZ	ÍNDICE DE PLASTICIDADE	% MÁX.PASSANDO # 200
	5 - 10%	5,5
	10 - 15%	4,0
	15 - 20%	2,0
	20 - 25%	1,5
10 - 15%	0 - 5%	8,5
	5 - 10%	8,0
	10 - 15%	6,5
	15 - 20%	5,0
	20 - 25%	1,5
35 - 45%	0 - 5%	5,5
	5 - 10%	5,0
	10 - 15%	3,5
	15 - 20%	3,1
	20 - 25%	1,5

O índice de plasticidade não deverá ultrapassar 25% e o limite de liquidez 55%, conforme determinado para todos os materiais passando pela peneira nº 40 ou nº 50 com agregados lavados.

Os ensaios diários rotineiros de material "não suspeito" poderão ser executados com peneiramento a seco. Pelo menos uma vez por semana, durante a produção de agregados e diariamente para todo o material "suspeito", a granulometria lavada deverá ser determinada.

**3.4.4 FORMA DAS PARTÍCULAS**

O índice de forma das partículas de agregado, determinado segundo o ensaio DNER-ME-86/64 ou pela NBR 7.809, deverá ser igual ou superior a 0.5 (cinco décimos).



Caso esteja o laboratório da obra equipado para proceder ao ensaio CRD-C-119 e, a critério da FISCALIZAÇÃO, a especificação precedente poderá ser substituída pela seguinte:

O teor de partículas chatas ou alongadas, determinado pelo método CDR-C-119, não deverá exceder de 40% para o material retido em qualquer das peneiras. A média ponderada dos teores destas partículas no conjunto de todas as peneiras utilizadas no ensaio deverá ser igual ou inferior a 30%.

#### **3.4.5 LAVAGEM**

A lavagem dos agregados dependerá da análise a ser procedida sobre amostras obtidas das pilhas de estoque, para identificar a presença ou não de material reativo. Espera-se que uma instalação de produção de agregados, bem projetada, não exija a lavagem. No entanto, o espargimento de água pode ser necessário para o controle de pó nas esteiras transportadoras.

#### **3.4.6 ESTOCAGEM**

Os agregados deverão ser estocados em pilhas, nos locais designados, de preferência, nas proximidades da barragem. Separadores de pranchões de madeira, ou outros, poderão ser usados entre pilhas adjacentes, para impedir a contaminação ou a mistura dos materiais.

O EMPREITEIRO será responsável pela implantação de um sistema que empilhe os agregados de forma confiável e uniforme e que permita a retirada posterior dos agregados das pilhas, sem contaminação ou segregação. O sistema deve permitir a mistura dos agregados transportados de qualquer pilha individual.

Agregados segregados ou contaminados, que não sejam representativos das pilhas e dos quais não possa resultar a granulometria combinada especificada, não serão permitidos para a produção do CCR.

O sistema de manuseio de agregados a ser instalado pelo EMPREITEIRO poderá utilizar esteiras transportadoras, túneis de extração, carregamento frontal com pás mecânicas, ou outros sistemas aceitáveis, a critério da FISCALIZAÇÃO.

### **3.4.7 LAYOUT DAS INSTALAÇÕES**

O EMPREITEIRO deverá submeter à análise da FISCALIZAÇÃO, desenhos esquemáticos e memorial descritivo de suas instalações, para a produção de agregados, localizações e dimensões das pilhas, sistemas de transportes e procedimentos de estocagem.

A capacidade máxima prevista de produção, as taxas normais de operação e os volumes a serem estocados deverão ser indicados.

## **3.5 TRANSPORTE**

### **3.5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O concreto será transportado da misturadora ao local de lançamento, tão rapidamente quanto possível, utilizando métodos que controlem a segregação, a contaminação e a secagem.

Os métodos e equipamentos de manuseio, de transporte de deposição da mistura deverão ser detalhados, por escrito, à FISCALIZAÇÃO, para fins de informação.

Se necessário, o EMPREITEIRO providenciará a colocação de anteparos nas extremidades dos transportadores e dentro dos depósitos, para limitar as quedas livres e em outros pontos em que puderem ocorrer fenômenos de segregação.

De maneira geral, os equipamentos não deverão arrastar lama ou qualquer material contaminante, para as camadas de CCR já lançadas, devendo as pistas de acesso serem pavimentadas com pedra britada limpa, lavados os pneus de veículos antes que entrem na área e lançamento do CCR e adotadas outras providências que se fizerem necessárias.

A contaminação localizada é praticamente inevitável, nas entradas e saídas das pistas de acesso ao local de lançamento será corrigida antes da chegada da CCR fresco, com lavagem do acesso ou substituição do material que o compõe.

O tempo total entre o início da mistura e o fim da compactação não poderá exceder de 40 minutos, em quaisquer circunstâncias.



### **3.5.2 DEPÓSITO PARA ESTOCAGEM TEMPORÁRIA**

Deverá ser prevista a estocagem provisória em depósitos de espera, em um ponto central de despacho da obra, sempre que forem utilizados veículos para o transporte e quando os sistemas diretos de correias não se mostrarem capazes de fornecer, de forma contínua, material não segregado, na área final de lançamento.

Os depósitos de espera terão capacidade adequada, igual à pelo menos duas vezes a do maior veículo de transporte, de forma que a seqüência de mistura não seja paralisada ou tenha seu ritmo desacelerado, no caso de atraso de veículos.

Os depósitos de espera terão suas paredes com fortes declividades e comportas que permitam a saída do CCR, sem segregação e sem engaiolamento da carga.

Comunicações com rádio, telefone ou outros meios, devem existir entre os depósitos de espera, o local de produção e a frente de lançamento.

No caso de estarem sendo preparados traços diferentes de CCR, os depósitos de espera deverão ser esvaziados antes de receberem a nova mistura.

### **3.5.3 VEÍCULOS DE TRANSPORTE**

O CCR poderá ser transportado e depositado utilizando-se caminhões ou scrapers.

Os caminhões deverão ser do tipo de descarga pelo fundo, exceto nos casos de lançamento em locais confinados, quando poderão ser usados os basculantes. Poderão ser utilizados caminhões com dispositivos especiais de descarga traseira ou com dispositivos de controle de queda, que demonstrarem possibilidade de descarga sem segregação excessiva.

A experiência tem mostrado que os caminhões basculantes tendem a provocar segregação nas bordas do material depositado.

Qualquer segregação que resultar de queda vertical, quando a caçamba do caminhão estiver inclinada, deverá ser corrigida manualmente ou retrabalhando-se os materiais de forma efetiva, durante o espalhamento.

Os veículos de transporte serão mantidos em boas condições de operação e não deverão perder óleo, graxa, ou qualquer outro material contaminante visível.

Os veículos deverão ser manobrados sem golpes de direção, paradas repentinas ou outros procedimentos que danifiquem a camada de CCR sobre a qual rolarem.

No caso de uma camada ser danificada pela operação do veículo, a superfície danificada será limpa e retirada o material danificado.

## **3.6 LANÇAMENTO E ESPALHAMENTO**

### **3.6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Objetiva a presente Especificação, construir o maciço em CCR, da maneira mais contínua e mais prática possível.

O detalhamento do projeto estipulará a partir do Planejamento Preliminar do EMPREITEIRO, o ritmo de lançamento do concreto em cada estágio da obra, estabelecendo-se o intervalo de espessura x dia a ser lançado e o cronograma resultante.

O atendimento das datas e das taxas de produção, inclusive as exigências de produção de agregados, contidas nestas Especificações relativas a programa de produção, é necessário a fim de serem conseguidas as propriedades do material na obra e de minimizar o potencial de fissuração, decorrente das tensões térmicas internas.

No caso do EMPREITEIRO não atender às exigências especificadas no cronograma, certas restrições e exigências adicionais serão feitas, com base em uma análise técnica, de forma a se conseguir mistura final de qualidade similar. O EMPREITEIRO deverá obedecer às restrições e exigências.

As restrições e exigências especiais dependerão de diversos condicionantes e fatores técnicos ocorrentes na ocasião, que incluirão: a data real de início de lançamento do CCR e a taxa de produção; a época do ano e as condições climáticas; as temperaturas do ambiente e da mistura; as condições do agregado nas pilhas de estocagem e a localização da parte interessada da obra.

As exigências e restrições especiais podem incluir, mas não ficarão necessariamente limitadas a reduzir ou a acelerar as taxas de lançamento, à utilização de isolamento superficial, ao emprego de água gelada na mistura e à programação do lançamento durante algumas horas especificadas ao longo do dia.

Atenção especial deverá ser dada ao possível cronograma de desembolso financeiro da obra, de modo que o EMPREITEIRO tenha preparado programas de alternativas para execução das obras, sem que haja diminuição da qualidade técnica dos trabalhos executados, notadamente nos locais das interrupções das etapas.

### **3.6.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

O CCR não deverá ser lançado durante o período chuvoso, nas seguintes hipóteses:

- Ocorrência de chuvas torrenciais capazes de lavar ou lixiviar a superfície dos agregados do CCR recém-compactado.
- Penetração de água pluvial na massa de CCR recém-lançada e ainda não compactada, modificando a umidade da mistura em mais de 1,0 (um)%.

A produção deverá ser paralisada sempre que alguma água superficial livre começar a se acumular sobre o CCR, após a compactação, ou quando começarem a se manifestar bombeamentos, formação de trilhas, ou qualquer avaria inaceitável.

No caso em que estejam previstas condições climáticas bastante adversas, deverá ser planejada a interrupção das operações de lançamento.

### **3.6.3 ÁREA DE LANÇAMENTO**

A barragem deve ser construída, essencialmente nivelada ao longo de toda sua área, exceção feita da ligeira inclinação prevista para montante, como se indica nos desenhos de projeto.



Na construção do trecho vertedouro, o CCR deverá ser lançado de qualquer dos lados de seus muros, após ultrapassado o nível da crista.

Na medida do possível, o EMPREITEIRO deixará exposta de cada vez, as superfícies de apenas duas camadas: a camada precedente e a camada seguinte. Uma camada adicional poderá ficar exposta em condições excepcionais, tais como a de cruzamento da galeria e de áreas de condutos.

Ao progredir o lançamento, as bordas expostas deverão ser mantidas "vivas", providenciando-se o lançamento, delas afastado de forma progressiva.

Sempre que se formar uma junta fria, em qualquer borda da camada lançada, deverá ela ficar localizada a pelo menos três metros da localização de outras juntas frias, que se tiverem formado anteriormente, na mesma direção.

A junta fria deverá ser preparada da forma conforme descrito destas Especificações, antes de ser retomada a operação de lançamento do CCR.

Nenhuma junta fria será permitida ao longo da borda de uma camada, na direção de montante para jusante, com extensão maior que 1/3 da distância de montante a jusante, na cota em que ocorrer.

#### **3.6.4 DESCARGA DO CCR**

O CCR deverá ser depositado no local em que deverá ser espalhado. Se a entrega for feita por caminhões ou scrapers, a descarga será completada normalmente com o veículo em movimento.

Quando for necessário verter o CCR em pilha, com caminhões basculantes, a descarga será feita sobre a camada de CCR fresco que estiver sendo espalhada e não sobre a anterior já compactada, que estiver sendo coberta.

No caso da chegada do CCR em correias, a descarga deverá ser feita de forma a não provocar segregação.

A temperatura da mistura do CCR, no ato da descarga, não deverá ser superior a 30° C.



### 3.6.5 ESPALHAMENTO

Dez minutos após a descarga, a mistura deverá ser espalhada em uma camada nivelada que, após a compactação, deverá ficar com espessura nominal de 300mm.

No entanto, poderá ser adotada espessura maior, de até 400mm, se o EMPREITEIRO possuir equipamento capaz de compactar sem segregação e com densidade uniforme, idêntica à que for conseguida para a camada de 300mm .

No caso em que o CCR for aplicado sobre a camada de regularização ("bedding-mix"), ele deverá ser espalhado e compactado até três horas após o instante em que aquela mistura for preparada no local de produção, antes do momento em que tem início a "pega" e a secagem pela exposição, e dentro de 45 minutos a partir do momento em que a camada de regularização começou a ser descarregada.

O espalhamento deverá ser efetuado com equipamento provido de lagartas, suplementado, se for conveniente, por uma motoniveladora. O porte do equipamento de lagartas, para o espalhamento, deverá ser limitado ao do D7-Caterpillar ou equivalente, com acionamento hidráulico e movimentação angular da lâmina.

De modo geral, o equipamento de lagarta para espalhamento deverá operar somente com o material não compactado e não será permitido que ele manobre sobre o CCR, após a compactação.

Uma pá carregadora frontal, com seu operador, deverá ficar em disponibilidade, para atender aos casos de descarga e espalhamento em áreas confinadas, nas partes irregulares da fundação e em outros locais, quando necessário.

O espalhamento será efetuado de modo a não causar segregação. No caso em que agregados de grandes dimensões venham a rolar ou segregar, para o lado da borda de uma camada espalhada de CCR, deverão ser, ou novamente misturados ao CCR ou retirados.

A experiência tem mostrado que tal pode ocorrer quando a mistura se apresentar mais seca que o desejado ou quando não se tomarem os devidos cuidados durante o espalhamento e a compactação.

Os blocos de agregado que rolaem para a borda de uma camada espalhada poderão ser recolhidos por trabalhadores com pás e lançados sobre a superfície não-compactada, de forma a serem compactados pelo rolo, sem segregação.

Todo o equipamento deverá ser mantido em boas condições de operação, sem vazamentos de óleo, graxa ou qualquer outro material contaminante.

Nenhum concreto deverá ser lançado sobre uma camada que tiver sido considerada como suspeita, e que estiver sendo analisada para fins de aprovação ou rejeição.

### **3.7 COMPACTAÇÃO**

#### **3.7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Dez minutos após o espalhamento, cada camada de CCR deverá ser compactada com o mínimo de quatro passadas de um rolo compactador de tambor duplo, autopropelido, ou oito passadas de um compactador vibratório de um tambor, autopropelido.

Obs.: Uma viagem de ida e volta é considerada como duas passadas.

Será considerada como massa específica unitária média, mínima por camada, aquela que apresentar um grau de compactação de 97,50%, quando calculada em relação à massa específica unitária teórica, isenta de ar.

Observação importante: Nenhum concreto ensaiado que apresente massa específica unitária inferior à de projeto, será permitido.

Os equipamentos de maiores dimensões, adiante especificado, capaz de operação física e prática na área, é o que deverá ser usado. Compactadores vibratórios autopropelidos de grande largura, deverão ser usados em áreas livres.



Nas áreas que não puderem ser trabalhadas pelos grandes rolos vibratórios, deverão ser utilizados rolos de menor porte ou socadores mecânicos.

Os rolos só deverão ser operados em vibração, quando estiverem em marcha.

Todo o equipamento de compactação deverá ser mantido em boas condições durante todo o tempo e não deverão apresentar vazamento de óleo, graxa ou de quaisquer materiais contaminantes.

As bordas de todas as camadas compactadas, contra as quais não for lançado CCR dentro de 25 minutos, deverão ser quebradas ou aparelhadas e roladas de forma a ficarem totalmente compactadas e a não conterem agregado solto.

### **3.7.2 ROLOS AUTOPROPULIDOS DE GRANDE PORTE**

Os rolos vibratórios autopropulidos serão do tipo de um ou dois tambores e deverão transmitir impacto dinâmico à superfície através de tambor de aço liso, por meio de pesos girantes, eixos excêntricos ou outros métodos equivalentes.

O compactador não deverá pesar menos de 9 toneladas e deverá produzir força dinâmica que imprima uma pressão mínima de 850kPa, sob a frequência de operação que for utilizada durante a construção. A frequência mínima do vibrador será de 500 ciclos/min (25HZ). O diâmetro do tambor variará de 1,5m a 2,0m e ele deverá ter de 5m a 2,5m de largura.

A velocidade máxima de operação será de 3 km/h.

O motor de acionamento das máquinas excêntricas deverá ter capacidade nominal mínima de 25HP.

Dentro da faixa de capacitação operacional do equipamento, serão permitidas variações na frequência e na velocidade de deslocamento, que possam dar como resultado o aumento da massa específica máxima sob as mais elevadas taxas de produção.

Pelo menos dois rolos em boas condições de operação, e que atendam às presentes exigências, serão conservados "full-time", com seus operadores, na área de lançamento, durante todo o tempo em que o CCR for lançado.



Equipamento de reserva, para substituição, deverá existir em disponibilidade, para utilização, dentro de 30 minutos, se necessário.

### **3.7.3 SOCADORES E ROLOS DE PEQUENO PORTE**

Socadores e rolos de pequeno porte, capazes de operar à distância de alguns centímetros de uma face vertical, serão usados para a compactação do CCR nas proximidades das formas, das ombreiras, na face de jusante e em outras áreas nas quais os rolos de grande porte não possam manobrar.

A pressão produzida pelos pequenos rolos será no mínimo, de 350kpa.

As socadoras devem ser capazes de aplicar força/golpe mínima de 860kg, seja: 0,88 kN.

A ação de socaria e de rolagem exigida é a necessária para se obter uma massa específica média mínima de 97% da que for normalmente conseguida com os rolos de grande porte.

Espera-se que aquela massa específica seja obtida, normalmente, com não mais de seis passadas de qualquer combinação do rolo pequeno ou socadora. Maior número de aplicações de carga será, porém, exigido se necessário.

Admite-se que possam ocorrer espaços vazios diminutos entre as partículas dos grandes agregados, imediatamente adjacentes à face de montante.

Pelo menos um rolo de pequeno porte e 3 socadoras em boas condições de uso deverão ser mantidos na região de lançamento, durante todo o turno de serviço.

Equipamento de reserva deverá existir em disponibilidade, para entrar em operação na área de lançamento, dentro de 30 minutos.

### **3.7.4 COMPACTAÇÃO NA INTERFACE DO CCR c/ O CONCRETO CONVENCIONAL**

O EMPREITEIRO será responsável pela consecução de um concreto íntimo entre o concreto convencional de faceamento e o CCR, sem que se formem juntas aparentes, recorrendo a qualquer método que lhes seja mais econômico e mais adequado.

A aceitabilidade será demonstrada mediante furos feitos horizontalmente, a partir do concreto de faceamento e penetrando, pelo menos, 300mm no CCR. A profundidade total do furo deve ser de 1,00m.





No caso do EMPREITEIRO demonstrar, em seção de ensaio (incluindo testemunhos), que pode conseguir a consolidação do concreto de face com traço fluente contendo um superplastificante de elevado poder redutor associado à vibração dos rolos, não será necessária vibração interna da mistura de faceamento do concreto convencional.

Caso contrário, a consolidação deverá ser conseguida pelos rolos vibratórios associados à vibração interna.

### **3.8 JUNTAS**

#### **3.8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Objetiva o contrato, lançar toda a massa de CCR com suficiente continuidade, de maneira que ela endureça e comporte-se como um corpo monolítico, sem juntas descontínuas ou planos potenciais de separação.

O lapso de tempo tolerável entre os lançamentos das camadas sucessivas de CCR depende da temperatura. A qualidade da junta é também, função da limpeza e da umidade superficial.

Quando o limite de tempo entre lançamentos sucessivos das camadas de CCR excederem aos que forem especificados a seguir, considera-se como tendo sido formada uma "junta-fria" e os procedimentos, adiante descritos, deverão ser adotados.

As juntas deverão ser mantidas limpas, não contaminadas e continuamente úmidas, até o lançamento da camada seguinte. As superfícies do CCR que receberão concreto de regularização na face de montante deverão ser mantidas especialmente limpas.

As superfícies de CCR, na metade de montante da barragem, deverão ser entregues essencialmente sem contaminação, até receberem o CCR que sobre elas será lançado.

A metade de jusante de cada camada deverá também ser mantida limpa e úmida, mas se for observada a presença de blocos isolados de rocha ou pequenas áreas

contaminadas (0,1m<sup>2</sup>), não haverá motivos para paralisar o lançamento sobre elas.

Um número adequado de mangueiras ligadas aos caminhões pipas ou à rede de distribuição de água, para a formação de neblina, equipadas com bicos próprios, deverá ser previsto na área de lançamento para impedir a secagem das juntas. Mangueiras operadas manualmente serão utilizadas para atingir locais inacessíveis. A neblina ou "spray" não deverá ser aplicada de forma concentrada ou sob pressão, evitando-se com isso, a erosão da superfície fresca do CCR.

Durante 24h/dia e 7 dias/semana, pelo menos, um trabalhador deverá estar destacado na área de lançamento, com função exclusiva de operar o sistema de irrigação, de modo a manter toda a superfície umedecida, mas não encharcada ou alagada. O trabalhador poderá ficar encarregado da manutenção dos bicos e da mudança das mangueiras, no caso em que tais operações não interfiram com sua obrigação essencial de manter toda a superfície umedecida.

### **3.8.2 CLASSIFICAÇÃO DAS JUNTAS FRIAS**

As juntas frias são classificadas de acordo com o tratamento que exigem, como sendo do Tipo I ou do Tipo II, à base dos critérios que se seguem:

- **Tipo I:** Registrados mais de 700 graus x hora antes do lançamento da camada seguinte de CCR, mas não transcorridas mais de 60 horas. O número de graus x hora será determinado acumulando-se a temperatura média em °C na seção lançada, durante cada incremento de hora após a superfície ter sido compactada. Um registrador contínuo de temperatura, tipo relógio, como os correntemente utilizados nas construções pré-fabricadas, ou qualquer outro sistema adequado, deverá ser usado para determinar e registrar o tempo e as temperaturas. Pelo menos dois relógios estarão em funcionamento e registrando sempre os períodos durante os quais as juntas ainda não atingiram 700 graus x hora ou o decurso do período de 60 horas.
- **Tipo II:** Decorridas mais de 60 horas entre o lançamento de duas camadas sucessivas.

No caso da junta não ser classificada quer no Tipo I, quer no Tipo II, não deverá ela ser considerada como junta fria e nenhum tratamento será exigível, a menos

que o EMPREITEIRO deixe de atender a outras exigências destas Especificações, tais como as de manter a junta, e impedir danificação da superfície pelos equipamentos em operação.

### **3.8.3 TRATAMENTO DA JUNTA FRIA TIPO I**

As juntas frias que caírem na categoria do Tipo I deverão ser limpas, com jato de ar, antes do lançamento da camada seguinte de concreto.

Nenhuma área seca, assim como poças d'água, será permitida na praça trabalhada.

Uma camada com 25 mm de espessura de concreto convencional de regularização deverá ser espalhada sobre o terço de montante da superfície da junta, antes do lançamento de nova camada de CCR.

O concreto de regularização deverá ser espalhado de forma a que toda a área que o exija seja coberta com parte da mistura, sendo a espessura máxima determinada dividindo-se o volume utilizado pelo valor da área coberta, situando-se o quociente entre 20 e 50 mm.

### **3.8.4 TRATAMENTO DA JUNTA FRIA TIPO II**

As juntas frias classificadas como do Tipo II deverão ser preparadas para receber a camada seguinte, removendo-se toda nata, detritos soltos e materiais contaminantes.

O processo de limpeza deverá deixar exposto o agregado sem provocar, no entanto a segregação da massa. Em tal estágio de maturidade, será usado jato d'água, caso o emprego exclusivo de jato de ar não seja suficiente para deixar a superfície adequadamente preparada.

Após o preparo, a superfície deverá ser deixada umedecida e tratada como junta do Tipo I, exceto que a camada de regularização deverá ser espalhada sobre a metade de montante da superfície da junta.

### **3.8.5 TRATAMENTO DA JUNTA DE MONTANTE**

Todas as juntas horizontais deverão receber o concreto de regularização, nas proximidades da face de montante, como se indica nos desenhos de projeto. A superfície que receberá o concreto de regularização será limpa com jato de ar, antes de seu lançamento.

### **3.8.6 JUNTAS HORIZONTAIS ENTRE CAMADAS DE FACEAMENTO**

A superfície superior de cada camada de concreto convencional de faceamento (vertedouro, paredes laterais, etc.) serão mantidas continuamente úmidas, até a colocação da camada seguinte. A superfície será limpa com jato de ar antes do lançamento da camada seguinte, suplementada, quando necessário, por retirada manual ou com raspagem a pá de todo o material frouxo ou segregado, ao longo da interface do CCR e do concreto convencional.

No caso em que a mistura convencional já estiver sido lançada a mais de 24 horas e se tenha formada nata endurecida que não seja removível com ar, será usado jato de água em combinação com o de ar, para limpar a superfície.

## **3.9 ARMADURAS DO CONCRETO E BARRAS DE ANCORAGEM**

### **3.9.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

As barras de aço para concreto armado e as de ancoragem se usadas no CCR, deverão atender às exigências contidas nas Normas NBR-7480, NBR-6152, NBR-6153, NBR-6118 da ABNT, exceto que o lançamento será modificado, como exposto a seguir.

### **3.9.2 BARRAS DE ANCORAGEM**

Os furos para as ancoragens poderão ser executados com equipamento provido de brocas adiamantadas ou tipo percussão rotativa.

Deverão ser chumbadas no local enchendo-se o furo com argamassa, forçando-se a barra no furo, vibrando a barra e pressionando-a com um vibrador de concreto contra ela, até que não se registre mais qualquer ejeção da argamassa.

As barras deverão ficar protegidas contra qualquer movimentação, pelo menos nas 6 horas seguintes ao chumbamento.

A barra deverá ser inserida na argamassa e vibrada até no máximo 35 minutos após a mistura desta.

Antes do chumbamento, cada furo deverá ser lavado até que a água saia limpa, seguida por jato de ar, para expelir toda água do furo. Todos os furos preparados deverão ser protegidos para impedir qualquer contaminação, antes da operação de chumbamento.

### **3.9.3 LANÇAMENTO DO CCR NA ZONA DAS ARMADURAS**

As armaduras de reforço, inclusive os ramos curvos das ancoragens, deverão ficar localizadas a nunca menos de 25 mm e nem mais de 100 mm da superfície do CCR, situada abaixo delas.

## **3.10 CURA E PROTEÇÃO**

### **3.10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

As superfícies de todas as camadas de CCR, sobre as quais serão lançadas novas camadas, deverão ser mantidas continuamente umedecidas até que sejam cobertas com nova camada. Para tanto, será utilizado equipamento de irrigação do tipo pulverizador “AF Supercanhão” rebocado por trator CBT ou similar e que o reservatório d’água tenha uma autonomia de 600 a 800 litros.

O topo da camada final de CCR, no vertedouro e demais seções, deverá ser mantido continuamente úmido, até que seja coberto com a camada de concreto convencional, quando for exigida, ou até que seja atingida idade de 60 dias, quando tal recobrimento não for exigido.

Aditivos de aceleração da cura não serão permitidos no CCR.

A face exposta de todas as outras superfícies de CCR, do lado de jusante da barragem, não exigirá, necessariamente, cura ou proteção.

As superfícies das camadas de CCR, sobre as quais serão lançadas camadas subseqüentes, deverão ser protegidas da erosão de chuvas fortes e de danos provocados pelos caminhões - pipas.

Qualquer superfície que vier a ser danificada por erosão e que exponha o agregado grosso deverá ser tratada como junta do Tipo II.

### **3.11 PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS DE FACEAMENTO (FORMAS INCORPORADAS)**

#### **3.11.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

No caso de serem utilizados os painéis como formas de faceamento, deverão eles atender às exigências da ABNT.

Tanto quanto possível, deverão ser usados rolos pesados para a compactação nas proximidades dos painéis. Socadores manuais e rolos mais leves deverão ser usados para a compactação da massa adjacente aos painéis, nos casos em que os grandes rolos não puderem manobrar com segurança.

Pequenas fraturas ou trincas que possam se manifestar, eventualmente nos painéis, durante a montagem e a construção, serão toleradas. Painéis que apresentem trincas, fraturamentos mais graves deverão ser substituídos, a critério da FISCALIZAÇÃO.

### **3.12 ANCORAGENS**

As barras de ancoragem deverão ser projetadas de forma a sustentarem o sistema de escoramento dos painéis, além de assegurarem a fixação permanente dos mesmos ao maciço.

### **3.13 FACEAMENTO COM CONCRETO CONVENCIONAL**

#### **3.13.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Exceto no que for aqui modificado ou suplementado, o concreto convencional para a face do vertedouro, paredes laterais e o usado em qualquer outro local, em



que ele deva ser lançado simultaneamente com o CCR, deverá obedecer às exigências descritas anteriormente nestas Especificações.

### **3.13.2 TRAÇOS**

A fixação exata dos traços deverá resultar de alternativas aprovadas em ensaios. Os materiais utilizados nos ensaios deverão ser representativos daqueles que serão utilizados na barragem. O traço deverá situar-se dentro das seguintes exigências básicas:

- Dimensão Máxima do Agregado:.....50 mm, sem pó
- Teor Inicial de Ar:..... $5 \pm 1\%$
- Teor de Ar, após 30 minutos:..... $3 \pm 1\%$
- Aditivo para redução de água:.....Faixa elevada ou levada e Normal
- Relação Máxima água cimento:.....130 kg/m<sup>3</sup>
- Teor Mínimo de Cimento:.....300 kg/ m<sup>3</sup>
- Resistência Mínima aos 90 dias:.....18 MPa
- Aditivo Retardador:.....Opcional

Todos os aditivos, exceto o de faixa elevada de redução de água (superplastificante), deverão ser adicionados ao traço, no local de produção de concreto.

### **3.13.3 PROCESSO DE LANÇAMENTO**

A temperatura da mistura, no ato do lançamento, não deverá ser superior a 30° C.

No caso do uso do aditivo de redução de água, do tipo superplastificante, este deverá ser adicionado à massa no local de lançamento, quando a área estiver preparada para receber o concreto e quando o CCR estiver pronto para ser lançado sobre ela.

Este superplastificante deverá ser adicionado dentro da betoneira, através de equipamento provido de reservatório. Deverá ser usada uma quantidade pré-

determinada do aditivo, proporcional ao volume da betonada. O concreto deverá ser então, totalmente misturado e imediatamente descarregado.

A adição suplementar do redutor poderá ser feita manualmente, se necessária, para melhorar a trabalhabilidade.

Caso o aditivo a ser empregado seja ao mesmo tempo superplastificante e retardador de pega, o procedimento poderá ser modificado, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Não deverá ser usada água adicional no local de lançamento, exceto para permitir, em curto período, lavar ou enxaguar as faces internas da betoneira, após a adição do superplastificante. A adição da água será efetuada durante cinco segundos, com a mangueira do caminhão.

O concreto deverá ser descarregado contra as formas. O CCR deverá ser imediatamente espalhado junto ao concreto convencional e a compactação deverá ser imediatamente executada.

A sincronização das operações deverá ser tal que o CCR seja compactado contra o de faceamento, no momento em que este começar a endurecer por perda de "slump", mas antes de começar sua fase inicial de pega, o que exigirá normalmente, de 5 a 40 minutos, após a adição do superplastificante. A compactação será efetuada com grandes rolos tanto quanto possível e complementada por socadores mecânicos.

Deverá ser previsto um "slump" para o concreto de faceamento, na faixa de  $70 \pm 20$  mm a  $120 \pm 20$  mm, antes da adição do superplastificante e de 100 a 200 mm imediatamente após o aditivo ter sido misturado. Deverá ser previsto e é desejável, que o concreto de faceamento perca rapidamente seu "slump", mas não chegue a "pegar", de forma a que o CCR possa ser espalhado contra ele enquanto ainda apresente condições de suportar o equipamento de compactação.

A vibração interna deverá complementar o equipamento de compactação para assegurar o adensamento total do concreto de faceamento. O procedimento de



compactação deverá forçar, de forma efetiva, o CCR contra o de faceamento, de modo que os dois concretos se hidratem em uma massa monolítica.

### **3.13.4 ACABAMENTO DO CONCRETO DE FACEAMENTO**

O concreto de faceamento do paramento de montante deverá ser mantido continuamente umedecido, imediatamente após a retirada das formas. Tão logo seja praticável, após serem as formas levantadas, a superfície deverá ser acabada para serem removidas quaisquer imperfeições e saliências e para serem preenchidos quaisquer buracos com argamassa do tipo "dry-pack". Imediatamente após ser dado o acabamento, a superfície deverá ser revestida com a camada de cura.

A fim de evitar fissuras no concreto de face de montante, resultante do gradiente térmico entre o exterior e as zonas internas, deve ser utilizado um jato do tipo "spray", cobrindo toda a face de montante. Esta "neblina" poderá ser provocada por um tubo em PVC com micro-furos regularmente espaçados, de modo que quando em ação, se forme um filme d'água, cobrindo a face de montante. Convém observar que o gradiente térmico é tanto maior quanto mais intenso for o vento incidente sobre a face de montante.

## **3.14 PREPARO DA FUNDAÇÃO**

### **3.14.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Antes do lançamento do CCR na fundação e contra as ombreiras, a rocha exposta deverá ser limpa, regularizada com concreto (se necessário), conformada (se necessário) e preparada.

Nenhuma área da fundação ou das ombreiras será coberta com qualquer concreto, até que tenha sido previamente tratada, de acordo com as Especificações para Tratamento da Fundação.

Uma camada de concreto de regularização, preparada com uma mistura pobre convencional, deverá ser lançada na interface da fundação com o CCR.



### 3.14.2 CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO

O concreto de regularização utilizado entre o CCR e a fundação ou as ombreiras, denominado de “bedding-mix”, deverá ter a mesma composição que o exigido entre as camadas de CCR.

Deverá ser retardado de maneira a que o tempo de pega inicial seja superior a 3 horas, ou a 30°C. Ele poderá receber novo tratamento, dentro daquele período, para adicionar a umidade perdida por evaporação.

O concreto de regularização será espalhado de forma que toda a superfície a recebê-lo esteja coberta com algum material, com espessura média sobre a rocha de fundação não excedendo de 50 mm.

O CCR será espalhado sobre o concreto de regularização, e compactado, antes de iniciar a pega e dentro de 45 minutos a contar da descarga.

Os materiais usados nos ensaios deverão ser representativos daqueles que serão usados na barragem.

As proporções exatas do traço do “bedding-mix” serão fixadas pela FISCALIZAÇÃO.

A mistura deve atender às seguintes prescrições:

- Slump: 125 a 225 mm
- Dimensão Máxima do Agregado:.....12,5 mm, corrida
- Teor de Ar:.....5 ± 1%
- Aditivo: Exigido
- Aditivo de Redução de água:.....Exigido
- Teor Mínimo de Cimento:.....290 kg/m<sup>3</sup>
- Resistência Mínima aos 90 dias:.....12 MPa
- Superfluidificante:.....Quando necessário



Aditivos poderão ser incorporados à massa para melhorar a trabalhabilidade. A massa deverá ser bem trabalhável e com elevado teor de areia, com algum agregado grosso e proporcionada de maneira a não segregar.

### **3.14.3 CONFORMAÇÃO E ENCHIMENTO**

Será exigida a conformação por escavação, para eliminação de pontos altos ou de saliências de rocha, com posterior enchimento, com concreto "dental", das depressões que não puderem ser preenchidas com CCR.

Dependendo da localização, dimensões, forma e qualidade da rocha, a conformação poderá exigir qualquer um ou uma combinação dos seguintes métodos: escarificação mecânica, escavação com alavancas manuais, utilização de martelotes, cargas superficiais ou pequenas explosões com dinamite em furos feitos para tal fim.

As grandes áreas ou volumes, com conformação ou qualidade inaceitável de rocha, deverão ser tratadas como escavação em rocha antes de receberem o tratamento exigível para fundações.

O concreto dental poderá vir a exigir a conformação preliminar da face da rocha.

As proporções exatas do traço do concreto dental serão fixadas pela FISCALIZAÇÃO.

São exigíveis a vibração e a cura dos concretos de regularização e dental para preenchimento de vazios da fundação ou dos berços para nivelamento dos painéis das formas.

### **3.14.4 LIMPEZA FINAL**

Antes do lançamento de qualquer concreto, inclusive o de regularização, a superfície deverá ser limpa de material solto e deteriorado, de toda lama, acúmulo de silte, vegetação, graxa e vazamento de óleo, de todo saibro, areia e fragmentos de rocha, de toda nata que tiver sobrado do concreto de enchimento e de todo material nocivo.

Os serviços de limpeza deverão ser executados com jato de ar, lavagem com grandes volumes de água ou jatos de ar e água, utilizando-se equipamento



normalmente destinado a tal finalidade e para operação de limpeza de fundação em grande escala.

Todas as superfícies sobre as quais o CCR ou qualquer concreto de regularização for lançado deverão estar umedecidas.

O EMPREITEIRO deverá dispor de equipamento adequado para o jateamento de ar e água sob pressão, para lavagem da fundação.

### **3.15 CONFORMAÇÃO E LIMPEZA DA FACE SEM FORMAS (FACE DE JUSANTE)**

#### **3.15.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Durante a construção, deverão ocorrer alguns derramamentos sobre a face de jusante dos quais resultarão acúmulos de CCR solto, não compactado, na face e ao longo da base, provavelmente com pouca ou nenhuma capacidade ligante.

Durante a execução da barragem, a face de jusante deverá estar definida por formas. Deverá ser dado acabamento continuado, com ferramentas manuais, a fim de garantir a obtenção de uma superfície uniforme e para melhorar sua aparência.

No entanto, ela poderá apresentar aspecto grosseiro e não totalmente acabado. Durante ou após a construção da face de montante da barragem, deverá ter sido retiradas as saliências, bem como as descontinuidades grandes que possam existir. Saibro solto ou montículos que se formarem na base da barragem deverão ser retirados.

### **3.16 TOLERÂNCIAS**

#### **3.16.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Com exceção das modificações e suplementações que se seguem, as tolerâncias serão as contidas nas especificações E4-330/85.



### 3.16.2 EXIGÊNCIAS ESPECÍFICAS

- Os afastamentos entre dois painéis de faceamento adjacentes não deverão exceder de 10 mm na obra acabada;
- A variação gradual de alinhamento dos painéis pré-fabricados, depois de colocados, não deve exceder de:
  - 25 mm em 15m;
  - 20 mm em 10m;
  - 10 mm em 30m.
- As variações de alinhamentos e declividades nas paredes e abóbadas da galeria, com relação às indicadas nos desenhos de projeto, não devem exceder  $\pm 225$  mm. No caso do piso da galeria, a variação máxima será de 75 mm.
- O excesso gradual acumulado de dimensões, do lado de jusante da barragem, deve ser limitado a 2,00 metros. Não serão permitidas seções menores:
- Desvio de prumo e inclinação na face de montante e no paramento vertical de jusante da barragem não deverão exceder de:
  - 10 mm em 3m;
  - 15 mm em 6m;
  - 25 mm em 12m ou mais.
- Desvios horizontais na face de montante e no paramento vertical de jusante da barragem não deverão exceder de:
  - 10 mm em 3m;
  - 25 mm em 12m ou mais.
- A espessura das camadas isoladas de CCR deverá ficar dentro de  $\pm 75$  mm em relação à estabelecida;
- A cota da superfície superior de qualquer das camadas de CCR, não deve variar de mais de 50 mm em relação à cota de projeto, salvo no caso das três últimas camadas superiores, cuja cota não poderá diferir de mais que 50 mm,



em relação à cota indicada nos desenhos;

- A locação do eixo e dos pontos de interseção das seções transversais de projeto com o terreno (off-sets) deverá ser feita com erro inferior a  $\pm 25\text{mm}$  e  $\pm 0,50\text{mm}$ , respectivamente. Os off-sets serão marcados a partir do eixo pelo método de locação direta, devendo ser controlados por nivelamento e contranivelamento;
- Desvio de inclinação na face de jusante de CCR não deverá exceder de:
  - 75 mm em 3m;
  - 150 mm em 6m;
  - 300 mm em 12m ou mais.
- Desvio na horizontal na face de jusante de CCR não deverá exceder de:
  - 75 mm em 3m;
  - 300 mm em 12m ou mais.

### **3.17 CONTROLE DE QUALIDADE**

#### **3.17.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

A FISCALIZAÇÃO implantará e fará um efetivo sistema de controle de qualidade do CCR, de modo a garantir o cumprimento de todas as exigências do Projeto e destas Especificações. O controle de qualidade incluirá o registro metódico e racional de todas as verificações, ensaios, aferições e inspeções bem como de toda e qualquer irregularidade observada e das medidas corretivas adotadas.

O sistema do controle deverá ser implantado e funcionar sob a supervisão de um técnico em controle de qualidade de CCR, que revisará e aprovará todas as atividades relacionadas com a produção de materiais, com o planejamento e construção do cronograma das atividades de lançamento e com o funcionamento e avaliação dos ensaios.

O técnico em controle de qualidade trabalhará em contato permanente com o EMPREITEIRO que o manterá informado quanto aos procedimentos propostos para a construção e horários de lançamento.



O programa de ensaio será então elaborado pela FISCALIZAÇÃO que apresentará os resultados através de relatórios de controle tecnológico.

A FISCALIZAÇÃO designará um técnico em controle de qualidade, para cada turno de trabalho, e poderá contar com diversos empregados nas diferentes áreas de controle, de ensaios e de registros.

Todas as informações e resultados dos ensaios deverão ficar sob custódia da FISCALIZAÇÃO, à qual será permitido o livre acesso a todos os campos de atividade do EMPREITEIRO.

O controle de qualidade do CCR deverá incluir, mas não ficar limitado, aos seguintes aspectos:

- Preparo, manuseio e granulometria dos agregados;
- Exigências quanto à umidade, mistura e dosagem de traços no local de produção dos concretos;
- Entrega de massa;
- Controle da compactação e das juntas, certificando-se de que os materiais adequados se acham disponíveis;
- Insertos;
- Ereção das peças pré-fabricadas de faceamento;
- Todos os outros ensaios e inspeções exigidas nestas Especificações.

O programa deverá ser similar ao que se descreve nos parágrafos integrantes dos itens a seguir.

Quanto ao Controle de Qualidade deverá o EMPREITEIRO cooperar com a FISCALIZAÇÃO, facilitando a sua atividade controladora, especialmente quanto à comunicação de seus planos e programas de atividades, à retirada das amostras, à execução de aferições, controle e verificações.

### **3.17.2 GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS**

#### 3.17.2.1 ENSAIOS

Pelo menos uma vez durante cada turno em que o CCR estiver sendo lançado, e uma vez durante os turnos de produção dos agregados, as granulometrias deverão ser verificadas, para cada dimensão do agregado usado ou produzido e para a granulometria final de todos os agregados, nas proporções finais estabelecidas para cada traço.

Um ensaio de confirmação será exigido sempre que a granulometria global da mistura se situar fora das Especificações.

A localização do ponto de retirada das amostras será estabelecida pela FISCALIZAÇÃO, de modo que dêem uma indicação precisa das granulometrias dos materiais, ao darem entrada na betoneira.

#### 3.17.2.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS:

Sempre que um resultado de ensaio esteja fora dos limites especificados, deverá ser retirada uma amostra para o ensaio de confirmação. No caso do ensaio de confirmação indicar resultado fora dos limites especificados, o processo deve ser considerado como "fora de controle" e medidas efetivas deverão ser tomadas pelo EMPREITEIRO para regularizar a situação.

A FISCALIZAÇÃO, por intermédio do técnico de controle de qualidade, e o EMPREITEIRO decidirão, por consenso, se a produção e o lançamento do concreto deverão ser paralisados na ocasião.

Exceto em casos extremos, que venham a ser considerados como seriamente preocupantes, a construção poderá continuar durante o turno, após o problema de adequação da granulometria ter sido detectado e enquanto estiver sendo ele solucionado. É de se esperar que a irregularidade seja solucionada ao fim do segundo turno, após ter sido identificada.

### **3.17.3 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DOS AGREGADOS**

#### 3.17.3.1 ENSAIOS

Pelo menos uma vez por dia de lançamento, para cada dimensão de agregado usado, deverão ser efetuadas determinações de umidade, de acordo com a



ASTM-C-566 (ou a ASTM-C-70, no caso de agregados finos, empilhados separadamente).

Os locais de retirada das amostras serão selecionados pela FISCALIZAÇÃO, de modo que a amostra seja típica dos materiais que serão levados ao local de produção dos concretos.

#### 3.17.3.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS

No caso em que os ensaios para determinação da umidade indicarem mudança na quantidade de água que entra na mistura com os agregados, o encarregado de lançamento deverá ser contatado para verificar se é necessária uma ajustagem correspondente da água no local de mistura para se obter compactação adequada na área de lançamento e melhorar suas condições.

#### **3.17.4 FORMA DAS PARTÍCULAS**

##### 3.17.4.1 ENSAIOS

Durante o período inicial de produção de agregado e de seu empilhamento, serão feitos ensaios frequentes, de acordo com o DNER-ME-86-64, NBR 7.809 ou CRD-C-119, para determinar o teor de partículas alongadas e chatas.

Após ficar estabelecido que não ocorrem problemas e se os procedimentos de produção permanecerem constantes, a efetivação dos ensaios somente será exigida uma vez por semana.

##### 3.17.4.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS

Duas irregularidades consecutivas na mesma peneira, ou na granulometria global, exigirão providências para correção da anomalia.

Exceto em casos extremos que sejam realmente preocupantes, a produção de agregado poderá prosseguir durante o turno em que a irregularidade foi constatada e enquanto estiver sendo corrigida. Espera-se que a irregularidade seja eliminada até o final do segundo turno, após ter sido detectada.

Os agregados produzidos fora das Especificações deverão ser misturados com aqueles que as atendam, de forma a que a mistura final fique dentro das exigências.

### **3.17.5 MATERIAIS QUE PASSAM NA PENEIRA N° 200**

#### 3.17.5.1 ENSAIOS

Durante o período inicial de produção e empilhamento dos agregados, deverão ser feitos ensaios freqüentes para determinar o percentual de materiais que passa na peneira 200, na granulometria global exigida.

Deverá ser utilizada a lavagem do agregado grosso para acumular todo o material da granulometria global passando na peneira 200.

Os limites de liquidez e de plasticidade deverão ser determinados para os materiais que passam nas peneiras 40 ou 50.

Após se certificar de que não ocorrem problemas e se a produção continuar uniforme, a efetivação dos ensaios será exigida apenas uma vez por semana.

#### 3.17.5.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS

No caso de se concluir que é excessiva a quantidade ou a plasticidade, ao serem ensaiados materiais que passam na peneira 200, devem ser tomadas providências para corrigir o excesso.

Exceto em casos extremos, a produção de agregado poderá continuar durante o turno, após a identificação do problema e enquanto estiver ele sendo corrigido. Espera-se sua correção ao final do segundo turno, após ter sido o problema identificado.

Os materiais fora das Especificações deverão ser misturados com os materiais aceitáveis, de forma a que a granulometria composta atenda às exigências destas Especificações.

### **3.17.6 CONTROLE DAS QUANTIDADES DE AGREGADOS**

A FISCALIZAÇÃO, coadjuvada pelo EMPREITEIRO, deverá controlar e registrar, com precisão, a quantidade de cada agregado produzida e usada durante cada turno. Deverá ser mantido registro do total acumulado, de cada agregado. As quantidades deverão estar baseadas nas condições de umidade do agregado saturado com superfície seca (S.S.S.).

### **3.17.7 CONTROLE DO CONCRETO**

#### 3.17.7.1 CONTROLE E REGISTRO DE ROTINA

Deverá ser continuamente controlado o total de todos os materiais componentes, inclusive cimento, pozolana, cada fração de agregado, de água e de aditivos.

Os pesos dos agregados e da água, para compensar a umidade natural dos agregados, deverão ser ajustados, quando necessário.

Deverá ser preparado um relatório diário, indicando o tipo e a fonte do cimento utilizado durante aquele dia; os grupos de agregados; as proporções de cada material exigidas pelos traços; o total de água livre de cada fração de agregado e os pesos efetivos dos agregados consumidos por m<sup>3</sup> para cada traço de concreto fabricado.

O relatório deverá incluir os totais gerais de cada material usado para cada traço e para cada turno.

### **3.17.8 BALANÇAS PARA PESAGEM DA MISTURA E DE AMOSTRAS DE MATERIAIS**

#### 3.17.8.1 AFERIÇÕES E VERIFICAÇÕES

A precisão das balanças deverá ser verificada com pesos aferidos antes do início das operações de concretagem. Aferições periódicas deverão ser feitas, pelo menos, a cada 60 turnos de operação. Tais aferições serão efetuadas, ainda, sempre que ocorrerem variações nas propriedades do CCR, que possam resultar de erros de dosagem.

As aferições serão feitas sistematicamente em todas as balanças utilizadas na pesagem de amostras e na calibração da usina.

#### 3.17.8.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS

Sempre que ocorrer desvio ou falha na precisão de pesagem ou de funcionamento, quanto às exigências das Especificações, o local de produção do contrato não deverá continuar operando até que as necessárias ajustagens ou reparos das balanças tenham sido efetuados.

### **3.17.9 CALIBRAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO VOLUMÉTRICA**

#### **3.17.9.1 ENSAIOS E VERIFICAÇÕES**

A precisão das alimentações volumétricas deverá ser verificada coletando-se todos os materiais transportados na unidade de tempo para a misturadora e, também, por ensaios de lavagem do material na saída da misturadora.

Métodos e equipamentos convenientes deverão estar disponíveis para a obtenção e manuseio das amostras, na produção de concreto.

O peso do material correspondente a um intervalo-padrão de tempo e as proporções resultantes de materiais por metro cúbico deverão ser determinadas.

A precisão das alimentações volumétricas deverá ser determinada, pelo menos, três vezes durante a verificação geral das condições de produção e de lançamento do CCR.

Deverão ser feitos ensaios de verificação, pelo menos, a cada 60 turnos de operação e sempre que ocorrerem variações das propriedades do CCR, que possam resultar de erros dos sistemas de alimentação volumétrica.

As amostras deverão ter dimensões suficientes para permitir determinações precisas, o que pode levar à movimentação de mais de 255kg de material para cada item a verificar.

#### **3.17.10 VERIFICAÇÃO DAS MISTURADORAS DE CONCRETO**

O concreto fresco deve ser coletado e ensaiado, para verificar se atende a estas Especificações, no local do lançamento. O EMPREITEIRO deverá adotar um método expedito para obtenção de amostras representativas do CCR, retiradas no local de produção do concreto, dos depósitos de espera e do local de lançamento.

##### **3.17.10.1 EFICIÊNCIA DA MISTURADORA**

Um ensaio de verificação do desempenho global da misturadora será efetuado com três diferentes massas, na central volumétrica, antes do início do lançamento do concreto.

Poderão ser feitos ensaios adicionais, a qualquer tempo, para apoiar qualquer solicitação do EMPREITEIRO, relativa à redução do tempo de mistura.

Sempre que forem necessárias ajustagens da misturadora, por motivo de não atender a mesma às Especificações, deverá ela ser novamente submetida a ensaios após a ajustagem.

### **3.17.11 TEMPERATURA**

#### 3.17.11.1 ENSAIOS

Perto do início e do fim de cada turno, deverá ser feita pelo menos uma determinação de temperatura no local de produção do concreto e no lançamento, de forma aleatória, em massas selecionadas de cada traço de concreto, utilizado em cada turno de lançamento.

Determinações adicionais serão feitas sempre que forem observadas pelo encarregado de lançamento ou pela FISCALIZAÇÃO, tempos rápido de pega ou de perda de trabalhabilidade, ou no caso em que ocorrerem problemas decorrentes de temperatura baixa ou elevada.

A temperatura do ar e do concreto deverá ser registrada durante o período de cura.

#### 3.17.11.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS

As temperaturas serão consideradas como dados-padrão, nos boletins de controle de qualidade.

### **3.17.12 UMIDADE**

#### 3.17.12.1 ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO

A cada 10 (dez) caçambas da mistura deverá ser coletada uma amostra representativa do CCR, entre a metade do volume da caçamba e a saída da comporta do “pug-mill”, ou pelo menos uma vez durante cada 2 (duas) horas de produção da no local da mistura e 1 (uma) vez a cada 3 (três) horas, no local de lançamento. Deverá ser determinado o teor de umidade da mistura do CCR.

Os teores determinados, quando da mistura no local de produção do concreto e quando do lançamento, serão controlados através do parâmetro VeBe, determinados através do ensaio VeBe CANON MODIFICADO.

Pelo menos 3 (três) ensaios serão efetuados em áreas diferentes de cada camada de CCR lançada.

O encarregado de lançamento deverá controlar visual e continuamente a eficiência aparente do equipamento de compactação, devendo notificar ao local de produção do concreto, sempre que a massa tornar-se mais seca ou mais úmida.

#### 3.17.12.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS

Sempre que os ensaios indicarem mudança significativa da umidade em relação ao teor fixado como "ótimo" para a mistura e lançamento, o encarregado de lançamento de concreto deverá ser notificado e o comportamento da massa observado.

Sempre que aquele encarregado de lançamento de concreto observar alteração na umidade, que leve os rolos vibratórios a afundar freqüente e excessivamente na massa, fazendo com que se produza excesso de pasta na superfície ou dando como resultado uma superfície aberta, não consolidada, deverá ser feita a necessária ajustagem na quantidade de água na produção do concreto, registrando-se a ajustagem introduzida.

#### 3.17.13 CIMENTO

Amostras da massa de CCR serão retiradas da área de lançamento, para determinação dos teores de cimento, utilizando-se o analisador de cálcio ou outro procedimento aceitável.

Todo o ensaio será efetuado, em conjunto, por pessoal do EMPREITEIRO e da FISCALIZAÇÃO.

#### 3.17.14 CORPOS DE PROVA PARA ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A FISCALIZAÇÃO fornecerá os cilindros de ensaios com dimensões nominais de 150 mm x 300 mm. As formas cilíndricas serão do tipo rígido, reutilizáveis, com revestimentos descartáveis. A FISCALIZAÇÃO, com a assistência do EMPREITEIRO, fará toda a amostragem para os corpos de prova, transportá-los, fará a cura e os ensaiará depois de extraí-los dos moldes.

### **3.17.15 MASSA ESPECÍFICA UNITÁRIA**

#### **3.17.15.1 ENSAIOS E VERIFICAÇÕES**

Para cada camada executada do CCR, deverão ser realizados, pelo menos, 3 (três) ensaios de densidade “in-situ” pelo Método do Frasco de Areia Modificado e pelo Método d’Água. A quantidade mínima de ensaios para verificação da massa específica unitária ficará a critério da FISCALIZAÇÃO.

#### **3.17.15.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS**

Sempre que a média dos resultados dos ensaios de massa específica unitária “in-situ” for inferior à massa específica unitária teórica, novo ensaio deverá ser efetuado.

Se o segundo ensaio indicar compactação incompleta, deverá ser feita imediatamente uma rolagem adicional e uma nova determinação permitirá concluir se a baixa massa específica resultou de número insuficiente de passadas de rolo ou se de alteração das propriedades da massa.

No caso de ter ocorrido alteração das propriedades da massa, deverão ser efetuadas ajustagens, tais como, aumento ou diminuição do teor de umidade.

No caso de continuar o problema e se a densidade mais baixa for resultante de rolagem insuficiente, o operador deverá ser notificado e a FISCALIZAÇÃO poderá vir a determinar a retirada do CCR precariamente compactado.

Se o mesmo operador continuar a rolar o concreto com número de passadas inferior ao exigido, poderá ser determinada sua substituição.

### **3.17.16 EQUIPAMENTO DE COMPACTAÇÃO**

#### **3.17.16.1 ENSAIOS E VERIFICAÇÕES**

Antes de ser utilizado qualquer compactador na construção de CCR, deverão ser verificadas suas dimensões, peso e capacidade de vibração.

Pelo menos uma vez em cada doze turnos, deverá ser feita uma verificação rápida da frequência de vibração.

Pelo menos uma vez em cada turno de lançamento, durante os primeiros cinco dias de operação de um operador novo, será verificado seu desempenho, quanto

ao número fixado de passadas, espalhamento correto, cobertura da área que estiver sendo rolada e boa prática de rolagem.

A seguir, verificações isoladas deverão ser feitas para cada operador, pelo menos uma vez por semana, sendo os resultados lançados nos boletins de controle de qualidade.

#### 3.17.16.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS

O equipamento compactador que não atender às exigências de dimensões físicas e pesos deverá ser retirado da obra.

Qualquer rolo com frequência de vibração inadequada deverá tê-la corrigida, antes de sua utilização na compactação do CCR.

Os operadores dos rolos que trafegarem em velocidades deverão ser imediatamente notificados e corrigirão sua forma inadequada de operação ou serão substituídos.

### **3.17.17 DESCARGA E ESPALHAMENTO**

#### 3.17.17.1 ENSAIOS E VERIFICAÇÕES

O encarregado de lançamento ou outro proposto deverá observar e controlar cuidadosamente as operações de descarga e de espalhamento, para certificar-se que estão sendo conduzidas, de forma a minimizar a segregação.

Cada camada do CCR será rotineiramente notificada com relação às suas condições de espalhamento, sua uniformidade e espessura, de maneira que sejam obtidas após a compactação, camadas bem compactadas, lisas, uniformes e dentro das tolerâncias de espessuras.

Um nível ótico ou a laser deverá ser utilizado, simultaneamente com miras verticais, para a determinação da cota e, subseqüentemente, da espessura de cada camada. Deverá ser o laser do tipo que emita feixe de luz giratório ou constante, em plano fixado.



Poderá ser utilizado pelo EMPREITEIRO, radar de superfície, para localização de áreas na camada compactada, que estejam com distorções acentuadas no teor de umidade.

#### 3.17.17.2 PROVIDÊNCIAS EXIGIDAS

Sempre que a verificação das espessuras do CCR não-compactado indicar excesso ou falta de material, a camada deverá ser imediatamente laminada ou ser-lhe-á adicionado material complementar, na medida das necessidades.

Sempre que a espessura ou cota exceder às tolerâncias admissíveis, a FISCALIZAÇÃO determinará, com o EMPREITEIRO, quais as providências que deverão ser tomadas, caso necessário.

### **3.17.18 PREPARAÇÃO PARA O LANÇAMENTO DO CONCRETO**

#### 3.17.18.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As fundações, as juntas de construção, as formas e os insertos serão inspecionados pela FISCALIZAÇÃO, a tempo suficiente, antes de cada lançamento de concreto, com a finalidade de assegurar que a área esteja pronta para recebê-lo.

As formas e os painéis de faceamento deverão ser minuciosamente verificados quanto às suas condições, apoio, alinhamento e dimensões.

O encarregado de lançamento deverá ser o responsável imediato pela supervisão de todas as operações de lançamento.

O técnico de controle de qualidade do CCR determinará qual o tipo de massa de concreto a ser lançado em cada local.

O encarregado da execução do controle de qualidade deverá ser o responsável pela medição e registro das temperaturas do concreto e do ambiente, condições climáticas, volumes lançados e método de lançamento.

O encarregado de lançamento não permitirá que seja iniciada a operação de lançamento antes de ter verificado que o número suficiente de rolos vibratórios e de equipamento de espalhamento, com dimensões corretas, se acha em ordem



de marcha e que estejam disponíveis operadores eficientes dos diversos tipos de equipamentos.

### **3.17.19 CURA, PROTEÇÃO, JUNTAS APARENTES**

#### **3.17.19.1 CURA ÚMIDA**

Pelo menos a cada quatro horas, durante 24 horas e 7 dias por semana, será feita uma inspeção em todas as áreas sujeitas à cura úmida e à proteção das juntas. As condições de umidade superficial serão observadas e anotadas.

No caso em que uma área isolada foi deixada secar, ela deverá ser considerada como inadequadamente curada. O EMPREITEIRO deverá umedecer imediatamente a área e tomar providências efetivas para assegurar que o fato não volte a ocorrer.

#### **3.17.19.2 PROTEÇÃO**

Pelo menos a cada oito horas, durante 24 horas por dia e 7 dias por semana, deverá ser conduzida a inspeção de todas as áreas sujeitas à proteção contra danos.

### **3.17.20 OBSERVAÇÕES FINAIS**

Os registros de controle no local de produção do concreto e todos os resultados, não só os positivos como os negativos, conduzidos na obra serão coligidos diariamente pela FISCALIZAÇÃO.

As exigências, especialmente feitas pela FISCALIZAÇÃO, não liberam o EMPREITEIRO da obrigação de comunicar quaisquer falhas eventuais, imediatamente, como se exige nos parágrafos precedentes. Tais comunicações de falhas e das correspondentes providências corretivas deverão ser confirmadas, por escrito, nos relatórios de rotina.



**LUIZ HERNANI DE CARVALHO**

**JM ENGENHEIROS CONSULTOR**

Correspondência: Av. Senador Virgílio Táv  
Tel.: (85) 3244.7741  
Sede: Shopping Eusébio Center

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

| Cep: 60.170-251  
| [larga.com.br](http://larga.com.br)  
- CE

106

