

PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E FUNDAÇÕES

00	2/03/2023	EMISSÃO PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E FUNDAÇÕES	Felipe Simões Fernandes
Revisão	Data	Descrição	Aprovador

Número:
Verificador:
Aprovador:



Visualização 3D Projeto Estrutural

Número:
Verificador:
Aprovador:



Responsável Técnico:
 JOSÉ HENRIQUE RESENDE BAESES
 CREA-MG 053341/D
 FELIPE SIMÕES FERNANDES
 CREA-MG 208.992/D

Título do documento:

**MEMORIAL DESCRITIVO, ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E MEMORIAL DE CÁLCULO
 URBANIZAÇÃO ROTATÓRIA CENTRO – JECEABA/MG**

Número	Página:	Revisão:	Tamanho:
27/03/2023	MEN_JEC_URBANIZACAO ROTATORIA CENTRO_EC_V0	001	00
			A4

1. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar os critérios de projeto, o memorial descritivo, as especificações técnicas e o memorial de cálculo das fundações do projeto estrutural da Rotatória do Centro (Rotatoria entre ruas Antonio Isidoro Dias, Agostinho Ribeiro e Bárbara da Fonseca), no Município de Jeceaba-MG.

2. RELAÇÃO DE DESENHOS

Os desenhos que compõem o projeto estrutural seguem listados abaixo:

- 01_A1_JEC_URBANIZAÇÃO ROTATORIA CENTRO_EC_LOC FUND E DET RADIER_V0
- 02_A1_JEC_URBANIZAÇÃO ROTATORIA CENTRO_EC_DET VIGAS PILARES E LAJE_V0

3. CÓDIGOS E NORMAS

ACI American Concrete Institute

ANSI American National Standards Institute ASTM

American Society for Testing and Materials BSS

British Standard Specifications

CEB Comité Euro-Internacional du Béton

DIN Deustches Institut für Normung

ISO International Organization for Standardization

MSHA Mine Safety and Health Administration MTE

Ministério do Trabalho e Emprego

NFPA National Fire Protection Association

NOSA National Occupational Safety Association

OSHA Occupational Safety and Health Administration

EUROCODE European Committee for Standardisation

ASCE American Society of Civil Engineers

O fornecimento completo, incluindo materiais, componentes, fabricação, ensaios, condições de serviço, desempenho e segurança pessoal e operacional, devem estar de acordo com as Normas e Regulamentações indicadas a seguir e devem ser utilizados na sua revisão mais recente.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

NBR 6118 Projeto de Estruturas de Concreto

NBR 6120 Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações

NBR 6122 Projeto e Execução de Fundações

NBR 6123 Forças Devidas ao Vento em Edificações

NBR 7188 Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre

NBR 8681 Ações e Segurança nas Estruturas

NBR 8800 Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios (Métodos dos Estados Limites).

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

NBR 9061 Segurança de escavação a céu aberto

NBR 7480 Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado especificações.

NBR 7481 Tela de Aço Soldada – Armadura para Concreto

NBR 7482 Fios de Aço para Concreto Protendido

NBR 7483 Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido

NBR12655 Concreto de Cimento Portland - Preparo, Controle e Recebimento

NBR 14861 Laje Pré-Fabricada - Painel Alveolar de Concreto Protendido – Requisitos

MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO

NR 3 Embargo e Interdição

NR 8 Edificações

NR 18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

NR 21 Trabalho a Céu Aberto

NR 22 Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração

AISE - ASSOCIATION OF IRON AND STEEL ENGINEERS

Technical Report nº 13 - Guide for the Design and Construction of Mill Buildings.

No caso de conflito entre as Normas e Códigos, regulamentos e recomendações prevalecerão aqueles que prescreverem maior rigor.

3.1. REQUERIMENTOS GERAIS SISTEMA DE UNIDADES

O sistema de medidas adotado para desenvolvimento do projeto é o Sistema Internacional (SI) de Unidades.

3.2. CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS

As estruturas deverão ser classificadas por classe de agressividade ambiental, de acordo com a norma ABNT - NBR-6118. A classe adotada deve ser a classe II.

CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL			
CLASSE	AGRESSIVIDADE	CLASSIFICAÇÃO AMBIENTAL	RISCO DE DETERIORAÇÃO
I	Fraca	Rural – Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana	Pequeno
III	Forte	Marinha – Industrial	Grande
IV	Muito forte	Industrial – Respingos de maré	Elevado

Tabela 1.1: Classe de agressividade ambiental (Referência).

4. MATERIAIS

4.1. CONCRETO

5.1.1. Concreto C10

- Resistência característica à compressão: $f_{ck} \geq 10$ MPa
- Aplicação: Concreto simples para regularização de superfícies.

5.1.2. Concreto C30

- Resistência característica à compressão: $f_{ck} \geq 30$ MPa
- Aplicação: Estruturas de concreto armado (infra, meso e superestrutura).

CONCRETO	TIPO	TIPO DE AGRESSIVIDADE			
		I	II	III	IV
RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
CLASSE DE CONCRETO	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

Tabela 2.1: Aplicação do Concreto (Referência – NBR-6118).

5. ARMADURAS

As armaduras para as estruturas de concreto armado devem satisfazer as condições estabelecidas nas normas ABNT-NBR 7480 e ABNT-NBR 7481. As barras devem ser de fornecedores idôneos e apresentar diâmetros (bitolas) uniformes.

Devem ser utilizadas barras de aço nos diâmetros e categorias (CA-25, CA-50 e CA-60) normalizados. Como referência, ver a Tabela 3.1.

CATEGORIA DO AÇO	APLICAÇÃO
CA25	Armaduras construtivas, grampos, insertos, chumbadores sem função estrutural, espaçadores para pisos, etc.
CA50	Armaduras longitudinais em geral, vigas, pilares, fundações, lajes, caixas, canaletas, muro de arrimo, etc.
CA60	Armaduras transversais, armaduras de distribuição, pisos de concreto, etc.

Tabela 3.1: Aplicação do Aço (Referência)

6. REQUISITOS ESPECÍFICOS

6.1. DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS

As estruturas de concreto devem ser projetadas de modo a assegurar durabilidade e segurança, considerando para isto as recomendações da norma ABNT – NBR 6118, deste critério de projeto e cuidados com:

- Cobrimento mínimo recomendável;
- Fissuração;
- Agressividade do ambiente;
- As formas arquitetônicas e estruturais dos elementos;
- Especificação do concreto a ser utilizado, incluindo resistência, fator água/cimento, módulo de elasticidade e consumo de cimento m³;
 - Detalhamento da armadura observando tipo, diâmetro, distribuição e emendas;
 - Medidas especiais de proteção nos casos de exposição das estruturas a condições agressivas.

6.2. CARGAS NAS ESTRUTURAS

7.2.1. Cargas Permanentes

As cargas permanentes abrangerão, além do peso próprio da estrutura, todos os elementos destinados a revestimentos, enchimentos, alvenaria, divisórias e cobertura, além de todos os elementos que por ela forem permanentemente suportados.

A tabela 4.1 contém os pesos específicos dos materiais comumente empregados no projeto de estruturas de obras industriais.

Os pesos específicos de outros materiais não indicados na Tabela 4.1 devem ser conforme a norma ABNT - NBR 6120, recomendações do Fornecedor ou da disciplina envolvida.

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO (KN/m ³)
1. Concreto simples.	24
2. Concreto armado.	25
3. Argamassas em geral.	12,5 a 21
4. Água.	10
5. Solo (camadas superficiais argilosas c /pedregulho).	16 a 20
6. Aço (para concreto estrutural).	78,5
7. Alvenaria em bloco de concreto.	15
8. Alvenaria em tijolo maciço.	18
9. Alvenaria em tijolos laminados.	13
10. Alvenaria corta-fogo.	17

Tabela 4.1 - Pesos Específicos de Materiais

7.2.1.1. Retração do Concreto

Devem ser considerados no cálculo das estruturas os efeitos desfavoráveis da retração de acordo com a norma ABNT - NBR 6118.

7.2.1.2. Fluência do Concreto

O cálculo das deformações decorrentes da fluência do concreto deve estar em conformidade com o estabelecido da norma ABNT - NBR 6118.

7.2.1.3. Imperfeições Geométricas

No dimensionamento das estruturas, deve ser avaliada a magnitude dos efeitos de segunda ordem decorrentes de possíveis imperfeições geométricas de execução.

7.2.2. Cargas Acidentais

7.2.2.1. Sobrecargas de Operação, Manutenção e Montagem

Sobrecargas devem ser fornecidas pelos fabricantes dos equipamentos e pela Engenharia, através dos respectivos “Diagramas de Carga”.

Para dimensionamento das estruturas as sobrecargas devem ser consideradas nas posições mais desfavoráveis. Estes carregamentos devem ser previstos nos cálculos das fundações.

As cargas devidas à presença de equipamentos não devem ser consideradas cumulativamente (sobre a mesma área de ocupação) com as sobrecargas.

Especial atenção deve ser dada para o caso de cargas uniformemente distribuídas simulando peso de equipamentos sobre um piso. Estas cargas podem ser consideradas para efeito de cálculo de fundações, pilares e vigas que não recebem o apoio direto dos equipamentos. Para efeito de cálculo das peças que recebem diretamente estas solicitações tais como lajes e vigas, por exemplo, dever-se-á levar em consideração o peso do equipamento bem como suas condições de apoio para efeito de avaliação do carregamento.

No dimensionamento dos elementos estruturais devem ser levadas em consideração as sobrecargas de montagem. O valor da sobrecarga deve ser conforme especificação do fabricante do equipamento e da engenharia.

Quando não indicado de outra forma, o valor de referência mínimo para sobrecarga é conforme indicado na Tabela 4.2.

LOCAL	KN/m ²
1. Coberturas de obras industriais (áreas de processo).	2
2. Coberturas de obras industriais (áreas auxiliares).	1
3. Plataforma de acesso, passadiços, etc. (áreas auxiliares).	3
4. Plataforma de operação (áreas de processo).	5
5. Plataforma de manutenção de equipamentos.	6
6. Plataformas de manutenção sujeitas a cargas de equipamentos móveis.	10

Tabela 4.2 - Sobrecargas Mínimas

7.2.3. Carga do vento

Para a análise e determinação dos esforços devido ao vento devem ser seguidos os parâmetros indicados na norma ABNT - NBR 6123. A velocidade característica do vento será calculada com os fatores S1, S2 e S3 de acordo coma

localização da instalação na planta.

7.2.4. Cargas Dinâmicas

As estruturas, edifícios e os suportes estruturais devem ser projetados considerando todas as cargas e ações decorrentes de fontes de vibração, pulsação e impacto.

O projeto de fundações e de bases de equipamentos, sujeitas a cargas e ações dinâmicas, deve levar em consideração as características específicas do equipamento tais como frequência natural e oscilação, em cada estágio da operação.

As fundações e bases sujeitas a cargas de vibração devem ser projetadas de modo a evitar o aparecimento de cargas nocivas que possam levar o conjunto base-equipamento a entrar em regime de ressonância.

A frequência natural da estrutura suporte e a do equipamento em operação devem diferir em pelo menos 30%.

As estruturas sujeitas a ações dinâmicas devem ser verificadas em relação aos Estados Limites de Serviço e Estados Limites de vibração excessiva ou de fadiga dos materiais, conforme critérios estabelecidos na norma ABNT – NBR 6118.

7.2.5. Cargas Móveis

As cargas móveis devem ser dispostas na posição mais desfavorável da estrutura em questão, exceto em casos especiais, devem ser aplicados os requisitos previstos na norma ABNT - NBR 7188.

7.2.6. Impacto

As estruturas que suportam sobrecargas que provocam impactos devem ser dimensionadas considerando-se esta condição. No dimensionamento destas estruturas as cargas devem ser majoradas para incluir este efeito.

O impacto causado pela movimentação de um equipamento deve ser considerado como carga atuando continuamente na fundação. O projeto deve

ser desenvolvido em função das características dos equipamentos e estabelecendo-se coeficientes de majoração convenientes.

Caso não haja indicação em contrário, podem ser adotados os procedimentos de majoração previstos nas normas AISE Technical Report nº 13 e/ ou ABNT – NBR 8800 – Projeto e Execução de Estruturas de Aço.

7.2.7 Empuxo de Terra

A determinação do empuxo de terra nas estruturas deve estar de acordo com os princípios da mecânica dos solos, usando o coeficiente de empuxo ativo ou de repouso nas situações mais desfavoráveis.

Nas áreas onde existam equipamentos pesados ou outras fundações próximas às estruturas enterradas, a sobrecarga deverá ser estudada separadamente.

Nas áreas onde existirem equipamentos pesados, tráfego ou outras fundações próximas às estruturas enterradas, a sobrecarga deverá ser considerada.

7.2.8 Atritos nos apoios

As forças de atrito ao apoio de equipamento sujeito a variações térmicas sobre estruturas deverão ser consideradas de acordo com o indicado nos documentos emitidos pelos fornecedores ou nos diagramas de cargas respectivos.

Quando não se dispuser do valor exato da força de atrito, será adotado o coeficiente de atrito mínimo conforme tabela 4.3.

MATERIAIS	COEFICIENTES DE ATRITO
1. Aço sobre aço.	0,3
2. Aço sobre concreto.	0,5
3. Concreto sobre concreto.	0,7
4. Concreto sobre terreno.	0,58

Tabela 4.3 - Coeficientes de Atrito

6.3. LIMITES PARA DESLOCAMENTOS E ABERTURA DE FISSURAS

Na verificação das estruturas de concreto, quanto ao estado limite de deformações excessivas, devem ser atendidos os valores de deslocamentos limites conforme especificado na norma ABNT - NBR 6118.

As estruturas devem ser dimensionadas de maneira que as aberturas máximas das fissuras não excedam os valores indicados na norma ABNT – NBR 6118, de acordo com a classe de agressividade ambiental II.

7.4 PROTEÇÃO/COBRIMENTO

Para efeito de cobrimento das armaduras das estruturas de concreto armado, devem ser seguidos os valores mínimos nominais especificados na norma ABNT – NBR 6118, levando-se em consideração que as estruturas devem ser executadas com controle rigoroso e rígidos limites de tolerância.

7.5 FUNDAÇÕES

O tipo de fundação a ser adotado bem como a tensão admissível no solo serão definidos de acordo com boletins de Sondagens existentes na área de execução das obras. Entretanto, a profundidade de assentamento da base das fundações, bem como a resistência do solo devem ser verificados pelo responsável pela execução.

7. QUANTITATIVOS PARA PLANILHAS

7.1. TAXA DE ARMADURA

As taxas de armadura das estruturas correntes, dimensionadas de acordo com este Memorial Descritivo, serão de 85 kg/m³ a 110 Kg/m³.

8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS FUNDAÇÕES

8.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para a execução dos serviços de fundação deverão ser seguidas as recomendações e procedimentos descritos na NBR 6122, e no projeto específico.

A Contratada deverá comunicar à fiscalização sobre o início de qualquer

trabalho referente às atividades descritas neste documento.

Qualquer modificação de projeto deverá ser autorizada pela fiscalização, mediante avaliação das eventuais consequências da modificação. A abertura e o reaterro das cavas, quando necessário, deverão ser iniciados somente após a aprovação, pela fiscalização, do plano de escavação a ser apresentado pela Contratada.

Esse plano deverá ser elaborado com base nos projetos e nas condições locais que possam condicionar a execução dos serviços. As fundações deverão obedecer rigorosamente às cotas, alinhamentos e detalhes previstos no projeto.

Quando da ocorrência de quaisquer problemas durante a execução dos serviços, a contratada deverá apresentar relatório informando sobre o ocorrido. São exemplos desses problemas: erros de locação e/ou de elevação, comprimento inferior ao previsto, comprimento maior que o previsto, levantamento de elementos já cravados pela execução de novas estacas, falsa nega, quebra da estaca, problemas de integridade e continuidade, traço inadequado ou resistência inferior do concreto ou argamassa, limpeza inadequada da base, desmoronamento das paredes, entre outros.

Este relatório deverá ser submetido à equipe responsável pelo projeto e conter: locação do elemento de fundação, indicação e dados da investigação geotécnica mais próxima, diagrama de cravação e valores de nega (quando se tratar de estacas cravadas), características do equipamento de cravação ou escavação, registro do monitoramento das estacas hélices ou ômeças, e registro fotográfico, sempre que possível.

Erros de qualquer natureza que comprometam o elemento de fundação ou dúvidas quanto à sua execução, deverão ser comprovados pela contratada.

Para tal, poderão ser utilizadas análises de capacidade de carga e/ou tensão admissível (baseadas em métodos analíticos ou numéricos, desde que as investigações utilizadas para a análise sejam representativas do local), provas de carga Direta (NBR 6489), Estática (NBR 12131) e/ou ensaio Dinâmico (NBR 13208), entre outros. Qualquer das ferramentas citadas acima deverão, antes da execução, ser autorizada pela equipe responsável pelo projeto, sob pena da invalidação das análises. Para avaliação de desempenho, havendo divergência

entre os dados de projeto e os dados executivos, os mesmos deverão ser imediatamente submetidos à análise da equipe responsável pelo projeto.

Dependendo da particularidade de cada situação, poderão ser solicitados:

- Ensaio de campo ou laboratório para definição de novos parâmetros;
- Estudos de capacidade de carga, baseados em investigações próximas à área;

- Ensaio de prova de carga direta, estática ou dinâmica.

As tolerâncias de deslocamento e inclinação dos elementos de fundação, caso não haja no projeto outra especificação, deverão, ao término da execução, estar de acordo com os limites estabelecidos a seguir:

- Elementos isolados: será tolerado desvio, entre o eixo da estaca/tubulão e o ponto de aplicação da carga do pilar, inferior a 10% da menor dimensão da estaca;

- Conjunto de elementos: será tolerado desvio de até 10% do diâmetro das estacas do conjunto;

- Variação da inclinação deverá ser menor ou igual a 1 cm/m.

Nota: Deslocamentos ou inclinações acima do estabelecido neste documento ou pelo projeto implicarão em nova verificação de carga.

8.2. FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS / DIRETAS

Fundações superficiais ou diretas poderão ser definidas como sendo aquelas onde a transferência de carga ao terreno ocorre através de tensões distribuídas sob a base da fundação e quando a base está implantada a uma profundidade que não exceda duas vezes a menor dimensão do elemento de fundação.

8.3. SAPATA ISOLADA, CORRIDA, ASSOCIADA E RADIER

Devido à similaridade da execução de fundações superficiais, a metodologia de execução não será tratada separadamente nesta especificação.

8.3.1. Processo executivo

As etapas necessárias são:

- Escavação manual ou mecânica;
- Preparação da cava e confirmação da resistência da base;
- Colocação da armação;
- Concretagem e reaterro.

A escavação poderá ser executada manualmente, não sendo necessária a utilização de equipamentos e mão-de-obra especializados. Para essa etapa poderão ser utilizadas picaretas, pá, carrinho de mão, corda, balde, bombas, etc. Dependendo da dimensão do elemento de fundação, a escavação poderá ser feita mecanicamente, sendo que a preparação da base e das laterais deverá ser executada manualmente.

8.3.2. Procedimento para controle e verificação das atividades de execução

Os seguintes itens deverão ser verificados:

- Caso a escavação seja mecânica, paralisar a mesma 30 cm antes da cota da base do elemento de fundação. Este trecho de 30 cm deverá ser escavado manualmente;
- Caso a escavação seja em rocha, realizar a remoção de blocos soltos, e caso seja em solo, remover o material solto;
- Realizar inspeção, por engenheiro geotécnico, do material de apoio da base para confirmar a capacidade de suporte do material;
- Regularizar a base da fundação com concreto não estrutural, espessura mínima de 5 cm, garantindo que a superfície final seja plana e horizontal;
- Confrontar a armadura executada com o projeto;
 - Realizar o controle tecnológico do concreto.

9. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS ESTRUTURA

9.1. Concreto

O concreto, objeto desta especificação, é constituído de uma mistura proporcionada de cimento Portland, agregado miúdo, agregado graúdo e água. Poderá ser adicionado um aditivo ao concreto, se necessário.

O concreto a ser empregado na estrutura estará definido nos desenhos do projeto através de sua resistência característica à compressão (f_{ck}).

10.1.1. Cimento Portland comum

O cimento Portland comum deverá obedecer ao especificado na NBR-5732. Os ensaios das amostras do cimento deverão ser executados de acordo com a NBRNM10, no que se refere à finura, pega, expansibilidade, resistência à compressão e análise química.

O cimento em recipiente deverá ser recebido com o acondicionamento original da fábrica, devidamente identificado com a marca do cimento, o seu peso líquido, a marca da fábrica, o local e a data de fabricação. Os recipientes deverão estar em perfeito estado de conservação.

O cimento a granel deverá ser transportado em veículo especial para este fim. O Fabricante deverá enviar, acompanhando cada partida, um certificado indicando o tipo e a marca do cimento, assim como o peso do carregamento.

De acordo com critério pré-estabelecido pela Gerenciadora deverão ser realizados os ensaios de análise química, de finura, de expansibilidade e resistência à compressão. As amostras para ensaio de cimento deverão ser escolhidas de acordo com a NBR-5732.

Para as peças que ficarão aparentes deverá ser utilizado cimento de uma única marca e procedência.

10.1.2. Agregado miúdo

O agregado miúdo para concreto deverá ser a areia natural quartzosa, ou uma mistura de areia natural e areia artificial resultante do britamento de rochas estáveis, de diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8 mm. No caso de se utilizar agregado misturado, a percentagem de areia natural não poderá ser inferior a 50% do total. A areia deverá ser composta por grãos resistentes e estáveis e não conter mais do que as seguintes porcentagens, em peso, de substâncias nocivas:

- argila: 1,5%
- materiais carbonosos: 1,0%
- materiais pulvulentos: 3,0%

O agregado miúdo deverá obedecer ao especificado na NBR-7211 e ser ensaiado de acordo com as normas NBR-7216, 7218, 7221, NM46, 49 e 248.

O agregado miúdo deverá ser completamente lavado antes de entregue na obra. Poderá prescindir-se da lavagem quando os ensaios demonstrarem não

ser necessário.

10.1.3. Agregado graúdo

O agregado graúdo para concreto é o pedregulho natural ou a pedra britada proveniente do britamento de rochas estáveis, de diâmetro mínimo superior a 4,8 mm, sendo que a sua dimensão máxima deverá atender ao prescrito na NBR-6118, sendo considerado em projeto o valor máximo de 19mm.

Deve ser composto de grânulos resistentes e estáveis e não conter mais do que as seguintes porcentagens, em peso, de substâncias nocivas:

- torrões de argila: 0,25%
- materiais pulverulentos: 3,0%

O agregado graúdo deverá obedecer ao especificado na NBR-7211 e ser ensaiado de acordo com as normas NBR-7216, 7218, NM46.

O agregado graúdo deverá ser completamente lavado antes de entregue na obra, seja qual for sua procedência, quando considerado necessário pela Gerenciadora.

10.1.4. Água para amassamento de concreto e lavagem de agregados

A água para amassamento de concreto e lavagem de agregados deverá ser isenta de substâncias estranhas. Presumem-se satisfatórias as águas potáveis e as que tenham pH entre 5,8 e 8,0 e respeitem os seguintes limites máximos:

- Matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido): 3 mg/l
- Resíduo sólido: 5000 mg/l
- Sulfatos (em íons SO₄): 300 mg/l
- Cloretos (em íons C): 500 mg/l
- Açúcar: 5 mg/l

Obs.: os limites acima incluem as substâncias trazidas ao concreto pelos agregados.

A água não poderá conter impurezas em quantidades tais que causem uma variação do tempo de pega do cimento Portland de mais de 25%, nem uma redução nas tensões admissíveis da argamassa de mais de 5%, comparadas com os resultados obtidos com o uso de água destilada.

10.1.5. Aditivos

Para condições particulares de trabalho do concreto, ao mesmo poderá ser acrescentado aditivo adequado a cada caso, de acordo com as Especificações de projeto. Quando não existir qualquer indicação para uso de aditivo nas especificações, a Contratada poderá propor o uso de aditivos no concreto e, neste caso, deverá encaminhar pedido por escrito, à Gerenciadora, no qual especificará os tipos e proporções dos aditivos que usará.

Os aditivos visarão modificar a qualidade do concreto, quanto ao tempo de pega, trabalhabilidade, impermeabilidade, resistência à abrasão ou ao ataque de substâncias agressivas.

Serão aceleradores ou retardadores de pega, incorporadores de ar, plastificantes ou impermeabilizantes, constituídos por produtos de uso consagrado, produzidos por fabricantes idôneos, que deverão ser sempre usados de acordo com as especificações de fábrica e após ensaios prévios quanto ao conteúdo e compatibilidade com o cimento e os agregados.

Os aditivos deverão obedecer ao especificado na NBR-11768 e ser ensaiados de acordo com as normas NBR-6294, NBR-10908 e NBR-12317.

10.1.6. Aço para armaduras

Os tipos de aço a serem utilizados são os indicados nos desenhos de projeto. O aço para armaduras deverá obedecer ao especificado nas normas NBR-7480 e NBR-7481 e ser ensaiado de acordo com as normas NBR-5916, NBR-ISO6892, NBR-6153, NBR-7477 e NBR-7478.

10.1.7. Formas

As formas poderão ser de madeira ou metálicas. Quando de madeira, esta deverá ser de boa qualidade, sem curvaturas, não podendo apresentar sinais de apodrecimento e nós soltos.

9.2. ARMAZENAMENTO DOS COMPONENTES DO CONCRETO

10.2.1. Armazenamento do cimento

O cimento deverá ser armazenado de modo a ficar protegido contra intempéries, e a se evitar deterioração, contato com umidade, ou contaminação

com algum outro material até o momento de ser utilizado.

O cimento acondicionado em sacos deverá ser empilhado de modo a permitir facilidades de contagem, renovação de estoque, inspeção e identificação de cada partida. A pilha não deverá ter mais de 10 sacos, salvo quando o tempo de armazenamento for inferior a 15 dias, caso em que poderá ter até 15 sacos.

O cimento em recipiente deverá ser recebido com o acondicionamento original de fábrica, devidamente identificado com o tipo de cimento, o seu peso líquido, a marca da fábrica, o local e a data de fabricação. Os recipientes deverão estar em perfeito estado de conservação.

O cimento a granel deverá ser armazenado de modo a se evitar perdas, assim como contaminação com material estranho e umidade. O armazenamento deverá ser feito de modo que não se misturem cimentos de diferentes procedências, tipos ou partidas. O cimento deverá ser armazenado em tremonhas ou silos de cimento, dependendo da quantidade a ser armazenada.

O cimento a granel deverá ser transportado em veículo especial para este fim. O fabricante deverá enviar, acompanhando cada partida, um certificado indicando o tipo e a marca do cimento, assim como o peso do carregamento.

10.2.2. Armazenamento dos agregados

Os diferentes agregados deverão ser armazenados separados, em condições adequadas de drenagem de modo a não haver possibilidade de se misturarem agregados de tamanhos e tipos diferentes. Igualmente, deverão ser tomadas precauções de modo a não se permitir mistura com materiais estranhos que venham a prejudicar a sua qualidade.

Agregados de dimensões diferentes que se misturarem, só poderão ser aproveitados se forem peneirados ou analisados, de modo a manterem os limites de granulometria especificados. Os agregados que sofrerem contaminação por material estranho só poderão ser aproveitados se forem devidamente lavados. Os agregados que estiverem cobertos de pó aderente ou materiais estranhos, que não satisfaçam às condições de limpeza, deverão ser rejeitados.

9.3. DOSAGEM DA MISTURA

A dosagem deverá ser sempre racional, não sendo admitida dosagem empírica.

O serviço de controle tecnológico do concreto, executado por instituição

especializada e idônea para garantia da qualidade do concreto, deverá dosar amostras experimentais dos diversos tipos de concreto a serem usados na obra, de modo a se obter resultados que satisfaçam às especificações. Para este fim, as fontes de agregados deverão ser selecionadas com uma antecedência mínima de 30 dias, de forma a permitir a realização dos ensaios previstos para os agregados.

A dosagem racional poderá ser feita por qualquer método baseado na relação entre a quantidade de água e o peso do cimento (fator água/cimento), desde que devidamente justificado e submetido à aprovação da Gerenciadora.

A fixação do fator água/cimento dependerá do valor da tensão média de ruptura por compressão exigida pela Gerenciadora. A relação entre as quantidades de agregados miúdo e graúdo, dependentes da natureza dos materiais e da consistência desejada, será obtida por meio de tentativas entre diversas misturas.

A Contratada deverá dosar amostras experimentais dos diversos tipos de concreto a serem usados na obra de modo a obter resultados aceitáveis pela Gerenciadora.

A Contratada, dentro dos limites especificados, poderá variar as proporções da dosagem submetendo amostras para ensaios e aprovação.

Uma vez aceita e aprovada determinada dosagem, a Contratada não poderá introduzir variáveis tais como fonte de obtenção, quantidade, qualidade, granulometria, dosagem ou outras sem que essas modificações sejam submetidas à Gerenciadora para ensaios e aprovação.

Todas as modificações em componentes deverão ser acompanhadas de certificados e dados que identifiquem sua origem e qualidade. Os dados e amostras relativas a essas modificações deverão ser submetidas à aprovação com antecedência suficiente para permitir execução de ensaios e avaliação de resultados antes da fabricação do concreto.

A fixação do fator água/cimento dependerá do valor da consistência desejada, de peculiaridades da obra relativas à sua durabilidade e à prevenção contra retração exagerada, além da resistência característica “f_{ck}” fixada no projeto executivo.

A resistência da dosagem “f_{cj}” obedecerá a condição:

$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 S_d$$

onde: S_d = desvio padrão de dosagem, como definido pela NBR-6118.

A quantidade de água deverá ser corrigida em função da umidade dos agregados.

Os resultados da dosagem do concreto - os “traços” deverão ser fornecidos pela Contratada à Gerenciadora na forma usual C:A:B:R, onde:

C = peso de cimento

A = peso de agregado miúdo

B = peso de agregado graúdo

R = fator água/cimento

A quantidade mínima de cimento por metro cúbico de concreto simples para lastro sob fundações deverá ser de 250 kg/m³.

A dosagem não experimental, feita no canteiro de obras por processo rudimentar, somente será permitida para obras de pequeno vulto, com a permissão expressa da Gerenciadora. O consumo mínimo de cimento por metro cúbico de concreto deverá ser de 300 kg, e a quantidade de água deverá ser a mínima compatível com a trabalhabilidade necessária. Neste caso a medida dos agregados poderá ser feita por volume, considerando os pesos unitários de cada agregado, o teor de umidade dos mesmos e o fenômeno de inchamento da areia, sendo o cimento medido por sacos.

9.4. MISTURA E AMASSAMENTO DO CONCRETO

A mistura e o amassamento poderão ser efetuados de 4 modos:

- Mistura em central de concreto na obra;
- Mistura pronta (concreto pré-misturado) fornecida por empresa especializada;
- Mistura do concreto em betoneira na obra;
- Mistura manual para volumes inferiores a 0,25 m³.

Quando se utilizar uma central de concreto na obra, deverão ser observadas todas as prescrições sobre a dosagem, devendo a mesma ser inspecionada e aprovada pela Gerenciadora antes do início de sua utilização.

Quando for empregado concreto pré-misturado, a Contratada deverá exigir da empresa fornecedora garantias de que sejam preenchidos todos os itens desta especificação sendo, contudo, a Contratada última responsável perante a Gerenciadora.

Os equipamentos de medida deverão permitir ajustamentos nas proporções da mistura quando houver variação do teor de umidade dos

agregados.

Cada material (cimento e cada tipo de agregado) deverá ser pesado separadamente.

O equipamento deverá permitir um controle de descarga de cada material de modo que os erros de medida em relação aos valores teóricos dos pesos dos componentes não excedem os limites seguintes:

Material	para mais	para menos
cimento	3%	1%
agregados	2%	2%
água	1%	1%

A Contratada deverá manter na central pesos padronizados que permitam a verificação de todos os equipamentos, de modo a avaliar a sensibilidade dos mesmos.

As verificações dos equipamentos para medição de água, do cimento e dos aditivos, deverão ser efetuadas a cada 2 semanas e os equipamentos para medição dos agregados deverão ser verificados a cada mês. Após as verificações, a Contratada deverá ajustar inteiramente todos os equipamentos, de modo a mantê-los em perfeito estado de funcionamento. Não serão permitidas misturas com frações de sacos de cimento a não ser que a dosagem do cimento seja feita em peso.

A água poderá ser medida em volume ou em peso. O mecanismo de pesagem deverá ser ajustado de tal forma que não sofra influência das variações de pressão da água na tubulação.

Os agregados deverão ser dosados em peso, exceto em casos especiais autorizados pela Gerenciadora.

Deverá ser levado em conta, na época da mistura, o grau de umidade dos agregados.

A variação de peso devida à umidade, entre cada operação de mistura não deverá ser superior a 7 kg no período de 1 hora, para cada metro cúbico de concreto, ou a 14 kg num período de 4 horas, para esse mesmo volume.

A Contratada deverá manter em operação hidrômetro atuando eletricamente, de forma que em qualquer ocasião possa ser determinada a percentagem de umidade do agregado miúdo, com precisão de 0,5%.

O equipamento de mistura deverá ser capaz de misturar os materiais

componentes no período de tempo especificado conforme itens anteriores de modo a formar uma massa homogênea e descarregar a mistura sem segregação de qualquer componente.

A temperatura dos componentes durante a fabricação do concreto, bem como a temperatura da mistura, no momento do lançamento, não deverá ultrapassar limites razoáveis, de modo a não afetar a resistência do concreto (35 °C).

A betoneira deverá ser carregada de modo que uma parte da água entre inicialmente, precedendo o cimento e os agregados.

Toda a água deverá estar inicialmente na betoneira quando se atingir 1/4 do tempo especificado para o amassamento.

O carregamento da betoneira nunca poderá ultrapassar a capacidade especificada.

O movimento do tambor da betoneira deverá situar entre 14 e 18 rotações por minuto, exceto se indicado diferentemente pelo fabricante. Para volumes de misturas inferiores a 1,5 m³, a mistura deverá continuar, após a colocação de todos os ingredientes, exceto a água, por um período de tempo não inferior a 1 minuto antes de ser iniciada a descarga.

Para volumes de mistura iguais ou superiores a 1,5 m³, o período de mistura deverá ser 1 minuto mais 20 segundos para cada metro cúbico adicional ou fração.

O período de mistura poderá ser reduzido para um período não inferior a 1 minuto, a critério da Gerenciadora.

A mistura será considerada satisfatória se atender aos seguintes requisitos:

A variação no abatimento das amostras tomadas no primeiro e no último quarto da descarga não exceder a 2 cm da média dos 2 valores.

A variação no peso do agregado graúdo m³ de concreto nas mostras tiradas do primeiro e do último quarto, não exceder 65 kg por m³ de concreto da média dos 2 valores.

Os ensaios para demonstrar que a mistura é satisfatória deverão ser feitos de acordo com a Gerenciadora e às custas da Contratada. O tempo de mistura mínimo permissível deverá ser aprovado pela Gerenciadora.

O concreto pré-misturado procedente de empresa especializada deverá

obedecer aos requisitos mínimos desta especificação.

O concreto deverá ser transportado em caminhão betoneira.

Os caminhões-betoneira deverão estar equipados com contadores de voltas, os quais deverão ser montados de tal modo que permitam fácil leitura pela Gerenciadora.

Se for necessário adicionar água ao concreto após a chegada do caminhão-betoneira ao canteiro da obra, o tambor da betoneira deverá dar 30 rotações após a água ser adicionada, antes de se iniciar a descarga.

O intervalo máximo de tempo entre a adição da água fria e o fim do lançamento será de uma hora.

O fabricante do concreto pré-misturado deverá enviar, juntamente com cada carga, documento indicando o tipo, a classe do concreto e o volume liberado (em m³). Deverão ser fornecidos, desde que exigidos pela Gerenciadora, quaisquer outros dados que se fizerem necessários.

Será aceita mistura manual para volumes inferiores a 0,25m³. Essa mistura deverá ser feita em plataformas horizontais e impermeáveis.

A quantidade de agregados será medida em volume, espalhando-se o agregado graúdo em uma camada e em seguida o agregado miúdo, não devendo a espessura total ultrapassar 30 cm. O cimento deverá ser espalhado por cima e a massa total seca deverá ser virada não menos de duas vezes. Será adicionada água limpa e a massa deverá ser virada não menos do que 3 vezes.

10.4.1. CONSISTÊNCIA DO CONCRETO

A consistência do concreto deverá ser verificada sistematicamente, procedendo-se os ensaios necessários.

Os concretos de consistência plástica deverão ser submetidos a ensaios de abatimento (estático) do tronco de cone de acordo com as normas NBR-NM67 e NBR-NM68.

Para concretos rígidos, os quais não apresentarem abatimento sensível quando ensaiados segundo as normas citadas no parágrafo anterior, deverá ser medido o seu "Índice de Rigidez", a ser feito por método adequado que a Contratada deverá submeter à Gerenciadora.

Deverá ser executado um ensaio de abatimento para cada 20 m³ de concreto utilizado.

O concreto deverá ser coletado diretamente na boca de betoneira onde a amostra deverá ser preenchida, compactada e testada.

Os ensaios de abatimento ou de medição do índice de rigidez da mistura deverão ser executados pela Contratada sob supervisão da Gerenciadora.

Os valores-limite admitidos para o abatimento ou o índice de rigidez dos concretos dependendo do tipo de estrutura, serão os constantes do quadro seguinte:

Tipo de Estrutura	Abatimento do tronco de cone (cm)	Índices de rigidez (seg)
Peças de concreto de grandes dimensões com média e alta densidade de armação (lajes, vigas,	3 a 7	10 a 15
Peças de concreto de seção transversal de pequenas dimensões e com alta densidade de armação	5 a 10	10 a 12
Concreto a ser transportado por bombeamento.	10 a 12	-

Quando determinada mistura apresentar abatimentos superiores a 5 cm dos valores da tabela, aquele concreto não poderá ser usado, sendo rejeitado sem ônus para a Gerenciadora.

9.5. TRANSPORTE DO CONCRETO

10.5.1. Condições gerais

O transporte de concreto do local de amassamento para o de lançamento deverá ser feito de modo que não decorram mais do que 30 minutos entre o momento em que se adiciona toda a água à mistura e o momento de lançamento.

O meio de transporte deve ser tal que não produza segregação dos elementos.

Quando o transporte for feito por meio de vagonetas, a velocidade do transporte não poderá ser superior a 20 km/h.

Quando o transporte for feito por meio de correias transportadoras, o ângulo de inclinação das mesmas não poderá ultrapassar:

- 18º para concreto com abatimento até 5 cm.

- 15° para concretos com abatimento de 6 a 10 cm. A

velocidade da correia não deve ser superior a 1 m/seg.

Os transportes devem ser cobertos, com a finalidade de proteger o concreto de chuvas e outras contaminações.

10.5.2. Transporte por bombeamento

Quando o transporte for feito por bombeamento os agregados miúdos deverão ser proporcionados na relação 1:2 e 1:3.

No peso total de agregado miúdo, a quantidade de partículas com dimensões até 0,3 não deverá ultrapassar 15 a 20%.

É recomendável o uso de aditivos plastificantes, de modo que se garanta à mistura uma consistência adequada durante o transporte pelas tubulações.

O fator água/cimento deverá estar compreendido entre 0,5 e 0,65.

O diâmetro máximo do agregado graúdo dependerá do diâmetro da tubulação de transporte. Quando forem empregados agregados de maior diâmetro que os especificados na NBR-7211, recomenda-se a tabela abaixo:

Diâmetro interno da Tubulação (mm)	Dimensão máxima do agregado graúdo (mm)
280	70
200	70
150	40

Antes da admissão de concreto na tubulação, esta deverá ser rigorosamente limpa e lubrificada, passando-se pela mesma, nata de cimento.

Para que a nata se espalhe por toda a superfície interna da tubulação, a mesma deverá ser fechada em uma das extremidades, de modo a impedir a saída da nata garantindo o total umedecimento do tubo.

Deverão ser tomadas providências para que o fluxo de concreto dentro da tubulação não sofra interrupções por obstrução.

Imediatamente após o uso, a tubulação deverá ser limpa completamente por meios mecânicos e em seguida lavada com água corrente.

No caso de transporte por bombeamento, a Contratada deverá observar todas as recomendações contidas nas especificações do fabricante do equipamento.

10.5.3. Transporte de concreto pré-misturado

No caso de transporte de concreto pré-misturado, o intervalo total de tempo

entre o momento da adição da água e o momento do lançamento não poderá ultrapassar 1(uma) hora, exceto quando períodos mais longos de tempo forem admitidos pela Gerenciadora.

Os concretos pré-misturados que apresentarem qualquer sinal de segregação de material não poderão ser utilizados.

9.6. ARMADURAS – REQUISITOS DE CONTROLE E EXECUÇÃO

Os tipos de aço a serem utilizados são os indicados nos desenhos do projeto.

Quando forem adotadas malhas soldadas pré-fabricadas, os desenhos do projeto e suas listas de material indicarão claramente o tipo de malha que deverá ser empregada.

A Contratada deverá inspecionar cada partida de material que chegue à obra, colhendo amostras para ensaio, de acordo com a NBR-7480. Os ensaios deverão ser executados por laboratório ou firma especificada.

Os resultados dos ensaios deverão ser enviados, por escrito, à Gerenciadora.

Antes de serem cortadas, as barras de aço deverão ser desempenadas rigorosamente.

Os trabalhos de desempenamento, corte e dobramento deverão ser executados com cuidado, a fim de que não fiquem prejudicadas as características mecânicas do material.

Para o dobramento das barras, o diâmetro interno da curvatura de uma barra curvada não deverá ser menor que:

- \emptyset para a categoria CA-25
- 15 \emptyset para a categoria CA-50
- 18 \emptyset para a categoria CA-60

Sendo \emptyset o diâmetro da seção transversal da barra em questão.

Quando uma barra tracionada exigir ganchos em suas extremidades, os mesmos estarão considerados no comprimento total do detalhe desta barra.

Os ganchos deverão ser executados de acordo com o especificado na NBR-6118, e poderão ser:

- semi-circulares, com ponta reta de comprimento não inferior a 2 \emptyset ;
- em ângulo de 45°, com ponta reta de comprimento não inferior a 4 \emptyset ;

- em ângulo reto, com ponta reta de comprimento não inferior a $8 \varnothing$. O diâmetro interno de curvatura dos ganchos será pelo menos igual a:

	CA25	CA50	CA60
$\varnothing < 20$	$2,5 \varnothing$	$5 \varnothing$	$6 \varnothing$
$\varnothing = 20$	$5 \varnothing$	$8 \varnothing$	

As barras da armadura exclusivamente de compressão não deverão ter ganchos.

Os estribos deverão ter o diâmetro interno da curvatura segundo os mesmos critérios apresentados. No caso de estribos de $\varnothing 10$ mm, de aços CA50 e CA60 o diâmetro mínimo será $3 \varnothing$.

Todas as barras deverão ser cortadas e dobradas de acordo com os detalhes indicados nos desenhos.

As tolerâncias de fabricação serão as seguintes:

- Comprimento total de barra ± 3 cm
- Estribos ± 1 cm
- Todas as demais barras ± 3 cm

Todas as barras deverão ser instaladas no interior das formas obedecendo-se rigorosamente aos detalhes dos desenhos do projeto.

Eventualmente, algumas barras poderão ser deslocadas de sua posição a fim de se evitarem interferências com outros elementos tais como eletrodutos, chumbadores, etc.

Se as barras tiverem que ser deslocadas de mais de um diâmetro ou de valores que excedem as tolerâncias indicadas na NBR-6118, o novo posicionamento das barras deverá ser submetido à aprovação da Gerenciadora. O espaçamento entre as barras paralelas deverá ser o especificado pela NBR-6118, exceto se indicado diferentemente nos desenhos do projeto.

As emendas das barras das armaduras deverão ser feitas obedecendo-se rigorosamente aos detalhes dos desenhos do projeto.

As locações das emendas, quando não indicadas especificamente nos desenhos do projeto, deverão ser determinadas pela Gerenciadora, baseando-se nos comprimentos comerciais disponíveis para as barras. Deverão ser evitadas emendas em pontos de esforços máximos, porém, quando usadas, deverão obedecer às normas da ABNT.

Os valores das espessuras das camadas de recobrimento das armaduras estarão indicados nos desenhos do projeto.

Antes do início da concretagem, todas as barras deverão estar livres de contaminação tais como argamassas, óleos, tintas, escamas de laminação, escumas de ferrugem, terra, ou qualquer outro material, que aderindo à sua superfície, reduza ou destrua os efeitos da aderência entre o aço e o concreto.

Antes de se iniciarem os trabalhos de lançamento do concreto, toda a armadura montada deverá ser inspecionada pela Gerenciadora, a qual se assegurará de que a montagem está correta, com o que deverá liberar a concretagem.

9.7. FORMAS E ESCORAMENTOS

As formas deverão ser executadas com madeira de boa qualidade, sem curvaturas, não podendo apresentar sinais de apodrecimento e/ou nós soltos.

As formas deverão estar rigorosamente de acordo com as dimensões indicadas nos desenhos do projeto. Sua posição deverá manter-se inalterada durante e após o lançamento do concreto. Qualquer parte da estrutura que se afastar das dimensões e/ou posições indicadas nos desenhos deverá ter a forma removida e substituída sem ônus adicional para a Guardian.

As formas deverão ser rígidas e suficientemente resistentes para receberem todos os esforços que surgirem durante e após o lançamento do concreto.

Para tal, as formas deverão ser devidamente escoradas e contraventadas de modo a não se permitirem deformações e/ou deslocamentos.

As formas de madeira absorventes deverão ser molhadas até a saturação, antes do início do lançamento do concreto, fazendo-se furos para escoamento da água em excesso.

Fendas ou aberturas nas formas com mais de 3 mm de largura, através das quais possam haver vazamentos de argamassa, deverão ser preenchidas devidamente. As fendas com largura de 4 a 10 mm poderão ser calafetadas com estopa enrolada ou com massa pintada com verniz. As fendas com mais de 10 mm de largura deverão ser fechadas com tiras de madeira.

Deverão ser deixadas aberturas provisórias (janelas) nas bases, e em intervalos suficientes, das paredes das formas de colunas e paredes, se necessário, para permitir a limpeza e a inspeção antes de concretagem, assim

como para permitir lançamento de concreto, quando for necessário reduzir a altura de queda livre.

Todos os cantos visíveis de pilares deverão ser chanfrados com um filete triangular de 1,5 cm x 1,5 cm.

As formas para peças de concreto que ficarão expostas deverão ser executadas com madeira compensada nova ou material semelhante, tipo “Madeirit”, com película protetora de filme, tendo juntas conforme desenhos.

Deverá ser tomado todo o cuidado para que se tenha uma superfície realmente lisa após a retirada das formas. No caso de desenhos, os relevos serão formados por peças de madeira, plásticos, chapas metálicas ou isopor.

As formas só poderão ser removidas, quando a parte da estrutura por elas suportadas tenha resistência suficiente para suportar com segurança seu peso próprio e demais cargas atuantes.

As formas deverão ser removidas sem choque e obedecendo a uma programação tal que a segurança da estrutura não seja afetada pela operação. Não se tendo usado cimento de alta resistência inicial ou processos que acelerem o endurecimento, a retirada das formas não poderá ser efetuada antes dos seguintes prazos:

- Faces laterais das vigas: 3 dias;
- Faces laterais das paredes: 21 dias;
- Faces inferiores, das vigas e lajes desde que se deixem pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados: 14 dias;
- Faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias.

As juntas nas formas serão executadas conforme desenhos de fachadas e cortes do projeto de arquitetura e nos casos que não aparecerem, conforme plano de formas a ser apresentado pela Contratada e aprovado pela Gerenciadora.

A desmoldagem da estrutura deverá receber um tratamento adequado, utilizando-se para facilitá-la materiais apropriados.

9.8. LANÇAMENTO DO CONCRETO

Antes do início da concretagem, as formas deverão receber uma rigorosa limpeza, removendo-se todo e qualquer material estranho (tal como terra, lascas

de madeira, pregos, etc.) que seja depositado em seu interior ou aderente às paredes internas.

Qualquer lançamento só será permitido desde que o concreto esteja fresco. Não será permitido que um concreto parcialmente endurecido seja pré-misturado com adição de água.

Nas concretagens em geral, o concreto não poderá ser lançado de uma altura livre superior a 2 metros.

O concreto deverá ser lançado continuamente até a junta de concretagem programada e aprovada pela Gerenciadora.

Durante o lançamento até a secagem do concreto, toda a zona da construção em que estiver se executando concretagem deverá ser protegida contra chuvas.

O concreto que for encharcado por chuvas deverá ser removido inteiramente.

Nas juntas de concretagem, para se garantir uma perfeita aderência entre a superfície de concreto já seca e o novo concreto a ser lançado, deverá ser executada uma limpeza cuidadosa da superfície, de modo a se remover a nata de cimento e todo o material estranho que se depositar sobre ela. A nata poderá ser removida por jato de água a alta pressão, por meio de escovas de aço ou por meio de picotagem com ponteiro e martelo.

As juntas deverão estar ásperas antes de receberem o novo concreto, com a finalidade de se garantir a boa aderência entre as superfícies.

Nas juntas de concretagem poderão ser utilizadas juntas de borracha tipo “Fugenband” ou similar, para garantir uma melhor estanqueidade, quando necessário.

Todo o concreto deverá ser compactado por meio de vibração durante o seu lançamento, com a finalidade de se eliminar toda a porosidade e qualquer segregação de agregados.

Deverão ser usados vibradores internos, externos ou superficiais, dependendo do tipo de elemento estrutural que esteja sendo vibrado. O sistema de vibração deverá ser aprovado pela Gerenciadora.

Deverá ser tomado o devido cuidado para se evitar o excesso de vibração. Nenhuma peça estrutural poderá ser concretada antes que todas as peças embutidas, tais como conduítes, tubulações, luvas, chumbadores,

pendurais, etc., tenham sido devidamente instalados e suas posições verificadas. A aprovação para concretagem será dada pela Gerenciadora.

Nenhuma peça estrutural poderá ser concretada antes de rigorosa verificação de dimensões e posição das formas, resistência dos escoramentos e colocação das barras de armação.

9.9. CURA DO CONCRETO

O concreto recém-lançado deverá ser protegido contra temperaturas excessivamente altas, devendo ser mantido permanentemente molhado durante, pelo menos, os 7 primeiros dias que se seguirem à data do fim do lançamento.

Não poderão ser usados processos de cura que desloquem as superfícies expostas do concreto, ou que reduzam a aderência ou penetração das camadas de acabamento que vierem a ser aplicadas.

Todo o concreto não protegido por formas, e todo concreto executado em formas, mas já desformado, deverá ser curado imediatamente. O método de cura dependerá das condições no campo, do tipo de estrutura em questão e deverá ser aprovado pela Gerenciadora.

9.10. CONTROLE DA RESISTENCIA DO CONCRETO

Durante todo o decorrer dos trabalhos de lançamento do concreto, deverá ser efetuado um controle sistemático da resistência do concreto.

Para execução deste controle, deverão ser retiradas amostras durante o lançamento, e em diversos pontos da obra, de modo que o conjunto de corpos possa representar, da melhor maneira possível, a estrutura que está sendo executada.

A Contratada deverá organizar, com antecedência, um programa para coleta de corpos de prova, tornando-se mais uma rotina da obra. Este programa deverá ser aprovado pela Gerenciadora e poderá ser modificado, a critério da mesma.

A moldagem e a cura dos corpos de prova deverão ser executadas de acordo com a NBR-5738/1994. Segundo esta norma, os corpos de prova serão cilíndricos, de diâmetro igual a 30 cm. Nos ensaios de compressão, será medida a resistência cilíndrica à compressão do concreto.

Todo o trabalho referente à retirada, moldagem, cura e testes dos corpos de prova será de responsabilidade da Contratada que, inclusive, os identificará por uma numeração crescente e pela data de moldagem. A retirada e a moldagem dos corpos de prova deverão ser executadas na presença da Gerenciadora.

Os corpos de prova deverão ser testados em laboratório e aprovados pela Gerenciadora e os resultados dos ensaios serão enviados, por escrito, à mesma.

Os ensaios constarão da ruptura, por compressão axial, dos corpos de prova cilíndricos aos 28 dias de idade.

No relatório que o laboratório enviará à Gerenciadora, deverão constar todos os dados que sejam solicitados pela mesma.

Na presente especificação, uma série de corpos de prova é constituída de um conjunto de 3 corpos de prova retirados de uma mesma região da estrutura. De cada série de 3 corpos de prova, 2 serão enviados imediatamente ao laboratório para os ensaios à compressão e 1 deverá ser armazenado em local apropriado na obra com a finalidade de se obter, no futuro, quando necessário, confirmação sobre resultados dos ensaios anteriores.

O número de séries de corpos de prova variará com o tipo de estrutura e deverá ser:

- Para estruturas formadas por peças delgadas (vigas, pilares, lajes, etc.), uma série de corpos de prova para cada 20 m³ de concreto.
- Para estruturas moldadas por meio de formas deslizantes, três séries de corpos de prova para cada 20 m³ de concreto (sendo que uma destas séries deverá ser ensaiada aos 3 dias de idade), porém no mínimo, três séries para cada 2 metros de altura percorrida.

Além dos corpos de prova retirados segundo o esquema descrito acima deverão ser retirados corpos de prova para serem rompidos aos 7 dias segundo o seguinte esquema:

- 2 corpos de prova juntamente com a 1ª série; 2 corpos de prova juntamente com a 11a. série; 2 corpos de prova juntamente com a 21a série e assim sucessivamente, a cada 10 séries.

Em caso de necessidade, e quando especificado no projeto, serão executados ensaios de tração axial e tração por flexão.

Ficará a cargo da Gerenciadora o julgamento dos resultados dos ensaios recebidos do laboratório.

9.11. ACEITAÇÃO OU REJEIÇÃO DO CONCRETO

O concreto executado pela Contratada será aceito pela Gerenciadora, se comprovado por ensaios de laboratório que:

- Todos os valores da tensão de ruptura forem iguais ou superiores ao especificado pela Gerenciadora.
- O valor médio for superior e o coeficiente de variação for inferior aos valores especificados pela Gerenciadora.

O concreto executado pela Contratada não será aceito pela Gerenciadora, para as finalidades para as quais foi executado, se for comprovado por ensaios de laboratório que:

- O valor médio f_{c28} for inferior a 75% do valor especificado no projeto e o coeficiente de variação for igual ou inferior ao especificado.

Neste caso, a estrutura só poderá ser aprovada pela Gerenciadora se sua capacidade de carga for reduzida na mesma proporção da redução do valor.

Caso contrário, a estrutura será rejeitada.

- O valor médio f_{c28} for inferior a 75% do valor especificado no projeto e o coeficiente de variação for superior ao especificado.

Neste caso, a estrutura será rejeitada pela Gerenciadora.

9.12. REPETIÇÃO DE ENSAIOS

Caso os resultados dos ensaios da 1ª série de corpos de prova demonstrarem que o valor médio está abaixo do valor especificado pela Gerenciadora, porém é maior do que 75% deste valor, e o coeficiente de variação igual ou superior ao especificado, a Gerenciadora exigirá repetição de ensaios na 2ª série de corpos de prova de reserva como indicado anteriormente.

Se, na repetição de ensaios na 2ª série de corpos de prova, ficar demonstrando que os resultados atendem ao especificado, o concreto será considerado aceito.

Se a repetição de ensaios na 2ª série de corpos de prova confirmar os resultados da 1ª série, a estrutura executada será aceita após submetida a

ensaios não destrutivos por meio de esclerômetros, com a finalidade de verificar seu grau de homogeneidade.

Se em algum elemento da estrutura for detectado um grau acentuado de debilidade, este elemento será rejeitado pela Gerenciadora, devendo ser demolido e reconstruído, sem ônus para a P. Avelar.

Quando for assegurada a homogeneidade da estrutura como um todo, por meio de ensaios com esclerômetro, a mesma só será aceita após ser submetida a uma prova de carga com o valor recomendado de 1,5 vezes a carga de projeto. Se a estrutura, durante a prova de carga, demonstrar perfeito comportamento, ela será aceita com restrições, ficando implícito que seu coeficiente de segurança com relação às cargas de projeto será de, no mínimo, 1,5. O perfeito comportamento da estrutura significa que ela deverá suportar a prova de carga sem aparecimento de deformações e/ou fissuração excessivas.

9.13. TESTES PARA DESCOBRIR O TRAÇO DE CORREÇÃO (CIMENTO E AREIA)

Parte-se do princípio que foram utilizados o mesmo concreto e a mesma madeira para formas durante a execução do concreto.

Faz-se testes com vários tipos de traço com o mesmo lote de cimento e areia usados na execução do concreto de aproximadamente 50 x 50 cm.

Lixa-se todos os mostruários feitos e, após, aplica-se 3 demãos de verniz. Vê-se qual mostruário vai se aproximar das tonalidades de concreto, conseguindo-se assim o traço de correção, devendo-se proceder à correção em questão logo após a desmoldagem, a fim de obter-se a mesma procedência de areia e mesmo lote de cimento.

9.14. CORREÇÃO DO CONCRETO APARENTE

Aplica-se em todo o concreto aparente o traço já selecionado com desempenadeira de aço, tapando-se toda e qualquer tipo de reentrância (pequenas e grandes). Depois de totalmente seco, lixa-se com lixadeira, utilizando-se lixa de ferro.

Caso seja a operação manual, usa-se esmeril e molha-se a superfície, porém esta operação (manual) é muito demorada. Aplica-se uma demão de impermeabilizante.

Após secar, aplica-se duas demãos de verniz especificado.

Caso haja diferença de tonalidade, e se queira corrigir, aplica-se outra demão de verniz na parte molhada, trazendo-se para a tonalidade que se desejar.

10. MEMÓRIA DE CÁLCULO DE FUNDAÇÕES

Para o projeto foi definido fundação direta, tipo radier. Para o dimensionamento da altura e armação do laje de fundação foram admitidas as cargas transmitidas pela superestrutura, apresentadas no desenho anexo, bem como as prospecções geotécnicas tipo SPT realizada no local, furos SP 01, SP 02 e SP 03.

Devida a baixa resistência do solo apresentada, está previsto a substituição da camada superficial do solo, na altura de 50cm, e o posterior reaterro com solo argiloso compactado conforme o proctor normal. O lastro de concreto de regularização e isolamento do radier de ser de no mínimo 5cm. A tensão admissível no solo adotada no cálculo do radier foi a partir da média do número de golpes do dois metros abaixo da cota de implantação e definidos conforme a fórmula abaixo.

$$\sigma_{adm} = \frac{\text{número de golpes SPT}}{5} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

11. RESUMO DOS QUANTITATIVOS DE OBRA

QUANTITATIVO DE OBRA				
ITEM	DESCRIÇÃO		Und.	Qtd.
01	CONCRETO ESTRUTURAL fck ≥ 30 Mpa		m ³	6,22
02	AÇO CA-60 (+10%)	ø 5,0	kg	49,00
03	AÇO CA-50 (+10%)	ø 6,3	kg	167,80
		ø 10,0	kg	106,80
		ø 12,5	kg	29,80
04	FORMA		m ²	24,46
05	LONA PLÁSTICA		Und.	27,27
06	ESCAVAÇÃO		m ³	13,65
07	REATERRO COMPACTADO		m ³	13,65
08	BOTA FORA		m ³	17,75
TAXA DE CONSUMO				
RELAÇÃO DE AÇO/CIMENTO OBRA			kg/m ³	56,82
RELAÇÃO DE AÇO/CIMENTO INFRA			kg/m ³	38,59
RELAÇÃO DE AÇO/CIMENTO SUPER			kg/m ³	92,08

Belo Horizonte, 27 de Março de 2023.



R.T.: Felipe S. Fernandes
Engenheiro de Estruturas
CREA-MG: 208.992/D



José Henrique R. Baesse
Engenheiro Civil
CREA-MG: 53.341/D