

Secretaria
de Projetos
Estrategicos



MEMORIAL DESCRITIVO – INFRAESTRUTURA E SUPERESTRUTURA

PROJETO EXECUTIVO

SEPE - SECRETARIA DE PROJETOS ESTRATÉGICOS

Simone Benevides de Pinho Nunes
Secretária de Estado

Ana Paula Cascão
Secretária Executiva de Projetos

Responsáveis pela Elaboração

Raphael Guilherme Ferreira do Nascimento
Engenheiro Civil
CREA: 181596717-0

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	2
1.1. RELAÇÃO DAS PLANTAS ABRANGIDAS PELO PRESENTE MEMORIAL	2
2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
3. NORMAS UTILIZADAS	3
4. SISTEMA ESTRUTURAL	4
4.1. CARACTERIZAÇÃO E DIMENSÃO DOS COMPONENTES	4
4.1.1. FUNDAÇÕES	4
4.1.1.1. FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS OU DIRETAMENTE APOIADAS	5
4.1.2. SISTEMA CONSTRUTIVO DE CONCRETO ARMADO	6
4.1.2.1. PILARES	6
4.1.2.2. VIGAS	7
4.1.2.2.1. Vigas Elevadas	7
4.1.2.2.2. Vigas Baldrame	7
4.1.2.3. LAJES	8
4.1.2.3.1. Lajes Maciças	8
4.1.2.3.2. Lajes Pré-Moldadas Treliçadas	8
4.1.2.4. Da execução dos componentes	10
4.1.2.4.1. Estrutura	10
4.1.2.4.2. FORMAS	10
4.1.2.4.3. ESCORAMENTOS E CIMBRAMENTOS	12
4.1.2.4.4. ARMAÇÃO	16
4.1.2.4.5. CONCRETO	16
4.1.2.4.6. LANÇAMENTO	19
4.1.2.4.7. CONTROLE TECNOLÓGICO	21
4.1.2.4.8. COMBINAÇÕES E CARREGAMENTOS	22
4.1.3. SISTEMA CONSTRUTIVO DE METÁLICAS	23
5. REFERÊNCIAS	32

1. APRESENTAÇÃO

2

O presente documento, parte integrante do Termo de Referência cujo objeto é Projeto Executivo Estrutural para creches com 10 salas – Bloco 05 – Bom Conselho, localizado na Rua Vera Cruz s/n, na cidade de Bom Conselho, tem por finalidade estabelecer as diretrizes, objetivos e recomendações técnicas que deverão orientar a execução das obras.

1.1. RELAÇÃO DAS PLANTAS ABRANGIDAS PELO PRESENTE MEMORIAL

GOVPE-SPE-BCS-CRECHE5-EST-CGAS-E-000

GOVPE-SPE-BCS-CRECHE5-EST-ESC1-E-000

GOVPE-SPE-BCS-CRECHE5-EST-LIXO-E-000

GOVPE-SPE-BCS-CRECHE5-EST-MURO-E-000

GOVPE-SPE-BCS-CRECHE5-EST-PEDG-E-000

GOVPE-SPE-BCS-CRECHE5-EST-RAPL-E-000

GOVPE-SPE-BCS-CRECHE5-EST-RENT-E-000

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este documento apresenta as considerações referentes ao sistema estrutural adotado, constituído por elementos em concreto armado na infraestrutura e superestrutura, e por elementos metálicos na cobertura. As informações detalhadas sobre materiais, dimensionamentos e especificações técnicas estão apresentadas neste Projeto Executivo Estrutural.

3. NORMAS UTILIZADAS

As normas adotadas para execução do Projeto Estrutural são da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e da Petrobras:

3

- a) ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- NBR 6118:2023 – Projeto e Execução de Concreto;
 - NBR 6122:2022 – Projeto e Execução de Fundações;
 - NBR 8800:2024 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações;
 - NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
 - NBR 9062:2017 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
 - NBR 6123:2023 – Força devidas ao Vento em Edificações;
 - NBR 12655:2022 – Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento;
 - NBR 5674: 2024 – Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção;
 - NBR 14931-2023 – Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras — Requisitos;
 - NBR 15575:2024 – Edificações habitacionais — Desempenho;
 - ABNT NBR 8681:2023 – Ações e segurança nas estruturas - Procedimento.

b) Petrobras

- N-1550:2012 - Pintura de Estrutura Metálica.

4

4. SISTEMA ESTRUTURAL

Neste item são apresentadas as considerações técnicas referentes aos sistemas estruturais adotados, compreendendo estruturas de concreto armado moldado in loco e estruturas metálicas. As informações complementares sobre as propriedades dos materiais, critérios de dimensionamento e especificações executivas encontram-se descritas neste Projeto Executivo Estrutural.

A seguir, são apresentadas as características e propriedades dos sistemas estruturais empregados:

PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO ARMADO	
ESTRUTURA	FCK (MPA)
Vigas	30 MPA
Pilares	30 MPA
Sapatas	30 MPA
Paredes e Lajes de Fundo e de Tapa de Reservatórios	40 MPA

PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO LAMINADO		
DESIGNAÇÃO	fy (MPA)	fu (MPA)
ASTM A36	250	400
ASTM A572 GR 50	345	450
ASTM A 325	635	825

4.1. CARACTERIZAÇÃO E DIMENSÃO DOS COMPONENTES

4.1.1. FUNDAÇÕES

A escolha do tipo de fundação mais adequado para uma edificação é definida em função dos esforços gerados pelas cargas da edificação, pelas características e profundidade da camada resistente do solo em que se irá trabalhar. O projeto executivo

em apreço está sendo adotado uma solução de fundações compatível com a intensidade das cargas, a capacidade de suporte do solo e do nível do lençol freático, confirmando as previsões de cargas e de dimensionamento fornecidas no projeto básico, bem como validar o projeto de fundações proposto.

5

Eventuais necessidades de ajustes no projeto executivo proposto, deverão levar em consideração a proposição de soluções que abranjam menor custo e prazo de execução.

4.1.1.1 FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS OU DIRETAMENTE APOIADAS

Para a concepção das fundações deste projeto estrutural, optou-se por uma solução de fundação rasa, considerando a capacidade de carga admissível do solo em relação às cargas solicitantes. A escolha foi fundamentada na análise detalhada das características geotécnicas do terreno, incluindo sua composição, resistência e o nível do lençol freático.

Os cálculos da tensão admissível do solo foram realizados com base em métodos teóricos e semi-empíricos consagrados, conforme descrito na literatura técnica vigente, garantindo a confiabilidade dos valores adotados para o dimensionamento das fundações. Essas análises foram lastreadas a partir do relatório de sondagem SPT, elaborado pela empresa Geosistemas Engenharia & Planejamento, cujo documento possui o código GOVPE-SPE-BCS-CRECHE5-SON-GERL-E-000.

O concreto utilizado para a execução das fundações deverá ser concreto armado com resistência à compressão F_{ck} de 30 MPa, assegurando a durabilidade e a capacidade estrutural necessária para suportar as cargas atuantes. O controle de qualidade deverá ser realizado durante todas as etapas da execução, garantindo a conformidade dos materiais e procedimentos com as diretrizes estabelecidas.

4.1.2. SISTEMA CONSTRUTIVO DE CONCRETO ARMADO

4.1.2.1. PILARES

Os pilares deverão ser moldados *in loco* em concreto armado de $F_{ck} = 30$ MPa, com armadura de aço CA-50 e CA-60, conforme especificado no projeto estrutural. As formas deverão ser aprumadas e escoradas adequadamente, utilizando compensado plastificado, garantindo melhor qualidade no acabamento do concreto e maior durabilidade na reutilização.

Antes da concretagem, as formas deverão ser molhadas até a saturação, evitando absorção excessiva de água pelo concreto. Durante a concretagem, deverão ser adotadas medidas para evitar a desagregação dos materiais:

- A altura de lançamento do concreto deverá ser controlada conforme normas técnicas, evitando que ele seja despejado de grandes alturas e cause separação dos agregados.
- Para pilares altos, poderão ser utilizados tubos ou funis de descida, garantindo que o concreto preencha uniformemente toda a forma.
- Deverá ser realizado o adensamento do concreto com vibrador mecânico, garantindo eliminação de vazios e melhor aderência da pasta cimentícia à armadura.

A cura deverá ser rigorosamente executada para prevenir fissuração e garantir o desenvolvimento adequado da resistência do concreto. A desforma dos pilares poderá ocorrer após o concreto atingir resistência mínima suficiente, após no mínimo de 3 dias, desde que não haja carregamentos prematuros.

O escoramento e os travamentos deverão ser dimensionados conforme as características geométricas dos elementos e as recomendações da NBR 6118, garantindo estabilidade e segurança durante todo o processo.

Todos os pilares deverão seguir o projeto estrutural, prevalecendo este sobre o memorial.

7

4.1.2.2. VIGAS

As vigas deverão ser moldadas *in loco* em concreto armado de $F_{ck} = 30$ MPa, garantindo resistência aos esforços de flexão e cisalhamento. A armadura longitudinal deverá ser em aço CA-50 e CA-60, com estribos dimensionados conforme os cálculos estruturais.

4.1.2.2.1. Vigas Elevadas

As formas das vigas elevadas deverão ser confeccionadas em compensado plastificado, garantindo melhor qualidade no acabamento da peça de concreto e maior resistência à absorção de água. O dimensionamento das chapas deverá ser realizado considerando a repetição de uso e o comprimento das vigas, evitando empenamentos e garantindo a conformidade dimensional.

A concretagem deverá ser precedida pela umidificação das formas, e o adensamento do concreto deverá ser realizado com vibrador mecânico para eliminar vazios e garantir a aderência adequada da armadura.

O escoramento de fundo das vigas deverá ser mantido até que o concreto atinja resistência mínima suficiente para suportar os esforços permanentes, por mínimo de 14 a 21 dias, dependendo do tipo de material, f_{ck} especificado, temperatura ambiente e condições de cura, conforme as recomendações da NBR 6118.

4.1.2.2.2. Vigas Baldrame

As vigas baldrame, que deverão ser moldadas *in loco*, terão formas confeccionadas com tábuas de madeira, devidamente travadas para evitar deformações. A madeira utilizada deverá ser de boa qualidade, livre de defeitos como fendas, arqueamento, encurvamento, podridão e perfuração por insetos.

O processo de concretagem deverá ser precedido pela umidificação das formas, e o adensamento deverá ser realizado por vibração manual ou mecânica, garantindo a eliminação de vazios e a adequada compactação do material. Como as vigas baldrame estarão em contato direto com o solo, cuidados adicionais deverão ser tomados para garantir a proteção contra umidade e agentes externos.

8

A cura deverá ser realizada conforme as boas práticas construtivas, evitando perda prematura de umidade. A desforma poderá ser realizada após o concreto atingir resistência mínima suficiente, o que geralmente ocorre a partir de 7 dias, dependendo do tipo de material, fck especificada, temperatura e condições de cura.

Todos as vigas deverão seguir o projeto estrutural, prevalecendo este sobre o memorial.

4.1.2.3. LAJES

As lajes deverão ser moldadas *in loco* utilizando concreto armado de $F_{ck} = 30$ MPa e armadura de aço CA-50 e CA-60, com duas tipologias distintas: lajes maciças e lajes pré-moldadas treliçadas com enchimento em blocos de EPS.

4.1.2.3.1. Lajes Maciças

As lajes maciças seguirão o processo tradicional de concretagem e cura, garantindo uniformidade no acabamento e resistência adequada.

A concretagem deverá ser contínua e precedida pela umidificação das formas, sendo realizado o adensamento do concreto com vibração mecânica para garantir sua uniformidade. O escoramento das lajes deverá ser mantido por um período mínimo de 14 a 21 dias, podendo chegar a 21 a 28 dias em lajes de grandes vãos, conforme estabelecido na NBR 6118.

4.1.2.3.2. Lajes Pré-Moldadas Treliçadas

As lajes treliçadas terão montagem cuidadosa para garantir estabilidade e nivelamento

adequado. Os painéis treliçados deverão ser posicionados conforme o projeto estrutural, garantindo encaixe correto dos blocos de EPS, que atuarão como enchimento e redução de peso da estrutura.

9

a) Escoramento e formas laterais:

- O escoramento deverá ser dimensionado para suportar a carga da concretagem e distribuído conforme as recomendações normativas.
- As formas laterais deverão ser ajustadas para evitar vazamento de concreto e garantir o alinhamento correto das bordas.

b) Concretagem e adensamento:

- O concreto deverá ser lançado de forma homogênea sobre os painéis treliçados, evitando deslocamento dos blocos de EPS.
- Deverá ser realizado adensamento com vibração mecânica, garantindo preenchimento adequado da estrutura sem comprometer o posicionamento dos componentes.

c) Cura e retirada de escoramento:

- A cura deverá ser feita por um período mínimo recomendado, evitando perda de umidade prematura e garantindo resistência adequada do concreto.
- A retirada do escoramento deverá ser realizada conforme os critérios técnicos e o tempo mínimo necessário para que o concreto atinja resistência suficiente.

Todas as lajes deverão seguir o projeto estrutural, prevalecendo este sobre o

memorial.

4.1.2.4. Da execução dos componentes

10

4.1.2.4.1. Estrutura

A execução da obra deverá ser realizada rigorosamente conforme o Projeto Executivo Estrutural, elaborado por profissional habilitado, observando as premissas estabelecidas neste memorial descritivo e nas pranchas do projeto executivo.

Qualquer alteração necessária deverá ser previamente comunicada e submetida à análise criteriosa, garantindo conformidade com as NBR aplicáveis. O responsável técnico poderá suspender ou determinar a recomposição dos serviços que não estejam de acordo com o Projeto Executivo aprovado.

As cotas de implantação da obra, bem como as cotas e níveis das formas, deverão ser verificadas pelo responsável técnico antes da execução.

As quantidades de materiais indicadas em cada prancha são referenciais, devendo ser conferidas pelo responsável técnico para fins de orçamento e aquisição de materiais.

4.1.2.4.2. Formas

O dimensionamento das formas, seja em chapas de compensado plastificado ou resinado, ou tábuas de madeira, para formas de concreto, depende de vários fatores, incluindo a quantidade de reutilizações previstas, as dimensões das peças a serem moldadas e o sistema de escoramento empregado. A seguir deverão ser abordados os principais aspectos que devem ser considerados na escolha e dimensionamento:

a) Espessura das Chapas de Compensado Plastificado

A espessura das chapas influencia diretamente na rigidez e durabilidade das formas, impactando a qualidade do acabamento do concreto. Algumas recomendações gerais:

- Chapas de 10 mm a 12 mm: Indicadas para formas de uso único ou poucos ciclos de reutilização. São mais leves, porém podem sofrer deformações em peças maiores.
- Chapas de 15 mm a 18 mm: Utilizadas para maior número de reutilizações, proporcionando maior resistência e estabilidade.
- Chapas acima de 20 mm: Aplicadas em moldagens de grandes dimensões ou quando se deseja alta durabilidade na reutilização.

A escolha da espessura está diretamente ligada à quantidade de reutilizações planejadas. Para projetos que requerem múltiplas reutilizações, recomenda-se chapas mais espessas e plastificadas de boa qualidade.

b) Influência das Dimensões das Peças a Serem Moldadas

- Para pilares esbeltos, chapas mais finas podem ser utilizadas, desde que bem escoradas, para evitar desalinhamentos.
- Para vigas longas e lajes grandes, é importante utilizar chapas mais espessas e travamentos eficientes para prevenir deformações.

c) Relação com o Escoramento

O escoramento é fundamental para garantir que as formas suportem o peso do concreto fresco e as cargas atuantes sem deformações excessivas. Alguns pontos essenciais:

- Travamentos horizontais e verticais: Devem ser bem distribuídos para evitar empenamento das chapas.

- Número adequado de escoras: Dependerá do vão da viga ou laje, bem como da carga de concretagem.
- Utilização de espaçadores: Ajuda a garantir alinhamento adequado e evita que as formas percam estabilidade durante a concretagem.

Ademais, as formas deverão ser limpas, removendo concreto velho, gesso, graxa, ou outra sujeira, bem como pregos e parafusos. Deverá ser aplicado sobre toda a superfície de contato com o concreto, um desmoldante adequado para permitir a desforma sem provocar danos ao concreto.

As formas deverão apresentar superfície lisa e plana, perfeita estanqueidade, rigidez, e resistência necessária para resistir aos esforços oriundos da concretagem sem apresentar deformações, vazamentos de nata ou outro efeito que venha a provocar defeitos ao concreto.

Todas as superfícies das formas que entraram em contato com o concreto devem estar abundantemente molhadas ou tratadas com um composto apropriado, de maneira a impedir a absorção d'água contida no concreto, manchas ou prejuízo ao concreto.

As formas poderão ser de madeira, madeirite ou metálicas, sendo que as mesmas deverão ser suficientemente estanques de modo a impedir a perda do líquido do concreto.

A desforma só se processará quando a estrutura tiver resistência necessária para absorver aos esforços oriundos da retirada das formas conforme estabelece o item 14.2 da NBR 6118.

4.1.2.4.3. Escoramentos e cimbramentos

Os critérios para planejamento, dimensionamento, execução e retirada do escoramento utilizado na construção de elementos estruturais em concreto armado,

conforme as recomendações da NBR 15696 – Formas e escoramentos para concreto e da NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto, deverão seguir a diretrizes apresentadas a seguir:

13

a) Metodologia do Escoramento

O cimbramento deve ser planejado e dimensionado para garantir a sustentação das formas e da estrutura até que o concreto atinja resistência suficiente. A metodologia adotada incluirá:

- Estudo do projeto estrutural para identificação das cargas atuantes e dos elementos que necessitam escoramento.
- Definição dos tipos de escoramento (metálico ou de madeira) com base na carga e repetição de uso.
- Dimensionamento da altura e espaçamento das escoras, respeitando os esforços previstos e garantindo estabilidade.
- Planejamento da retirada do escoramento de forma gradual, evitando recalques diferenciais na estrutura.

b) Dimensionamento do Escoramento

O dimensionamento do escoramento deverá ser realizado conforme os critérios estabelecidos na NBR 15696, considerando:

- Peso próprio da estrutura e cargas temporárias durante a concretagem.
- Rigidez e resistência dos elementos de cimbramento, evitando deformações e garantindo alinhamento correto da estrutura.

- Espaçamento entre escoras, definido conforme as cargas atuantes e o tipo de forma utilizada.

c) **Materiais**

Os materiais para escoramento deverão ser especificados conforme as normas técnicas:

- Escoras Metálicas Reguláveis: Preferidas por sua resistência e precisão, sendo utilizadas em vigas e lajes de grandes vãos.
- Escoras de Madeira: Aplicadas em projetos menores, devendo ser livres de fissuras, arqueamento, apodrecimento e perfurações por insetos.
- Travamento Horizontal e Vertical: Fundamental para garantir estabilidade, prevenindo deslocamentos durante a concretagem.

d) **Execução do Escoramento**

Para garantir eficiência, a execução do escoramento seguirá os seguintes procedimentos:

- Montagem inicial com nivelamento adequado, evitando inclinações que comprometam a estabilidade estrutural.
- Inspeção antes da concretagem, verificando alinhamento, rigidez das escoras e travamentos.
- Adensamento do concreto, garantindo eliminação de vazios e melhor resistência da peça moldada.

- Monitoramento da cura do concreto antes da retirada do escoramento.

e) Cuidados Específicos

- Controle de altura de lançamento do concreto, conforme a NBR 6118, para evitar segregação dos materiais.
- Uso de tubos ou funis de descida em pilares altos, garantindo preenchimento uniforme das formas.
- Correção da fluidez do concreto, conforme especificado em projeto, para evitar falhas no adensamento.

f) Retirada do Escoramento

A retirada do escoramento seguirá os tempos mínimos estabelecidos pelas normas técnicas:

- Lajes e vigas menores: O escoramento deverá ser mantido por mínimo de 14 a 21 dias.
- Lajes de grandes vãos: O tempo pode ser superior, chegando a 28 dias, conforme cálculos estruturais.
- Retirada gradual para evitar recalques e fissurações na estrutura.

g) Critérios para Remoção

- Ensaio de resistência do concreto deverão ser realizados para verificar se o material atingiu os níveis exigidos no projeto.

- Condições ambientais podem influenciar no tempo de desforma, sendo necessário ajuste conforme temperatura e umidade.

4.1.2.4.4. Armação

As armaduras deverão ser posicionadas conforme as indicações do Projeto Executivo Estrutural, garantindo rigorosamente os cobrimentos especificados, por meio de espaçadores externos de plástico ou argamassa e espaçadores internos de arame (suportes metálicos), de modo a impedir deslocamentos durante a concretagem.

Não será permitido o uso de aços de qualidade diferente da especificada no projeto sem prévia aprovação do projetista. As barras de aço devem ser devidamente limpas, removendo qualquer substância que possa comprometer a aderência, incluindo escamas de oxidação.

O dobramento das barras deverá respeitar os raios mínimos prescritos pela NBR 6118. As emendas das armaduras deverão ser executadas conforme previsto no projeto; quaisquer emendas não previstas deverão atender integralmente às recomendações da NBR 6118.

4.1.2.4.5. Concreto

O concreto estrutural a ser utilizado deverá possuir resistência característica à compressão (f_{ck}) de 30 MPa, a ser atingida aos 28 dias, conforme normas da ABNT. O consumo de cimento deverá ser maior ou igual a 360 kg/m³, com relação água/cimento (massa) de 0,60.

O acabamento do concreto deverá obedecer aos níveis e inclinações previstos no projeto executivo, e a trabalhabilidade deverá ser verificada por meio de ensaio de consistência (*slump test*). As características dos constituintes e a resistência mecânica do concreto deverão atender às NBR 5732/80 e NBR 5738/80.

O processo de cura deverá ser realizado com umidificação constante da estrutura após o acabamento inicial, conforme diretrizes da fiscalização. A granulometria do agregado deve ser compatível com as dimensões da peça e com a aparência desejada, evitando falhas ou vazios no concreto.

17

O lançamento, transporte e adensamento do concreto devem ser executados com cuidado, preferencialmente utilizando vibrador mecânico. Devem ser utilizados agregado miúdo e brita limpos, sem presença de argila, barro, matéria orgânica ou grãos que se desfaçam ao serem apertados. A água utilizada deve ser doce, limpa e livre de impurezas, sem presença de sal ou contaminantes prejudiciais ao concreto.

Critério de medição: O serviço será medido pelo volume de concreto (m^3), calculado como comprimento x largura x espessura, de acordo com o quantitativo previsto nas planilhas de orçamento.

Tabela 2 - Parâmetros de Cálculo

PARÂMETROS DE CÁLCULO	
Concreto	
Resistências Características	fck = 30MPa fcd = 21,4 MPa fct = 2,90 MPa
Peso Específico do Concreto Armado	= 2500 Kg/cm ³ OU 25 KN/m ³
Módulo de Elasticidade	Eci= 30672,5 MPa Ecs= 26838,4 MPa
Classe de Agressividade	Classe: II– Moderada Fator Água/Cimento <= a/c 0,60
Aço	
Tipo de Barra	CA 50 e CA 60 Barra de Alta aderência
Módulo de Elasticidade	Es= 210 GPa

Os equipamentos e ferramentas de preparo, transporte e aplicação de concreto deverão estar em perfeita ordem de utilização, podendo a **FISCALIZAÇÃO** recusar os que não satisfizerem esta condição básica.

O concreto, virado em betoneira, deverá obedecer ao Fck em MPa conforme especificado em planilha orçamentária, ou conforme as determinações da **FISCALIZAÇÃO**.

4.1.2.4.6. Lançamento

Não deverá ser permitido, entre o fim do amassamento e o lançamento, intervalo superior a 30 minutos, não sendo admitido o uso de concreto remisturado. Com o uso de retardadores de pega, o prazo poderá ser aumentado de acordo com as características do aditivo e sob a autorização da fiscalização.

O lançamento deverá ser interrompido se houver ocorrência de chuva intensa durante a concretagem. Neste caso, a superfície do concreto deverá ser coberta com lona, evitando-se assim o acúmulo de água junto ao concreto fresco.

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado por meio de vibradores de imersão, tomando-se o cuidado de não encostar a ponta do vibrador nas superfícies das formas.

Todo concreto recém-lançado deverá ser protegido de chuvas fortes e água corrente durante, no mínimo, as primeiras 14 horas após o lançamento. O adensamento deverá ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos da forma. A vibração não deve permitir a segregação da nata do concreto.

Não deverá ser permitido o lançamento do concreto de altura superior a 2 m para evitar segregação. Em quedas livres maiores, utilizar-se-ão calhas apropriadas; não sendo possíveis as calhas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral ou por meio de funis ou trombas.

Nas peças com altura superior a 2 m, com concentração de ferragem e de difícil lançamento, além dos cuidados do item anterior deverá ser colocada no fundo da fôrma uma camada de argamassa de 5 a 10 cm de espessura, feita com o mesmo traço do concreto que vai ser utilizado, evitando-se com isto a formação de "nichos de pedras".

Nos lugares sujeitos à penetração de água, deverão ser adotadas providências para que o concreto não seja lançado havendo água no local; e mais, a fim de que, estando fresco, não seja levado pela água de infiltração.

Não deverá ser permitido o "arrastamento" do concreto, pois o deslocamento da mistura com enxada, sobre fôrmas, ou mesmo sobre o concreto já aplicado, poderá provocar perda da argamassa por adesão aos locais de passagem. Caso seja inevitável, poderá ser admitido, o arrastamento até o limite máximo de 3 m.

20

a) Cura do Concreto

Qualquer que seja o processo empregado para a cura do concreto, a aplicação deverá iniciar-se tão logo termine a pega. O processo de cura iniciado imediatamente após o fim da pega continuará por período mínimo de sete dias.

Quando no processo de cura for utilizada uma camada permanentemente molhada de pó de serragem, areia ou qualquer outro material adequado, esta terá no mínimo 5 cm.

Quando for utilizado processo de cura por aplicação de vapor d'água, a temperatura deverá ser mantida entre 38 e 66°C, pelo período de aproximadamente 72 horas.

Admitem-se os seguintes tipos de cura:

- Molhagem contínua das superfícies expostas do concreto;
- Cobertura com tecidos de aniagem, mantidos saturados;
- Cobertura por camadas de serragem ou areia, mantidas saturadas;
- Lonas plásticas ou papéis betumados impermeáveis, mantidos sobre superfícies expostas, mas de cor clara, para evitar o aquecimento do concreto e a subsequente retração térmica;
- Películas de cura química.
-

4.1.2.4.7. Controle tecnológico

O laboratório deverá ter credenciamento no Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, conforme resolução nº 9 de 24/8/92 do CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, em nome do seu laboratório, localizado em São Paulo.

O controle tecnológico é de responsabilidade da contratada, que deve tomar todas as medidas necessárias para que os materiais atendam a todas as especificações de projeto e das Normas da ABNT.

A contratada deverá ter na obra um arquivo de todos os registros, certificados, laudos relativos aos ensaios, visando o princípio da rastreabilidade. Deverá ser mantido na obra, em caráter permanente, arquivo de todos os quadros de resumo para programação de ensaios/inspeções, pedidos de ensaios, quadro de controle de ensaios/inspeções e recebimento dos materiais, relatórios de ensaios e livro de ocorrência.

Os materiais inspecionados deverão ser separados em lotes, sempre devidamente identificados com etiquetas autoadesivas ou lacres invioláveis, compatíveis com sua embalagem (que deve ser objeto de verificação). Desta forma é possível proceder à aceitação ou rejeição dos lotes, conforme os resultados do fabricante ou fornecedor.

Sempre que possível, realizar os ensaios dos materiais antes da entrega na obra, ou seja, enquanto ainda estiverem nos depósitos do fabricante ou fornecedor. Emitir para cada lote dos materiais ensaiados um relatório conclusivo que atesta a qualidade do material.

O controle tecnológico do concreto é de responsabilidade da construtora, esta deve tomar todas as medidas necessárias para que o concreto atenda a todas as especificações de projeto e de normas da ABNT.

4.1.2.4.8. Combinações e carregamentos

a) Carregamentos Adotados

22

Os carregamentos adotados foram os fornecidos através do projeto da superestrutura, levando-se em conta os possíveis estados limites últimos e de serviço.

O peso próprio da estrutura e empuxos permanentes são calculados como ações permanentes em cada peça. Ações permanentes indiretas e as ações variáveis, como as cargas acidentais previstas na NBR 6120, sejam variáveis diretas ou indiretas também são consideradas, conforme o capítulo 11 da NBR 6118. No cálculo de cada peça que compõe a estrutura estão descritas as ações e seus respectivos valores calculados.

b) Combinações de Carregamentos

São feitas combinações últimas normais e combinações de serviço. A combinação última segue o estabelecido na NBR 6118, tabela 11.3, bem como a combinação de serviço segue o descrito na tabela 11.4.

Os coeficientes adotados nos cálculos seguem o recomendado na norma em suas tabelas 11.1 e 11.2. No cálculo de cada peça que compõe a estrutura estão descritas as combinações de ações e seus respectivos valores calculados.

4.1.3. SISTEMA CONSTRUTIVO DE METÁLICAS

No que se refere ao sistema estrutural de aço desse empreendimento, foi considerado:

23

Tipo	Creches
Chapas	ASTM A572 GR 50 ou Fy similar
Perfis dobrados	ASTM A572 GR 50 ou Fy similar
Chumbadores e barras redondas	ASTM A572 GR 50 ou Fy similar
Perfis laminados I	ASTM A572 GR 50 ou Fy similar
Eletrodos	E60xx ou E70xx
Chumbadores químicos (se necessário)	Fischer ou similar

As considerações e especificações técnicas adotadas, que nortearam a concepção da estrutura metálica, estão descritas nas notas constantes nas peças gráficas, que compõem a apresentação dos respectivos projetos, as quais estão também descritas a seguir:

Cargas adotadas em projeto - obtidas através do peso específico dos materiais ou através de catálogos dos fornecedores.

- Peso próprio da estrutura - gerado automaticamente.
- Cargas permanentes (0,2 t/m²)
- Manutenção – Sobrecarga (0,1 t/m²)
- Vento - NBR 6123.

Método dos Estados Limites

- Aplicação rigorosa dos estados limites último (ELU) e de serviço (ELS) conforme ABNT NBR 8800:2024.
- ELU para verificar resistência máxima e segurança estrutural.
- ELS para assegurar deformações e vibrações dentro dos limites admissíveis durante a vida útil.

Combinações de Carga

- Análise das combinações permanentes, variáveis e acidentais, conforme ABNT NBR 8681:2023.
- Inclusão de cargas de vento, sobrecarga e outras ações específicas do projeto.

Fatores de Segurança

- Aplicação dos fatores de majoração das ações e minoração das resistências conforme norma.
- Margem de segurança adequada para variabilidades materiais e de execução.

Cargas de Vento

- Definição conforme ABNT NBR 6123:2023, considerando velocidade básica, exposição, topografia e forma do edifício.
- Uso de coeficientes de pressão apropriados para fachadas e cobertura.

Fabricação, Transporte e Armazenagem

Fabricação

- Os elementos estruturais deverão ser obtidos através de perfis tubulares,

chapas dobradas ou perfilados conforme as seções indicadas em projeto. Atenção especial deverá ser dispensada as ligações entre elementos estruturais a fim de garantir-se um perfeito encaixe entre as peças e a eliminação de excentricidades indesejáveis. A precisão na fabricação do conjunto de peças deverá ser exigida para eliminar-se operações de campo tal como uso de maçarico. Assim, a conferência das medidas antes da fabricação é obrigatória.

25

- Realizada em oficina certificada com controle rigoroso de qualidade.
- Inspeções dimensionais, de soldagem e tratamento superficial são realizadas durante todo o processo.
- Soldas executadas por profissionais qualificados, conforme normas AWS e ABNT.
- Ensaio não destrutivo aplicado conforme projeto (ultrassom, líquidos penetrantes).

Transporte

- Os elementos metálicos são protegidos contra impactos e intempéries por meio de embalagens adequadas e pintura provisória.
- A logística de transporte é planejada para garantir a integridade das peças até o canteiro de obras.
- Descarregamento com equipamentos apropriados para evitar danos às estruturas.

Armazenagem

- Peças armazenadas em áreas cobertas, sobre suportes que evitem contato direto com o solo.

- Proteção contra umidade e agentes corrosivos durante o período de estocagem.

Montagem da Estrutura Metálica

- Antes do início dos trabalhos de montagem a empresa responsável deverá conferir as posições indicadas em projeto e fazer a correta marcação do posicionamento das bases.
- Todos os chumbadores químicos ou mecânicos deverão ser inspecionados por técnico qualificado a fim de garantir-se a qualidade desejada para a instalação.
- Sequenciamento detalhado elaborado para garantir estabilidade e segurança durante toda a montagem.
- Utilização de guindastes e equipamentos conforme necessidade e especificação técnica.
- Verificação e correção imediata do alinhamento e prumo das peças montadas.
- Fixação das ligações parafusadas com torque controlado e inspeção técnica constante.
- Soldagens no campo realizadas apenas quando previstas, com controle de qualidade rigoroso.
- Proteção temporária das partes expostas para evitar corrosão durante a montagem.

Ligações Metálicas

Ligações Parafusadas

- Utilização de parafusos ASTM A572 GR 50 com torque controlado para garantir alta resistência e segurança.

- Inspeção visual e mecânica das ligações.

Material e Tipo de Parafuso

27

- Parafusos ASTM A572 GR 50 , com resistência nominal adequada ao projeto.
- Uso de arruelas e porcas conformes norma ABNT NBR 7013:2024.

Tipos de Ligações

- Ligações tipo aperto total (preenchimento completo do furo).
- Ligações de cisalhamento e tração conforme projeto estrutural.

Procedimento de Aperto

- Aplicação de torque controlado conforme especificação do fabricante do parafuso.
- Sequência de aperto em cruz para evitar tensões residuais.
- Inspeção visual para verificar ausência de folgas ou danos nos elementos.

Controle de Qualidade

- Medição do torque com ferramentas calibradas.
- Registro dos valores obtidos para auditoria.
- Substituição imediata de parafusos danificados ou fora de especificação.

Ligações Soldadas

- Soldas realizadas com eletrodos AWS E70XX e/ou E60XX por profissionais qualificados.
- Ensaios não destrutivos para assegurar integridade e qualidade.

- Peças ou partes soldadas compostos de chapas ou perfis, deverão utilizar o processo de solda elétrica mais moderno, tal como recomendado no manual de solda da AWS - d.1.1. Última edição.
- No caso de utilização de eletrodos revestidos, é indispensável que estes estejam isentos de umidade, sendo estocados em estufas apropriadas, situadas o mais próximo possível do local de uso. Somente eletrodos completamente secos poderão ser empregados.
- Para as soldas por filetes, a altura deste deve ser igual ou inferior a espessura mais fina soldada na junção.
- Soldar sempre as peças em todo o contorno.
- A solda das colunas da quadra deve ser de penetração total.
- Deverá ser realizado ensaio por líquido penetrante (lp) nas soldas a fim de verificar a existência de patologias como trincas e poros, por exemplo, e corrigi-las.
- As soldas deverão ser isentas de patologias e defeitos superficiais.

Tipo de Solda

- Solda por eletrodo revestido AWS E70XX e/ou E60XX, processo SMAW.
- Solda contínua ou intermitente conforme projeto.

Execução

- Soldadores qualificados com certificação conforme normas vigentes.
- Preparação adequada das superfícies: limpeza, desengraxe e jateamento abrasivo se necessário.

Controle de Qualidade

- Ensaios não destrutivos: ultrassom, partículas magnéticas ou líquidos penetrantes.
- Inspeção visual para identificação de trincas, porosidade, falta de fusão e outros defeitos.
- Documentação detalhada dos ensaios realizados.

Cuidados na Execução

- Respeito à sequência de soldagem para evitar distorções.
- Controle da temperatura interpasso e pré-aquecimento quando necessário.

Controle de Qualidade

- Documentação e registro dos processos de montagem, soldagem e aperto de parafusos.
- Supervisão técnica constante no canteiro de obras.

Aspectos Relacionados à Segurança

- Cumprimento integral das normas regulamentadoras de segurança no trabalho (NR-18, NR-35) durante todas as fases da obra.
- Treinamento dos trabalhadores para operação segura em altura e manuseio de equipamentos.
- Uso obrigatório de equipamentos de proteção individual (EPIs) e sinalização adequada no canteiro de obras.
- Procedimentos para prevenção de acidentes durante soldagem, transporte e montagem.
- Monitoramento constante das condições ambientais e climáticas para garantir

a segurança da equipe.

a) Considerações gerais e recomendações:

30

- Todas as cotas estão em milímetro, exceto onde indicado a unidade
- Conferir as medidas no local antes da fabricação
- Todos os detalhes de execução propostos durante a fabricação e montagem que não constam nesse projeto devem ser submetidos a aprovação dos autores.

b) Pintura e proteção da estrutura: estrutura exposta às intempéries:

- Aplicação de pintura anticorrosiva seguindo o sistema especificado no projeto, em conformidade com as normas ABNT e especificações do fabricante.
- Preparação da superfície realizada por jateamento abrasivo, garantindo limpeza e rugosidade adequadas.
- Pintura aplicada em camadas controladas, assegurando espessura uniforme e aderência.
- Inspeção visual e medição da espessura da película protetora após aplicação.

Sistema de pintura projetado para garantir durabilidade mínima conforme ambiente e condições de exposição.

- A limpeza das superfícies de aço por produtos químicos com a finalidade de remoção de óleos, graxas, sais e outros contaminantes (NBR 15158)
- Arestas, cantos vivos, cordões de solda deverão ser reforçadas (*strip coat*) em todas as etapas da pintura.
- As espessuras de película seca não deverão exceder 10% de espessura especificada sob o risco de comprometer a eficiência do esquema proposto.

- Não deverão ser executados serviços de pintura em dias chuvosos ou quando a ura (umidade relativa do ar) for igual ou superior a 85%, sob o risco de comprometer a aderência entre demãos ou total do esquema de pintura adotado.
- Os intervalos mínimo e máximo entre demãos deverão ser cumpridos conforme especificado nas fichas técnicas dos produtos.
- Eventuais pontos comprometidos por danos mecânicos ou queima por operações de soldagem deverão ser tratados mecanicamente e posterior aplicação de tinta epóxi dupla função com a finalidade de conferir proteção por barreira e catódica do esquema de pintura.
- Toda a superfície a ser pintada deverá ser completamente limpa de toda a sujeira, pó, graxa, óleo ou qualquer resíduo como ferrugem e carepa que possam interferir n processo de adesão da tinta. Precauções especiais deverão ser tomadas na limpeza dos cordões de solda, com a remoção de respingos, resíduos e da escória fundente. Limpeza das superfícies por jateamento abrasivo por meio de granalhas de aço padrão ao metal quase branco sspc-sp-10 - método de limpeza sis - sa 2½ - padrão *sueco*.

c) Esquema de pintura

c.1 CBCA 16

- Fundo: 1 demão de 75 micrometros de primer etil silicato de zinco.
- Intermediária: 1 demão de 40 micrometros de tinta epóxi-poliamida.
- Acabamento: 2 demãos de 75 micrometros esmalte poliuretano.

c.2 CBCA 17

- Fundo: 1 demão de 75 micrometros de primer epóxi rico em zinco.

- Intermediária: 1 demão de 125 micrometros de esmalte epóxi.
- Acabamento: 1 demão de 75 micrometros esmalte poliuretano.

C.3 N1550 - condição 1

- Fundo: 1 demão de 75 micrometros de primer etil silicato de zinco.
- Intermediária: 1 demão de no mínimo 100 micrometros de fosfato de zinco de alta espessura - N2630.
- Acabamento: 1 demão de 70 micrometros tinta poliuretano acrílico - N2677.
- Obs.: IBS - instituto brasileiro de siderurgia, CBCA - centro brasileiro de construção de aço e N1550, n2360, n2677 - norma Petrobras

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto e execução de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674**: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

33

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

Araújo, José Milton de – **Curso de concreto armado** / José Milton de Araújo. – Rio Grande: Dunas, 2010. v.1, 3. ed.

Araújo, José Milton de – **Curso de concreto armado** / José Milton de Araújo. – Rio Grande: Dunas, 2010. v.2, 3. ed.

Araújo, José Milton de – **Curso de concreto armado** / José Milton de Araújo. – Rio Grande: Dunas, 2010. v.3, 3. ed.

Araújo, José Milton de – **Curso de concreto armado** / José Milton de Araújo. – Rio Grande: Dunas, 2010. v.4, 3. ed.

Beer, Ferdinand Pierre – **Resistência dos materiais** / Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr.; tradução e revisão técnica Celso Pinto Morais Pereira. – 3ª ed. – São Paulo: Pearson Makron Books, 1995.

Carvalho, Roberto Chust – **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo NBR 6118:2024** / Roberto Chust Carvalho, Jasson Rodrigues de Figueredo Filho. – 4. ed. – São Carlos: EduFSCar, 2014.

Carvalho, Roberto Chust – **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: Volume 02** / Roberto Chust Carvalho, Libânio Miranda Pinheiro. – São Paulo: Pini, 2009.

DE MELLO, Jussara Bacelar – **Apostila do curso ministrado no CREA-BA no Curso de Projeto Estrutural de Edifícios em Concreto Armado**, 2006.

Diversos Autores – **Fundações, Teoria e Prática** – Ed. PINI, 1998.

Fusco, Péricles Brasiliense – **Técnica de Armar Estruturas de Concreto** – Ed. PINI, 1995.

Guerrin – **Tratado de Concreto Armado** – Reservatórios, Caixas d'água, Piscinas – Volume 5 – Ed. Hemus, 2003.

Kimura, Alio – **Informática Aplicada em Estruturas de Concreto Armado** – Ed. PINI, 2007.

Milito, José Antônio de – **Técnicas de Construção Civil e Construção de Edifícios – Anotações de Aula** – Faculdade de Ciências Tecnológicas da P.U.C. Campinas e Faculdade de Engenharia de Sorocaba.

Pfeil, Walter. **Estruturas de aço: dimensionamento prático** | Walter Pfeil, Michele Pfeil. - 8.ed. -. Rio de Janeiro: LTC, 2009

Rocha, Aderson Moreira – **Curso Prático de Concreto Armado – Volume III** – Ed. Científica, 1969.

XEREZ NETO, Jary de; CUNHA, Alex Sander da. **Estruturas metálicas: manual prático para projetos, dimensionamento e laudos técnicos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 1 recurso online. ISBN 9788579753077.