

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO
ESTRUTURAS DE CONCRETO, AÇO E FUNDAÇÕES

**25001 – Parques Lineares do Vale do Taquari
Passo de Estrela**

Responsável Técnico: Diogo Erdmann Valls CREA-RS 151017

<i>REV</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>	<i>PROJETISTA</i>	<i>DATA</i>
<i>R01</i>	<i>Inseridas informações sobre carregamentos e fundações</i>	<i>LFM</i>	<i>25/02/2026</i>
<i>R00</i>	<i>Emissão inicial</i>	<i>LFM</i>	<i>25/11/2025</i>

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar os critérios técnicos, metodológicos e normativos utilizados na elaboração do projeto estrutural das edificações e elementos integrantes do parque de Passo de Estrela, constituinte do Projeto Parques Lineares do Vale do Taquari.

Dentre as normas brasileiras vigentes sobre as quais este projeto se fundamenta estão:

- *ABNT NBR 5674:2012 Manutenção de edificações;*
- *ABNT NBR 6118:2023 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;*
- *ABNT NBR 14762:2013 – Dimensionamento de estruturas construídas por perfis formados a frio;*
- *ABNT NBR 8800:2024 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;*
- *ABNT NBR 6120:2019 Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;*
- *ABNT NBR 6123:2023 Forças devidas ao vento em edificações;*
- *ABNT NBR 8681:2003 Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;*
- *ABNT NBR 14432:2001 Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento;*
- *ABNT NBR 15200:2012 Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio;*
- *ABNT NBR 15421:2006 Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos – Procedimento;*
- *ABNT NBR 15575:2013 Coletânea de Normas Técnicas - Edificações Habitacionais – Desempenho;*
- *ABNT NBR 15421:2006 Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos – Procedimento*

NORMAS COMPLEMENTARES

- *ABNT NBR 7680:2015 Concreto – Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1 - Resistência à compressão axial;*
- *ABNT NBR 12655:2015 Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação – procedimento;*
- *ABNT NBR 14037:2011 Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das*
- *ABNT NBR 14931:2004 Execução de estruturas de concreto – Procedimento;*
- *ABNT NBR 15696:2009 Formas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;*

2. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Para que a vida útil das edificações se mostre satisfatória, se faz necessário que a execução da estrutura siga todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à fase de execução e suas boas práticas.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao projetista estrutural para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

Não obstante, faz-se imprescindível um bom controle da execução da estrutura, uso adequado das edificações e manutenção periódica das mesmas.

2.1 Classe de Agressividade

A classe de agressividade adotada para o projeto tendo em vista a sua localidade e condições ambientais é a classe II (moderada), de acordo com a NBR 6118:2023, para ambiente urbano com pequeno risco de deterioração.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a Industrial ^{a, b}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c} Respingos de maré	Elevado

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas, elementos em contato com solo contaminado ou água subterrânea contaminada.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

3. MATERIAIS

3.1 Concreto Armado

Segundo a NBR 6118:2023, o módulo de elasticidade inicial do concreto pode ser estimado através da expressão a seguir:

$$E_{ci} = \alpha E \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} \text{ para concretos com } f_{ck} \text{ menor ou igual a } 50 \text{ MPa,}$$

sendo $\alpha E = 1,0$ para granito.

O módulo de deformação secante pode ser estimado pela expressão a seguir:

$$E_{cs} = \alpha i \cdot E_{ci}$$

sendo $\alpha i = 0,8 + 0,2 \cdot \frac{f_{ck}}{80} \leq 1,0$

De acordo com a Tabela 7.1 da NBR 6118:2023, ambientes com classe de agressividade II exigem classe de concreto C25 ou superior. A resistência característica à compressão (f_{ck}) adotada no projeto para todos os elementos de concreto, exceto os elementos que compõem o monumento da santa é 25 MPa. O bloco de fundação e a estrutura do monumento devem apresentar resistência à compressão de 35 MPa.

Tabela da especificação do concreto de acordo com o tipo de elemento do projeto:

Elementos	Classe	Eci	Ecs	a/c	Agregado graúdo
Monumento da Santa e Bloco de Fundação	C35	$\geq 33130 \text{ MPa}$	$\geq 29403 \text{ MPa}$	$\leq 0,55$	4,8 a 19mm
Demais elementos de concreto	C25	$\geq 28000 \text{ MPa}$	$\geq 24360 \text{ MPa}$	$\leq 0,60$	4,8 a 19mm

Observações:

Para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118:2023.

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, recomenda-se que um tecnologista do concreto desenvolva o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como oriente sobre os procedimentos de cura e desforma.

3.2 Cobrimentos

Os cobrimentos dos elementos de concreto devem seguir o prescrito na NBR 6118:2023 item 7.4.7.6, tabela 7.2. Para classe de agressividade II, a classe de resistência mínima é C25 ($f_{ck}=25$ MPa).

Desta forma, adotou-se:

- Fundações (sapatas, blocos e radiers): 3,0 cm
- Pilares e vigas em contato com o solo: 3,0 cm
- Calçadas, pisos e escadas apoiados no solo: 3,0 cm
- Elementos de mobiliário (bancadas, bebedouros etc.): 2,5 cm
- Escadas (degraus suspensos): 2,5 cm

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

4. CARREGAMENTOS ADOTADOS

O dimensionamento estrutural das edificações e coberturas foi realizado com base nos carregamentos permanentes e acidentais definidos pela ABNT NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações.

Esta norma estabelece os valores característicos das cargas atuantes e os critérios para sua combinação, considerando o tipo de utilização de cada ambiente e o comportamento global da estrutura.

Foram consideradas como ações permanentes todas aquelas de valor constante durante a vida útil da estrutura, incluindo:

- Peso próprio dos elementos estruturais (lajes, vigas, pilares, fundações e estruturas metálicas);
- Revestimentos de piso, paredes e teto;
- Forros;
- Camadas de regularização, impermeabilização e contrapiso;
- Coberturas e telhas metálicas, incluindo estrutura secundária;
- Equipamentos fixos e elementos construtivos permanentes.

As ações acidentais foram definidas de acordo com o uso e a ocupação de cada edificação, considerando as categorias funcionais previstas na norma. Entre elas, destacam-se:

- Lajes de uso público e circulação: sobrecarga variável de 300 kgf/m²;
- Áreas de cobertura e manutenção eventual: 50 kgf/m²;
- Escadas com acesso ao público: sobrecarga variável de 300 kgf/m²;
- Empuxos e pressões de vento: determinados conforme ABNT NBR 6123:2023 – Forças devidas ao vento em edificações;

As combinações de ações (normais, excepcionais e de construção) foram elaboradas segundo os critérios da NBR 8681:2021 e NBR 8800:2024, utilizando os coeficientes de ponderação (γ_f) e fatores de combinação (ψ) recomendados para cada tipo de solicitação.

4.1 Tabela de cargas gravitacionais distribuídas

Local	Ação permanente (kgf/m ²)	Ação variável (kgf/m ²)
Centro Comunitário e Sanitários	-	300
Quadras	-	500
Arquibancadas	-	500
Coberturas Metálicas	15	50
Escadas	-	300

4.2 Tabela de cargas de paredes e fechamentos

Carga	Peso (kgf/m ³)
Blocos cerâmicos maciços	1800

4.3 Tabela de cargas de forros e painéis de cobertura

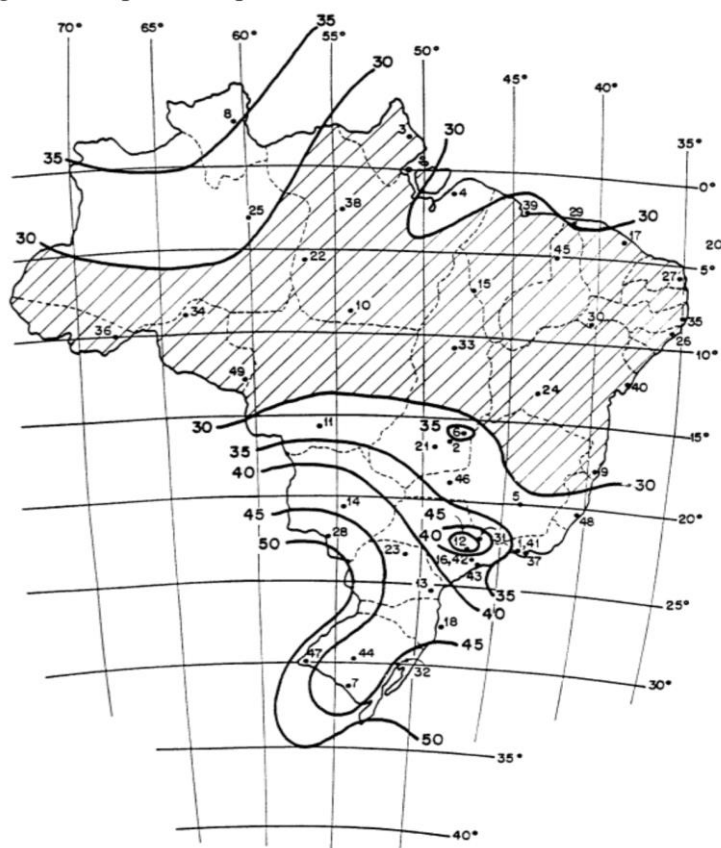
Carga	Peso (kgf/m ²)
Painel de XPS revestido com placas cimentícias 48mm	17,15
Forro colmeia metálico	2,00

4.4 Ação do vento nos reservatórios

O valor da Velocidade Básica do Vento, V_0 , foi adotado pela figura que se segue, reproduzida da NBR 6123:2023. V_0 é máxima velocidade média medida sobre 3 segundos, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano.

A partir da supracitada norma, determinou-se os parâmetros necessários para cálculo da pressão dinâmica do vento.

Classe Terreno	Terreno plano ou fracamente acidentado
Classe de Rugosidade	Terreno aberto em nível com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas
Classe da Edificação	Edificação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical possui entre 20m e 50m.
Fator Estatístico	Estruturas cuja ruína represente substancial risco à vida humana



Isopletas da Velocidade Básica do Vento – NBR 6123:2023

4.5 Parâmetros do cálculo da ação do vento

Parâmetros de Vento	
V_0 – Velocidade Básica (m/s)	45 m/s
S_1 – Fator Topográfico	1,0
S_2 – Classe de Rugosidade	Categoria II
S_2 – Classe da Edificação	Classe B
S_2 - Calculado	0,96
S_3 – Fator Estatístico	1,06 (Grupo B)
V_K – Velocidade característica	45,86 m/s

4.6 Sismos

De acordo com o mapeamento da aceleração sísmica horizontal característica no Brasil para terrenos da classe B (“rocha”), para as estruturas localizadas na Zona sísmica 0, nenhum requisito de resistência sísmica é exigido, conforme indicado na ABNT NBR 15421:2006.

5. CRITÉRIOS DE MODELO ESTRUTURAL

5.1 Modelos de cálculo – Concreto Armado

Os elementos de fundação em concreto armado foram modeladas, analisadas, dimensionadas e detalhadas com o auxílio do software TQS, considerando o comportamento tridimensional dos elementos estruturais. A análise foi feita com base no método dos Estados Limites Últimos (ELU) e Estados Limites de Serviço (ELS), com combinações de ações de acordo com a NBR 8681:2021 – Ações e segurança nas estruturas.

5.2 Modelos de cálculo – Estruturas Metálicas

As estruturas metálicas de cobertura das edificações foram analisadas e dimensionadas com o software mCalc 3D, que utiliza o método dos elementos finitos (MEF) para a resolução de estruturas espaciais. O método permite avaliar o comportamento espacial da cobertura metálica sob as ações verticais (peso próprio e sobrecargas) e horizontais (vento), assegurando o atendimento aos critérios de resistência, rigidez e estabilidade global.

Assim como na análise das estruturas de concreto, as estruturas de aço foram dimensionadas pelo método dos Estados Limites, conforme NBR NBR 8800:2024.

5.3 Deslocamentos admissíveis

Em todas as edificações de concreto do projeto foram atendidos os limites para deslocamentos estabelecidos na Tabela 13.3 da NBR 6118:2023, bem como atendem as estruturas de aço aos limites impostos pela NBR 8800:2024 na tabela B.1.

Tabela 13.3 NBR 6118:2023 – Limites para deslocamentos (Aceitabilidade sensorial)

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	L/250
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	L/350

Tabela B.1 NBR 8800:2024 – Deslocamentos máximos (adaptado)

Descrição	δ^a
Travessas de fechamento	L/250 ^b
Terças de cobertura	L/250 ^c
Vigas de cobertura	L/250
Vigas de piso	L/350 ^e
Vigas que suportam pilares	L/500 ^e

- a L é o vão teórico entre apoios ou o dobro do comprimento teórico do balanço, H é a altura total do pilar (distância do topo à base) ou a distância do nível da viga de rolamento à base, h é a altura do andar (distância entre centros das vigas de dois pisos consecutivos ou entre centros das vigas e a base no caso do primeiro andar).
- b Considerar separadamente o deslocamento paralelo ao plano do fechamento (L é o vão da travessa ou o espaçamento entre linhas de tirantes, caso existam) e o perpendicular ao plano do fechamento.
- c Considerar separadamente o deslocamento paralelo ao plano da cobertura (L é o vão da terça ou o espaçamento entre linha de tirantes, caso existam) e o perpendicular ao plano da cobertura.
- e Caso haja paredes de alvenaria sobre ou sob uma viga, solidarizadas com essa viga, o deslocamento vertical também não pode exceder 15 mm.

Tabela B.1 NBR 8800:2024 – continuação

6. FUNDAÇÕES

As fundações das edificações foram definidas conforme as características geotécnicas locais e as cargas atuantes em cada estrutura, observando-se os critérios de segurança, economia e execução estabelecidos na ABNT NBR 6122:2019 – Projeto e execução de fundações.

Nas edificações principais foram adotadas fundações em sapatas isoladas para os pilares das coberturas metálicas e radier de concreto armado para a estruturas de alvenaria em bloco cerâmico. A partir do parâmetro NSPT presente no relatório de sondagem SPT realizada no terreno, calculou-se por método semiempírico a tensão admissível do solo em cada região.

A interação entre os elementos de fundação e a superestrutura foi analisada a partir das reações do pórtico espacial do TQS e do modelo do mCalc3D, assegurando a compatibilidade entre o comportamento estrutural global e o sistema de fundação adotado.

6.1 *Estacas escavadas*

6.1.1 Perfuração

- Utilizar trado mecânico conforme diâmetro especificado e profundidade de projeto;
- Manter o furo vertical e com diâmetro constante;
- Caso ocorra desmoronamento das paredes, adotar:
 - Reescavação e limpeza;
 - Camisa metálica provisória, se necessário;
 - Concretagem imediata após escavação;
- Nunca deixar furos abertos por longos períodos de tempo;

6.1.2 Armaduras

- Armar estacas conforme detalhamento do projeto estrutural;
- Garantir cobertura de projeto com espaçadores plásticos;

6.1.3 Concretagem

- Lançar o concreto de uma só vez, evitando juntas frias;
- Vibrar levemente e apenas no topo, se necessário;
- Concretar estacas acima da cota de arrasamento (CA);

6.1.4 Arrasamento

- Após a cura inicial, cortar (arrasar) o comprimento excedente na cabeça da estaca até deixá-la na cota de arrasamento de projeto;
- Limpar a cabeça da estaca antes da execução do bloco de coroamento;
- Conferir locação e alinhamento das estacas, verificando se há divergências entre o executado e o projetado. Quaisquer diferenças devem ser comunicadas ao projetista;

6.2 **Blocos de fundação**

6.2.1 Preparação

- Garantir que as armaduras verticais das estacas estejam expostas no comprimento necessário para ancoragem no bloco;
- Caso a estaca não possua arranque suficiente, comunicar o projetista;

6.2.2 Escavação

- Executar escavação do bloco, respeitando:
 - Dimensões de projeto;
 - Espaço adicional para montagem de formas e armaduras;
- O fundo deve estar plano, regular, compactado e livre de solo solto ou água;
- Executar lastro de concreto magro de 5 cm;
- Isolar a área durante escavação para evitar acidentes com terceiros;

6.2.3 Formas

- Conferir travamento das formas e aplicar desmoldante;

6.2.4 Armaduras

- Seguir detalhamento do projeto estrutural;
- Utilizar espaçadores plásticos;

- Conferir e garantir cobrimento especificado;
- Não apoiar armadura diretamente no solo;

6.2.5 Concretagem

- Concretar o bloco em uma única etapa;
- Lançar o concreto de forma contínua, evitando segregação;
- Adensar o concreto com vibrador de imersão sem encostar nas armaduras;
- Realizar cura úmida por ao menos 7 dias;

6.3 Sapatas

6.3.1 Escavação

- Executar escavação respeitando:
 - Dimensões de projeto;
 - Espaço adicional para montagem de formas e armaduras;
 - Taludes;
- O fundo deve estar plano, regular, compactado e livre de solo solto ou água;
- Executar lastro de concreto magro de 5 cm;
- Isolar a área durante escavação para evitar acidentes com terceiros;

6.3.2 Armaduras

- Seguir detalhamento do projeto estrutural;
- Utilizar espaçadores plásticos;
- Conferir e garantir cobrimento especificado;
- Não apoiar armadura diretamente no solo;
- Prever armaduras de arranque dos pilares, devidamente alinhados;

6.3.3 Concretagem

- Concretar a sapata em uma única etapa;
- Lançar o concreto de forma contínua, evitando segregação;
- Adensar o concreto com vibrador de imersão sem encostar nas armaduras;
- Realizar cura úmida por ao menos 7 dias;

6.4 Radiers

6.4.1 Procedimento

- Remover solos moles ou orgânicos;

- Compactar o solo com grau de compactação $\geq 95\%$ do proctor normal;
- Executar camada de 15cm de BGS compactada;
- Executar camada de lona plástica PEAD com traspasse mínimo de 20 cm;
- Em caso de radier sobre aterro:
 - O aterro deve ser executado em etapas consecutivas de compactação em camadas de até 20 cm utilizando equipamentos adequados.

6.4.2 Armaduras

- Seguir detalhamento do projeto estrutural;
- Utilizar espaçadores plásticos;
- Conferir e garantir cobrimento especificado;

7. FORMAS

A execução das formas para concretagem deverá atender às condições de resistência, estanqueidade, estabilidade e precisão dimensional, conforme os critérios da ABNT NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

As formas devem garantir o posicionamento correto das armaduras, o cobrimento mínimo exigido e a geometria precisa dos elementos estruturais, evitando deformações, vazamentos de nata de cimento e desalinhamentos.

7.1 *Material*

As formas podem ser executadas em madeira resinada, compensado plastificado, metálicas ou mistas, desde que apresentem superfície regular e adequada estanqueidade. As superfícies internas deverão ser limpas e revestidas com desmoldante apropriado, de forma a evitar manchas e irregularidades no concreto no momento da desforma.

Tendo em vista que a maioria dos elementos de concreto ficará aparente, sem revestimentos, recomenda-se a adoção de formas de compensado plastificado de alta densidade ou formas metálicas com juntas alinhadas e bem vedadas;

7.2 Execução

A montagem deverá assegurar rígida fixação e escoramento, de modo a resistir às pressões do concreto fresco durante o lançamento e adensamento.

Antes da concretagem, deverão ser inspecionadas a limpeza interna, estanqueidade e dimensões das formas.

Durante o processo de concretagem, o engenheiro responsável ou encarregado de estrutura deve acompanhar o adensamento e preenchimento completo das formas, evitando falhas ou bolhas superficiais.

Além disso, faz-se importante:

- Evitar pregos e emendas aparentes na face externa do concreto;
- Aplicar desmoldante de base vegetal ou mineral leve, de maneira uniforme e em camada fina;
- Controlar rigorosamente o abatimento do concreto (slump) para evitar segregação e manchas de exsudação;
- Prever remoção cuidadosa das formas, após o prazo mínimo de cura indicado, evitando lascamentos ou marcas de ferragem;
- Adotar cura úmida ou com manta plástica imediatamente após a desforma, preservando a tonalidade e durabilidade do concreto.

Após a desforma, as imperfeições superficiais leves poderão ser corrigidas com argamassa de cimento e pó de pedra, sem comprometer o aspecto natural do concreto.

Esse conjunto de medidas visa assegurar qualidade estética, precisão geométrica e durabilidade dos elementos estruturais aparentes, preservando o desempenho técnico e visual conforme o projeto.

7.3 Escoramentos

O escoramento temporário (cimbramento) é parte crítica da execução das estruturas em concreto, devendo garantir segurança, estabilidade e precisão geométrica durante a concretagem, adensamento e cura até que a estrutura atinja resistência suficiente para atuar como elemento portante.

7.3.1 Projeto do Escoramento

O escoramento deve ser objeto de projeto executivo específico ou dimensionamento pela equipe técnica, considerando as cargas permanentes e acidentais durante a fase de concretagem (peso próprio do concreto, equipe, formas, equipamentos de adensamento, eventuais cargas temporárias).

Deve ser adotada a capacidade de carga dos elementos do escoramento conforme as especificações do fabricante (escoras metálicas, torres modulares, vigas de distribuição), e aplicar os coeficientes de segurança usuais para estruturas temporárias.

Devem ser previstas repartições de carga (travessas/longarinas) entre as vigas de madeira/metal e as escoras para evitar concentrações locais excessivas.

7.3.2 Montagem

As bases das escoras devem ser rigidamente apoiadas em placas de distribuição (placas metálicas ou sapatas de madeira tratada) com superfície plana e não deve haver assentamento direto em solo sem placa.

Deverá ser realizado nivelamento e prumo de todas as escoras antes da concretagem, de forma que as travessas (longarinas) que recebem as formas estejam bem apoiadas e com distribuição contínua dos pontos de carga, evitando torções ou empenamentos locais.

7.3.3 Contraventamento e Estabilidade Lateral

O conjunto de escoramentos deve possuir contraventamento lateral e ancoragens conforme projeto, para resistir a empuxos de concreto fresco, vento e esforços acidentais (impactos, movimentação de cargas).

Em torres e escoras altas, prever anéis ou travessas de rigidização em alturas regulares para evitar flambagem e vibrações. Não remover contraventamentos até que a estrutura tenha ganho capacidade autoportante suficiente.

7.3.4 Desescoramento (Remoção das Escoras)

A remoção das escoras deve obedecer ao tempo de cura do concreto para garantir que não ocorram deformações precoces devido à baixa resistência do concreto nos primeiros dias após o seu lançamento.

Recomenda-se o desescoramento total somente após os 28 dias de concretagem, idade em que o concreto atinge a sua resistência de projeto.

7.3.5 Segurança

Todas as operações de montagem, ajuste e desmontagem devem ser executadas por pessoal capacitado e devidamente equipados com EPIs e protegidos por EPCs.

Antes das concretagens, verificar a capacidade de carga do piso temporário e o estado geral das escoras.

8. PISOS DE CONCRETO

8.1 Preparação

- Escavar ou aterrar terreno até a cota de projeto;
- Regularizar e compactar o solo com grau de compactação $\geq 95\%$ do proctor normal;
- Remover solos moles ou orgânicos;
- Executar camada de 15cm de BGS compactada;
- Executar camada de lona plástica PEAD com traspasse mínimo de 20 cm;

8.2 Armaduras

- Utilizar espaçadores plásticos para apoiar treliças e armaduras, garantindo o cobrimento de projeto;
- Utilizar treliças metálicas como espaçadores para apoiar a armadura em tela soldada;
- Armar pisos com tela soldada nervurada aço CA60 ou C50, conforme projeto;
- Executar traspasse mínimo de 25cm entre painéis ou rolos de tela soldada;
- Respeitar cobrimentos de projeto;
- Executar juntas de retração, construção e encontro, conforme projeto;

- Selar juntas com selante de poliuretano e utilizar cordão de sisal ou polipropileno para limitar a profundidade do selante;

8.3 Concretagem

- Lançar o concreto de forma contínua e adensar com régua vibratória, evitando segregação e exsudação excessiva;
- Nivelar piso com régua;
- Dar acabamento conforme projeto arquitetônico;
- Iniciar cura úmida imediatamente após a concretagem e por ao menos 7 dias;
- Vedar circulação sobre o piso por ao menos 4 dias;
- Isolar área durante a cura e proteger o piso de chuva intensa e sol forte;

9. DEMAIS CONSIDERAÇÕES

9.1 Tolerâncias

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

9.2 Tecnologia do concreto

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

- Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.
- O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.

9.3 Cura

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna.

Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que o concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e conseqüente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

9.4 Controle do concreto

O Tecnologista do Concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.

Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680:2015 – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos.

10. ESTRUTURAS METÁLICAS

A seguir são apresentadas as recomendações gerais para fabricação, montagem e proteção das estruturas metálicas, de acordo com as normas da ABNT e boas práticas de engenharia.

10.1 Materiais e ligações

Perfis estruturais: devem ser constituídos de aço ASTM A36, A572 Grau 50 ou equivalente nacional ($f_y \geq 250$ MPa), conforme especificação do projeto executivo.

Chapas e elementos planos: devem ser cortados preferencialmente por plasma ou oxicorte de precisão, evitando deformações térmicas. As tolerâncias dimensionais devem atender à NBR 9452.

10.2 Fabricação e controle de qualidade

Todas as peças devem ser fabricadas em ambiente controlado, garantindo precisão de cortes, furações e alinhamentos.

Antes da pintura, as superfícies metálicas devem ser jateadas conforme NBR 10921, com remoção completa de carepas e óxidos.

Aplicar sistema de proteção anticorrosiva composto por primer epóxi-zinco (mín. 60 μm) e acabamento em esmalte poliuretano (mín. 80 μm) ou equivalente, totalizando espessura mínima de 120 μm .

O controle de qualidade deve incluir inspeção dimensional, ensaio de espessura de pintura e documentação de rastreabilidade dos lotes de aço.

10.3 Montagem em campo

O transporte e a montagem devem seguir plano de içamento com verificação de apoios temporários e estabilidade global. As peças devem ser içadas utilizando cintas e manilhas adequadas à carga.

Recomenda-se iniciar o travamento da estrutura metálica a partir dos pórticos principais, prosseguindo com contraventamentos horizontais e verticais para garantir rigidez espacial.

O nivelamento e alinhamento devem ser constantemente, assegurando tolerâncias geométricas adequadas.

As conexões definitivas devem ser apertadas somente após a conferência do prumo e alinhamento.

Em coberturas metálicas de grandes vãos, recomenda-se manter escoramentos provisórios até a conclusão dos travamentos de cobertura e instalação das telhas, evitando deslocamentos excessivos por vento.

Durante toda a execução devem ser respeitadas as normas de segurança do trabalho em altura (NR-35), movimentação de cargas (NR-11) e demais normativas pertinentes. O acesso ao telhado deve ser restrito a pessoal técnico e de manutenção, devidamente treinado e equipado com EPIs adequados.



Documento assinado digitalmente
DIOGO ERDMANN VALLS
Data: 12/03/2026 16:52:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>