| | | |
|---|---|---|
| TRANSPETRO | **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA** | **Nº ET-4450.72-6611-950-E3C-001** |
| | **CLIENTE:** TP/DOP/DTNNESE/UO-NORTE/MP/TRANSBEL | **FOLHA:** 1 DE 160 |
| | **PROGRAMA:** - | TPP-138 |
| | **ÁREA:** TERMINAL DE BELÉM | |
| DIRETORIA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA | **TÍTULO:** **SERVIÇOS E MATERIAIS PARA IMPLANTAÇÃO** | DTEC/ENG/PPL/DPL/DP1 |
| | | NP-1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **RAZÃO SOCIAL:** | Exe Engenharia Ltda. | **Nº CONTRATO:** | 4501657187 |
| **RESP. TÉCNICO:** | Engº Rubens da Costa Sabino Filho | **Nº CREA:** | RJ 38915/D |
| **RÚBRICA:** | | **Nº INTERNO:** | ET-323.001-200-00-001 |

## ÍNDICE DE REVISÕES

| REV. | DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS |
|---|---|
| 0 | Emissão Original. |

| | REV. 0 | REV. A | REV. B | REV. C | REV. D | REV. E | REV. F | REV. G | REV. H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DATA | 24/10/2022 | | | | | | | | |
| EXECUÇÃO | DNG | | | | | | | | |
| VERIFICAÇÃO | PVF | | | | | | | | |
| APROVAÇÃO | LFT | | | | | | | | |

DE ACORDO COM O DOCUMENTO PE-3TP-00218 AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA TRANSPETRO, SENDO PROIBIDA A.
UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-381 REV M.

## ÍNDICE

1. OBJETIVO ..... 3
2. NORMAS DE PROJETO ..... 3
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA ..... 6
4. DEFINIÇÕES ..... 10
5. ATIVIDADES INICIAIS E COMPLEMENTARES ..... 10
6. AMPLIAÇÃO DA PLATAFORMA CENTRAL DE OPERAÇÕES ..... 15
7. DOLFIN DE AMARRAÇÃO (4X) ..... 70
8. DOLFIN DE ATRACAÇÃO (2X) ..... 114
9. ATIVIDADES FINAIS ..... 157
10. PRINCIPAIS MATERIAIS PARA EXECUÇÃO DE REPAROS OPERAÇÕES ..... 158

## 1. OBJETIVO

Este documento tem por objetivo descrever as especificações técnicas que deverão ser utilizadas na execução das obras referentes à Ampliação do Terminal Petroquímico de Miramar, localizado à Av. Arthur Bernardes s/n – Bairro Val-de-Cães em Belém/PA.

## 2. NORMAS DE PROJETO

### 2.1. NORMAS ABNT

NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações;

NBR 6123 – Forças Devido ao Vento em Edificações;

NBR 6232 – Penetração e Preservativos em Madeira Tratada sob Pressão

NBR 6484 – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio;

NBR 7188 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre;

NBR 7190 – Projeto de Estruturas de Madeira

NBR 7250 – Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos;

NBR 7367 – Projeto e Assentamento de Tubulações de PVC Rígido para Sistemas de Esgoto Sanitário;

NBR 8036 – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios;

NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento;

NBR 8800 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios;

NBR 9574 – Execução de Impermeabilização;

NBR 10569 – Conexões de PVC Rígido com Junta Elástica, para Coletor de Esgoto Sanitário;

NBR 10570 – Tubos e Conexões de PVC Rígido com Junta Elástica para Coletor Predial e Sistema Condominial de Esgoto Sanitário;

NBR 11240 – Utilização de Defensas Portuárias – Procedimento;

NBR 11832 – Defensas Portuárias de Elastômeros – Especificação;

NBR 12131 – Estacas – Prova de Carga Estática – Método de Ensaio;

NBR 12284 – Áreas de Vivência em Canteiros de Obras;

NBR 13208 – Estacas – Ensaios de Carregamento Dinâmico;

NBR 13209 – Planejamento Portuário – Obras de Acostagem – Procedimento;

NBR 13209 – Planejamento Portuário – Aspectos Náuticos – Procedimento;

NBR 16143 – Preservação de Madeiras – Sistemas de Categorias de Uso.

#### a) Aço

NBR 6002 – Ensaios não Destrutivos – Ultra-som – Detecção de Descontinuidades em Chapas Metálicas;

NBR ISSO 6892 – Materiais Metálicos – Ensaio de Tração à Temperatura Ambiente;

NBR ISO 7438 – Produtos Metálicos – Ensaio de Dobramento Semi-Guiado;

NBR 7478 – Método de Ensaio de Fadiga de Barras de Aço para Concreto Armado;

NBR 7480 – Aço Destinado a Armaduras para Estruturas e Concreto Armado – Especificação;

NBR 8862 – Inspeção Ultrassônica de Soldas Longitudinais e em Espiral

**b) Concreto**

NBR 5738 – Concreto – Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos-de-Prova;

NBR NM33 – Amostragem de Concreto Fresco;

NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;

NBR 7212 – Execução de Concreto Dosado em Central – Procedimento;

NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado;

NBR 9833 – Concreto Fresco – Determinação da Massa Específica, do Rendimento e do Teor de Ar pelo Método Gravimétrico;

NBR 12655 – Concreto de Cimento Portland – Preparo, Controle, Recebimento e aceitação;

NBR 14931 – Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento;

NBR NM 47 – Concreto – Determinação do Teor de Ar em Concreto Fresco – Método Pressométrico;

NBR NM 67 – Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone;

**c) Cimento**

NBR 16697 – Cimento Portland Comum

**d) Água**

NBR 15900 – Água para Amassamento de Concreto.

**e) Misturas**

NBR 11768 – Aditivos Químicos para Concreto de Cimento Portland – Requisitos.

**f) Agregados**

NBR 7211 – Agregados para Concreto – Especificação;

NBR NM 26 – Amostragem de Agregados;

NBR 9775 – Agregado Miúdo – Determinação do Teor de Umidade Superficial por Meio do Frasco de Chapman – Método de Ensaio;

NBR 9939 – Agregado Graúdo – Determinação do Teor de Umidade Total – Método de Ensaio;

NBR 15577-1 – Agregados – Reatividade Álcali-Agregado;

NBR 6467 – Agregados - Determinação do Inchamento de Agregado Miúdo – Método de Ensaio.

2.2. NORMAS PETROBRÁS

N-2037 – Pintura de Equipamentos Submersos em água do Mar

N-1550 – Pintura de Estrutura Metálica

2.3. NORMAS / PUBLICAÇÕES INTERNACIONAIS OU ESTRANGEIRAS

OCIMF MEG4 – Mooring Equipment Guidelines, 4th edition

PIANC Report Nº 25 / Supplement to Bulletin nº 88 – Criteria for Movements of Moored Ships in Harbours: A Practical Guide

PIANC Report Nº 33 – Guidelines for the Design of Fender Systems: 2002

PIANC Report Nº 149 – Guidelines for Marina Design, 2016

PIANC Report Nº 121 - Harbour Approach Channels Design Guidelines, 2014

PIANC Report Nº 153 - Recommendations for the Design and Assessment of Marine Oil and Petrochemical Terminals, 2016

BS 6349-4 – Maritime Structures, Part 4: Code of Practice for Design of Fendering and Mooring Systems, 1994

API RP 2A-WSD – Recommended Practice for Planning, Designing and Construction of Fixed Offshore Platforms – Working Stress Design

**a) Aço**

AISC – Manual of Steel Construction;

ANSI/AISC 360-05 – Specification for Steel Structural Buildings. American Institute of Steel Constructions;

AWS D1.1 – Structural Welding Code – Steel;

ASTM A194 – Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both;

ASTM A-36 – Standard Specification for Carbon Structural Steel;

ASTM A-53/A53M-12 – Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless;

ASTM F436 – Standard Specification for Hardened Steel Washers;

API 5L – Specification for Line Pipe.

**b) Concreto**

ACI 116R – Cement and Concrete Terminology;

ACI 301 – Specifications for Structural Concrete;

ACI 304R – Guide for Measuring, Mixing, Transporting and Placing Concrete;

ACI 305R – Hot Weather Concreting;

ACI 306.1 – Standard Specification for Cold Weather Concreting;

ACI 308 – Guide to Curing Concrete;

ACI 309 – Guide for Consolidation of Concrete;

ACI 347 – Guide to Formwork for Concrete;

ASTM C 125 – Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates;

NRMCA QC3 – Plant Certification Checklist.

**c) Cimento**

ACI 234R – Guide for use of Silica Fumes in Concrete;

ASTM A 618 – Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for use as a Mineral Admixture in Concrete;

ASTM C 150 – Specification for Portland Cement;

ASTM C 188 – Test Method for Density of Hydraulic Cement;

ASTM C 595 – Standard Specification for Blended Hydraulic Cements;

ASTM C 1157 – Performance Specification for Hydraulic Cement.

**d) Água**

AASHTO T26 – Quality of Water to be Used in Concrete;

ASTM C 1603 – Test Method for Measurement of Solids in Water;

ASTM D 511 – Test Methods for Calcium and Magnesium in Water;

ASTM D 512 – Test Methods for Chloride Ion in Water;

ASTM D 513 – Test Methods for Total and Dissolved Carbon Dioxide in Water;

ASTM D 516 – Standard Test Method for Sulfate Ion in Water;

ASTM D 1293 – Test Methods for pH of Water.

**e) Agregados**

ASTM C 33 – Standard Specification for Concrete Aggregates;

ASTM C 40 – Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete;

ASTM C 123 – Test Method for Lightweight Particles in Aggregate;

ASTM C 289 – Test Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates (Chemical Method);

ASTM C 586 – Potential Alkali Reactivity of Carbonate Rocks as Concrete Aggregates (Rock-Cylinder Method);

ASTM C 1260 – Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)

**f) Painéis**

ASTM D6474 - Standard Test Method for Determining Molecular Weight Distribution and Molecular Weight Averages of Polyolefins by High Temperature Gel Permeation Chromatography.

2.4. OUTROS

NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria de Construção;

NR 26 – Sinalização e Segurança

## 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

3.1. PROJETO BÁSICO

[1] RL-4450.72-6611-940-E3C-002 (Reavaliação / Consistência do Projeto Conceitual);

[2] RL-4450.72-6611-940-E3C-003 (Critérios de Projeto);

[3] MC-4450.72-6611-962-E3C-001 (Memória de Cálculo de Amarração);

[4] ET-4450.72-6611-962-E3C-001 (Especificação Técnica – Defensas, Paineis e Acessórios);

[5] ET-4450.72-6611-962-E3C-002 (Especificação Técnica – Cabeços de Amarração);

[6] FD-4450.72-6611-962-E3C-001 (Folha de Dados – Defensas, Painéis e Acessórios);

[7] FD-4450.72-6611-962-E3C-002 (Folha de Dados dos Cabeços de Amarração);

[8] RM-4450.72-6611-962-E3C-001 (Requisição de Material – Defensas, Painéis e Acessórios);

[9] RM-4450.72-6611-962-E3C-002 (Requisição de Material – Cabeços de Amarração);

[10] DE-4450.72-6611-940-E3C-001 (Planta de Situação do Empreendimento);

[11] DE-4450.72-6611-950-E3C-001 (Arranjo Geral de Amarração);

[12] DE-4450.72-6611-191-E3C-001 (Ampliação do Píer 100);

[13] DE-4450.72-6611-121-E3C-001 (Estaqueamento);

[14] DE-4450.72-6611-131-E3C-005 (Estruturas);

[15] DE-4450.72-6611-131-E3C-001 (Estrutura dos Dolfins de Atracação – Fôrmas e Detalhes);

[16] DE-4450.72-6611-131-E3C-002 (Estrutura dos Dolfins de Amarração – Fôrmas e Detalhes);

[17] DE-4450.72-6611-131-E3C-003 (Estrutura da Nova Plataforma de Operações – Planta e Cortes);

[18] DE-4450.72-6611-131-E3C-004 (Detalhes);

[19] DE-4450.72-6611-140-E3C-001 (Passarelas de Acesso aos Dolfins de Atracação e Guarda-Corpo);

[20] LI-4450.72-6611-950-E3C-001 (Quantitativos de equipamentos, materiais e serviços);

[21] MD-4450.72-6611-950-E3C 001 (Descritivo de serviços e materiais para implantação);

## 3.2. DOCUMENTOS RECEBIDOS

a) Especificação técnica para contratação dos serviços, elaborado em 2022:

[22] ET-4450.72-6000-940-PTD-001_R0_F1-18_rodizio: Especificação técnica;

b) Projeto conceitual do píer 100, elaborados em 2019:

[23] DE-4450.72-6611-100-PTD-001_R0_F1-1 (Desenho de levantamento de campo da plataforma existente – Projeto conceitual);

[24] DE-4450.72-6611-941-PTD-001_R0_F1-1 - Proposta de revisão (Dolfins de atracação – Pier 100 – Projeto conceitual);

[25] DE-4450.72-6611-942-PTD-001_R0_F1-1 (Planta de Locação/ Dolfins de atracação – Píer 100);

OBS: Referência 4 apresenta batimetria;

c) Projeto conceitual dos dolfins (píer 1) e reforço/ recuperação dos píeres 1 e 2, elaborado em 2019:

[26] MD-4450.72-6611-941-PTD-001_R0_F1-17 (memorial descritivo);

[27] MC-4450.72-6611-962-PTD-001_R0_F1-20 (memorial de cálculo);

Obs: Referência 5 apresenta diversos critérios relevantes, ambientais, etc.;

d) Memória de cálculo e projeto dos dolfins de amarração existentes:

[28] Projeto píer 1 - Dolfins amarração MC, elaborado em setembro de 2004;

Obs: Referência 6 apresenta sondagens;

[29] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 1.pdf;

[30] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 2.pdf;

[31] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 3.pdf;

[32] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 4.pdf;

[33] Projeto píer 1 - Dolfins amarração MC.pdf;

e) Anteprojeto de dragagem do Terminal de Miramar (PA), elaborado em 2017:

[34] 2017.08.02_19_Anteprojeto de Dragagem Belém.pdf;

f) Projeto básico da obra de dragagem nos píeres, elaborado em 2010:

[35] DE-4450.72-6631-934-LAQ-001_R0_F1-1.DWG (Planta de Situação);

g) Carta de correntes de maré Rio Pará, elaborado em 1962:

[36] Corrente ccm-salinopolis-a-belem.pdf;

h) Sondagens:

[37] Sondagem 2007 e 2008 Croquis.pdf;

[38] Sondagem 2007-11.pdf;

[39] Sondagem 2008-01.pdf;

[40] Sondagem 2008-02.pdf;

[19] Sondagem 2009-03.pdf;

[41] Sondagem 2010-03.pdf;

i) Batimetria:

[42] Batimetria 2002.DWG;

[43] Batimetria 2004.dwg;

[44] Batimetria 2005.DWG;

[45] Batimetria 2005.pdf;

[46] Batimetria 2017.pdf;

j) Dados de navios:

[47] PORT INFORMATION BELEM Atualizacao 2021.pdf;

[48] Portaria nº 67-CPAOR Calado Maximo Operacional 7,60m Miramar.pdf;

[49] Rebocador LACERTA 27-04-2018 - porto de Miramar.pdf;
[50] Relação de Balsas.pdf;
[51] Relação de Navios.pdf;

k) Geometria Píer 1 - levantamento de campo da estrutura principal:
[52] DE-4450.72-6611-100-PTD-002_R0_F1-1.dwg;
[53] DE-4450.72-6611-100-PTD-002_R0_F1-1.pdf;
[54] Informações geometria plataforma pier 100.txt;

l) Esforços de amarração no píer 100 com novos dolfins de atracação:
[55] MC-4450.72-6610-962-PTD-003_R0_F1-12.pdf (memória de cálculo);
[56] MC-4450.72-6611-962-PTD-002_R0_F00001-92-01.pdf.

## 3.3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

[57] https://www.naval.com.br/ngb/P/P005/P005.htm (Dados de embarcação)
[58] https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/File/Aqu/AQU_3_4_2_1_2_3.XLSX&ved=2ahUKEwj-geLVh4r5AhWWFrkGHXx4AQkQFnoECAcQAQ&usg=AOvVaw1r7wq1u6tv_GEGwL06v-RJ (Relação de embarcações)
[59] Trelleborg Marine and Infraestructure - Fender Systems: Product Brochure (catálogo do fabricante, disponível em https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/resources/brochures)

## 4. DEFINIÇÕES

| | |
|---|---|
| PROPRIETÁRIO | - |
| CONTRATANTE | - |
| CONTRATADA | Empresa vencedora da Cotação CONTRATADA para a Execução das Obras |
| CERTIFICADO | Documentos de qualificação assegurando que o material obedece às especificações aplicáveis |
| LABORATÓRIO DE TESTE | Laboratório especializado para realizar testes e ensaios na obra |
| FISCALIZAÇÃO | Representante a ser nomeado pelo PROPRIETÁRIO para acompanhamento das obras |

## 5. ATIVIDADES INICIAIS E COMPLEMENTARES

### 5.1. INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS

O layout das instalações deverá ser compatível com as obras a serem executadas, devendo ser apresentado juntamente com a proposta técnica da CONTRATADA.

Antes da construção do canteiro de obras, a CONTRATADA deverá apresentar todos os projetos das instalações, de acordo com as normas pertinentes, para a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

As instalações devem atender os requisitos das seguintes normas:

- NBR NM 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;
- NBR 12284 – Áreas de vivência em canteiros de obras.

A CONTRATADA deverá administrar e manter durante todo o período da obra o canteiro de obras em perfeitas condições de utilização, assegurando que as vias de circulação, sinalização, iluminação, edificações administrativas e instalações industriais, sistema de drenagem, sistemas de combate a incêndios, redes de água e elétrica tenham manutenção constante e permaneçam em boas condições de utilização a critério da CONTRATANTE.

### 5.2. ADMINISTRAÇÃO LOCAL

A administração local consiste na alocação em campo de equipe especializada da CONTRATADA para a gerência da execução dos trabalhos relativos à obra em questão. Fazem parte deste serviço, sem se limitar, as seguintes atividades:

- Administração da obra;
- Engenharia e Planejamento;
- Produção;
- Segurança e Saúde do Trabalho;
- Recursos humanos.

5.3. MOBILIZAÇÃO DE PESSOAL

Deverá ser apresentado, juntamente com a proposta técnica, o histograma da mão de obra que será mobilizada para a perfeita execução dos serviços, de acordo com o cronograma contratual.

Fazem parte deste serviço, sem se limitar, as seguintes atividades:

- Transporte, hospedagem e despesas diversas dos próprios colaboradores ou subcontratados para preparação da infraestrutura operacional da obra.

5.4. MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Deverá ser apresentado, juntamente com a proposta técnica, o histograma dos equipamentos que serão mobilizados para a perfeita execução dos serviços, de acordo com o cronograma contratual.

Fazem parte deste serviço, sem se limitar, as seguintes atividades:

- Locação e transporte de equipamentos para carga/descarga de materiais e/ou equipamentos especiais;
- Montagem de equipamentos fixos necessários para obra.

5.5. PROVA DE CARGA DINÂMICA

As provas de carga dinâmicas consistem em medições de força e velocidade realizadas durante a cravação ou recravação. Os dados coletados permitem que sejam avaliadas a eficiência do sistema de cravação, as tensões verificadas na estaca, a sua integridade estrutural e a sua capacidade de carga. O método permitirá que informações sejam obtidas durante a própria cravação das estacas com emprego de um analisador de cravação de estacas.

Deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 6122 e NBR 13208.

Além das informações diretas, as estacas serão analisadas mais detalhadamente em escritório com auxílio de software específico que realiza uma modelagem solo-estaca baseada na equação da onda.

Esse método, além da possibilitar a verificação dos resultados obtidos em campo, fornecerá a distribuição da resistência estática da estaca nas parcelas de ponta e de resistência lateral e parâmetros do solo.

O processo será desenvolvido com os seguintes procedimentos:

- Instalação de sensores na estaca;
- Conexão dos sensores ao equipamento de análise que por sua vez é conectado a um gravador de instrumentação, a um osciloscópio, plotter, modem e um micro computador;
- Monitoramento da cravação da estaca;
- Análise em microcomputador;
- Elaboração de relatório técnico para cada estaca.

As estacas a serem ensaiadas serão indicadas pela FISCALIZAÇÃO.

Nos ensaios de carga dinâmica as seguintes cargas de trabalho deverão ser atingidas:

| ESTRUTURA | PERFIL ESTACA | CARGAS DE TRABALHO | |
|---|---|---|---|
| | | COMPRESSÃO (kN) | TRAÇÃO (kN) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| AMPLIAÇÃO PLATAFORMA CENTRAL DE OPERAÇÕES | Ø1219mm e=12,70mm | 1820 | - |
| | Ø914mm e=12,70mm | 1690 | 790 |
| DAM 3, DAM4, DAM5 e DAM6 | Ø762mm e=12,70mm | 1130 | 730 |
| DAT 1 E DAT 2 | Ø1219mm e=12,70mm | 1830 | 1670 |

Devem ser realizados, no mínimo, as seguintes quantidades de ensaios:

| PERFIL DE ESTACA | QUANTIDADE MÍNIMA DE ENSAIOS |
|---|---|
| Ø1219mm e=12,70mm | 1 |
| Ø914mm e=12,70mm | 1 |
| Ø762mm e=12,70mm | 2 |

5.6. SONDAGENS GEOTÉCNICAS

Deverão ser executadas no mínimo de 3 sondagens em profundidades suficientes para uma correta avaliação e investigação do solo, podendo ser aumentado o número de sondagens caso se julgue necessário.

As sondagens deverão ser executadas com emprego de plataforma ou flutuante que possa realizar a prospecção em lâmina d'água de até 16 m.

Todas as sondagens deverão ser referidas ao Zero da DHN.

Os resultados das sondagens deverão ser apresentados através de perfis geotécnicos, contendo todas as informações que caracterizem o solo e/ou a rocha, a resistência à penetração (SPT), o nível do mar no início das sondagens e todas as informações conforme especificadas nas normas técnicas NBR 6484, NBR 7250, NBR 8036 e NBR 6484.

As sondagens deverão ser executadas indicando a cada 1,0 metro o valor de resistência NSPT para os últimos 30 cm dos totais 45 cm de penetração, até alcançar o impenetrável a percussão (NSPT $\geq$ 50).

Etapas de Trabalho:

- Solicitação de autorização à Companhia Docas do Pará (CDP) para execução das sondagens;
- Mobilização de pessoal e equipamentos;
- Locação dos pontos de sondagens;
- Execução das sondagens geotécnicas, inclusive sinalização náutica;
- Elaboração e emissão dos boletins de sondagens.

Normas Técnicas e Recomendações:

As considerações e premissas utilizadas para a execução das sondagens geotécnicas devem seguir as recomendações das edições mais recentes das normas brasileiras publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (A.B.N.T.) e/ou órgãos

competentes, também deverão estar em conformidade com as normas do Porto (CDP) e de navegabilidade da região.

Os documentos relacionados abaixo contêm literatura correlata para a execução das sondagens.

- NBR 6484/2001 – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio;
- NBR 6497/1983 - Levantamento Geotécnico;
- NBR 7181/2016 – Solo – Análise granulométrica;
- NBR 8036/1983 – Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundação de Edifícios – Procedimento;
- DER/SP ET-DE-B00/001 – Serviços Preliminares – Sondagem. Departamento de Estradas de Rodagem. 2006

## 5.7. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO

Todos os levantamentos deverão conter o mesmo padrão de grid, com espaçamento entre linhas aprovado pela FISCALIZAÇÃO antes do início de qualquer levantamento. No entanto o espaçamento não pode ser maior que 10m a menos que a empreiteira seja notificada por escrito. A profundidade deve ser plotada em intervalos de 1m ou qualquer outro intervalo aprovado pela FISCALIZAÇÃO ao longo das linhas de levantamento.

As precisões dos trabalhos deverão atender as seguintes tolerâncias:

| Precisão: | Erro linear: | Eixo Norte: | Eixo Oeste: | Altimétrico: |
|---|---|---|---|---|
| 1:50.000m | 0,05m | 0,05m | 0,05m | 0,10m |

## 5.8. LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO

A batimetria deverá ser executada com ecobatímetro hidrográfico HY 1620 da Tec. Marine, ou equivalente, com precisão de 0,1% da profundidade registro contínuo e papel graduado com resolução gráfica do ecograma de 1cm, com frequência de 208kHz e saída digital por interface serial.

O levantamento deverá ser realizado com afastamento de 10 metros entre os perfis batimétricos paralelos orientados nos azimutes verdadeiros que apresentem uma boa perpendicularidade com as isóbatas locais possibilitando a maior precisão e a melhor definição na determinação das profundidades.

Deverão ser efetuadas na área linhas de verificação, localizadas nas bordas do levantamento, no centro espaçadas de 50 em 50 metros. Estas linhas deverão ser feitas na orientação perpendicular aos perfis regulares.

A batimetria será realizada, com uso de transdutor com frequência aprovada pela Marinha.

Ao longo do levantamento o ecobatímetro será calibrado, no início e no final de cada dia de sondagem, com uma placa metálica fixada a um cabo de aço graduado de metro em metro, arriada abaixo do transdutor mergulhado (draft) a 2 m do nível d'água, esta calibragem será realizada de metro em metro até a profundidade de 10m.

Durante o levantamento batimétrico deverão ser coletados simultaneamente e automaticamente os dados dos equipamentos de posicionamento (DPGS), de obtenção das profundidades (ecobatímetro) pelo programa Hypack Hydrographic Survey Software, versão 2010, ou equivalente

Embarcação para levantamentos

As embarcações para levantamento devem ser equipadas para retirar amostras suspensas de sedimentos.

Antes de iniciar os serviços de investigação e sondagens a empreiteira deve executar testes e obter a aprovação da FISCALIZAÇÃO dos equipamentos e da metodologia utilizados.

Posicionamento dos levantamentos

A posição da embarcação para levantamentos deve ser fixada por meio eletrônico ou ótico com precisão horizontal de ±1,0m com aprovação da FISCALIZAÇÃO. Deve ser estabelecido no início do contrato controle seguro de levantamento por meio de marcos topográficos, aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Níveis de maré

Durante o contrato a empreiteira deve instalar, calibrar e manter um equipamento aprovado de registro automático dos níveis de maré. O equipamento de registro deve ser instalado em local aprovado pela FISCALIZAÇÃO precisamente nivelado e relacionado com o *Chart Datum*.

## 5.9. PROJETO EXECUTIVO

Caberá à CONTRATADA a elaboração de Projeto Executivo em conformidade com o Projeto Básico, com a execução de todos os desenhos, documentos e detalhes complementares e necessários para a realização das obras.

# 6. AMPLIAÇÃO DA PLATAFORMA CENTRAL DE OPERAÇÕES

## 6.1. FUNDAÇÃO

### 6.1.1. ESTACA METÁLICA AÇO ASTM A572 G50 Ø1219mm e=12,70mm – 378kg/m

#### 6.1.1.1. Fornecimento e Fabricação

Compreende o fornecimento dos tubos metálicos, em aço A572 GR50 com diâmetro e espessura de parede e fabricação das estacas conforme o projeto executivo, incluindo todos os equipamentos, materiais, e mão de obra necessária.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos. As características quanto à composição química e propriedades mecânicas devem seguir a norma ASTM A-572 GR50 e a tabela a seguir.

| Propriedades Mecânicas (mínimo) | ASTM A-572 GR50 |
|---|---|
| Limite de Escoamento | 350 Mpa |
| Limite de Resistência à tração | 450 Mpa |

Ao receber o material em obra, deverá ser verificado se o tipo de material e quantidade bate com o especificado em nota fiscal. As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação.

O método de armazenamento deve evitar danos ao material. O empilhamento deve ser feito sobre calços de madeira evitando contato com o solo, posicionando um número suficiente de calços a fim de evitar deflexão no empilhamento. Deverá ser mantido limpo e totalmente drenado.

Os procedimentos de soldagem deverão atender os requisitos da NBR 8800. Além disso, a integridade das soldas deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Tolerâncias dimensionais devem estar de acordo com a NBR 8800.

Os materiais fornecidos pelo fabricante devem apresentar os certificados dos ensaios, assinados pelo responsável técnico, bem como dos controles dimensional e linearidade.

Ensaios de tração e testes de impacto devem ser realizados de acordo com os requisitos da NBR 6152. Os ensaios devem ser realizados em aço nas condições fornecidas.

#### 6.1.1.2. Pintura Antibacteriana

A proteção anticorrosiva das estacas deverá atender o seguinte procedimento:

- Limpeza mediante jateamento abrasivo ao grau Sa 3 - metal branco, conforme norma Petrobrás N-9 - tratamento de superfície através de jato abrasivo e padrão fotográfico da norma ISO 8501-1:1988;
- Aplicação de uma demão de tinta etil silicato inorgânico de zinco contendo no mínimo 75% de zinco na película seca e com espessura seca mínima de 75µm. Produto recomendado como primer em condições de imersão em água salgada, permite um contato elétrico efetivo com substrato proporcionando uma proteção

catódica efetiva em caso de rompimento acidental da barreira física de proteção anticorrosiva que é realizada pelas tintas orgânicas que compõem o restante do sistema;

- Aplicação de tinta intermediária em epóxi poliamida com 47% de sólidos por volume como selante após o primer de fundo em etil silicato inorgânico de zinco que apresenta alta porosidade, devendo ser selada para evitar o aparecimento de bolhas e poros nas demãos subseqüentes, espessura seca mínima de 35µm;
- Aplicação de tinta de acabamento anticorrosiva, de dois componentes à base de alcatrão de hulha epóxi, curada com poliamida de alta espessura e altos sólidos, ótima resistência à umidade, água salgada e abrasão, tinta classe low voc, atendendo às normas Petrobrás N-1265G, COSIPA nte-200025 e USIMINAS ncu-0133 com espessura final seca de 400µm.

#### 6.1.1.3. Transporte e Cravação

O método de transporte das estacas deve evitar danos ao material com a utilização de equipamentos adequados para as cargas manuseadas e alcances requeridos.

A cravação dos tubos metálicos será com emprego de martelo compatível ao tipo de solo e características das estacas, observando as recomendações da NBR6122 e as cotas indicadas no projeto executivo. Caso encontre, durante a cravação, uma camada de solo que não seja possível a cravação do tubo metálico utilizando o martelo de impacto, deverá ser utilizada perfuratriz.

A cravação do tubo metálico deverá ser registrada em boletins específicos contendo características e peso do martelo, altura de queda, cota de arrasamento e nível do pé, locação, identificação da estaca, data de cravação, nega etc.

Antes do início dos trabalhos de cravação será apresentado um modelo de boletim de cravação para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

#### 6.1.1.4. Arrasamento

O arrasamento das estacas deverá ser realizado conforme as recomendações da ABNT NBR 6122 e também conforme os níveis apresentados no projeto executivo.

### 6.1.2. ESTACA METÁLICA AÇO ASTM A572 G50 Ø914mm e=12,70mm – 282kg/m

#### 6.1.2.1. Fornecimento e Fabricação

Compreende o fornecimento dos tubos metálicos, em aço A572 GR50 com diâmetro e espessura de parede e fabricação das estacas conforme o projeto executivo, incluindo todos os equipamentos, materiais, e mão de obra necessária.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos. As características quanto à composição química e propriedades mecânicas devem seguir a norma ASTM A-572 GR50 e a tabela a seguir.

| Propriedades Mecânicas (mínimo) | ASTM A-572 GR50 |
|---|---|
| Limite de Escoamento | 350 Mpa |
| Limite de Resistência à tração | 450 Mpa |

Ao receber o material em obra, deverá ser verificado se o tipo de material e quantidade bate com o especificado em nota fiscal. As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação.

O método de armazenamento deve evitar danos ao material. O empilhamento deve ser feito sobre calços de madeira evitando contato com o solo, posicionando um número suficiente de calços a fim de evitar deflexão no empilhamento. Deverá ser mantido limpo e totalmente drenado.

Os procedimentos de soldagem deverão atender os requisitos da NBR 8800. Além disso, a integridade das soldas deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Tolerâncias dimensionais devem estar de acordo com a NBR 8800.

Os materiais fornecidos pelo fabricante devem apresentar os certificados dos ensaios, assinados pelo responsável técnico, bem como dos controles dimensional e linearidade.

Ensaios de tração e testes de impacto devem ser realizados de acordo com os requisitos da NBR 6152. Os ensaios devem ser realizados em aço nas condições fornecidas.

#### 6.1.2.2. Pintura Antibacteriana

A proteção anticorrosiva das estacas deverá atender o seguinte procedimento:

- Limpeza mediante jateamento abrasivo ao grau Sa 3 - metal branco, conforme norma Petrobrás N-9 - tratamento de superfície através de jato abrasivo e padrão fotográfico da norma ISO 8501-1:1988;
- Aplicação de uma demão de tinta etil silicato inorgânico de zinco contendo no mínimo 75% de zinco na película seca e com espessura seca mínima de 75µm. Produto recomendado como primer em condições de imersão em água salgada, permite um contato elétrico efetivo com substrato proporcionando uma proteção catódica efetiva em caso de rompimento acidental da barreira física de proteção anticorrosiva que é realizada pelas tintas orgânicas que compõem o restante do sistema;
- Aplicação de tinta intermediária em epóxi poliamida com 47% de sólidos por volume como selante após o primer de fundo em etil silicato inorgânico de zinco que apresenta alta porosidade, devendo ser selada para evitar o aparecimento de bolhas e poros nas demãos subseqüentes, espessura seca mínima de 35µm;
- Aplicação de tinta de acabamento anticorrosiva, de dois componentes à base de alcatrão de hulha epóxi, curada com poliamida de alta espessura e altos sólidos, ótima resistência à umidade, água salgada e abrasão, tinta classe low voc, atendendo às normas Petrobrás N-1265G, COSIPA nte-200025 e USIMINAS ncu-0133 com espessura final seca de 400µm.

#### 6.1.2.3. Transporte e Cravação

O método de transporte das estacas deve evitar danos ao material com a utilização de equipamentos adequados para as cargas manuseadas e alcances requeridos.

A cravação dos tubos metálicos será com emprego de martelo compatível ao tipo de solo e características das estacas, observando as recomendações da NBR6122 e as cotas indicadas no projeto executivo. Caso encontre, durante a cravação, uma camada de solo que não seja possível a cravação do tubo metálico utilizando o martelo de impacto, deverá ser utilizada perfuratriz.

A cravação do tubo metálico deverá ser registrada em boletins específicos contendo características e peso do martelo, altura de queda, cota de arrasamento e nível do pé, locação, identificação da estaca, data de cravação, nega etc.

Antes do início dos trabalhos de cravação será apresentado um modelo de boletim de cravação para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

#### 6.1.2.4. Arrasamento

O arrasamento das estacas deverá ser realizado conforme as recomendações da ABNT NBR 6122 e também conforme os níveis apresentados no projeto executivo.

### 6.1.3. PLUG DE CONCRETO ARMADO

#### 6.1.3.1. Fôrmas (tampa de fundo)

Na execução das fôrmas serão utilizadas tábua comum de 14 mm de espessura, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

As formas de fundo não serão retiradas, haja vista a impossibilidade de acesso.

#### 6.1.3.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderência.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;

- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

6.1.3.3. Concreto C40 Submerso com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as

recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

**f) Aditivos**

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

### g) Sílica Ativa

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

### h) Relação Água/Cimento

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

### i) Trabalhabilidade

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

### j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥ 400 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**k) Requisitos de temperatura do concreto**

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

**l) Testes de qualificação de mistura em laboratório**

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;
- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;

- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;

- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

## 6.2. SUPERESTRUTURA

### 6.2.1. CONCRETO PRÉ-MOLDADO

#### 6.2.1.1. Fôrmas

Na execução das fôrmas das peças de concreto armado serão utilizadas chapas de Madeirit resinado de 14 mm de espessura para concreto aparente e tábua comum para concreto não aparente, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

Deverá ser utilizado nas formas preparado especial tipo Desmol ou equivalente, para facilitar a desforma. As formas deverão ser retiradas no mais curto prazo possível, iniciando-se logo em seguida da cura do concreto.

A superfície de apoio do cimbramento deve ser cuidadosamente analisada e deve apresentar condições de suporte, sem recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e/ou a estética da peça a concretar.

Os cimbramentos podem ser metálicos ou de madeira. Devem ser calculados para suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços a serem realizados sobre os mesmos. Devem ser suficientemente escorados,

encunhados, contraventados e apoiados, com o objetivo de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques.

A estrutura do cimbramento deve possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes e sirvam de apoio a fôrmas trepantes, quando for o caso.

Durante os serviços de concretagem, a CONTRATADA deve acompanhar, por meio de equipe especializada, o comportamento do cimbramento, a fim de possibilitar a aplicação de correção e ajustes para pequenas deformações eventualmente apresentadas.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para se obter a resistência adequada do concreto, definida na NBR 6118 e devidamente comprovada por resultados de corpos de prova. O prazo mínimo é de 21 (vinte e um) dias e só pode ser reduzido mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, considerando as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto. O descimbramento deve iniciar pelo afrouxamento das peças, com a retirada das cunhas de madeira, evitando choques ou impactos violentos na peça de concreto. Deve ser feito de forma que a transmissão das cargas à estrutura seja lenta e gradativa. Nos casos de lajes e vigas, o descimbramento deve ser executado do centro dos vãos para as extremidades.

#### 6.2.1.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;
- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

#### 6.2.1.3. Cordoalha CP-190

As características e condições das cordoalhas de aço deverão atender ao disposto na norma NBR 7483. A cordoalha a ser empregada nas estruturas de concreto armado pertence à categoria CP-190 RB (fU $\geq$ 1900 Mpa), e servirá para confecção das alças de içamento dos elementos pré-moldados.

Para armazenamento, transporte e movimentação das cordoalhas de aço deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 7310.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, número da norma e designação (número de fios da cordoalha, categoria, relaxação e diâmetro nominal), de modo que fique perfeitamente identificada sua origem e qualidade.

É necessária a realização de uma verificação visual das cordoalhas, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As cordoalhas devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades. No local de estoque, as cordoalhas não deverão ter contato direto com o solo ou com as intempéries, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As cordoalhas deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das cordoalhas.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6349;
- Ensaio de Relaxação: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7484;
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

#### 6.2.1.4. Concreto C40 com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se

obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

**f) Aditivos**

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

**g) Sílica Ativa**

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

**h) Relação Água/Cimento**

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

**i) Trabalhabilidade**

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos

disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

### j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | $\leq$ 0,45 | $\geq$ 400 |
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | $\leq$ 0,45 | $\geq$400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

### k) Requisitos de temperatura do concreto

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

### l) Testes de qualificação de mistura em laboratório

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;
- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;

- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;
- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

### m) Central Dosadora e Produção de Concreto

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);

- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;
- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

6.2.1.5. Transporte, Içamento e Montagem

Os elementos pré-moldados serão transportados do canteiro de obras até os locais de aplicação, de acordo com a metodologia executiva proposta pela CONTRATADA. Deverão ser posicionados em seus locais definitivos com emprego de guindastes e escorados, quando necessários, com estrutura temporária a ser projetada e executada pela CONTRATADA. A metodologia executiva deverá ser previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

6.2.1.6. Pintura Antibacteriana

As superfícies aparentes do concreto deverão receber argamassa cristalizante do tipo “XYPEX” ou similar, devendo produzir uma superfície cimentícia cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal superfície deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de aplicação deverá ser conforme especificado pela fabricante.

6.2.2. CONCRETO IN LOCO

6.2.2.1. Fôrmas

Na execução das fôrmas das peças de concreto armado serão utilizadas chapas de Madeirit resinado de 14 mm de espessura para concreto aparente e tábua comum para concreto não aparente, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

Deverá ser utilizado nas formas preparado especial tipo Desmol ou equivalente, para facilitar a desforma. As formas deverão ser retiradas no mais curto prazo possível, iniciando-se logo em seguida da cura do concreto.

A superfície de apoio do cimbramento deve ser cuidadosamente analisada e deve apresentar condições de suporte, sem recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e/ou a estética da peça a concretar.

Os cimbramentos podem ser metálicos ou de madeira. Devem ser calculados para suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços a serem realizados sobre os mesmos. Devem ser suficientemente escorados, encunhados, contraventados e apoiados, com o objetivo de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques.

A estrutura do cimbramento deve possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes e sirvam de apoio a fôrmas trepantes, quando for o caso.

Durante os serviços de concretagem, a CONTRATADA deve acompanhar, por meio de equipe especializada, o comportamento do cimbramento, a fim de possibilitar a aplicação de correção e ajustes para pequenas deformações eventualmente apresentadas.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para se obter a resistência adequada do concreto, definida na NBR 6118 e devidamente comprovada por resultados de corpos de prova. O prazo mínimo é de 21 (vinte e um) dias e só pode ser reduzido mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, considerando as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto. O descimbramento deve iniciar pelo afrouxamento das peças, com a retirada das cunhas de madeira, evitando choques ou impactos violentos na peça de concreto. Deve ser feito de forma que a transmissão das cargas à estrutura seja lenta e gradativa. Nos casos de lajes e vigas, o descimbramento deve ser executado do centro dos vãos para as extremidades.

6.2.2.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;
- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

### 6.2.2.3. Concreto C40 com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

### f) Aditivos

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

### g) Sílica Ativa

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

### h) Relação Água/Cimento

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

### i) Trabalhabilidade

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

### j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥ 400 |
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

### k) Requisitos de temperatura do concreto

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

### l) Testes de qualificação de mistura em laboratório

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;

- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;
- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;

- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;
- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento

de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

6.2.2.4. Pintura Antibacteriana

As superfícies aparentes do concreto deverão receber argamassa cristalizante do tipo “XYPEX” ou similar, devendo produzir uma superfície cimentícia cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal superfície deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11

para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de aplicação deverá ser conforme especificado pela fabricante.

## 6.3. ACESSÓRIOS

### 6.3.1. CONTENÇÃO EM CONCRETO ARMADO

#### 6.3.1.1. Demolição de contenção existente

Deverá ser demolida a estrutura de contenção existente situada na interface entre a estrutura existente e a nova estrutura de ampliação da plataforma central de operações, tomando-se o cuidado para não danificar a estrutura da plataforma existente e manter a integridade da estrutura de contenção lateral a ser interligada à estrutura de contenção em concreto armado a ser executada.

Eventuais danos às estruturas existentes deverão ser reparados.

#### 6.3.1.2. Fôrmas

Na execução das fôrmas das peças de concreto armado serão utilizadas chapas de Madeirit resinado de 14 mm de espessura para concreto aparente e tábua comum para concreto não aparente, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

Deverá ser utilizado nas formas preparado especial tipo Desmol ou equivalente, para facilitar a desforma. As formas deverão ser retiradas no mais curto prazo possível, iniciando-se logo em seguida da cura do concreto.

A superfície de apoio do cimbramento deve ser cuidadosamente analisada e deve apresentar condições de suporte, sem recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e/ou a estética da peça a concretar.

Os cimbramentos podem ser metálicos ou de madeira. Devem ser calculados para suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços a serem realizados sobre os mesmos. Devem ser suficientemente escorados, encunhados, contraventados e apoiados, com o objetivo de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques.

A estrutura do cimbramento deve possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes e sirvam de apoio a fôrmas trepantes, quando for o caso.

Durante os serviços de concretagem, a CONTRATADA deve acompanhar, por meio de equipe especializada, o comportamento do cimbramento, a fim de possibilitar a aplicação de correção e ajustes para pequenas deformações eventualmente apresentadas.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para se obter a resistência adequada do concreto, definida na NBR 6118 e devidamente comprovada por resultados de corpos de prova. O prazo mínimo é de 21 (vinte e um) dias e só pode ser reduzido mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, considerando as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto. O descimbramento deve iniciar pelo afrouxamento das peças, com a retirada das

cunhas de madeira, evitando choques ou impactos violentos na peça de concreto. Deve ser feito de forma que a transmissão das cargas à estrutura seja lenta e gradativa. Nos casos de lajes e vigas, o descimbramento deve ser executado do centro dos vãos para as extremidades.

6.3.1.3. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;
- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

6.3.1.4. Concreto C40 com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;

- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

**f) Aditivos**

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

**g) Sílica Ativa**

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

**h) Relação Água/Cimento**

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de

produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

**i) Trabalhabilidade**

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

**j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura**

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥ 400 |
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**k) Requisitos de temperatura do concreto**

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

**l) Testes de qualificação de mistura em laboratório**

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;
- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;
- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;
- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores

de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

### 6.3.2. GUARDA-CORPO – ALTURA 1,10m

#### 6.3.2.1. Fornecimento, Fabricação e Pintura de Estrutura Metálica

Compreende o fornecimento de todos os materiais e componentes, fabricação e pintura para posterior instalação nos locais previstos no projeto.

Todo material utilizado no fornecimento deve ser novo, estar limpo de impurezas e em perfeitas condições de uso.

O aço utilizado deve seguir a lista de materiais expressa no projeto específico. As soldas devem ser de penetração total, exceto onde indicado.

Os chumbadores deverão ser de aço galvanizado a fogo.

O tratamento anticorrosivo deve ser constituído e realizado conforme tabela abaixo na cor a ser definida pela CONTRATANTE.

| PREPARO DE SUPERFÍCIE | TINTAS<br>NÚMERO DE DEMÃOS | ESPESSURA TOTAL<br>(µm) |
|---|---|---|
| Limpeza por Solventes | 1 Demão de epóxi-isocianato – Espessura de 25 µm por demão<br>1 Demão de epóxi de alta espessura curado com poliamida – Espessura de 100 µm por demão | 125 |

As estruturas deverão ser detalhadas e fabricadas de acordo com as normas da ABNT e, na omissão destas, com as seguintes normas:

- AWS D1.1 - Structural Welding Code – Steel;
- ASTM A 325- High Strength Bolts for Structural Steel Joints;
- ASTM A 53 - Welded and Seamless Pipe;
- ASTM A6 - Standard Specification and General Requirements for Rolled Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling;
- AISC - American Institute of Steel Construction, Manual of Steel Construction;
- API RP2A - Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – WSD;
- DIN (Deutsche Industrie Normen): DIN 1050 (Composite structures);
- DIN (Deutsche Industrie Normen): DIN 4114.

O guarda corpo deverá ser executado com materiais especificados no projeto executivo.

6.3.2.2. Transporte e Instalação

Compreende o serviço de transporte, desde o local de armazenagem até o local de instalação, içamento e montagem da estrutura metálica, cuja fabricação havia sido realizada anteriormente.

A estrutura metálica deverá ser fixada seguindo as premissas apresentadas no projeto executivo.

Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar danos ao sistema de revestimento durante o carregamento, transporte, descarga e armazenamento. Todas as cordas e correntes devem ser revestidas de borracha ou de outra forma adequada que ofereça proteção. Devem ser fornecidas madeiras adequadas de proteção para empilhar itens revestidos e estes itens jamais devem ser empilhados diretamente no chão. Peças menores devem ser embaladas (ou colocadas em caixotes).

Tubos pintados devem ser protegidos com uma cobertura de plástico a fim de evitar a contaminação com partículas estranhas de operações externas.

Os guardas corpos serão fixados na estrutura de concreto através de chumbadores especificados em projeto.

Qualquer dano sofrido pela estrutura durante o carregamento, transporte, descarga ou armazenamento deve ser reparado antes da instalação na sua posição definitiva.

6.3.3. DEFENSAS TIPO ARCO – ENERGIA $\geq$ 75 kN.m/m E REAÇÃO $\leq$ 357 kN/m

6.3.3.1. Fornecimento

Fornecimento de todos os documentos de projeto, desenhos, catálogos, manuais para instalação, manutenção e reparo e, informações técnicas com as características geométricas, físicas e mecânicas dos materiais componentes, com certificados que comprovem o desempenho, eficiência e durabilidade. Os manuais deverão ser apresentados em português. Os outros documentos poderão ser apresentados em português ou na língua inglesa;

Os sistemas de defensas deverão possuir defensas do tipo elásticas fixas e deverão ter os seguintes componentes principais:

- Defensas de borracha;
- Acessórios para elementos de fixação do conjunto à estrutura de concreto, que também deverão ter a proteção anti-corrosiva prevista.

As defensas deverão ser entregues pela CONTRATADA, no seu almoxarifado na obra com os certificados dos testes realizados por laboratórios idôneos, previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO, cujos custos correrão por conta do fornecedor.

O fornecimento compreende 16 metros lineares de defensas de borracha do tipo arco e todos os seus acessórios e mais, os "kits" de reparos, peças de reposição e as ferramentas necessárias a sua manutenção, devendo a proponente relaciona-las e quantifica-las.

Caberá ao fornecedor apresentar para aprovação da FISCALIZAÇÃO, antes do início da fabricação, o projeto definitivo e detalhado das defensas, inclusive notas de cálculos justificativos, com as características dos materiais a serem aplicados.

**a) Características das defensas**

As defensas deverão ser fabricadas com borracha capaz de resistir a repetidos impactos e choques provenientes da atracação das embarcações e as condições adversas a que ficam submetidas ao longo do tempo de uso, sem perda de sua forma e elasticidade. Deverão ser fornecidas por fabricantes de comprovada experiência no ramo de defensas marítimas.

A borracha deverá ser natural ou sintética, ou a mistura de ambas, reforçada com negro de fumo (carbon-black), suficientemente resistente ao tempo de uso (envelhecimento), ao óleo, à água do mar, ao rasgo, à oxidação, às altas concentrações de ozônio, a fungos, às bactérias, à abrasão e aos impactos das embarcações. A borracha deverá ser homogênea, com propriedades físicas dentro das normas estabelecidas e isenta de impurezas, bolhas de ar, "cracking" e outros defeitos prejudiciais.

As propriedades físicas da borracha deverão atender as normas, atender a resistência especificada no projeto executivo e deverão ser comprovadas por ensaios em laboratório, de acordo com as normas da ABNT, ASTM, JIS K 6301 ou norma equivalente.

**b) Garantia**

O Fornecedor deverá garantir às defensas fornecidas quanto a qualquer defeito que possa ser atribuído a falha de projeto ou de fabricação, assim como quanto a um desempenho, em serviço, inferior ao constante de sua proposta, dentro das condições normais de operação descritas na especificação básica fornecida pela FISCALIZAÇÃO.

Por desempenho inferior compreende-se o aparecimento prematuro de fissuras, rachaduras, deformações permanentes, desgastes não previstos, etc, ocasionados pela utilização normal do sistema de defensas, durante o prazo de garantia, afetando o seu funcionamento.

A garantia deverá cobrir também a proteção contra a corrosão das partes metálicas, desde que não afetadas por choques ocasionais.

O CONTRATANTE deverá entregar à FISCALIZAÇÃO certificados e termos de garantia das defensas. O prazo de garantia deverá ser, no mínimo de 72 meses após o recebimento das defensas no almoxarifado da CONTRATADA ou de 60 meses após a sua instalação no cais, sob a supervisão do Fornecedor. Será válido o evento que ocorrer em primeiro lugar.

6.3.3.2. Transporte e Instalação

A CONTRATADA deverá elaborar procedimento para transporte, manuseio, armazenamento e instalação das defensas. Este procedimento deve ser entregue previamente para a FISCALIZAÇÃO para aprovação. Todo o transporte, manuseio, armazenamento e instalação devem ser feitos de acordo com as instruções e especificações do fabricante.

As defensas serão transportadas do canteiro de obras até os locais de aplicação de acordo com a metodologia executiva da CONTRATADA, aprovada pela FISCALIZAÇÃO, e posicionadas em seus locais definitivos com emprego de guindastes e seguindo recomendações do fabricante.

6.3.4. JUNTA DE DILATAÇÃO

As juntas de expansão devem ser do tipo Jeene JJ5070VV ou similar, em material resistente a hidrocarbonetos e derivados de petróleo.

As características a serem atendidas pelas juntas de expansão são as seguintes:

- Largura de 50 mm;
- Profundidade de 80 mm;
- Largura do perfil de 50 mm;
- Movimentação máxima negativa de 25 mm;

- Movimentação máxima positiva de 25 mm.

# 7. DOLFIN DE AMARRAÇÃO (4X)

## 7.1. FUNDAÇÃO

### 7.1.1. ESTACA METÁLICA AÇO API 5L GRAU B Ø762mm e=25,40mm – 462kg/m

#### 7.1.1.1. Fornecimento e Fabricação

Compreende o fornecimento dos tubos metálicos, em aço API 5L GR-B com diâmetro e espessura de parede e fabricação das estacas conforme o projeto executivo, incluindo todos os equipamentos, materiais, e mão de obra necessária.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos. As características quanto à composição química e propriedades mecânicas devem seguir a norma API 5L e a tabela a seguir.

| Propriedades Mecânicas (mínimo) | API 5L GR-B |
|---|---|
| Limite de Escoamento | 241 Mpa |
| Limite de Resistência à tração | 414 Mpa |

Ao receber o material em obra, deverá ser verificado se o tipo de material e quantidade bate com o especificado em nota fiscal. As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação.

O método de armazenamento deve evitar danos ao material. O empilhamento deve ser feito sobre calços de madeira evitando contato com o solo, posicionando um número suficiente de calços a fim de evitar deflexão no empilhamento. Deverá ser mantido limpo e totalmente drenado.

Os procedimentos de soldagem deverão atender os requisitos da NBR 8800. Além disso, a integridade das soldas deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Tolerâncias dimensionais devem estar de acordo com a NBR 8800.

Os materiais fornecidos pelo fabricante devem apresentar os certificados dos ensaios, assinados pelo responsável técnico, bem como dos controles dimensional e linearidade.

Ensaios de tração e testes de impacto devem ser realizados de acordo com os requisitos da NBR 6152. Os ensaios devem ser realizados em aço nas condições fornecidas.

#### 7.1.1.2. Fornecimento e Fabricação: Estacas Existentes

Compreende a fabricação das estacas conforme o projeto executivo, incluindo todos os equipamentos, materiais, e mão de obra necessária.

Todos os materiais utilizados na construção devem apresentar os certificados dos ensaios garantindo a integridade estrutural dos perfis, assinados pelo responsável técnico, bem como dos controles dimensional e linearidade. As características quanto à composição química e propriedades mecânicas devem seguir a norma API 5L e a tabela a seguir.

| | |
|---|---|
| Propriedades Mecânicas (mínimo) | API 5L GR-B |
| Limite de Escoamento | 241 Mpa |
| Limite de Resistência à tração | 414 Mpa |

O método de armazenamento deve evitar danos ao material. O empilhamento deve ser feito sobre calços de madeira evitando contato com o solo, posicionando um número suficiente de calços a fim de evitar deflexão no empilhamento. Deverá ser mantido limpo e totalmente drenado.

Os procedimentos de soldagem deverão atender os requisitos da NBR 8800. Além disso, a integridade das soldas deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Tolerâncias dimensionais devem estar de acordo com a NBR 8800.

#### 7.1.1.3. Inspeções e Ensaios: Estacas Existentes

Compreende a inspeção dos tubos metálicos existentes, incluindo todos os equipamentos, materiais, serviços e mão de obra necessária.

Deverá ser realizada inspeção visual a fim de avaliar patologias aparentes.

A integridade dos perfis deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Caso não haja certificados de ensaios de tração e testes de impacto dos tubos existentes, estes devem ser realizados de acordo com os requisitos da NBR 6152. Neste caso, os ensaios devem ser realizados em aço retirado dos perfis existentes e em número suficientemente representativo, sendo o mínimo de 5% dos tubos existentes.

Deverá ser emitido, para cada teste e ensaio, relatório assinado pelo responsável técnico contendo as condições de ensaio e normas aplicadas, bem como a indicação de conformidade ou não conformidade dos perfis e materiais ensaiados em relação às exigências mínimas requeridas para seu reaproveitamento, a serem definidas em projeto executivo.

#### 7.1.1.4. Pintura Antibacteriana

A proteção anticorrosiva das estacas deverá atender o seguinte procedimento:

- Limpeza mediante jateamento abrasivo ao grau Sa 3 - metal branco, conforme norma Petrobrás N-9 - tratamento de superfície através de jato abrasivo e padrão fotográfico da norma ISO 8501-1:1988;
- Aplicação de uma demão de tinta etil silicato inorgânico de zinco contendo no mínimo 75% de zinco na película seca e com espessura seca mínima de 75µm. Produto recomendado como primer em condições de imersão em água salgada, permite um contato elétrico efetivo com substrato proporcionando uma proteção catódica efetiva em caso de rompimento acidental da barreira física de proteção anticorrosiva que é realizada pelas tintas orgânicas que compõem o restante do sistema;
- Aplicação de tinta intermediária em epóxi poliamida com 47% de sólidos por volume como selante após o primer de fundo em etil silicato inorgânico de zinco que apresenta alta porosidade, devendo ser selada para evitar o aparecimento de bolhas e poros nas demãos subseqüentes, espessura seca mínima de 35µm;
- Aplicação de tinta de acabamento anticorrosiva, de dois componentes à base de alcatrão de hulha epóxi, curada com poliamida de alta espessura e altos sólidos,

ótima resistência à umidade, água salgada e abrasão, tinta classe low voc, atendendo às normas Petrobrás N-1265G, COSIPA nte-200025 e USIMINAS ncu-0133 com espessura final seca de 400µm.

7.1.1.5. Transporte e Cravação

O método de transporte das estacas deve evitar danos ao material com a utilização de equipamentos adequados para as cargas manuseadas e alcances requeridos.

A cravação dos tubos metálicos será com emprego de martelo compatível ao tipo de solo e características das estacas, observando as recomendações da NBR6122 e as cotas indicadas no projeto executivo. Caso encontre, durante a cravação, uma camada de solo que não seja possível a cravação do tubo metálico utilizando o martelo de impacto, deverá ser utilizada perfuratriz.

A cravação do tubo metálico deverá ser registrada em boletins específicos contendo características e peso do martelo, altura de queda, cota de arrasamento e nível do pé, locação, identificação da estaca, data de cravação, nega etc.

Antes do início dos trabalhos de cravação será apresentado um modelo de boletim de cravação para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

7.1.1.6. Arrasamento

O arrasamento das estacas deverá ser realizado conforme as recomendações da ABNT NBR 6122 e também conforme os níveis apresentados no projeto executivo.

7.1.2. ESTACA METÁLICA AÇO API 5L GRAU B Ø762mm e=12,70mm – 235kg/m

7.1.2.1. Fornecimento e Fabricação

Compreende o fornecimento dos tubos metálicos, em aço API 5L GR-B com diâmetro e espessura de parede e fabricação das estacas conforme o projeto executivo, incluindo todos os equipamentos, materiais, e mão de obra necessária.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos. As características quanto à composição química e propriedades mecânicas devem seguir a norma API 5L e a tabela a seguir.

| Propriedades Mecânicas (mínimo) | API 5L GR-B |
|---|---|
| Limite de Escoamento | 241 Mpa |
| Limite de Resistência à tração | 414 Mpa |

Ao receber o material em obra, deverá ser verificado se o tipo de material e quantidade bate com o especificado em nota fiscal. As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação.

O método de armazenamento deve evitar danos ao material. O empilhamento deve ser feito sobre calços de madeira evitando contato com o solo, posicionando um número suficiente de calços a fim de evitar deflexão no empilhamento. Deverá ser mantido limpo e totalmente drenado.

Os procedimentos de soldagem deverão atender os requisitos da NBR 8800. Além disso, a integridade das soldas deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Tolerâncias dimensionais devem estar de acordo com a NBR 8800.

Os materiais fornecidos pelo fabricante devem apresentar os certificados dos ensaios, assinados pelo responsável técnico, bem como dos controles dimensional e linearidade.

Ensaios de tração e testes de impacto devem ser realizados de acordo com os requisitos da NBR 6152. Os ensaios devem ser realizados em aço nas condições fornecidas.

7.1.2.2. Fornecimento e Fabricação: Estacas Existentes

Compreende a fabricação das estacas conforme o projeto executivo, incluindo todos os equipamentos, materiais, e mão de obra necessária.

Todos os materiais utilizados na construção devem apresentar os certificados dos ensaios garantindo a integridade estrutural dos perfis, assinados pelo responsável técnico, bem como dos controles dimensional e linearidade. As características quanto à composição química e propriedades mecânicas devem seguir a norma API 5L e a tabela a seguir.

| Propriedades Mecânicas (mínimo) | API 5L GR-B |
|---|---|
| Limite de Escoamento | 241 Mpa |
| Limite de Resistência à tração | 414 Mpa |

O método de armazenamento deve evitar danos ao material. O empilhamento deve ser feito sobre calços de madeira evitando contato com o solo, posicionando um número suficiente de calços a fim de evitar deflexão no empilhamento. Deverá ser mantido limpo e totalmente drenado.

Os procedimentos de soldagem deverão atender os requisitos da NBR 8800. Além disso, a integridade das soldas deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Tolerâncias dimensionais devem estar de acordo com a NBR 8800.

7.1.2.3. Inspeções e Ensaios: Estacas Existentes

Compreende a inspeção dos tubos metálicos existentes, incluindo todos os equipamentos, materiais, serviços e mão de obra necessária.

Deverá ser realizada inspeção visual a fim de avaliar patologias aparentes.

A integridade dos perfis deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Caso não haja certificados de ensaios de tração e testes de impacto dos tubos existentes, estes devem ser realizados de acordo com os requisitos da NBR 6152. Neste caso, os ensaios devem ser realizados em aço retirado dos perfis existentes e em número suficientemente representativo, sendo o mínimo de 5% dos tubos existentes.

Deverá ser emitido, para cada teste e ensaio, relatório assinado pelo responsável técnico contendo as condições de ensaio e normas aplicadas, bem como a indicação de conformidade ou não conformidade dos perfis e materiais ensaiados em relação às exigências mínimas requeridas para seu reaproveitamento, a serem definidas em projeto executivo.

7.1.2.4. Pintura Antibacteriana

A proteção anticorrosiva das estacas deverá atender o seguinte procedimento:

- Limpeza mediante jateamento abrasivo ao grau Sa 3 - metal branco, conforme norma Petrobrás N-9 - tratamento de superfície através de jato abrasivo e padrão fotográfico da norma ISO 8501-1:1988;
- Aplicação de uma demão de tinta etil silicato inorgânico de zinco contendo no mínimo 75% de zinco na película seca e com espessura seca mínima de 75µm. Produto recomendado como primer em condições de imersão em água salgada, permite um contato elétrico efetivo com substrato proporcionando uma proteção catódica efetiva em caso de rompimento acidental da barreira física de proteção anticorrosiva que é realizada pelas tintas orgânicas que compõem o restante do sistema;
- Aplicação de tinta intermediária em epóxi poliamida com 47% de sólidos por volume como selante após o primer de fundo em etil silicato inorgânico de zinco que apresenta alta porosidade, devendo ser selada para evitar o aparecimento de bolhas e poros nas demãos subseqüentes, espessura seca mínima de 35µm;
- Aplicação de tinta de acabamento anticorrosiva, de dois componentes à base de alcatrão de hulha epóxi, curada com poliamida de alta espessura e altos sólidos, ótima resistência à umidade, água salgada e abrasão, tinta classe low voc, atendendo às normas Petrobrás N-1265G, COSIPA nte-200025 e USIMINAS ncu-0133 com espessura final seca de 400µm.

7.1.2.5. Transporte e Cravação

O método de transporte das estacas deve evitar danos ao material com a utilização de equipamentos adequados para as cargas manuseadas e alcances requeridos.

A cravação dos tubos metálicos será com emprego de martelo compatível ao tipo de solo e características das estacas, observando as recomendações da NBR6122 e as cotas indicadas no projeto executivo. Caso encontre, durante a cravação, uma camada de solo que não seja possível a cravação do tubo metálico utilizando o martelo de impacto, deverá ser utilizada perfuratriz.

A cravação do tubo metálico deverá ser registrada em boletins específicos contendo características e peso do martelo, altura de queda, cota de arrasamento e nível do pé, locação, identificação da estaca, data de cravação, nega etc.

Antes do início dos trabalhos de cravação será apresentado um modelo de boletim de cravação para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

7.1.3. PLUG EM CONCRETO ARMADO

7.1.3.1. Fôrmas (tampa de fundo)

Na execução das fôrmas serão utilizadas tábua comum de 14 mm de espessura, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

As formas de fundo não serão retiradas, haja vista a impossibilidade de acesso.

7.1.3.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;
- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

7.1.3.3. Concreto C40 Submerso com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

**f) Aditivos**

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

**g) Sílica Ativa**

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

**h) Relação Água/Cimento**

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

**i) Trabalhabilidade**

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

**j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura**

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥ 400 |
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**k) Requisitos de temperatura do concreto**

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

**l) Testes de qualificação de mistura em laboratório**

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;
- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;
- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;
- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores

de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

## 7.2. SUPERESTRUTURA

### 7.2.1. CONCRETO PRÉ-MOLDADO

#### 7.2.1.1. Fôrmas

Na execução das fôrmas das peças de concreto armado serão utilizadas chapas de Madeirit resinado de 14 mm de espessura para concreto aparente e tábua comum para concreto não aparente, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

Deverá ser utilizado nas formas preparado especial tipo Desmol ou equivalente, para facilitar a desforma. As formas deverão ser retiradas no mais curto prazo possível, iniciando-se logo em seguida da cura do concreto.

A superfície de apoio do cimbramento deve ser cuidadosamente analisada e deve apresentar condições de suporte, sem recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e/ou a estética da peça a concretar.

Os cimbramentos podem ser metálicos ou de madeira. Devem ser calculados para suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços a serem realizados sobre os mesmos. Devem ser suficientemente escorados, encunhados, contraventados e apoiados, com o objetivo de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques.

A estrutura do cimbramento deve possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes e sirvam de apoio a fôrmas trepantes, quando for o caso.

Durante os serviços de concretagem, a CONTRATADA deve acompanhar, por meio de equipe especializada, o comportamento do cimbramento, a fim de possibilitar a aplicação de correção e ajustes para pequenas deformações eventualmente apresentadas.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para se obter a resistência adequada do concreto, definida na NBR 6118 e devidamente comprovada por resultados de corpos de prova. O prazo mínimo é de 21 (vinte e um) dias e só pode ser reduzido mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, considerando as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto. O descimbramento deve iniciar pelo afrouxamento das peças, com a retirada das cunhas de madeira, evitando choques ou impactos violentos na peça de concreto. Deve ser feito de forma que a transmissão das cargas à estrutura seja lenta e gradativa. Nos casos de lajes e vigas, o descimbramento deve ser executado do centro dos vãos para as extremidades.

#### 7.2.1.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 ($f_y \geq 500$ Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;
- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

7.2.1.3. Cordoalha CP-190

As características e condições das cordoalhas de aço deverão atender ao disposto na norma NBR 7483. A cordoalha a ser empregada nas estruturas de concreto armado pertence à categoria CP-190 RB (fU $\geq$ 1900 Mpa), e servirá para confecção das alças de içamento dos elementos pré-moldados.

Para armazenamento, transporte e movimentação das cordoalhas de aço deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 7310.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, número da norma e designação (número de fios da cordoalha, categoria, relaxação e diâmetro nominal), de modo que fique perfeitamente identificada sua origem e qualidade.

É necessária a realização de uma verificação visual das cordoalhas, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As cordoalhas devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades. No local de estoque, as cordoalhas não deverão ter contato direto com o solo ou com as intempéries, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As cordoalhas deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das cordoalhas.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6349;
- Ensaio de Relaxação: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7484;
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

7.2.1.4. Concreto C40 com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

**f) Aditivos**

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

### g) Sílica Ativa

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

### h) Relação Água/Cimento

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

### i) Trabalhabilidade

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

### j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | $\leq$ 0,45 | $\geq$ 400 |
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | $\leq$ 0,45 | $\geq$400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**k) Requisitos de temperatura do concreto**

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

**l) Testes de qualificação de mistura em laboratório**

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;
- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;
- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;

- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto

- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;
- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;

- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR

14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

#### 7.2.1.5. Transporte, Içamento e Montagem

Os elementos pré-moldados serão transportados do canteiro de obras até os locais de aplicação, de acordo com a metodologia executiva proposta pela CONTRATADA. Deverão ser posicionados em seus locais definitivos com emprego de guindastes e escorados, quando necessários, com estrutura temporária a ser projetada e executada pela CONTRATADA. A metodologia executiva deverá ser previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO

#### 7.2.1.6. Pintura Antibacteriana

As superfícies aparentes do concreto deverão receber argamassa cristalizante do tipo “XYPEX” ou similar, devendo produzir uma superfície cimentícia cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal superfície deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de aplicação deverá ser conforme especificado pela fabricante.

### 7.2.2. CONCRETO IN LOCO

#### 7.2.2.1. Fôrmas

Na execução das fôrmas das peças de concreto armado serão utilizadas chapas de Madeirit resinado de 14 mm de espessura para concreto aparente e tábua comum para concreto não aparente, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

Deverá ser utilizado nas formas preparado especial tipo Desmol ou equivalente, para facilitar a desforma. As formas deverão ser retiradas no mais curto prazo possível, iniciando-se logo em seguida da cura do concreto.

A superfície de apoio do cimbramento deve ser cuidadosamente analisada e deve apresentar condições de suporte, sem recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e/ou a estética da peça a concretar.

Os cimbramentos podem ser metálicos ou de madeira. Devem ser calculados para suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços a serem realizados sobre os mesmos. Devem ser suficientemente escorados, encunhados, contraventados e apoiados, com o objetivo de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques.

A estrutura do cimbramento deve possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes e sirvam de apoio a fôrmas trepantes, quando for o caso.

Durante os serviços de concretagem, a CONTRATADA deve acompanhar, por meio de equipe especializada, o comportamento do cimbramento, a fim de possibilitar a aplicação de correção e ajustes para pequenas deformações eventualmente apresentadas.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para se obter a resistência adequada do concreto, definida na NBR 6118 e devidamente comprovada por resultados de corpos de prova. O prazo mínimo é de 21 (vinte e um) dias e só pode ser reduzido mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, considerando as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto. O descimbramento deve iniciar pelo afrouxamento das peças, com a retirada das cunhas de madeira, evitando choques ou impactos violentos na peça de concreto. Deve ser feito de forma que a transmissão das cargas à estrutura seja lenta e gradativa. Nos casos de lajes e vigas, o descimbramento deve ser executado do centro dos vãos para as extremidades.

#### 7.2.2.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;

- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

7.2.2.3. Concreto C40 com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as

recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

**f) Aditivos**

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

### g) Sílica Ativa

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

### h) Relação Água/Cimento

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

### i) Trabalhabilidade

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

### j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥ 400 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**k) Requisitos de temperatura do concreto**

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

**l) Testes de qualificação de mistura em laboratório**

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;
- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;

- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;

- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

#### 7.2.2.4. Pintura Antibacteriana

As superfícies aparentes do concreto deverão receber argamassa cristalizante do tipo “XYPEX” ou similar, devendo produzir uma superfície cimentícia cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal superfície deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de aplicação deverá ser conforme especificado pela fabricante.

## 7.3. ACESSÓRIOS

### 7.3.1. CABEÇOS DE AMARRAÇÃO – SWL 85T

#### 7.3.1.1. Fornecimento

Deverão ser fornecidos até o canteiro de obra 4 novos cabeços de amarração do tipo cruciformes com todos os acessórios novos necessários para sua instalação.

O fornecedor destes dispositivos deverá realizar um detalhamento completo da engenharia e do projeto, assim como produzir toda a especificação e documentação técnica necessária.

**a) Características dos cabeços de amarração**

Os cabeços de amarração devem ser soldados ou fundidos. O corpo do cabeço deve ser em ferro fundido com grafita esferoidal (*Spheroidal Graphite Cast Iron*) de acordo com a ASTM A536.

Tração mínima nos dispositivos de amarração:

- 85t para os cabeços de amarração do tipo cruciforme.

Os chumbadores de fixação deverão ser apresentados conforme projeto executivo.

Todas as superfícies metálicas expostas devem ser protegidas contra a corrosão pela aplicação de um sistema de revestimento de alto desempenho com uma durabilidade de mais de 15 anos de acordo com a norma N-1550 da Petrobrás, condição 2, com espessura mínima de película seca de 300 µm para a tinta de fundo (epóxi “novolac”) e de 70 µm para a tinta de acabamento (poliuretano acrílico) na cor a ser definida pela CONTRATANTE.

**a) Garantia**

O Fornecedor deverá garantir os cabeços de amarração fornecidos quanto a qualquer defeito que possa ser atribuído a falha de projeto ou de fabricação, assim como quanto a um desempenho, em serviço, inferior ao constante de sua proposta, dentro das condições normais de operação descritas na especificação básica fornecida pela FISCALIZAÇÃO.

Por desempenho inferior compreende-se o aparecimento prematuro de fissuras, rachaduras, deformações permanentes, desgastes não previstos, etc, ocasionados pela utilização normal do sistema de amarração, durante o prazo de garantia, afetando o seu funcionamento.

A garantia deverá cobrir também a proteção contra a corrosão das partes metálicas, desde que não afetadas por choques ocasionais.

O CONTRATANTE deverá entregar à FISCALIZAÇÃO certificados e termos de garantia dos cabeços de amarração. O prazo de garantia deverá ser, no mínimo de 72 meses após o recebimento dos cabeços de amarração no almoxarifado da CONTRATADA ou de 60 meses após a sua instalação no cais, sob a supervisão do Fornecedor. Será válido o evento que ocorrer em primeiro lugar.

7.3.1.2. Transporte e Instalação

A CONTRATADA deverá elaborar procedimento de transporte, manuseio, armazenamento e instalação dos cabeços de amarração e entregues para análise da FISCALIZAÇÃO. Todo o transporte, manuseio, armazenamento e instalação devem ser feitos de acordo com as instruções e especificações do fabricante.

Os cabeços serão transportados do canteiro de obras até os locais de aplicação de acordo com a metodologia executiva da CONTRATADA, aprovada pela FISCALIZAÇÃO, e posicionadas em seus locais definitivos com emprego de guindaste.

A instalação deverá seguir as recomendações do fabricante do acessório, levando em conta que os mesmos serão fixados na plataforma de concreto.

7.3.2. ESCADAS DE ACESSO

7.3.2.1. Fornecimento, Fabricação e Pintura de Estrutura Metálica

Compreende o fornecimento de todos os materiais e componentes, fabricação e pintura para posterior instalação nos locais previstos no projeto.

Todo material utilizado no fornecimento deve ser novo, estar limpo de impurezas e em perfeitas condições de uso.

O aço utilizado deve seguir a lista de materiais expressa no projeto específico. As soldas devem ser de penetração total, exceto onde indicado.

Os chumbadores deverão ser de aço galvanizado a fogo.

O tratamento anticorrosivo deve ser constituído e realizado conforme tabela abaixo na cor a ser definida pela CONTRATANTE.

| PREPARO DE SUPERFÍCIE | TINTAS<br>NÚMERO DE DEMÃOS | ESPESSURA TOTAL<br>(µm) |
|---|---|---|
| Limpeza por Solventes e Limpeza por Jateamento Abrasivo ao Metal Quase Branco Sa 2 1/2 | 1 Demão de epoximastic curado com poliamida – Espessura de 180 µm por demão<br>2 Demão de esmalte poliuretano acrílico alifático – Espessura de 60 µm por demão | 300 |

As estruturas deverão ser detalhadas e fabricadas de acordo com as normas da ABNT e, na omissão destas, com as seguintes normas:

- AWS D1.1 - Structural Welding Code – Steel;
- ASTM A 325 - High Strength Bolts for Structural Steel Joints;
- ASTM A 53 - Welded and Seamless Pipe;
- ASTM A6 - Standard Specification and General Requirements for Rolled Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling;
- AISC - American Institute of Steel Construction, Manual of Steel Construction;
- API RP2A - Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – WSD;
- DIN (Deutsche Industrie Normen): DIN 1050 (Composite structures);
- DIN (Deutsche Industrie Normen): DIN 4114.

7.3.2.2. Fornecimento e Fabricação de Defensa em Madeira

Compreende o fornecimento de todos os materiais e componentes, fabricação e tratamento em autoclave para posterior instalação nos locais previstos no projeto.

Todo material utilizado no fornecimento deve ser novo, estar limpo de impurezas e em perfeitas condições de uso.

A madeira utilizada deve seguir a lista de materiais expressa no projeto específico, devendo ser em madeira de lei com tratamento específico para uso em ambientes marinhos.

O tratamento em autoclave deve seguir as recomendações da NBR 6232, atendendo à categoria de uso 6 da NBR 16143.

As estruturas deverão ser detalhadas e fabricadas de acordo com a NBR 7190.

7.3.2.3. Transporte e Instalação de Estrutura Metálica

Compreende o serviço de transporte, desde o local de armazenagem até o local de instalação, içamento e montagem da estrutura metálica, cuja fabricação havia sido realizada anteriormente.

A estrutura metálica deverá ser fixada seguindo as premissas apresentadas no projeto executivo.

Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar danos ao sistema de revestimento durante o carregamento, transporte, descarga e armazenamento. Todas as cordas e correntes devem ser revestidas de borracha ou de outra forma adequada que ofereça proteção. Devem ser fornecidas madeiras adequadas de proteção para empilhar itens revestidos e estes itens jamais devem ser empilhados diretamente no chão. Peças menores devem ser embaladas (ou colocadas em caixotes).

Tubos pintados devem ser protegidos com uma cobertura de plástico a fim de evitar a contaminação com partículas estranhas de operações externas.

As escadas metálicas serão fixadas na estrutura de concreto através de chumbadores especificados em projeto.

Qualquer dano sofrido pela estrutura durante o carregamento, transporte, descarga ou armazenamento deve ser reparado antes da instalação na sua posição definitiva.

7.3.2.4. Transporte e Instalação de Defensa em Madeira

Compreende o serviço de transporte, desde o local de armazenagem até o local de instalação, içamento e montagem das defensas em madeira, cuja fabricação havia sido realizada anteriormente.

As defensas em madeira deverão ser fixadas seguindo as premissas apresentadas no projeto executivo.

Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar danos à madeira durante o carregamento, transporte, descarga e armazenamento. Todas as cordas e correntes devem ser revestidas de borracha ou de outra forma adequada que ofereça proteção. Devem ser fornecidas madeiras adequadas de proteção para empilhar itens revestidos e estes itens jamais devem ser empilhados diretamente no chão. Peças menores devem ser embaladas (ou colocadas em caixotes).

As defensas em madeira serão fixadas na estrutura de concreto e estrutura metálica através de chumbadores e conectores especificados em projeto.

Qualquer dano sofrido pela estrutura durante o carregamento, transporte, descarga ou armazenamento deve ser reparado antes da instalação na sua posição definitiva.

# 8. DOLFIN DE ATRACAÇÃO (2X)

## 8.1. FUNDAÇÃO

### 8.1.1. ESTACA METÁLICA AÇO ASTM A572 G50 Ø1219mm e=12,70mm – 378kg/m

#### 8.1.1.1. Fornecimento e Fabricação

Compreende o fornecimento dos tubos metálicos, em aço A572 GR50 com diâmetro e espessura de parede e fabricação das estacas conforme o projeto executivo, incluindo todos os equipamentos, materiais, e mão de obra necessária.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos. As características quanto à composição química e propriedades mecânicas devem seguir a norma ASTM A-572 GR50 e a tabela a seguir.

| Propriedades Mecânicas (mínimo) | ASTM A-572 GR50 |
|---|---|
| Limite de Escoamento | 350 Mpa |
| Limite de Resistência à tração | 450 Mpa |

Ao receber o material em obra, deverá ser verificado se o tipo de material e quantidade bate com o especificado em nota fiscal. As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação.

O método de armazenamento deve evitar danos ao material. O empilhamento deve ser feito sobre calços de madeira evitando contato com o solo, posicionando um número suficiente de calços a fim de evitar deflexão no empilhamento. Deverá ser mantido limpo e totalmente drenado.

Os procedimentos de soldagem deverão atender os requisitos da NBR 8800. Além disso, a integridade das soldas deve ser verificada através de ensaio não destrutivo de ultrassom, conforme NBR 6002 e NBR 8862.

Tolerâncias dimensionais devem estar de acordo com a NBR 8800.

Os materiais fornecidos pelo fabricante devem apresentar os certificados dos ensaios, assinados pelo responsável técnico, bem como dos controles dimensional e linearidade.

Ensaios de tração e testes de impacto devem ser realizados de acordo com os requisitos da NBR 6152. Os ensaios devem ser realizados em aço nas condições fornecidas.

#### 8.1.1.2. Pintura Antibacteriana

A proteção anticorrosiva das estacas deverá atender o seguinte procedimento:

- Limpeza mediante jateamento abrasivo ao grau Sa 3 - metal branco, conforme norma Petrobrás N-9 - tratamento de superfície através de jato abrasivo e padrão fotográfico da norma ISO 8501-1:1988;
- Aplicação de uma demão de tinta etil silicato inorgânico de zinco contendo no mínimo 75% de zinco na película seca e com espessura seca mínima de 75µm. Produto recomendado como primer em condições de imersão em água salgada, permite um contato elétrico efetivo com substrato proporcionando uma proteção

catódica efetiva em caso de rompimento acidental da barreira física de proteção anticorrosiva que é realizada pelas tintas orgânicas que compõem o restante do sistema;

- Aplicação de tinta intermediária em epóxi poliamida com 47% de sólidos por volume como selante após o primer de fundo em etil silicato inorgânico de zinco que apresenta alta porosidade, devendo ser selada para evitar o aparecimento de bolhas e poros nas demãos subseqüentes, espessura seca mínima de 35µm;
- Aplicação de tinta de acabamento anticorrosiva, de dois componentes à base de alcatrão de hulha epóxi, curada com poliamida de alta espessura e altos sólidos, ótima resistência à umidade, água salgada e abrasão, tinta classe low voc, atendendo às normas Petrobrás N-1265G, COSIPA nte-200025 e USIMINAS ncu-0133 com espessura final seca de 400µm.

#### 8.1.1.3. Transporte e Cravação

O método de transporte das estacas deve evitar danos ao material com a utilização de equipamentos adequados para as cargas manuseadas e alcances requeridos.

A cravação dos tubos metálicos será com emprego de martelo compatível ao tipo de solo e características das estacas, observando as recomendações da NBR6122 e as cotas indicadas no projeto executivo. Caso encontre, durante a cravação, uma camada de solo que não seja possível a cravação do tubo metálico utilizando o martelo de impacto, deverá ser utilizada perfuratriz.

A cravação do tubo metálico deverá ser registrada em boletins específicos contendo características e peso do martelo, altura de queda, cota de arrasamento e nível do pé, locação, identificação da estaca, data de cravação, nega etc.

Antes do início dos trabalhos de cravação será apresentado um modelo de boletim de cravação para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

#### 8.1.1.4. Arrasamento

O arrasamento das estacas deverá ser realizado conforme as recomendações da ABNT NBR 6122 e também conforme os níveis apresentados no projeto executivo.

### 8.1.2. PLUG EM CONCRETO ARMADO

#### 8.1.2.1. Fôrmas (tampa de fundo)

Na execução das fôrmas serão utilizadas tábua comum de 14 mm de espessura, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

As formas de fundo não serão retiradas, haja vista a impossibilidade de acesso.

#### 8.1.2.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;
- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

### 8.1.2.3. Concreto C40 Submerso com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

### f) Aditivos

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

### g) Sílica Ativa

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

### h) Relação Água/Cimento

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

### i) Trabalhabilidade

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

### j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥ 400 |
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

### k) Requisitos de temperatura do concreto

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

### l) Testes de qualificação de mistura em laboratório

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;

- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;
- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;

- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;
- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento

de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

## 8.2. SUPERESTRUTURA

## 8.2.1. CONCRETO PRÉ-MOLDADO

### 8.2.1.1. Fôrmas

Na execução das fôrmas das peças de concreto armado serão utilizadas chapas de Madeirit resinado de 14 mm de espessura para concreto aparente e tábua comum para concreto não aparente, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

Deverá ser utilizado nas formas preparado especial tipo Desmol ou equivalente, para facilitar a desforma. As formas deverão ser retiradas no mais curto prazo possível, iniciando-se logo em seguida da cura do concreto.

A superfície de apoio do cimbramento deve ser cuidadosamente analisada e deve apresentar condições de suporte, sem recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e/ou a estética da peça a concretar.

Os cimbramentos podem ser metálicos ou de madeira. Devem ser calculados para suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços a serem realizados sobre os mesmos. Devem ser suficientemente escorados, encunhados, contraventados e apoiados, com o objetivo de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques.

A estrutura do cimbramento deve possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes e sirvam de apoio a fôrmas trepantes, quando for o caso.

Durante os serviços de concretagem, a CONTRATADA deve acompanhar, por meio de equipe especializada, o comportamento do cimbramento, a fim de possibilitar a aplicação de correção e ajustes para pequenas deformações eventualmente apresentadas.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para se obter a resistência adequada do concreto, definida na NBR 6118 e devidamente comprovada por resultados de corpos de prova. O prazo mínimo é de 21 (vinte e um) dias e só pode ser reduzido mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, considerando as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto. O descimbramento deve iniciar pelo afrouxamento das peças, com a retirada das cunhas de madeira, evitando choques ou impactos violentos na peça de concreto. Deve ser feito de forma que a transmissão das cargas à estrutura seja lenta e gradativa. Nos casos de lajes e vigas, o descimbramento deve ser executado do centro dos vãos para as extremidades.

### 8.2.1.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;
- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

8.2.1.3. Cordoalha CP-190

As características e condições das cordoalhas de aço deverão atender ao disposto na norma NBR 7483. A cordoalha a ser empregada nas estruturas de concreto armado pertence à categoria CP-190 RB (fU $\geq$ 1900 Mpa), e servirá para confecção das alças de içamento dos elementos pré-moldados.

Para armazenamento, transporte e movimentação das cordoalhas de aço deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 7310.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, número da norma e designação (número de fios da cordoalha, categoria, relaxação e diâmetro nominal), de modo que fique perfeitamente identificada sua origem e qualidade.

É necessária a realização de uma verificação visual das cordoalhas, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As cordoalhas devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades. No local de estoque, as cordoalhas não deverão ter contato direto com o solo ou com as intempéries, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As cordoalhas deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das cordoalhas.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6349;
- Ensaio de Relaxação: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7484;

- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

8.2.1.4. Concreto C40 com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

### e) Manuseios e armazenamento de agregados

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

### f) Aditivos

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

**g) Sílica Ativa**

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

**h) Relação Água/Cimento**

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

**i) Trabalhabilidade**

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

**j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura**

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | $\leq$ 0,45 | $\geq$ 400 |
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | $\leq$ 0,45 | $\geq$400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**k) Requisitos de temperatura do concreto**

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

**l) Testes de qualificação de mistura em laboratório**

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;
- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;
- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;

- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;
- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR

14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

8.2.1.5. Transporte, Içamento e Montagem

Os elementos pré-moldados serão transportados do canteiro de obras até os locais de aplicação, de acordo com a metodologia executiva proposta pela CONTRATADA. Deverão ser posicionados em seus locais definitivos com emprego de guindastes e escorados, quando necessários, com estrutura temporária a ser projetada e executada pela CONTRATADA. A metodologia executiva deverá ser previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO

8.2.1.6. Pintura Antibacteriana

As superfícies aparentes do concreto deverão receber argamassa cristalizante do tipo “XYPEX” ou similar, devendo produzir uma superfície cimentícia cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal superfície deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de aplicação deverá ser conforme especificado pela fabricante.

8.2.2. CONCRETO IN LOCO

8.2.2.1. Fôrmas

Na execução das fôrmas das peças de concreto armado serão utilizadas chapas de Madeirit resinado de 14 mm de espessura para concreto aparente e tábua comum para concreto não aparente, podendo ser substituídas as formas de madeira por formas metálicas. Deverá ser seguida a NBR 14931.

As formas deverão ser estáveis, estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitir movimentos e fuga de nata durante a concretagem.

Deverá ser utilizado nas formas preparado especial tipo Desmol ou equivalente, para facilitar a desforma. As formas deverão ser retiradas no mais curto prazo possível, iniciando-se logo em seguida da cura do concreto.

A superfície de apoio do cimbramento deve ser cuidadosamente analisada e deve apresentar condições de suporte, sem recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e/ou a estética da peça a concretar.

Os cimbramentos podem ser metálicos ou de madeira. Devem ser calculados para suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços a serem realizados sobre os mesmos. Devem ser suficientemente escorados, encunhados, contraventados e apoiados, com o objetivo de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques.

A estrutura do cimbramento deve possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes e sirvam de apoio a fôrmas trepantes, quando for o caso.

Durante os serviços de concretagem, a CONTRATADA deve acompanhar, por meio de equipe especializada, o comportamento do cimbramento, a fim de possibilitar a aplicação de correção e ajustes para pequenas deformações eventualmente apresentadas.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para se obter a resistência adequada do concreto, definida na NBR 6118 e devidamente comprovada por resultados de corpos de prova. O prazo mínimo é de 21 (vinte e um) dias e só pode ser reduzido mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, considerando as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto. O descimbramento deve iniciar pelo afrouxamento das peças, com a retirada das cunhas de madeira, evitando choques ou impactos violentos na peça de concreto. Deve ser feito de forma que a transmissão das cargas à estrutura seja lenta e gradativa. Nos casos de lajes e vigas, o descimbramento deve ser executado do centro dos vãos para as extremidades.

#### 8.2.2.2. Aço CA-50

O aço a ser empregado nas estruturas de concreto armado é o CA-50 (fy $\geq$ 500 Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR 7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço, diâmetro nominal e certificados de qualidade. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser separadas por bitola, estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades e que não tenham contato direto com o solo, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras. Além de limpas para remoção de oxidação superficiais ou resíduos que possam prejudicar sua aderênciA.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado;
- Ensaio de Dobramento: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova;

- Ensaios de Fissuração: o coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477;
- Ensaio de Fadiga: este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.
- Outras Propriedades: outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para a montagem das armaduras deverá ser empregado arame recozido.

O cobrimento deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando for utilizado espaçador de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura.

8.2.2.3. Concreto C40 com Sílica Ativa

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

A resistência característica do concreto à compressão (fck) é de 40MPa.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, deverão ser atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, deverão ser atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. O consumo de cimento deverá ser $\geq$ 400 kg/m$^3$. O concreto deverá ter características de durabilidade compatível com o ambiente marinho.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR 7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios devem ser feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR6156.

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do slump test, determinado em comum acordo com o departamento de qualidade e/ou FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR 6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

As concretagens submersas deverão ser executadas com a utilização de tubo tremie.

A CONTRATADA deverá ter controle de todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um LABORATÓRIO DE TESTES independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se ele não cumprir com as especificações.

**Materiais**

**a) Água**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Três cópias autenticadas de dados de teste de um laboratório aprovado confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima, antes da fabricação inicial do concreto, serão submetidas à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**b) Cimento**

O cimento a ser empregado será do tipo CPIV de Classes 32 ou 40 com teor de 3 % < C3A < 8%, RS (resistente aos sulfatos) ou pozolânico, atendendo os requisitos da NBR 5736 e NBR 5737.

O cimento deve apresentar todas as características estipuladas nas NBR 5732 e NBR 11578.

Onde cimento é entregue em embalagens a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

Os recipientes devem estar limpos antes de encher;

Os recipientes devem ser preenchidos o máximo possível;

Onde o cimento é entregue em sacos, os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito. A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho. A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as

recomendações do fabricante. A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.

**c) Adições cimentícias**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

**d) Agregados**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos e quimicamente inertes. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

**e) Manuseios e armazenamento de agregados**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada com espessura mínima de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto. Esta camada irá garantir uma separação adequada entre o solo e os agregados a serem utilizados.

**f) Aditivos**

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Deverá ser utilizado, obrigatoriamente, aditivo tipo “XYPEX ADMIX C 500” ou “XYPEX BIO-SAN C500” ou similar, devendo produzir formação cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal aditivo deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de dosagem deverá ser conforme especificado pela fabricante.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia.

### g) Sílica Ativa

Deverá ser adicionado ao concreto, obrigatoriamente, entre 5 a 10% de sílica ativa em relação ao peso de cimento, podendo ser utilizado isoladamente ou em conjunto com demais aditivos.

### h) Relação Água/Cimento

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto que a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não devem ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá ser menor ou igual à 0,45.

### i) Trabalhabilidade

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as formas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

### j) Tabela Sintética dos Requisitos do Projeto de Mistura

A característica exigida para a resistência característica à compressão dos cilindros, o consumo mínimo de cimento, relação máxima de água/cimento e tamanho nominal máximo do agregado estão resumidos na tabela a seguir.

| Tipo | Classe de Agressividade Ambiental | Classe do Concreto | Relação Água/Cimento | Consumo mínimo de cimento (kg/m3) |
|---|---|---|---|---|
| Concreto *in loco* | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥ 400 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Concreto pré-moldado | IV | C40 | ≤ 0,45 | ≥400 |

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da forma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da forma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

**k) Requisitos de temperatura do concreto**

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas formas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

**l) Testes de qualificação de mistura em laboratório**

Misturas experimentais devem ser produzidas, utilizando amostras representativas de cimento e agregados. A validação de uma combinação requer, pelo menos, três lotes separados.

Para cada lote, os seguintes ensaios devem ser realizados em concreto fresco:

- Teste de trabalhabilidade com o Slump Test em T0 (final da mistura), conforme NBR NM 67;
- Medição da densidade do concreto fresco, conforme NBR 9833;
- A medição da qualidade do ar e da temperatura do concreto cada vez que um Slump Test seja realizado;
- Avaliação visual do aspecto fresco do concreto (segregação, exsudação).

Para cada lote, preparar um mínimo de oito cilindros de concreto normativo, conforme NBR 5738, coletadas aleatoriamente, conforme NBR 5750, que devem ser:

- Dois para serem ensaiados à compressão aos 3 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 7 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 28 dias;
- Dois para serem ensaiados à compressão aos 56 dias;
- Medição da massa de cada amostra antes da compressão (para o cálculo da densidade);
- Cálculo da densidade do concreto endurecido.

Folha de lote, incluindo todas as referências convenientes, deve ser feita e entregue à FISCALIZAÇÃO. Esta folha deve, no mínimo, incluir:

- Teor de umidade dos agregados;
- Peso de cada componente introduzido no misturador acrescido do peso de origem;
- Ordem de apresentação de cada componente;

- Mistura nominal associada;
- Tempo para mistura;
- Número, data e volume do lote;
- Duração do teste de trabalhabilidade (Slump Test), quanto tempo após o fim da mistura (hora, minuto);
- Propriedades do concreto fresco – ar retido, Slump Test, densidade;
- Temperatura ambiente e umidade, bem como a temperatura do concreto;
- Para cilindros: Procedimento de lançamento, número de amostras por lote, procedimento e duração da cura.

Os resultados de misturas em laboratórios experimentais serão submetidos ao FISCALIZAÇÃO para aprovação.

- Frequência de testes de controle de produção

A produção de mistura deve satisfazer todos os requisitos mencionados nesta especificação, em relação a constituintes, bem como as dosagens e as normas NBR associadas.

Número e data do lote, o tempo de enchimento do caminhão de mistura, o tempo de chegada ao local e tempo de lançamento do concreto, bem como o volume de concretagem;

Localização de lançamento na estrutura ou no elemento de concreto, ou estruturas feitas com este lançamento.

**m) Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

- Armazenamento dos Constituintes
- Agregados

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;
- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar.

- Aditivos

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

- Dosagem de Constituintes

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha CERTIFICADO.

- Produção de Concreto
- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do FISCALIZAÇÃO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela FISCALIZAÇÃO.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de ± 0,5% para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;

- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

**n) Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

Mistura

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

Chuva ou Água de Lavagem

A FISCALIZAÇÃO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

Transporte

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

Lançamento

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para concretagem das estacas, deverá ser usado funil tremonha, que ajuda prevenir a formação de bicheiras.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

Compactação

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da forma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há forma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da forma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na forma.

Intervalo de Lançamento

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a FISCALIZAÇÃO e/ou departamento de qualidade.

Lançamento de Concreto Através da Armadura

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

Exsudação

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na forma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na forma.

Juntas de Expansão

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

Juntas de Vigas e Lajes

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

Vibração

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser cumpridos ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com forma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

Concretagem em Clima Quente

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d´água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a forma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura.

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Caso seja verificado concreto insatisfatório, será feita uma avaliação pontual de cada caso e desenvolvido metodologia de reparo ou substituição própria.

Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de formas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e formas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de formas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32º C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem.

Desforma

O tempo de desforma deverá atender a NBR 12655.

As formas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

#### 8.2.2.4. Pintura Antibacteriana

As superfícies aparentes do concreto deverão receber argamassa cristalizante do tipo “XYPEX” ou similar, devendo produzir uma superfície cimentícia cristalizante insolúvel através dos poros e capilaridades do concreto com efeito selante permanente e comprovado. Tal superfície deverá apresentar alta resistência a substâncias agressivas na faixa de pH 3 a 11 para contato permanente, com comprovada resistência à corrosão microbiologicamente induzida por bactérias redutoras de sulfatos. O critério de aplicação deverá ser conforme especificado pela fabricante.

## 8.3. ACESSÓRIOS

### 8.3.1. PASSARELA METÁLICA

#### 8.3.1.1. Fornecimento, Fabricação e Pintura de Estrutura Metálica

Compreende o fornecimento de todos os materiais e componentes, fabricação e pintura para posterior instalação nos locais previstos no projeto.

Todo material utilizado no fornecimento deve ser novo, estar limpo de impurezas e em perfeitas condições de uso.

O aço utilizado deve seguir a lista de materiais expressa no projeto específico. As soldas devem ser de penetração total, exceto onde indicado.

Os chumbadores deverão ser de aço galvanizado a fogo.

O tratamento anticorrosivo deve ser constituído realizado conforme tabela abaixo na cor a ser definida pela CONTRATANTE.

| PREPARO DE SUPERFÍCIE | TINTAS<br>NÚMERO DE DEMÃOS | ESPESSURA TOTAL<br>(µm) |
|---|---|---|
| Limpeza por Solventes e Limpeza por Jateamento Abrasivo ao Metal Quase Branco Sa 2 1/2 | 1 Demão de epoximastic curado com poliamida – Espessura de 180 µm por demão<br>1 Demão de esmalte poliuretano acrílico alifático – Espessura de 60 µm por demão | 300 |

As estruturas deverão ser detalhadas e fabricadas de acordo com as normas da ABNT e, na omissão destas, com as seguintes normas:

- AWS D1.1 - Structural Welding Code – Steel;
- ASTM A 325 - High Strength Bolts for Structural Steel Joints;
- ASTM A 53 - Welded and Seamless Pipe;
- ASTM A6 - Standard Specification and General Requirements for Rolled Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling;
- AISC - American Institute of Steel Construction, Manual of Steel Construction;
- API RP2A - Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – WSD;
- DIN (Deutsche Industrie Normen): DIN 1050 (Composite structures);
- DIN (Deutsche Industrie Normen): DIN 4114.

A passarela metálica deverá ser executada em aço ASTM A-36 e com eletrodos E 70XX. Os parafusos deverão ser ASTM – A490, galvanizados.

#### 8.3.1.2. Transporte e Instalação

Compreende o serviço de transporte, desde o local de armazenagem até o local de instalação, içamento e montagem da estrutura metálica, cuja fabricação havia sido realizada anteriormente.

A estrutura metálica deverá ser fixada seguindo as premissas apresentadas no projeto executivo.

### 8.3.2. DEFENSAS CÔNICAS – ENERGIA $\geq$ 1045 kN.m E REAÇÃO $\leq$ 1400 kN

#### 8.3.2.1. Fornecimento

Fornecimento de todos os documentos de projeto, desenhos, catálogos, manuais para instalação, manutenção e reparo e, informações técnicas com as características geométricas, físicas e mecânicas dos materiais componentes, com certificados que comprovem o

desempenho, eficiência e durabilidade. Os manuais deverão ser apresentados em português. Os outros documentos poderão ser apresentados em português ou na língua inglesa;

Os sistemas de defensas deverão possuir defensas do tipo elásticas fixas e deverão ter os seguintes componentes principais:

- Defensas de borracha;
- Acessórios para elementos de fixação do conjunto à estrutura de concreto, que também deverão ter a proteção anti-corrosiva prevista.

As defensas deverão ser entregues pela CONTRATADA, no seu almoxarifado na obra com os certificados dos testes realizados por laboratórios idôneos, previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO, cujos custos correrão por conta do fornecedor.

O fornecimento compreende duas defensas cônicas de borracha e todos os seus acessórios e mais os "kits" de reparos, peças de reposição e as ferramentas necessárias a sua manutenção, devendo a proponente relaciona-las e quantifica-las.

Caberá ao fornecedor apresentar para aprovação da FISCALIZAÇÃO, antes do início da fabricação, o projeto definitivo e detalhado das defensas, inclusive notas de cálculos justificativos, com as características dos materiais a serem aplicados.

### a) Características das defensas

As defensas deverão ser fabricadas com borracha capaz de resistir a repetidos impactos e choques provenientes da atracação das embarcações e as condições adversas a que ficam submetidas ao longo do tempo de uso, sem perda de sua forma e elasticidade. Deverão ser fornecidas por fabricantes de comprovada experiência no ramo de defensas marítimas.

A borracha deverá ser natural ou sintética, ou a mistura de ambas, reforçada com negro de fumo (carbon-black), suficientemente resistente ao tempo de uso (envelhecimento), ao óleo, à água do mar, ao rasgo, à oxidação, às altas concentrações de ozônio, a fungos, às bactérias, à abrasão e aos impactos das embarcações. A borracha deverá ser homogênea, com propriedades físicas dentro das normas estabelecidas e isenta de impurezas, bolhas de ar, "cracking" e outros defeitos prejudiciais.

As propriedades físicas da borracha deverão atender as normas, atender a resistência especificada no projeto executivo e deverão ser comprovadas por ensaios em laboratório, de acordo com as normas da ABNT, ASTM, JIS K 6301 ou norma equivalente.

A fabricação do revestimento dos painéis deve obedecer à norma ASTM D6474.

### b) Garantia

O Fornecedor deverá garantir às defensas fornecidas quanto a qualquer defeito que possa ser atribuído a falha de projeto ou de fabricação, assim como quanto a um desempenho, em serviço, inferior ao constante de sua proposta, dentro das condições normais de operação descritas na especificação básica fornecida pela FISCALIZAÇÃO.

Por desempenho inferior compreende-se o aparecimento prematuro de fissuras, rachaduras, deformações permanentes, desgastes não previstos, etc, ocasionados pela utilização normal do sistema de defensas, durante o prazo de garantia, afetando o seu funcionamento.

A garantia deverá cobrir também a proteção contra a corrosão das partes metálicas, desde que não afetadas por choques ocasionais.

O CONTRATANTE deverá entregar à FISCALIZAÇÃO certificados e termos de garantia das defensas. O prazo de garantia deverá ser, no mínimo de 72 meses após o recebimento das defensas no almoxarifado da CONTRATADA ou de 60 meses após a sua instalação no cais, sob a supervisão do Fornecedor. Será válido o evento que ocorrer em primeiro lugar.

8.3.2.2. Transporte e Instalação

A CONTRATADA deverá elaborar procedimento para transporte, manuseio, armazenamento e instalação das defensas. Este procedimento deve ser entregue previamente para a FISCALIZAÇÃO para aprovação. Todo o transporte, manuseio, armazenamento e instalação devem ser feitos de acordo com as instruções e especificações do fabricante.

As defensas e os painéis serão transportados do canteiro de obras até os locais de aplicação de acordo com a metodologia executiva da CONTRATADA, aprovada pela FISCALIZAÇÃO, e posicionadas em seus locais definitivos com emprego de guindastes e seguindo recomendações do fabricante.

8.3.3. CABEÇOS DE AMARRAÇÃO – SWL 85T

8.3.3.1. Fornecimento

Deverão ser fornecidos até o canteiro de obra 2 novos cabeços de amarração do tipo cruciformes com todos os acessórios novos necessários para sua instalação.

O fornecedor destes dispositivos deverá realizar um detalhamento completo da engenharia e do projeto, assim como produzir toda a especificação e documentação técnica necessária.

**a) Características dos cabeços de amarração**

Os cabeços de amarração devem ser soldados ou fundidos. O corpo do cabeço deve ser em ferro fundido com grafita esferoidal (*Spheroidal Graphite Cast Iron*) de acordo com a ASTM A536.

Tração mínima nos dispositivos de amarração:

- 85t para os cabeços de amarração do tipo cruciforme.

Os chumbadores de fixação deverão ser apresentados conforme projeto executivo.

Todas as superfícies metálicas expostas devem ser protegidas contra a corrosão pela aplicação de um sistema de revestimento de alto desempenho com uma durabilidade de mais de 15 anos de acordo com a norma N-1550 da Petrobrás, condição 2, com espessura mínima de película seca de 300 µm para a tinta de fundo (epóxi “novolac”) e de 70 µm para a tinta de acabamento (poliuretano acrílico) na cor a ser definida pela CONTRATANTE.

**c) Garantia**

O Fornecedor deverá garantir os cabeços de amarração fornecidos quanto a qualquer defeito que possa ser atribuído a falha de projeto ou de fabricação, assim como quanto a um desempenho, em serviço, inferior ao constante de sua proposta, dentro das condições normais de operação descritas na especificação básica fornecida pela FISCALIZAÇÃO.

Por desempenho inferior compreende-se o aparecimento prematuro de fissuras, rachaduras, deformações permanentes, desgastes não previstos, etc, ocasionados pela utilização normal do sistema de amarração, durante o prazo de garantia, afetando o seu funcionamento.

A garantia deverá cobrir também a proteção contra a corrosão das partes metálicas, desde que não afetadas por choques ocasionais.

O CONTRATANTE deverá entregar à FISCALIZAÇÃO certificados e termos de garantia dos cabeços de amarração. O prazo de garantia deverá ser, no mínimo de 72 meses após o

recebimento dos cabeços de amarração no almoxarifado da CONTRATADA ou de 60 meses após a sua instalação no cais, sob a supervisão do Fornecedor. Será válido o evento que ocorrer em primeiro lugar.

8.3.3.2. Transporte e Instalação

A CONTRATADA deverá elaborar procedimento de transporte, manuseio, armazenamento e instalação dos cabeços de amarração e entregues para análise da FISCALIZAÇÃO. Todo o transporte, manuseio, armazenamento e instalação devem ser feitos de acordo com as instruções e especificações do fabricante.

Os cabeços serão transportados do canteiro de obras até os locais de aplicação de acordo com a metodologia executiva da CONTRATADA, aprovada pela FISCALIZAÇÃO, e posicionadas em seus locais definitivos com emprego de guindaste.

A instalação deverá seguir as recomendações do fabricante do acessório, levando em conta que os mesmos serão fixados na plataforma de concreto.

## 9. ATIVIDADES FINAIS

### 9.1. LIMPEZA GERAL

No final da obra deverá ser feira uma limpeza geral da obra no canteiro, etc.

Todo o entulho proveniente desta limpeza será de responsabilidade da CONTRATADA e deverá ser removido até um bota fora licenciado pela CONTRATADA, após aprovação da FISCALIZAÇÃO. A CONTRATADA deve considerar em sua proposta bota-fora licenciado a uma distância de até 35 km do local da obra.

Após esta limpeza o local deverá estar pronto para utilização.

### 9.2. DESMOBILIZAÇÃO DE PESSOAL E DE EQUIPAMENTOS

Terminada a obra, a CONTRATADA d eve remover todas as instalações, equipamentos, edificações temporárias, pessoas e demais recursos utilizados na execução dos serviços, deixando a área livre e desimpedida para utilização pelo CONTRATANTE.

### 9.3. DATA BOOK E ‘AS BUILT’

Ao fim dos trabalhos a CONTRATADA deverá fornecer “Data Book” e desenhos “As-built” do projeto executivo em três cópias físicas e digitais. Contendo, sem se limitar a:

Desenhos “As-Built”

Os desenhos objeto de revisão para a condição “as built” deverão ter essa revisão identificada como “As built”. As partes do desenho revisadas deverão ser claramente indicadas e identificadas através de “nuvens”ou outra identificação a se acordada coma FISCALIZAÇÃO. A revisão dos desenhos para a condição “as built” deverá ser feita paralelamente ao avanço da obra objetivando que a sua conclusão coincida com a conclusão da obra.

“Data Book”

O “Data Book” deverá contemplar os seguintes elementos:

- Diários de obra;
- Relatórios geotécnicos (eventuais ensaios executados durante o período de obras);
- Dados do estaqueamento (boletins de cravação, resultados de ensaios PDA e PIT);
- Dados relacionados ao concreto armado (resultados de ensaios, mapa de concretagem, etc);
- Dados relacionados a ensaios de controle de solda;
- Procedimentos utilizados para instalação de acessórios (defensas, cabeços, escadas e trilhos);
- Procedimentos e indicadores de QSMS;
- Relatório fotográfico de evolução da obra.
- A elaboração do “Data Book” deverá ser feita paralelamente ao avanço da obra objetivando que a sua conclusão coincida com a conclusão da obra.

## 10. PRINCIPAIS MATERIAIS PARA EXECUÇÃO DE REPAROS OPERAÇÕES

### 10.1. OBSERVAÇÃO GERAL

Durante a execução e após a conclusão das obras e de cada serviço seus acessos e complementos, devem ser reparados, repintados, reconstruídos ou repostos elementos, materiais, equipamentos, etc., sem ônus para a CONTRATANTE, danificados pela CONTRATADA. Trata-se de danos eventualmente causados às obras ou serviços existentes, a vizinhos ou trabalhos adjacentes, ou a itens já executados da própria obra.

### 10.2. GRAUTE PARA REPARO DE PATOLOGIAS

- Resistência à compressão de cilindros aos 28 dias: fck >= 40 MPa (ABNT NBR 5739 e ABNT NBR 6118);
- Graute do tipo “Super graute Quartzolit” ou similar;
- Base deverá ser preparada conforme instruções do projeto e do fabricante;
- Grauteamento deverá seguir as instruções do fabricante;
- Isento de cloretos;
- 30% de Brita 0 para preenchimento de superfícies até 100 mm;
- Fluidez adequada para grauteamento em espaços confinados;
- Propriedade auto-adensável.
- Adição de impermeabilizante por cristalização.

### 10.3. EPÓXI PARA INJEÇÃO DE FISSURAS

- Epóxi para injeção TECBOND INJEÇÃO WT QUARTZOLIT ou similar;
- Deverá ser adequado para uso em ambiente agressivo;
- Aplicação deverá seguir as instruções do fabricante.

### 10.4. PONTE DE ADERÊNCIA PARA SUPERFÍCIES DE DIFÍCIL ACESSO

- Ponte de aderência do tipo SIKADUR 32 GEL ou similar;
- Deverá ser adequado para uso em ambiente agressivo;
- Aplicação deverá seguir as instruções do fabricante;
- Deverá ser atendido o tempo de pega do fabricante;
- Deverá ser compatível com o concreto base e o concreto ou graute novo a ser empregado.

### 10.5. PONTE DE ADERÊNCIA PARA SUPERFÍCIES VERTICAIS E PEQUENOS REPAROS

- Ponte de aderência do tipo SIKADUR 32 ou similar;
- Deverá ser adequado para uso em ambiente agressivo;
- Aplicação deverá seguir as instruções do fabricante;
- Deverá ser atendido o tempo de pega do fabricante;

- Deverá ser compatível com o concreto base e o concreto ou graute novo a ser empregado

10.6. PROTETOR DE ARMADURAS

- Protetor de armaduras QUARTZOLIT ou similar;
- Deverá ser aplicado nas armaduras existentes que apresentarem notável estado de corrosão;
- Aplicação deverá seguir as instruções do fabricante;
- Deverá impedir o prosseguimento do processo de corrosão, garantindo o aumento da vida útil da seção.

10.7. EPÓXI PARA ANCORAGENS SUBMERSAS

- Epóxi para injeção HILTI HIT-RE 500 V3, ou similar;
- Deverá ser adequado para uso em ambiente agressivo;
- Aplicação deverá seguir as instruções do fabricante.

10.8. EPÓXI PARA ANCORAGEM DAS ARMADURAS

- Epóxi para injeção de armaduras HILTI HIT-RE 100 ou similar;
- A ser empregada com armaduras de aço CA-50 de Ø8 mm até Ø25 mm;
- Aplicação deverá seguir as instruções do fabricante, sobretudo na execução e limpeza dos furos antes da injeção do epóxi;
- Deverão ser atendidos os cobrimentos e comprimentos de ancoragem especificados em projeto.

10.9. ARGAMASSA CONVENCIONAL DE CIMENTO E AREIA

- A ser confeccionada no traço 1:3 em volume;
- Fator de água/cimento de 0,45;
- Deverá ser adequado para uso em ambiente agressivo;
- Deverá ser compatível com o concreto base ou graute novo a ser empregado.

10.10. DEMAIS MATERIAIS

- Barra de aço Ø 8 mm;
- Barra de aço Ø 10 mm;
- Barra de aço Ø 12,5 mm;
- Barra de aço Ø 25 mm;
- Brita 0;
- Niples para injeção de fissuras.

10.11. EQUIPAMENTOS PARA EXECUÇÃO DE REPAROS

Os equipamentos necessários para execução dos reparos estão listados abaixo:

- Marreta;

- Talhadeira;
- Ponteiro;
- Martelo demolidor (máximo 7 kg);
- Mangueira;
- Escovas com cerdas de aço;
- Espátula;
- Jato de areia, água e ar comprimido;
- Compressor;
- Pincel.