

---

---

# MEMORIAL DESCRITIVO



**DISCIPLINA:** ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES

**AUTOR:** RHARÃ DE ALMEIDA CARDOSO

## Sumário

NOTAS SOBRE A DURABILIDADE DO CONCRETO .....	3
ESPECIFICAÇÕES DO CONCRETO .....	4
CLASSE DE RESISTÊNCIA .....	4
ESPECIFICAÇÃO GERAL DO CONCRETO (CONFORME CARIMBO DAS PRANCHAS) .....	4
ESPECIFICAÇÃO PARTICULAR DO CONCRETO – ESTACAS .....	5
ESPECIFICAÇÃO PARTICULAR DO CONCRETO – ESCADAS E RAMPAS.....	5
ESPECIFICAÇÃO PARTICULAR DO CONCRETO – RESERVATÓRIO SUPERIOR .....	6
FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES - QUALIDADE NA EXECUÇÃO.....	6
FUNDAÇÕES – ESTACAS HÉLICE-CONTÍNUA .....	6
CONTENÇÕES .....	6
Estacas hélice contínua justapostas .....	6
Cortina simples.....	7
FORMAS E ARMAÇÃO.....	7
LAJES APOIADAS SOBRE O SOLO .....	9
CONCRETAGEM – PROCEDIMENTO - GERAL.....	9
CONCRETAGEM – NOTA SOBRE O BLOCO DE FUNDAÇÃO B14 .....	11
EXTRAÇÃO DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO.....	11
CURA DO CONCRETO – PROCEDIMENTO .....	13
ESCORAMENTO – PROCEDIMENTO .....	13
CONTROLE TECNOLÓGICO .....	13
ELEMENTOS CONSTRUTIVOS COMPLEMENTARES: VERGAS E CONTRA-VERGAS.....	14
PROVA DE CARGA ESTÁTICA EM ESTACAS.....	14
MATERIAL DE ENCHIMENTO E DE ROLAMENTO NA LAJE DO 1º PAVIMENTO .....	15

## NOTAS SOBRE A DURABILIDADE DO CONCRETO

De acordo com os itens 6.3 e 6.4 da NBR 6118:2023, a determinação da Classe de Agressividade Ambiental (CAA) deve considerar o ambiente em que a estrutura estará inserida, levando em conta as condições que possam comprometer sua durabilidade. A obra da sede do Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), localizada a aproximadamente 300 metros da Usiminas em Ipatinga, apresenta características que justificam a adoção da CAA III – Agressividade Forte, conforme descrito a seguir.

A Usiminas é uma siderúrgica de grande porte que emite uma variedade de poluentes atmosféricos agressivos, como monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), material particulado (MP) e compostos orgânicos voláteis (COVs). Esses poluentes podem se combinar com a umidade do ar para formar ácidos (como ácido sulfúrico e nítrico), que são altamente corrosivos ao concreto e às armaduras.

O Princípio da Eficiência da Administração Pública impõe que o projetista busque minimizar custos globais da estrutura, incluindo aqueles relacionados à manutenção, reparos e reabilitação ao longo de sua vida útil. A escolha da CAA III está diretamente alinhada a esse princípio, pois busca prevenir o envelhecimento precoce da estrutura e evitar custos elevados associados à deterioração acelerada causada pelo ambiente agressivo.

Adotar uma classificação inferior (CAA II – Moderada) seria tecnicamente imprudente, pois subestimaria os riscos ambientais, podendo levar à deterioração acelerada da estrutura e à necessidade de intervenções corretivas prematuras.

Assim, tendo em vista a submissão global da obra à CAA III, o projetista optou pelas seguintes especificações técnicas GERAIS para a obra (conforme se lê no carimbo das pranchas):

- Classe do concreto: C30, densidade normal com resistência característica à compressão aos 28 dias (fck) de 30 MPa;
- Fator água-cimento máximo: 0,55.
- Cobrimento de vigas: 40 mm.
- Cobrimento de pilares: 40mm.
- Cobrimento de lajes: 35 mm.
- Cobrimento de elementos estruturais em contato com o solo (exceto pilares): 40 mm (fundações, lajes/vigas no solo e contenções);
- Cobrimento de pilares em contato com o solo: 45 mm.

Estas especificações atendem na íntegra o que estabelece a NBR 6118:2023 em seus itens 6.4 (Tabela 6.1) e 7.4. (Tabela 7.1) quanto à qualidade do concreto e cobrimento do aço visando a durabilidade da estrutura.

Por outro lado, adotar de maneira universal a mesma CAA a todos os elementos estruturais seria uma decisão técnica igualmente questionável sob a luz do mesmo Princípio da Eficiência, uma vez que a classe do concreto e o cobrimento elevariam o custo da obra em regiões onde não fossem realmente necessários. O item 6.4.2 da norma supracitada dá respaldo para a diferenciação da CAA segundo as partes da estrutura: “Nos projetos das estruturas correntes, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo como apresentado na Tabela 6.1 e pode

ser avaliada, simplificada, segundo as condições de exposição da estrutura **ou de suas partes.**” (grifo do autor).

Assim, o projetista optou por estabelecer a hipótese em que as estacas estejam sujeitas à uma classe de agressividade mais branda, isto é, CAA II. A justificativa técnica para o abrandamento reside no fato de que as estacas, por estarem enterradas, não estarão submetidas ao intenso influxo de gases poluentes agressivos e chuva ácida como no restante da estrutura. Ademais, o cobrimento de 60 mm das estacas, proporcionada pelos espaçadores do tipo rolete, já representa uma proteção 20 mm superior à recomendada para a própria CAA III.

Uma vez justificadamente enquadradas na CAA II, as estacas passam a ter o requerimento de C30 para o concreto, segundo a Tabela 4 da NBR 6122:2022. Este requerimento já está atendido no projeto. Adicionalmente, norma estabelece que o concreto C30 para a estaca hélice-contínua deverá ter abatimento entre 220 e 260 mm (classe de consistência S220) e agregado graúdo na Zona de Granulometria de 4,75 mm a 12,5 mm (classe de granulometria D9,5, comercialmente conhecida como Brita 0 ou pedrisco), com consumo mínimo de cimento de 350 kg/m<sup>3</sup> e fator água/cimento máximo de 0,60.

As especificações especiais para as estacas (que diferem das especificações GERAIS), referentes à consistência, granulometria do agregado graúdo, consumo de cimento e fator água/cimento foram constam, tanto nas pranchas de detalhamento das estacas, quanto no presente Memorial Descritivo.

## ESPECIFICAÇÕES DO CONCRETO

### CLASSE DE RESISTÊNCIA

A estrutura da edificação é toda composta por Concreto C30 (densidade normal com resistência característica à compressão de 30 MPa). Não há exceções. O módulo de elasticidade tangente (inicial) deve ser igual ou superior a 31 GPa aos 28 dias (agregados graúdos de granito ou gnaíse). O módulo de elasticidade secante deve ser igual ou superior a 27 GPa aos 28 dias (agregados graúdos de granito ou gnaíse).

Por outro lado, podem variar a Classe de Consistência, a Zona Granulométrica do agregado graúdo, o fator água/cimento, o consumo mínimo de cimento ou a presença de aditivos especiais.

A Especificação Geral do concreto é aquela estabelecida no carimbo de todas as pranchas. A menos que seja indicada diferente especificação junto ao detalhamento do elemento estrutural, ou a menos que o elemento esteja na lista de exceção (particularização) abaixo, deve-se atender às especificações gerais.

### ESPECIFICAÇÃO GERAL DO CONCRETO (CONFORME CARIMBO DAS PRANCHAS)

**Elementos estruturais aplicáveis:** todos os elementos, exceto os aqueles com indicação diferente em prancha ou pertencentes a algum grupo de especificação particular.

**C30 S100 D19 (a/c≤0,55 c.c.≥320)**

- C30:** Concreto de densidade normal e  $f_{ck}=30\text{MPa}$  (resistência característica à compressão aos 28 dias);
- S100:** Classe de Consistência com slump entre 100 e 160 mm; *No caso de bombeamento do concreto, utilizar S160 ou S220, conforme necessidade de fluxo no mangote e desnível a ser vencido.*
- D19:** Zona Granulométrica do agregado graúdo com diâmetros de 9,5 a 25 mm (diâm. Máx. característico de 19 mm, equivalente à Brita nº1) – Tabela 6 da NBR 7211:2022;
- a/c≤0,55:** Relação água/cimento em massa menor ou igual a 0,55;
- c.c.≥320:** Consumo mínimo de cimento igual a 320 kg por m<sup>3</sup> de concreto.

#### ESPECIFICAÇÃO PARTICULAR DO CONCRETO – ESTACAS

**Elementos estruturais aplicáveis:** todas as estacas, tanto da fundação quanto da contenção (justaposta).

##### **C30 S220 D9,5 (a/c≤0,50 c.c.≥350)**

- C30:** Concreto de densidade normal e  $f_{ck}=30\text{MPa}$  (resistência característica à compressão aos 28 dias);
- S220:** Classe de Consistência com *slump test* maior do que 220 mm;
- D9,5:** Zona Granulométrica do agregado graúdo com diâmetros de 4,75 a 12,5 mm (diâm. Máx. característico de 9,5 mm, equivalente à Brita nº0) – Tabela 6 da NBR 7211:2022;
- a/c≤0,50:** Relação água/cimento em massa menor ou igual a 0,50;
- c.c.≥350:** Consumo mínimo de cimento igual a 350 kg por m<sup>3</sup> de concreto.

#### ESPECIFICAÇÃO PARTICULAR DO CONCRETO – ESCADAS E RAMPAS

**Elementos estruturais aplicáveis:** todas as escadas e rampas.

##### **C30 S50 D19 (a/c≤0,55 c.c.≥320)**

- C30:** Concreto de densidade normal e  $f_{ck}=30\text{MPa}$  (resistência característica à compressão aos 28 dias);
- S50:** Classe de Consistência com slump entre 50 e 100 mm;
- D19:** Zona Granulométrica do agregado graúdo com diâmetros de 9,5 a 25 mm (diâm. Máx. característico de 19 mm, equivalente à Brita nº1) – Tabela 6 da NBR 7211:2022;
- a/c≤0,55:** Relação água/cimento em massa menor ou igual a 0,55;
- c.c.≥320:** Consumo mínimo de cimento igual a 320 kg por m<sup>3</sup> de concreto.

## ESPECIFICAÇÃO PARTICULAR DO CONCRETO – RESERVATÓRIO SUPERIOR

**Elementos estruturais aplicáveis:** pisos, paredes e tetos dos reservatórios superiores (estanqueidade e proteção).

### **C30 S160 D9,5 ( $a/c \leq 0,45$ c.c. $\geq 360$ ) com aditivo cristalizante e cura rigorosa**

- C30:** Concreto de densidade normal e  $f_{ck}=30\text{MPa}$  (resistência característica à compressão aos 28 dias);
- S50:** Classe de Consistência com slump entre 50 e 100 mm;
- D19:** Zona Granulométrica do agregado graúdo com diâmetros de 9,5 a 25 mm (diâm. Máx. característico de 19 mm, equivalente à Brita nº1) – Tabela 6 da NBR 7211:2022;
- $a/c \leq 0,55$ :** Relação água/cimento em massa menor ou igual a 0,55;
- c.c. $\geq 360$ :** Consumo mínimo de cimento igual a 360 kg por  $\text{m}^3$  de concreto.
- Aditivo:** Aditivo cristalizante para a impermeabilização do concreto. (Ref.: EUCON VANDEX AM-10 da Viapol ou WT200 da Sika ou equivalente) na dosagem e demais recomendações do fabricante.
- Cura:** A cura dos elementos a confinar água potável deverá ser do tipo úmida saturada por pelo menos 14 dias a partir da data de concretagem.

## FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES - QUALIDADE NA EXECUÇÃO

### FUNDAÇÕES – ESTACAS HÉLICE-CONTÍNUA

As fundações da edificação são do tipo profunda constituídas por estacas escavadas hélice contínua monitorada com diâmetros de 40 e 60 cm.

**IMPORTANTE:** a resistência de ponta da estaca foi considerada no cálculo e dimensionamento da fundação. O executor deve, antes da execução, **assegurar que serão cumpridos os procedimentos executivos mínimos especificados no anexo N da NBR 6122:2022.**

### CONTENÇÕES

As contenções serão de dois tipos, a saber:

1. Contenção em estacas tipo hélice contínua justapostas;
2. Contenção em cortina simples.

#### Estacas hélice contínua justapostas

1. Verificar no projeto executivo a locação das estacas de contenção a serem executadas. Tratam-se de 158 estacas hélice contínua com o diâmetro de 40 cm com diferentes cotas de assentamento (ponta);
2. **Seguir rigorosamente o procedimento executivo conforme detalhado na seção anterior** para a execução das estacas, respeitando a locação do proj. executivo e o espaçamento de 60 cm entre estacas adjacentes.

3. Executar viga de coroamento (rótulos “Vm”) do pavimento PAV1, conforme proj. executivo, lembrando de deixar esperas para conexões com lajes e outras vigas a serem executadas futuramente;
4. Garantir um intervalo de 14 dias após a concretagem da última estaca da cortina antes de iniciar a escavação à prumo. Limitado à escavação de 2,0 metros de profundidade;
5. Garantir um intervalo total de 28 dias após a concretagem da última estaca da cortina antes de avançar além dos 2,0 de profundidade e poder chegar à cota do platô do subsolo;
6. Escavar à prumo todo o subsolo, conforme projeto específico de terraplenagem.
7. Executar a fundação, o subsolo (SUB) e o primeiro pavimento (PAV1);
8. Posteriormente, executar acabamento na superfície da contenção:
  - a. Remover partes soltas do solo;
  - b. Posicionar manta geocomposta drenante e o tubo PEAD DN100 mm na base para correta drenagem pluvial;
  - c. Posicionar tela soldada nervurada Q246 CA60 Ref. Gerdau com fixação em cada estaca, conforme proj. executivo;
  - d. Executar concreto da capa com espessura média de 8,0 cm para acabamento da contenção;

O GEOCOMPOSTO DRENANTE deverá ser composto por três camadas:

- Bidim (geotêxtil não tecido) com função filtrante em contato com o solo/estacas;
- Miolo em georrede de PEAD (núcleo drenante) com espessura nominal de 5,8 mm;
- Filme em polietileno (lona) para função de impermeabilização em contato com concreto projetado.

O Geocomposto Drenante deve ter resistência à compressão de 400 kPa ou superior e apresentar capacidade de vazão mínima de 0,05 L/s (3,0 L/min) por metro de largura com gradiente hidráulico  $i = 1,0$ , sob uma tensão (empuxo) de 20 kPa. REFERÊNCIA: GEOCOMPOSTO DRENANTE 2L GF, fabricante DIPROTEC GEOSSINTÉTICOS (ou equivalente).

### Cortina simples

As cortinas deverão ser executadas como paredes de concreto.

1. Executar as cintas (vigas do pavimento subsolo – SUB) e deixar esperas para o arranque das cortinas, conforme determinado pelo proj. executivo;
2. Executar os pilares do subsolo de maneira monolítica às cortinas como emprego de formas de madeirite plastificado com uso de desmoldante;
3. Instalar o geocomposto drenante ao longo de toda as costas do muro;
4. Instalar o tubo PEAD DN100 mm para drenagem pluvial;
5. Nas costas da cortina, somente após execução do PAV1, efetuar reaterro compactado mecanicamente em camadas de 20 cm com no mínimo 80% da energia Proctor Normal.

## FORMAS E ARMAÇÃO

A seguir, apresentam-se algumas recomendações importantes relativas à preparação de formas e à colocação de armação nas peças de concreto armado.



#### **Planejamento e Projeto:**

- Antes de iniciar o preparo das formas e a colocação da armação, é essencial ter em mãos o projeto estrutural detalhado, que inclui as dimensões das peças de concreto armado, especificações de armação, cobrimento das armaduras e detalhes de acabamento.

#### **Seleção dos Materiais e Ferramentas:**

- Escolha materiais de qualidade para as formas, como madeira compensada, chapas metálicas ou sistemas de formas pré-fabricadas, dependendo da complexidade e do tamanho das peças.
- Certifique-se de ter todas as ferramentas necessárias à disposição, incluindo serras, furadeiras, martelos, pregos, parafusos, entre outros.

#### **Preparo das Formas:**

- Marque as dimensões das peças de concreto nas formas, utilizando fitas métricas e esquadros para garantir precisão.
- Corte as peças de madeira ou metais de acordo com as marcações, garantindo que as formas tenham a resistência e estabilidade necessárias para suportar o peso e a pressão do concreto.
- Verifique se as formas estão niveladas e alinhadas corretamente, ajustando-as conforme necessário.

#### **Tratamento das Formas:**

- Aplique agentes de desmoldagem nas formas para facilitar a remoção posterior do concreto, evitando aderência excessiva.
- Caso necessário, aplique revestimentos ou impermeabilizantes nas formas para garantir um acabamento adequado e evitar vazamentos de concreto.
- Nos pilares com quinas agudas, instale dispositivo quebra-canto para obter quinas chanfradas antes da concretagem.

#### **Colocação da Armação:**

- Siga rigorosamente as especificações do projeto executivo para a colocação da armação, incluindo o tipo, diâmetro, espaçamento e posicionamento das barras de aço.
- Posicione as armaduras dentro das formas de acordo com o projeto, garantindo que fiquem no local correto e com o espaçamento adequado em relação às faces das peças de concreto.
- Utilize espaçadores de armação ou suportes de aço para manter as barras no lugar e garantir o cobrimento especificado de concreto ao redor das armaduras.

#### **Fixação das Armaduras:**

- Amarre as barras de aço utilizando arames ou conectores apropriados, garantindo uma conexão segura e estável entre as diferentes barras e camadas de armação.



- Verifique se as armaduras estão posicionadas corretamente e niveladas em relação ao plano da forma, ajustando-as conforme necessário.

#### **Inspeção Final:**

- Antes de iniciar a concretagem, faça uma inspeção final para verificar se as formas estão devidamente preparadas e se a armação está corretamente posicionada e fixada.
- Certifique-se de que todas as aberturas necessárias para a passagem do concreto, como tubos de enchimento e espaçadores, estejam devidamente posicionadas e vedadas.

## **LAJES APOIADAS SOBRE O SOLO**

No pavimento subsolo, todas as lajes estruturais apoiadas sobre o solo deverão ser armadas com dupla tela soldada nervurada Q246 CA60, Gerdau ou equivalente, conforme o projeto executivo. Igualmente, as duas lajes de rampas que constituem o acesso de veículos ao estacionamento do subsolo (SUB) deverão ser também armadas.

A laje armada deve se apoiar sobre camada drenante sanduíche composta por lona, brita 1 e lona, conforme projeto executivo. O solo-base deverá estar compactado com 95% da energia Proctor Normal na umidade ótima.

Deve-se dispender atenção às juntas de movimentação a serem preservadas ainda antes da concretagem das lajes de piso. O sistema de juntas é composta por barra de transferência CA25 diâmetro 16 mm a cada 100 cm, engraxada em até 60% do comprimento. A Junta de Movimentação deve manter um espaçamento de 20 mm entre placas de piso adjacentes. Deve-se garantir a separação completa do piso com o emprego de chapa de madeirite. Empregar selante POLIURETANO próprio para junta de movimentação. REF.: SMP 340 Hard ou Vedacit. Aplicar cordão delimitador de profundidade em polietileno diâmetro 10 mm (tarucel). Ref.: Vedacit ou equivalente.

O uso dos estacionamentos deve limitar o acesso a veículos de categoria II, conforme NBR 6120, com PBT (Peso Bruto Total) máximo de 90 kN e altura máxima de 2,30 m (ao invés de 2,60 m, por segurança contra impactos nas instalações). A velocidade máxima deverá ser de 5 km/h. ATENÇÃO: a Altura máxima do veículo e a velocidade máxima permitida deverão ser devidamente sinalizadas verticalmente por placas.

## **CONCRETAGEM – PROCEDIMENTO - GERAL**

### **1. Preparação Prévia:**

- Verifique se todas as etapas anteriores, como o preparo das formas e a colocação da armação, foram concluídas de acordo com as especificações do projeto.
- Assegure-se de que todos os materiais e equipamentos necessários para a concretagem estejam disponíveis e em boas condições.

### **2. Organização do Local:**

- Limpe a área de trabalho e remova quaisquer obstáculos que possam interferir no processo de concretagem.

- Posicione os equipamentos de bombeamento de concreto e os caminhões betoneira de forma a facilitar o acesso às formas e garantir uma distribuição eficiente do concreto.

### 3. Preparação do Concreto:

- Verifique a qualidade e a consistência do concreto entregue pelos caminhões betoneira, certificando-se de que atenda às especificações do projeto.
- Caso necessário, faça ajustes na composição do concreto, como adição de água ou aditivos, para alcançar a consistência desejada.

### 4. Início da Concretagem:

- Antes de iniciar a concretagem, umedeça as formas para evitar a absorção excessiva de água do concreto e a formação de manchas.
- Posicione os operadores de bomba de concreto e ajuste a mangueira de bombeamento para garantir uma distribuição uniforme do concreto nas formas.

### 5. Lançamento do Concreto:

- Inicie o bombeamento do concreto para as formas, começando pelas áreas mais baixas e avançando gradualmente para as áreas mais altas.
- Mantenha um fluxo contínuo de concreto durante toda a operação, evitando interrupções que possam causar descontinuidades na estrutura.

### 6. Adensamento e Compactação:

- Utilize vibradores de imersão ou vibradores de superfície para adensar o concreto e eliminar bolhas de ar, garantindo assim uma compactação adequada e a homogeneidade do material.
- Aplique os vibradores em movimentos verticais ao longo das formas, garantindo uma penetração completa do concreto e evitando a formação de vazios.

### 7. Acabamento Superficial:

- Nivela a superfície do concreto utilizando régua vibratória ou réguas de alumínio, garantindo uma superfície lisa e nivelada.
- Realize acabamentos adicionais conforme necessário, como texturização superficial ou aplicação de retardadores de endurecimento para obter o acabamento desejado.

### 8. Cura do Concreto:

- Após o acabamento superficial, inicie imediatamente o processo de cura do concreto para evitar a perda prematura de água e garantir o desenvolvimento adequado das propriedades do material.
- Utilize método de cura úmida, mantendo as superfícies saturadas.
- O processo de cura úmida deverá se estender por pelo menos 14 dias.

### 9. Limpeza e Manutenção:

- Limpe todas as ferramentas, equipamentos e áreas de trabalho utilizadas durante a concretagem para evitar o acúmulo de resíduos e garantir a segurança do local.
- Realize inspeções periódicas na estrutura de concreto para identificar quaisquer defeitos ou problemas que possam surgir e tome as medidas corretivas necessárias.

#### 10. Registro e Documentação:

- Mantenha registros detalhados no diário de obras de todos os procedimentos realizados durante a concretagem, incluindo horários de início e término, quantidade de concreto utilizado, métodos de cura aplicados e qualquer anomalia observada.
- Documente no diário de obras qualquer não conformidade identificada e as medidas corretivas adotadas para garantir a qualidade e a segurança da estrutura de concreto.

### CONCRETAGEM – NOTA SOBRE O BLOCO DE FUNDAÇÃO B14

A concretagem do bloco B14, por suas grandes dimensões, deverá ocorrer em quatro etapas, espaçadas por pelo menos 7 dias de cura úmida. Cada etapa deverá concretar 42,5 cm de altura do bloco, com as especificações do concreto estabelecidas neste memorial. Nas juntas frias, antes da concretagem, deve-se garantir a superfície rugosa, limpa e úmida, a fim de garantir correta aderência na interface.

### EXTRAÇÃO DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO

O controle tecnológico do concreto, incluindo a extração e ensaio de corpos de prova, é essencial para garantir a qualidade e a conformidade do concreto utilizado em obras civis. As principais normas que regem esse processo no Brasil são as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), em especial a NBR 12655:2022 - Preparo de Amostras de Concreto em Laboratório para Determinação de Resistência à Compressão e a NBR 5738:2015 - Concreto - Procedimento para Moldagem e Ensaios de Corpos de Prova. A seguir, são detalhados os procedimentos de acordo com essas normas:

#### 1. Extração dos Corpos de Prova:

- De acordo com a NBR 12655:2022, os corpos de prova devem ser moldados a partir de amostras representativas do concreto fresco, retiradas de cada lote produzido no local da obra.
- As amostras devem ser extraídas em intervalos regulares durante a concretagem, preferencialmente a cada 50 m<sup>3</sup> ou a cada 100 m<sup>3</sup> de concreto produzido, conforme orientação da NBR 12655.
- Utilize moldes cilíndricos de diâmetro nominal de 10 cm e altura igual a duas vezes o diâmetro (ou seja, 20 cm) para moldar os corpos de prova, conforme especificado na NBR 5738:2015.

#### 2. Moldagem dos Corpos de Prova:

- Prepare os moldes de acordo com as orientações da NBR 5738, garantindo que estejam limpos e lubrificados para facilitar a remoção dos corpos de prova após a cura.

- Encha os moldes com o concreto fresco, em camadas de aproximadamente 10 cm de altura, compactando-o adequadamente com vibradores de imersão para garantir a remoção de bolhas de ar.
- Após o preenchimento completo dos moldes, nivele a superfície do concreto com uma régua metálica e remova qualquer excesso que possa se acumular nas bordas.

### 3. Cura dos Corpos de Prova:

- Cubra os moldes com sacos plásticos ou mantas umedecidas para evitar a evaporação prematura da água e garantir a cura adequada do concreto, conforme recomendado pela NBR 5738.
- Mantenha os corpos de prova moldados na forma por um período mínimo de 24 horas antes de desmoldá-los, garantindo assim a resistência inicial do concreto.

### 4. Desmoldagem e Identificação:

- Após o período de cura inicial, desmolde os corpos de prova cuidadosamente, evitando danos à superfície dos mesmos.
- Identifique cada corpo de prova com informações essenciais, como data de moldagem, número do lote de concreto, local de extração da amostra e idade em dias no momento do ensaio.

### 5. Ensaio de Resistência à Compressão:

- Conduza os ensaios de resistência à compressão de acordo com as diretrizes da NBR 5739:2015 - Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos de Concreto, utilizando uma prensa hidráulica devidamente calibrada.
- Realize os ensaios em corpos de prova com 7, 14 e 28 dias de idade.
- Registre os resultados dos ensaios de resistência à compressão, incluindo a carga máxima aplicada e a resistência média do conjunto de corpos de prova ensaiados.
- Calcule a resistência à compressão estimada, conforme as normas.

### 6. Análise e Registro dos Resultados:

- Analise os resultados dos ensaios de resistência à compressão e compare-os com os valores especificados no projeto ou normas técnicas aplicáveis.
- Registre os resultados de forma clara e precisa em relatórios de controle tecnológico, identificando quaisquer não conformidades e as ações corretivas adotadas, se necessário.

### 7. Armazenamento dos Corpos de Prova:

- Após a realização dos ensaios, armazene os corpos de prova ensaiados em local adequado e identificado, garantindo sua rastreabilidade e possibilidade de verificações posteriores, se necessário.

## CURA DO CONCRETO – PROCEDIMENTO

- Após o acabamento superficial, inicie imediatamente o processo de cura do concreto para evitar a perda prematura de água e garantir o desenvolvimento adequado das propriedades do material, evitando assim: fissuras de retração, aumento da permeabilidade e queda da resistência.
- Utilize método de cura úmida, mantendo as superfícies saturadas.
- O processo de cura úmida deverá se estender por pelo menos 7 dias após a concretagem.
- A fim de se garantir a cura úmida, recomenda-se utilizar mantas umedecidas ou membranas de cura para evitar a perda por evaporação, especialmente em lajes.
- Especialmente nos elementos que constituem o reservatório superior (estanque), o período de cura úmida deverá ser de pelo menos 14 dias.

## ESCORAMENTO – PROCEDIMENTO

As formas dos elementos em concreto armado deverão se manter escoradas em **100% por pelo menos 28 dias** após a concretagem das peças.

Ao remover as escoras, em caso de balanço, iniciar a remoção da extremidade do balanço em direção à região do apoio.

Pode-se realizar o descimbramento e reescoramento do 1º pavimento abaixo daquele que foi concretado há 28 dias. O reescoramento deverá contemplar 50% da quantidade de escoras iniciais. Com esta idade, o 2º pavimento abaixo daquele que foi concretado poderá ter apenas 25% de escoras iniciais após o reescoramento. O 3º pavimento abaixo do pavimento concretado há 28 dias, poderá ter todas as escoras removidas.

As escoras deverão ser preferencialmente metálicas com ajuste fino de altura.

## CONTROLE TECNOLÓGICO

O Controle Tecnológico do concreto empregado na obra **deve ser realizado de maneira obrigatória**, respeitando os procedimentos estabelecidos na NBR 12655:2022 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. **O acompanhamento deve ser realizado por engenheiro civil tecnologista de concreto, com respectivo registro de ART.**

Dentre os ensaios de controle de recebimento e aceitação do concreto, os dois a serem realizados ao longo de toda a execução da obra são:

1. **Ensaio de Consistência**, de acordo com item 6.1 da NBR 12655:2022;
2. **Ensaio de Resistência à Compressão**, de acordo com item 6.1 da NBR 12655:2022;

Ao ter acesso aos resultados dos dois ensaios acima, deve-se rejeitar o concreto se o mesmo não atender à especificação geral ou particular (se houver) do elemento estrutural, conforme estabelecido neste memorial e nas pranchas executivas.

O aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado da presente obra devem obedecer ao estabelecido pela ABNT NBR 7480:2024, nas seguintes categorias, conforme o caso:

- Barras de transferência a serem empregadas no piso de concreto armado sobre o solo deve ser da categoria CA-25 (barra lisa);
- O vergalhão de bitola até 6,3 mm deve ser da categoria CA-60 (barra nervurada);
- O vergalhão de bitola 8,0 mm até 25,0 mm deve ser da categoria CA-50 (barra nervurada);
- A tela soldada nervurada deve ser composta por fios nervurados da categoria CA-60 (fio nervurado).

## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS COMPLEMENTARES: VERGAS E CONTRA-VERGAS

As vergas e contravergas (elementos construtivos complementares) devem ser executadas em concreto C25 com cobrimento mínimo de 20 mm. O concreto destes elementos poderá ser dosado e misturado no próprio canteiro de obras com o emprego de betoneira.

Quando a distância entre janelas for menor ou igual a 40 cm, deve-se emendar as vergas/contravergas.

O detalhamento com quantitativos de cada tipo de verga e contraverga, para cada tipo de vão da obra, encontra-se no Anexo A da presente documentação e deve ser entendida como parte integrante do projeto executivo. Vide arquivo *ANEXO-A-DETALHES-CONSTRUTIVOS.pdf*.

## PROVA DE CARGA ESTÁTICA EM ESTACAS

É **obrigatória** a execução de **Prova de Carga Estática** de desempenho, no decorrer do estaqueamento, em pelo menos **01 (uma) estaca com diâmetro de 40 cm** (que não seja componente da cortina em estacas justapostas) e em pelo menos **01 (uma) estaca com diâmetro de 60 cm**. (REF.: NBR 6122:2022, item 9.2.2.1)

A carga admissível obtida pela prova de carga estática deve ser calculada segundo o item 6.2.1.2.2 da NBR 6122:2022 e satisfazer às seguintes condições:

- Estaca Hélice Contínua Monitorada com diâmetro **40 cm**: A carga admissível obtida na prova de carga deve ser maior ou igual a **66,0 tf**.
- Estaca Hélice Contínua Monitorada com diâmetro **60 cm**: A carga admissível obtida na prova de carga deve ser maior ou igual a **110,0 tf**.

Estas foram as cargas admissíveis (cargas de trabalho) consideradas em projeto no cálculo do comprimento, quantidade e diâmetro das estacas de cada pilar. A metodologia de cálculo empregada foi a semiempírica (Aoki-Velloso e Decourt-Quaresma) conforme demonstrado no Memorial de Cálculo.

**Importante: a fase de execução de estacas, tanto da fundação quanto da contenção, deve obrigatoriamente ser acompanhada por engenheiro geotécnico para confirmação da execução**

**das fundações e do comprimento das estacas estimado em projeto, com respectivo registro de ART.**

Caso a carga admissível obtida pela Prova de Carga não atenda aos limites acima estabelecidos, deve-se pausar a execução das estacas e contar com o engenheiro geotécnico para que seja verificada a necessidade de adequação do projeto de fundação. Informa-se que é comum, no caso de necessidade de adequação, de serem feitos ajustes apenas no comprimento das estacas, não impactando em geral as pranchas executivas já entregues, com pouco ou nenhum atraso para a obra.

## **MATERIAL DE ENCHIMENTO E DE ROLAMENTO NA LAJE DO 1º PAVIMENTO**

Apoiada sobre as lajes rebaixadas do 1º pavimento, devem ser executadas duas camadas. A primeira, aplicada diretamente sobre a laje é uma camada de enchimento e regularização. A segunda e última camada é a camada de rolamento (mais rígida) que terá contato direto com as rodas dos veículos (PBT máximo: 3,0 tf – veículos leves).

### **1ª Camada (apoiada diretamente sobre a laje rebaixada):**

A primeira camada é constituída por uma espessura variável (caimento de pelo menos 0,5% para os pontos de drenagem). A espessura desta camada em qualquer seção não pode ser menor do que 5 cm. O material da camada é o seguinte.

Concreto Celular com densidade alvo de 1200 kgf/m<sup>3</sup> e resistência característica à compressão de 5 MPa, com areia média como agregado miúdo e argila expandida como agregado graúdo.

### **2ª Camada (camada de rolamento):**

A segunda camada, apoiada sobre a camada de enchimento e regularização deverá ter espessura de 10 cm, acabamento desempenado, com polidora circular, com nivelamento a laser, conforme especificação de acabamento constante no Projeto Arquitetônico. O material da camada é o seguinte.

Concreto armado com dupla tela soldada nervurada Q113 (malha quadrada D3,8 mm a cada 10 cm, Ref.: Gerdau ou equivalente) em aço CA-60. Deverão ser posicionadas duas camadas de telas, uma na região positiva (face inferior com 20 mm de cobrimento) e a outra na região negativa (face superior com cobrimento de 30 mm). O traspasse entre telas adjacentes deverá ser de 30 cm, o equivalente a três quadrados de 10 cm.

O concreto deverá ter resistência característica à compressão de 35 MPa e fator água cimento máximo de 0,5. Utilizar areia média e brita 0, respectivamente, como agregado miúdo e graúdo. O nivelamento a laser com emprego de polidora e desempenadeira deverá ocorrer logo no início da pega, algumas horas após o lançamento, no mesmo dia da concretagem. Tendo sido finalizado o nivelamento, deve-se prover juntas serradas de controle de fissuração com profundidade de 10 mm e espessura de 2 mm a cada 2,0 m no máximo. Recomenda-se que as juntas serradas sejam executadas em no máximo 12 horas após o término da concretagem para facilidade de alinhamento e execução dos cortes com a serra circular.



Por fim, reitera-se a importância e obrigatoriedade de que o procedimento de cura úmida seja feito de maneira criteriosa, em conformidade com o que foi detalhado em seção específica deste memorial.

**Impermeabilização (entre a 1ª e a 2ª camada):**

A impermeabilização deverá seguir as especificações de projeto executivo específico. No caso de manta impermeabilizante, esta deverá se localizar entre a 1ª camada e a 2ª camada, e ser protegida na parte superior por manta geotêxtil (bidim), a fim de se evitar danos na interface com a camada de concreto armado com tela (2ª camada).