

**MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO  
ESTRUTURAL – INFRAESTRUTURA,  
MESOESTRUTURA E  
SUPERESTRUTURA EM CONCRETO  
ARMADO**

**CATAGUASES-MG**

**MINISTÉRIO PÚBLICO  
DE MINAS GERAIS**

## SUMÁRIO

1. OBJETIVO .....	3
2. NORMAS UTILIZADAS .....	3
3. FUNDAÇÕES .....	3
Controle executivo das fundações .....	5
Perfuração .....	5
Concretagem .....	5
Limpeza e colocação da armadura .....	6
Muros de divisa e arrimos – fundações e estruturas .....	9
4. MESOESTRUTURA E SUPERESTRUTURA .....	10
Características do concreto .....	10
Condições básicas .....	10
Cura do concreto .....	11
Cargas utilizadas no cálculo .....	12
Mapa de concretagem .....	12
Juntas de Concretagem .....	13
Fôrmas e escoramentos .....	14
Retirada das fôrmas e escoramentos .....	14
Escavação manual .....	15
Regularização e apiloamento .....	15
Lastro de concreto magro .....	15
Formas para blocos e cintas .....	15
Armadura para blocos e cintas .....	16
Concretagem de blocos e cintas .....	16
Reaterro e compactação .....	16
Remoção de terra e entulho .....	17
Impermeabilização das vigas baldrame (cintas) .....	17
Formas para pilares .....	17
Armaduras para pilares .....	18
Concreto para pilares .....	18
Formas para vigas .....	18
Armaduras para vigas .....	19
Concreto para vigas .....	19
Furos e aberturas em vigas .....	19
Lajes .....	21
Escoramento das lajes .....	21
Armadura das lajes .....	21
Concreto para as lajes .....	21
Remoção do escoramento das lajes .....	21
Furos e aberturas em lajes .....	22
Controle tecnológico de concreto .....	22
Controle tecnológico do concreto à compressão .....	23
Controle tecnológico do concreto para o módulo de elasticidade .....	23
5. CONTROLE TECNOLÓGICO DO AÇO .....	23
Ensaio .....	23
Considerações gerais .....	24
Estocagem do aço .....	24

Limpeza do aço.....	24
Corte e dobramento .....	24
Emendas das barras .....	24
Montagem das barras.....	24
Proteção das barras .....	25
<b>6. PARÂMETROS DE DURABILIDADE E SEGURANÇA .....</b>	<b>25</b>
Classe de agressividade .....	25
Cobrimentos gerais .....	25
Velocidade básica do vento ( $V_k$ ): .....	25
Fator topográfico (S1): .....	26
Classe da edificação (S2): .....	26
Fator estatístico (S3):.....	27
Fator de rugosidade do terreno (S2): .....	27
Aços utilizados nas armaduras: .....	27
Segurança estrutural em relação ao incêndio – TRRF: .....	27

## 1. OBJETIVO

Este documento tem por objetivo fornecer as diretrizes utilizadas para a elaboração do projeto estrutural, contemplando os elementos da infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura. Serão apresentados os parâmetros e considerações adotadas para o cálculo estrutural da edificação, de acordo com as normas vigentes acerca da qualidade, segurança e durabilidade da estrutura.

## 2. NORMAS UTILIZADAS

- NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento;
- NBR6122 e EMENDA 1-2022 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR6123 – Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento;
- NBR7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas em concreto armado – Especificação;
- NBR8681 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- NBR8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência – Classificação;
- NBR9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto pré-moldado;
- NBR14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações;
- NBR 15200 - Projeto de Estrutura de Concreto em situação de incêndio;
- NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho.

## 3. FUNDAÇÕES

Foi adotado como solução para as fundações o sistema de estacas tipo HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA. Esta foi adotada por tratar-se de uma solução rápida, segura e de simples execução, com larga utilização e disponibilidade de empresas executoras. Estas estacas possuem a vantagem de propagar quase nenhuma vibração durante a sua execução, preservando a integridade das construções vizinhas. Além disso, o equipamento utilizado consegue perfurar solos com resistências mais elevadas, em comparação aos equipamentos das estacas do tipo Trado Mecanizado.

As estacas deverão ser executadas por empresa especializada, com equipamento próprio para este fim, acompanhamento de engenheiro técnico responsável que deverá apresentar à fiscalização da CONTRATANTE a ART de execução de estacas do tipo hélice contínua monitorada, devidamente recolhida junto ao CREA, e o relatório técnico de cravação, devidamente assinado pelo RT da empresa especializada e pelo RT da empresa CONTRATADA.

O concreto utilizado nas estacas deve ter, de acordo com a norma NBR 6122:2021-EMENDA 1-2022, consumo mínimo de cimento de 400 kg/m<sup>3</sup>, consistência plástica, abatimento (Slump) entre 220 e 260mm, diâmetro do agregado entre 4,75 e 12,5 mm, relação A/C máxima de 0,6 e Fck mínimo de 30 Mpa.

A execução das fundações deverá atender rigorosamente as especificações da NBR 6122/2021-EMENDA 1-2022. Deve ser preenchido o boletim de controle de execução diariamente, para cada estaca, conforme o item I.9.3 do anexo I da norma NBR 6122.

As estacas deverão ser escavadas com equipamento com torque compatível para a escavação nas profundidades e diâmetros especificados nesse projeto, sendo necessário um torque mínimo de 100 KN.m e arranque de 400 KN. As estacas deverão ser escavadas e concretadas, preferencialmente no mesmo dia.

Prever a **execução de provas de carga estática** conforme especificado na norma NBR6122/2021-EMENDA 1-2022, sendo que a carga de teste da estaca deverá ser no mínimo igual ou duas vezes a carga nominal da estaca.

Após a escavação e concretagem das estacas, deverá ser realizado um levantamento dos possíveis deslocamentos (excentricidades) das estacas para que possam ser realizadas as devidas correções necessárias nos blocos de coroamento das estacas e/ou no cintamento.

Os comprimentos das estacas previstos através dos furos de sondagem deverão ser confirmados durante a execução das estacas com o acompanhamento de um profissional especializado em geotecnia/ fundações.

Recomenda-se a realização de ensaio de integridade (PIT) em todas as estacas.

Especial atenção deverá ser atribuída aos reaterros junto aos blocos de coroamento das estacas. Esses reaterros deverão ser efetuados em camadas, com espessura de lançamento máximo de 10 cm, compactadas manualmente por meio de soquetes ou equipamentos de pequeno porte. Com solução adicional, as escavações dos blocos poderão ser efetuadas com dimensões tais que viabilizem a concretagem contra as paredes das mesmas. Nestas condições as paredes das escavações deverão ser chapiscadas ao início das armações e concretagem dos elementos estruturais.

## **Controle executivo das fundações**

### **Perfuração**

O equipamento de escavação deve ser posicionado e nivelado para assegurar a centralização e verticalidade da estaca. O diâmetro do trado deve ser verificado para assegurar as premissas de projeto.

A haste é dotada de ponta fechada por uma tampa metálica recuperável ou não.

A perfuração se dá em etapas, que consistem em:

- a) Inserir um segmento de trado no solo (geralmente medindo 4,5 m ou 6,0 m de comprimento);
- b) Desacoplar da mesa rotativa do trado já inserido no terreno;
- c) Acoplar um novo segmento de trado;
- d) Acoplar da mesa rotativa no topo desse novo segmento de trado.

As etapas se repetem até a ponta do trado atingir a cota prevista em projeto. Não se admite o uso de prolongador.

### **Concretagem**

O concreto é bombeado pelo interior da haste com sua simultânea retirada. A pressão de concreto deve ser sempre positiva para evitar a interrupção do fuste e é controlada pelo operador durante toda a concretagem.

Essa retirada deve ser feita em etapas, onde cada etapa consiste em:

- a) Retirar um segmento de trado do solo, bombeando concreto simultaneamente;
- b) Parar a concretagem;
- c) Levantar o trado o suficiente para que o concreto de dentro da haste desça e esvazie apenas o segmento de trado que será retirado, confirmando que o trado imediatamente inferior está totalmente preenchido de concreto;
- d) Desacoplar o cabeçote de injeção;
- e) Desacoplar o segmento de trado;
- f) Acoplar o cabeçote de injeção no trado ainda inserido do terreno.

As etapas se repetem até a retirada de todos os segmentos de trado e a concretagem até a superfície do terreno.



## **Limpeza e colocação da armadura**

A limpeza é realizada manualmente ou com a ajuda de um equipamento de sucção. A colocação da armadura em forma de gaiola, deve ser feita imediatamente após a concretagem e limpeza das impurezas do topo da estaca. Sua descida pode ser auxiliada por peso ou vibrador sobre o seu topo. A armadura deve ser convenientemente enrijecida para facilitar a sua colocação.

## **Sequência executiva**

Não pode se executar estacas com espaçamento inferior a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12 h. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro. Em qualquer caso, o projetista e o executor podem avaliar a eventual necessidade de aumento desta distância.

## **Preparo da cabeça e ligação com o bloco de coroamento**

Para ligação da estaca com o bloco de coroamento devem ser observadas a cota de arrasamento e o comprimento das esperas (arranques) definidos em projeto. O trecho da estaca acima da cota de arrasamento deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos.

Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (potência < 1 000 W) para seções de até 900 cm<sup>2</sup>. O uso de marteletes maiores fica limitado a estacas cuja área de argamassa seja superior a 900 cm<sup>2</sup>. O acerto final do topo das estacas demolidas deve ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada.

Caso haja argamassa inadequada abaixo da cota de arrasamento, o trecho deve ser demolido e recomposto. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à da argamassa da estaca.

No caso de comprimento de arranque inferior ao de projeto, deve-se executar emenda por traspasse ou traspasse e solda, conforme a ABNT NBR 6118. Caso necessário, a estaca pode ser demolida e recomposta para que o comprimento da emenda seja respeitado.

## **Controle do concreto**

Os concretos destinados à fundação devem seguir a condição A de preparo estabelecida na ABNT NBR 12655. A mistura realizada em central de concreto ou em caminhão-betoneira deve seguir o disposto na ABNT NBR 7212. Os materiais utilizados na fabricação do concreto, como cimento Portland, agregados, água (gelo) e aditivos, devem obedecer às respectivas Normas Brasileiras específicas.

Antes do início da obra deve ser fornecida a carta de traço conforme a ABNT NBR 7212. A carta de traço deve apresentar a quantidade em massa de cada componente do concreto e informar o limite máximo de exsudação (ver ABNT NBR 15558), a classe de abatimento e de resistência e o abatimento (ver ABNT NBR 8953) e a avaliação da reatividade potencial (ver ABNT NBR 15571-1).

## **Controle de recebimento**

Conforme a ABNT NBR NM67.

## **Controle de aceitação**

Resistência à compressão em corpos de prova moldados conforme ABNT NBR 5738 e ensaiados conforme a ABNT NBR 5739.

A amostragem e o controle estatístico para aceitação do concreto deve ser realizado de acordo com a ABNT NBR 12655.

Podem ser utilizados aditivos plastificantes, superplastificantes, incorporadores de ar, aceleradores e retardadores, desde que atendam às ABNT NBR 10908 e ABNT NBR 11768.

## **Controle do processo executivo**

Todas as fases de execução da estaca devem ser monitoradas eletronicamente a partir de sensores instalados na perfuratriz:

- a) Nivelamento do equipamento e prumo do trado;
- b) Pressão no torque;
- c) Velocidade de avanço do trado;
- d) Rotação do trado;
- e) Cota de ponta do trado;
- f) Pressão de concreto durante a concretagem;
- g) Sobreconsumo de concreto;
- h) Velocidade de extração do trado.

Pelo menos 1% das estacas , e no mínimo uma por obra, deve ser exposta abaixo da cota de arrasamento e , se possível, até o nível d água , para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.

## **Registros da execução**

Deve ser preenchido o boletim de controle de execução diariamente para cada estaca, devendo conter pelo menos as seguintes informações:

- a) identificações gerais: obra, local, nome do operador, executor, contratante;
- b) características dos equipamentos ;
- c) identificação da estaca: diâmetro, nome ou número conforme projeto de fundação;
- d) cota do terreno na posição da estaca;
- e) comprimento executado da estaca;



- f) comprimento concretado da estaca;
- g) data e horário de início e fim da execução da estaca;
- h) data e horário de início e fim da concretagem;
- i) desvio de locação (se houver);
- j) inclinação do trado;
- k) volume de concreto real e teórico por estaca, com base no volume de concreto do caminhão betoneira;
- l) pressão de torque durante perfuração;
- m) rotação do trado;
- n) velocidade de extração do trado;
- o) pressão de injeção do concreto;
- p) velocidade de extração do trado;
- q) posicionamento da armação;
- r) observações relevantes;
- s) nome e assinatura do executor;
- t) nome e assinatura da fiscalização e do contratante.

### **Tolerâncias – Excentricidades executivas e desaprumos**

Toda e qualquer excentricidade deve ser comunicada ao projetista da estrutura. De acordo com a NBR 6122:2019, são aceitáveis as excentricidades de até 10%. As excentricidades executivas observadas na obra só ensejam reavaliação da estabilidade dos elementos estruturais envolvidos se forem superiores a 10% da menor dimensão da estaca.

Com relação ao desaprumo das estacas, sempre que houver desvio superior a 1:100 entre o eixo projetado e o eixo executado da estaca, as avaliações de segurança do projeto deverão ser revisadas para as novas condições. Os desaprumos inferiores a este limite são aceitáveis e não necessitam de conferências adicionais.

## **Provas de carga**

De acordo com a NBR 6122:2019, é obrigatória a execução de provas de carga estáticas de desempenho, no decorrer do estaqueamento, em obras que tiverem um número de estacas superior ao valor especificado na coluna (B) da Tabela 6.

Quando atingido o limite de exigibilidade de provas de carga de desempenho (ver Tabela 6), o número de provas de carga deve ser estabelecido da seguinte forma: calcular 1 % do número total de estacas da obra, arredondando para uma casa decimal, e em seguida arredondar o número obtido, com uma casa decimal, para o número inteiro mais próximo, considerando que o dígito 5 sempre é arredondado para cima. Incluem-se nesse 1 % as provas de carga executadas conforme 6.2.1.2.2 da mesma norma. A quantidade de estacas a ser considerada é a soma das estacas de todas as edificações da obra, mesmo que de diferentes tipos. Incluem-se as estacas da periferia e das demais construções da obra, não consideradas as estacas exclusivamente de contenção e de muros de fechamento.

Quando atingido o limite de exigibilidade de provas de carga de desempenho (ver Tabela 6), pelo menos uma prova de carga estática ou ensaios de carregamento dinâmico devem ser feitos nas estacas da edificação principal da obra.

É necessária a execução de prova de carga, qualquer que seja o número de estacas da obra, se elas forem empregadas para tensões de trabalho superiores aos valores indicados na coluna (A) da Tabela 6.

## **Muros de divisa e arrimos – fundações e estruturas**

Os muros de divisa foram dimensionados de modo a suportarem as cargas de alvenaria na altura especificada no detalhamento arquitetônico. Para isso, observou-se a necessidade (ou não) de contenção para o solo adjacente devido às diferenças de níveis mostradas na implantação.

Para garantir a estabilidade estrutural, utilizou-se de pilares regularmente espaçados, apoiados sobre blocos e estacas escavadas do tipo Broca como fundações.

Nas rampas de acesso de pedestres, foram dimensionados pequenos arrimos para conter os desníveis apresentados.

Para estas estruturas, as características do concreto são as mesmas do usado para a meso e superestrutura, conforme especificado no item abaixo (item 5).

## 4. MESOESTRUTURA E SUPERESTRUTURA

O sistema construtivo adotado foi o de vigas, pilares, lajes maciças em concreto armado convencional.

No 1º Pavimento (nível Térreo), será considerado um piso de concreto armado nos ambientes internos e também nos externos (garagem). Este piso se apoia sobre o solo que deverá ser devidamente compactado. Desta forma, as cargas serão transmitidas diretamente para o solo, aliviando as fundações.

O modelo de cálculo utilizado considera que os elementos interagem entre si através de pórticos espaciais, adotando para o cálculo o Método dos Elementos Finitos através do Software de Cálculo TQS.

### Características do concreto

O concreto utilizado no cálculo da edificação tem como características;

Superestrutura:

$F_{ck} = 25 \text{ MPa}$  aos 28 dias,

$E_{cs} = 24.15 \text{ MPa}$ ,

$E_{ci} = 28 \text{ MPa}$ ,

Relação água/cimento  $\leq 0,60$ .

Para a consideração do orçamento será feito com  $f_{ck}=30 \text{ Mpa}$ .

### Condições básicas

Proceder a cura conforme NBR14931. Proceder a desforma e a retirada do escoramento conforme NBR 14931. A execução da estrutura deverá contar com o acompanhamento de um tecnologista de concreto.

O Engenheiro responsável pela obra deverá obedecer às recomendações das normas técnicas aplicáveis, dedicando especial atenção às seguintes atividades:

- Concreto: Preparo, Controle, Recebimento, Transporte, Lançamento, Adensamento e Cura.
- Forma: Conferência das medidas e posições, limpeza, estanqueidade, saturação das formas absorventes (retirar excesso de água), cuidado com o uso dos desmoldantes e retirada das formas.
- Armação: Limpeza, Montagem, Cobrimento (uso de espaçadores plásticos adequados), e garantia da posição das armaduras antes e durante a concretagem.
- Cobrimento mínimo da armadura:
  - Lajes  $\geq 2,5 \text{ cm}$ ,
  - Vigas, pilares, blocos  $\geq 3,0 \text{ cm}$ ,
  - Fundação  $\geq 4,0 \text{ cm}$ .

Prever drenagem ou impermeabilização para as cortinas e elementos em contato com o solo. Obra com controle rigoroso de qualidade (Item 7.4.7 NBR 6118/2014). Recomenda-se que os materiais (aço e concreto) utilizados neste projeto sejam submetidos a ensaios tecnológicos.

O concreto estrutural deverá apresentar resistência à compressão característica e módulo de deformação controlados, com valores, no mínimo, iguais aos estabelecidos no projeto estrutural.

Deverão ser utilizados vibradores compatíveis com cada tipo de peça, observando-se o dimensionamento das ponteiros dos mangotes e a forma de vibrar.

Nos dias de concretagem, o laboratorista responsável pelo controle do concreto deverá estar presente na obra para fazer a coleta e respectivas análises do concreto a ser utilizado, emitindo a aceitação ou rejeição do caminhão averiguado.

Deverão ser retirados corpos de prova para os ensaios de resistência à compressão separadamente dos corpos de prova para os ensaios de módulo de elasticidade.

**Observação:**

**A resistência característica ( $f_{ck}$ ) e o módulo de elasticidade ( $E_{ci}$ ) do concreto previstos no projeto deverão ser obtidos simultaneamente nos ensaios do mesmo.**

## **Cura do concreto**

Promover a proteção e a cura úmida ou química dos elementos estruturais para garantir que não haja perda de água pela superfície exposta, assegurar uma superfície com resistência adequada e a formação de uma capa superficial durável.

Deverão ser atendidos os itens 10.1 e 10.2 da Norma NBR 14931/2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

A CONTRATADA deverá executar a cura de todas as peças em concreto, inclusive vigas e pilares, por pelo menos 7,0 (sete) dias após o lançamento do concreto, principalmente nas lajes, para evitar retração excessiva do concreto. O método de cura poderá ser aquele que melhor convier à CONTRATADA, observando-se que deverá ser tão mais eficiente e prolongada, quanto mais severas forem as condições de exposição posteriores (insolação, ventos e baixa umidade). No caso de utilização de água, esta deve ser potável ou satisfazer às exigências da NBR 12655.

Elementos estruturais de superfície devem ser curados até que atinjam resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ), de acordo com a ABNT NBR 12655, igual ou maior que 15 MPa.

## Cargas utilizadas no cálculo

Para o dimensionamento estrutural serão adotadas as cargas preconizadas na NBR 6120:2019.

- **2º Pavimento** – Sobrecarga de 300 kg/m<sup>2</sup> (Edifícios comerciais)
  - Carga Permanente (revestimento) – Para as lajes do 2º Pavimento, foi considerada uma carga de revestimento de 150 kg/m<sup>2</sup> em todos os ambientes.
- **Cobertura** – Sobrecarga de 100 kg/m<sup>2</sup>. Como carga permanente foi considerado um valor de 200 kg/m<sup>2</sup> para as áreas com telhado e lajes impermeabilizadas. Carga adicional referente à condensadoras no cálculo como localizadas em projeto.
- **Reservatório** – Sobrecarga de 200 kg/m<sup>2</sup> e uma carga permanente (água) de 1.000,00 kg/m<sup>3</sup>.

## Mapa de concretagem

Deverá o engenheiro responsável pela execução da estrutura elaborar um plano de concretagem levando-se em conta o fornecimento da quantidade adequada de concreto com as características necessárias a estrutura. Conforme disposto no item 9.3 da NBR 14931, o plano de concretagem deve prever:

- a área ou o volume concretados em função do tempo de trabalho;
- a relação entre lançamento, adensamento e acabamento;
- as juntas de concretagem, quando necessárias, a partir de definição em comum acordo entre os responsáveis pela execução da estrutura de concreto e pelo projeto estrutural;
- o acabamento final que se pretende obter.

A capacidade (pessoal e equipamentos) de lançamento deve permitir que o concreto se mantenha plástico e livre de juntas não previstas durante a concretagem. Todos os equipamentos utilizados no lançamento do concreto devem estar limpos e em condições de utilização e devem permitir que o concreto seja levado até o ponto mais distante a ser concretado na estrutura sem sofrer segregação.

Os equipamentos devem ser dimensionados e adequados ao processo de concretagem escolhido e em quantidade suficiente, de forma a possibilitar que o trabalho seja desenvolvido sem atrasos e a equipe de trabalhadores deve ser suficiente para assegurar que as operações de lançamento, adensamento e acabamento do concreto sejam realizadas a contento. Se a concretagem for realizada durante a noite, o sistema de iluminação deve permitir condições de inspeção, acompanhamento de execução e controle dos serviços e promover segurança na área de trabalho.

A inspeção e liberação do sistema de fôrmas, das armaduras e de outros itens da estrutura deve ser realizada antes da concretagem. O método de documentação dessa inspeção deve ser desenvolvido e aprovado pelas partes envolvidas antes do início dos trabalhos. Cada um desses aspectos deve ser cuidadosamente examinado, de modo a assegurar que está de acordo com o projeto, as especificações e as normas técnicas.



## Juntas de Concretagem

No caso da necessidade de juntas de concretagem, deverá ser seguido o que recomenda a NBR 14931:2004, conforme transcrito a seguir:

Quando o lançamento do concreto for interrompido e, assim, se formar uma junta de concretagem não prevista, devem ser tomadas as devidas precauções para garantir a suficiente ligação do concreto já endurecido com o do novo trecho.

O concreto deve ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando-se fôrmas temporárias (por exemplo, tipo “pente”), quando necessário, para garantir apropriadas condições de adensamento. Antes da aplicação do concreto, deve ser feita a remoção cuidadosa de detritos.

Antes de reiniciar o lançamento do concreto deve ser removida a nata da pasta de cimento (vitrificada) e feita a limpeza da superfície da junta, com a retirada do material solto. Pode ser retirada a nata superficial com a aplicação de jato de água sob forte pressão logo após o fim de pega (“corte verde”). Em outras situações, para se obter a aderência desejada entre a camada remanescente e o concreto a ser lançado, é necessário o jateamento de abrasivos ou o apicoamento da superfície da junta, com posterior lavagem, de modo a deixar aparente o agregado graúdo. Nesses casos, o concreto já endurecido deve ter resistência suficiente para não sofrer perda indesejável de material, gerando a formação de vazios na região da junta de concretagem. Cuidados especiais devem ainda ser tomados no sentido de não haver acúmulo de água em cavidades formadas pelo método de limpeza da superfície.

Devem ser tomadas as precauções necessárias para garantir a resistência aos esforços que podem agir na superfície da junta. Uma medida adequada consiste normalmente em deixar arranques da armadura ou barras cravadas ou reenrâncias no concreto mais velho. Na retomada da concretagem, aplicar argamassa com a mesma composição da argamassa do concreto sobre a superfície da junta, para evitar a formação de vazios.

**NOTA: Podem ser utilizados produtos para melhorar a aderência entre as camadas de concreto em uma junta de concretagem, desde que não causem danos ao concreto e seja possível comprovar desempenho ao menos igual ao dos métodos tradicionalmente utilizados. O uso de resinas, nesse caso, deve levar em conta seu comportamento ao fogo.**

As juntas de concretagem, sempre que possível, devem se localizar nas regiões onde forem menores os esforços de cisalhamento, preferencialmente em posição normal aos esforços de compressão.

No caso de vigas ou lajes apoiadas em pilares, ou paredes, o lançamento do concreto deve ser interrompido no plano horizontal.

Juntas de concretagem não previstas no projeto estrutural devem ser previamente aprovadas pelo responsável técnico pela obra.



## **Fôrmas e escoramentos**

De acordo com a NBR 6118:2014, no item 5.2 “*Requisitos de qualidade do projeto*” e no subitem 5.2.3.3, são necessários projetos complementares de fôrmas e escoramentos, que não fazem parte do projeto estrutural. Estes projetos devem ser elaborados por profissional capacitado e devidamente registrado nos órgãos competentes.

## **Retirada das fôrmas e escoramentos**

As fôrmas e escoramentos deverão ser removidos de acordo com o plano de desforma e reescoramento previamente estabelecido em projeto. A NBR 14931:2004 recomenda que os escoramentos e fôrmas não devem ser removidos, em nenhum caso, até que o concreto tenha adquirido resistência suficiente para:

- suportar a carga imposta ao elemento estrutural nesse estágio;
- evitar deformações que excedam as tolerâncias especificadas;
- resistir a danos para a superfície durante a remoção.

Escoramentos e formas não devem ser removidos, em nenhum caso, até que o concreto tenha adquirido resistência, conforme determinado em projeto estrutural, atendendo ao  $F_{ck}$  (Resistência à Compressão) e  $E_{ci}$  (Módulo Elástico de Elasticidade Tangente Inicial). A retirada dos cimbramentos só poderá acontecer com a autorização expressa da FISCALIZAÇÃO, que deverá ser comunicada dos resultados obtidos nos ensaios de controle tecnológico, através de Laudo do Laboratório aprovado, devidamente assinada pelo responsável do mesmo e pela contratada.

Se a CONTRATADA optar por não seguir as diretrizes do projeto estrutural para retirada dos escoramentos, a mesma deverá providenciar o projeto de retirada dos escoramentos emitido por profissional competente, com a devida ART, bem como os resultados dos ensaios pertinentes do concreto a ser submetido à FISCALIZAÇÃO e ao calculista.

Além disso, a retirada das fôrmas e escoramentos tem de ser feita sem impor choques aos elementos estruturais e obedecendo ao plano de desforma elaborado para a estrutura.

Deve constar no projeto específico de fôrmas e escoramentos a sequência executiva da retirada do escoramento, de acordo com cada elemento estrutural de modo a não impor solicitações não previstas em projeto.

## **Escavação manual**

As escavações para os blocos de estacas da fundação, para as vigas baldrame deverão ser com dimensões próximas destes elementos. Nos casos de escavações acima de 1,50 metro, as mesmas deverão receber escoramento, conforme normas de segurança do trabalho.

## **Regularização e apiloamento**

Após a escavação, o fundo das valas deverá ser regularizado, de acordo com a profundidade constante no projeto de estrutura, para posterior apiloamento de fundo de vala, antes da execução do lastro de concreto.

Deverá ser executado nivelamento e apiloamento do fundo das cavas a fim de corrigir possíveis falhas. Na execução, os fundos das valas deverão ser abundantemente molhados com a finalidade de localizar possíveis elementos estranhos (raízes de árvores, formigueiros, etc.) não aflorados, que serão acusados por percolação de água; após isso, o fundo deverá ser fortemente apiloado com maço de 30 kg ou compactador CM-20.

## **Lastro de concreto magro**

No fundo dos blocos, cintas e demais elementos estruturais em contato com o solo, deverá ser executado lastro de concreto simples, com espessura de 5 cm, conforme indicado no item 7.7.3 da NBR 6122:2019, sendo que para estes elementos não haverá forma de madeira no fundo.

## **Formas para blocos e cintas**

Não será permitido a concretagem de elementos de fundação sem fôrmas, sob pena de demolição e não aceitação dos serviços. As formas de madeira serão executadas nas faces laterais dos elementos, sendo que no fundo não haverá forma de madeira e sim lastro de concreto simples de espessura 5 cm.

As fôrmas dos elementos deverão ser executadas com tábuas, tipo pinho, obedecendo a NBR 6118 ou de madeira compensada tipo “madeirite”, obedecendo a especificações a seguir:

- O cimbramento deverá ser feito com sarrafos 2,5 cm x 5 cm, de forma que não haja desalinhamento e deformação das formas durante a concretagem.
- A emenda da forma deverá estar perfeitamente alinhada e bem fechada, de modo a não haver escoamento do concreto durante a concretagem.
- Os cantos deverão estar perfeitamente travados.

Após a concretagem, as formas deverão ser desmontadas e limpas para aproveitamento futuro.

## **Armadura para blocos e cintas**

A armadura deverá estar convenientemente limpa, isenta de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação.

As armaduras deverão ser executadas mantendo os afastamentos exigidos por norma, de forma a não sofrer ações de umidade oriunda do terreno.

As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme cobertura indicado em projeto estrutural.

A armadura deverá estar muito bem posicionada para que o recobrimento mínimo da armadura seja obedecido, conforme a NBR 6118:2014 e especificações de projeto. As emendas de armadura também deverão ser executadas segundo especificações da NBR 6118:2014.

## **Concretagem de blocos e cintas**

O concreto deverá ser lançado nas formas de acordo com cada situação, com utilização de vibradores de imersão de 25 a 30 mm, evitando a segregação do mesmo.

A resistência característica do concreto aos 28 dias deverá ser conforme especificado no projeto estrutural, assim como o módulo de elasticidade. O concreto deverá ser bem vibrado, para que seja evitado o aparecimento de bicheiras. Dever-se-á evitar que o vibrador encoste na forma e na armadura.

As concretagens só poderão ser executadas mediante conferência e aprovação das armaduras pela fiscalização da **CONTRATANTE**, sob pena de demolição da estrutura e não aceitação dos serviços. Todos os serviços de concretagens deverão obedecer às normas brasileiras pertinentes ao assunto, com retirada de corpo de prova, de acordo com as normas NBR-5738:2016 e NBR-5739:2018, para posterior rompimento aos 7 e 28 dias e os resultados deverão ser apresentados à fiscalização da **CONTRATANTE** para avaliação e aprovação.

## **Reaterro e compactação**

Após escavação e concretagem dos elementos estruturais, os mesmos deverão ser aterrados, em camadas de 20cm de espessura, com apiloamento e umedecimento. Para a utilização no reaterro de solos provenientes das escavações, os mesmos deverão estar isentos de substâncias orgânicas.

O aterro será executado em camadas com altura máxima de 0,20m, com material isento de substâncias orgânicas, adequadamente umedecidas e perfeitamente adensadas por meio de soquetes manuais ou mecânicos, com o fim de evitar posteriores fendas, trincas e desníveis por recalque das camadas aterradas, até atingir a cota de nível do piso. Essas exigências não eximirão a **CONTRATADA** das responsabilidades futuras em relação às condições mínimas de resistência e estabilidade que o solo deve satisfazer.

## **Remoção de terra e entulho**

Todos os materiais excedentes provenientes dos trabalhos de escavação deverão ser retirados do terreno, através de caminhões basculantes e/ou caçambas.

## **Impermeabilização das vigas baldrame (cintas)**

Após a desforma, as vigas baldrames receberão duas demãos de argamassa polimérica (tipo sikatop 100 ou 107 ou equivalente) nas duas faces laterais - apenas nos 30 cm do topo para baixo, e na face superior para evitar a permeabilidade de água.

Sobre a face superior das vigas, para aderência da alvenaria deverá ser aspergida uma camada de areia fina imediatamente após a impermeabilização.

## **Formas para pilares**

As formas dos pilares deverão ser executadas em madeirite resinado de boa qualidade, espessura de 12 mm, de maneira a não ocasionar descolamentos, prejudicando a superfície de concreto.

Os pilares deverão ser travados de modo a não permitir o aumento da seção de projeto decorrente da concretagem vibrada.

As desformas dos pilares, vigas e lajes deverão ser feitas de modo a permitir o reaproveitamento das formas remanescentes.

As formas deverão ser estanques, solidamente estruturadas e apoiadas. Os materiais para as formas serão previamente aprovados pela Fiscalização, sendo constituído basicamente por placas de madeirite com espessura mínima de 12mm e tábuas de pinho.

### **- Limpeza e preparo das formas**

Por ocasião do lançamento de concreto nas formas, as superfícies deverão estar isentas de incrustações de argamassa, cimento ou qualquer material estranho que possa contaminar o concreto, ou interferir com o cumprimento das exigências da especificação relativa ao acabamento das superfícies. As frestas deverão estar vedadas para que não se perca nata de cimento ou argamassa.

Antes do lançamento do concreto, as formas deverão ser tratadas com um produto antiaderente, destinado a facilitar a sua desmontagem e que não manche as superfícies de concreto. Cuidados especiais deverão ser tomados para que esse produto não atinja as superfícies que serão futuras juntas de concretagem. O produto a ser usado deverá antes receber aprovação. Antes da concretagem, as formas deverão ser umedecidas até a saturação para evitar a perda de água do concreto, porém, não se pode permitir a presença de água excedente na superfície.

Na execução das juntas de dilatação, deverá ser utilizado um material que permita a dilatação do concreto do tipo isopor ou similar, a fim de garantir perfeição na abertura.

As formas dos pilares só deverão ser retiradas após o endurecimento satisfatório do concreto. Serão removidas com cuidado, sem choques, a fim de não danificar o concreto.

No caso de se utilizar cimento de alta resistência inicial, processo de cura a vapor ou aditivos especiais, os prazos indicados acima poderão ser reduzidos, mediante consulta ao calculista.

## **Armaduras para pilares**

As armaduras deverão ser acondicionadas de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme espaçamento de projeto.

### **- Proteção:**

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviços devem ser dispostas de modo a não acarretar deslocamento das armaduras da sua posição correta dentro da forma. Caso haja deslocamento da armadura de sua posição original dentro da forma, esta deverá ser corrigida.

Para ocorrer a liberação da ferragem para a concretagem, a Fiscalização deverá ter acesso fácil e seguro até as peças, não sendo aceitas plataformas, escadas e outros mecanismos improvisados.

A **CONTRATADA** deverá comunicar à Fiscalização, obrigatoriamente, num prazo máximo de 48 horas antes da data prevista da concretagem, sobre a realização desta, para a devida conferência e liberação da ferragem.

As armações já instaladas na peça estrutural, que ficarem com suas pontas expostas, deverão receber a devida proteção na extremidade (ponteira), a fim de manter a segurança no local de trabalho.

## **Concreto para pilares**

O concreto dos pilares deverá ser lançado às formas quando estas estiverem travadas e aprumadas, tomando-se o cuidado de não lançar acima de 2 m para não provocar a segregação do concreto e não prejudicar a resistência e consequente durabilidade. Quando a altura de lançamento ultrapassar 2 metros, deve-se utilizar tubo de PVC – Ø150mm, com funil até a altura de 2 m do topo; o restante do concreto poderá ser lançado sem tubo e funil. Deverá ser atingida a resistência à compressão indicada no projeto (fck) e o módulo de elasticidade. Os procedimentos para concretagem devem seguir as orientações já indicadas anteriormente.

## **Formas para vigas**

As formas das vigas deverão ser executadas em madeirite resinado de boa qualidade, espessura de 12 mm, de maneira a não ocasionar descolamentos, prejudicando a superfície de concreto. As formas das vigas deverão ser travadas de modo a não permitir a abertura das mesmas, produzindo aumento de seção e derramamento de concreto.

Também para as vigas, as frestas deverão estar vedadas para que não se perca nata de cimento ou argamassa, devendo ser tratadas também com produtos antiaderente antes da concretagem para facilitar a futura desmontagem.



### **Escoramento**

Deverá obedecer às especificações da NBR-6118, sendo que nenhuma peça deverá ser concretada sem que haja liberação pela Fiscalização. O escoramento deverá ser feito com a utilização de elementos metálicos.

### **Remoção das formas e do escoramento**

As formas só deverão ser retiradas após o endurecimento satisfatório do concreto. Serão removidas com cuidado, sem choques, a fim de não danificar o concreto. Em geral, serão retiradas após os seguintes períodos, ou conforme orientação em projeto:

Faces laterais: 3 dias

Faces inferiores com pontaletes: 14 dias

Faces inferiores sem pontaletes: 21 dias

No caso de se utilizar cimento de alta resistência inicial, processo de cura a vapor ou aditivos especiais, os prazos indicados acima poderão ser reduzidos, mediante consulta a um especialista.

### **Armaduras para vigas**

Estas armaduras deverão atender todo o procedimento já elencado anteriormente neste documento. A **CONTRATADA** deverá comunicar à Fiscalização, obrigatoriamente, num prazo máximo de 48 horas antes da data prevista da concretagem, sobre a realização desta, para a devida conferência e liberação da ferragem.

### **Concreto para vigas**

O concreto das vigas deverá ser lançado às formas, vibrados de acordo com a necessidade em cada ponto, evitando a demora do mangote na viga, para evitar a segregação do concreto. A vibração deverá obedecer ao critério de aparência de nata na superfície, momento no qual deverá ser paralisada naquele ponto. Os vibradores deverão ter o diâmetro de 25 a 30 mm no máximo.

### **Furos e aberturas em vigas**

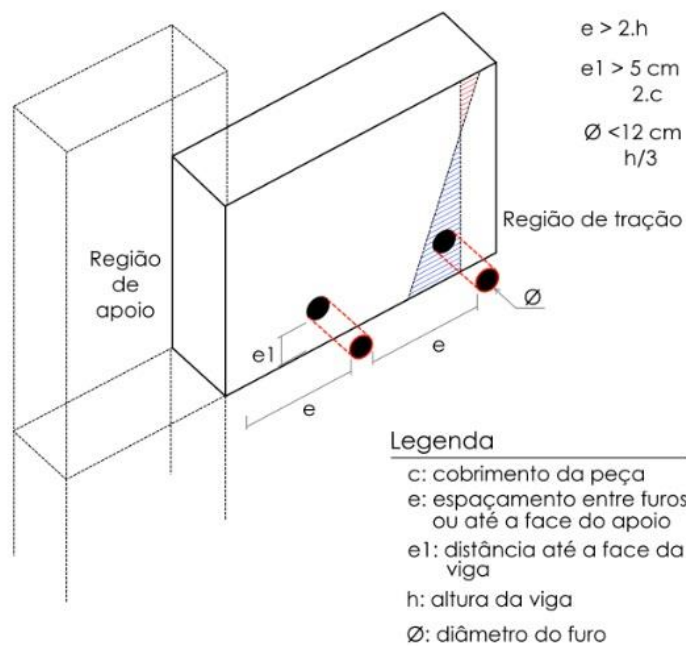
Em qualquer caso, a distância mínima de um furo à face mais próxima da viga (na sua largura) deve ser no mínimo igual a 5 cm e duas vezes o cobrimento previsto para essa face, conforme apresentado em projeto estrutural. A seção remanescente nessa região, tendo sido descontada a área ocupada pelo furo, deve ser capaz de resistir aos esforços previstos no cálculo, além de permitir uma boa concretagem.

Para a execução dos furos e aberturas, devem ser respeitadas as seguintes condições:

- a) furos horizontais devem ser feitos em zona de tração do concreto e a uma distância da face do apoio de no mínimo 2 h, onde h é a altura da viga;
- b) dimensão do furo de no máximo 12 cm e h/3;
- c) distância entre faces de furos, em um mesmo tramo, de no mínimo 2 h;

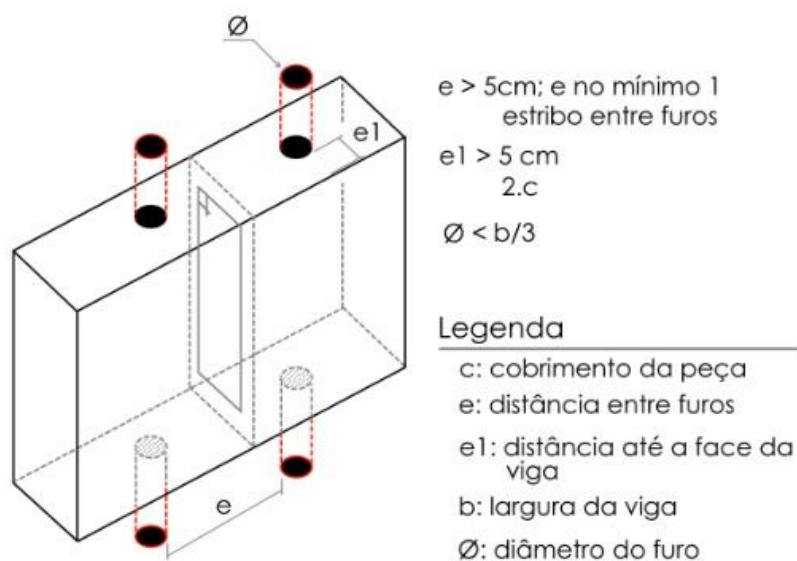


d) cobrimentos suficientes e não seccionamento das armaduras.



Para furos verticais devem ser respeitados os seguintes requisitos:

- a) dimensão máxima do furo de  $b/3 - 1/3$  da largura da viga;
- b) espaçamento entre furos sequenciais de no mínimo 5 cm;
- c) garantir no mínimo um estribo entre furos sequenciais;
- d) alinhamento entre furos sequenciais;
- e) cobrimentos suficientes.



## **Lajes**

Conforme indicado em projeto, serão executadas lajes maciças. Antes da concretagem das lajes, deverão ser feitas vistorias nas mesmas, por parte da Fiscalização, para verificação de conformidade com o projeto estrutural.

## **Escoramento das lajes**

As lajes deverão ser escoradas de forma a manter perfeito nivelamento destas estruturas, conforme solicitado em projeto e prescrições normatizadas. Deverá obedecer às especificações da NBR-6118:2014, sendo que nenhuma peça deverá ser concretada sem que haja liberação pela Fiscalização. O escoramento deverá ser feito em estruturas tubulares de aço, obedecendo a orientações técnicas pertinentes.

## **Armadura das lajes**

As armaduras deverão ser posicionadas conforme especificação do projeto. Deverão ser utilizados espaçadores nas lajes para manter o cobrimento das armaduras. As armaduras deverão ser fornecidas e instaladas pela **CONTRATADA**, acondicionadas de maneira a não sofrer agressões de intempéries e conforme espaçamento indicado em projeto.

## **Concreto para as lajes**

Antes da concretagem das lajes, deverão ser feitas vistorias nas lajes por parte da Fiscalização, em conformidade com o projeto estrutural. O concreto das lajes deverá ser lançado às formas, vibrado de acordo com a necessidade em cada ponto, evitando a demora do mangote, para não provocar a segregação do concreto conforme especificações já estabelecidas anteriormente neste documento.

### **Juntas de concretagem**

Quando existentes/ necessárias, deverão ser executadas obedecendo a procedimentos estabelecidos no início deste documento.

## **Remoção do escoramento das lajes**

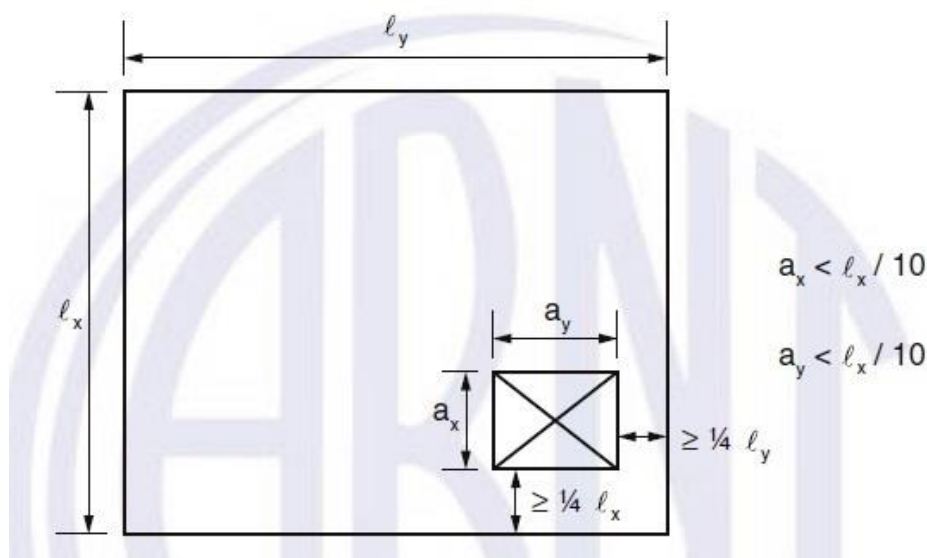
Para retirada do escoramento das lajes, deverão ser seguidas orientações definidas pela “NBR-14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento”. Item 10.2 *Retiradas das formas e do escoramento. Subitem 10.2.2 Tempo de permanência de fôrmas e escoramentos.*

Nos casos de se deixarem pontaletes após a desforma, estes não deverão produzir momentos de sinais contrários aos do carregamento com que a laje foi projetada, que possam vir a romper ou trincar a peça; ou seja, deve-se retirar o escoramento gradativamente do centro do vão para as extremidades.

## Furos e aberturas em lajes

Os furos e aberturas das lajes devem obedecer às seguintes condições:

- a) as dimensões da abertura devem corresponder no máximo a 1/10 do vão menor ( $l_x$ ) (ver Figura abaixo – retirada da NBR 6118:2014);
- b) a distância entre a face de uma abertura e o eixo teórico de apoio da laje deve ser igual ou maior que 1/4 do vão, na direção considerada; e
- c) a distância entre faces de aberturas adjacentes deve ser maior que a metade do menor vão.



## Controle tecnológico de concreto

O controle tecnológico abrangerá as verificações da dosagem utilizada, da trabalhabilidade, das características dos constituintes, da resistência mecânica e do módulo de deformação tangente ( $E_{ci}$ ) do concreto. Esse controle será feito através de laboratório especializado, a ser submetido à aprovação do MPMG, obedecendo-se ao disposto na NBR 6.118/2.014, na NBR 12.655/2015 e na NBR 8522/2008.

FCK: o cálculo do fck estimado deverá ser feito de acordo com as normas técnicas vigentes.

Nos dias de concretagem, o laboratorista do laboratório aprovado pela fiscalização, deverá estar presente para a execução dos ensaios de abatimento do tronco de cone (slump test) e confecção dos CP's, sendo também responsável pela aceitação ou rejeição do caminhão de concreto.

O laboratório responsável pela execução do controle tecnológico do concreto deverá emitir laudos de aceitação do concreto por etapas, ou seja, deverá ser emitido um laudo ao término da infra, meso e superestrutura separadamente, acompanhados da respectiva ART. O laboratório deverá ser acreditado/credenciado pelo Inmetro ou possuir certificação ISO 9001, ou na falta disso, deve-se exigir que o laboratório comprove eficiência, por um programa interlaboratorial com algum outro laboratório de referência (ABCP, IPT ou outro laboratório credenciado).

### **Controle tecnológico do concreto à compressão**

O controle será efetuado a cada caminhão de concreto ( $7 \text{ m}^3$ ) empregado na obra, com a retirada de 4 corpos de prova, para ensaio aos 7 e aos 28 dias, e contra-provas de acordo com as orientações do laboratório responsável e com que a fiscalização determinar. Caso a contratada deseje ensaios em tempos diferentes dos estipulados, deverá providenciar a confecção dos corpos de prova e dos ensaios com custos que correrão por sua conta.

### **Controle tecnológico do concreto para o módulo de elasticidade**

O controle será efetuado a cada  $50 \text{ m}^3$  de concreto empregado na obra, com retirada de um lote de 3 corpos de prova para concretos com módulo de elasticidade ( $E_{ci}$ ) e 5 corpos de prova para concretos com módulo secante ( $E_{cs}$ ), para ensaio aos 28 dias, prevalecendo o que fiscalização do MPMG determinar. Caso a contratada deseje ensaios em tempos inferiores aos 28 dias, deverá providenciar a confecção dos corpos de prova e dos ensaios com custos que correrão por sua conta.

**Obs:** Serão retirados 3 corpos de prova, no entanto serão rompidos 2 CPs, sendo o terceiro reservado para contraprova quando projeto determina módulo de deformação ( $E_{ci}$ ).

Serão retirados 5 corpos de prova, no entanto serão rompidos 3 CPs, sendo reservados dois CP para contraprova quando projeto determina módulo de deformação ( $E_{cs}$ ). Caso seja necessário realizar mais contraprovas dos resultados obtidos, os custos dos ensaios (moldagens e/ou extrações “in loco”) com o rompimento destes corpos de prova serão de responsabilidade da CONTRATADA.

## **5. CONTROLE TECNOLÓGICO DO AÇO**

### **Ensaios**

A CONTRATADA deverá exigir do fabricante do aço os certificados contendo o resultado dos ensaios de tração (resistência de escoamento, resistência de ruptura e alongamento) e dobramento, realizados de acordo com as Normas Técnicas ABNT-NBR, além da verificação visual de defeitos (fissuras, esfoliação e corrosão) e do comprimento e da marcação das barras com identificação do fabricante.

- NBR ISO 6892 - Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente,
- NBR-7480 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação,

Para cada partida de aço que chegue à obra, o laboratório contratado deverá colher amostras para ensaio, conforme NBR 7480, sendo os resultados submetidos à Fiscalização para autorização do uso. Não serão aceitas barras oxidadas, mesmo que parcialmente.



## Considerações gerais

Os espaçadores para as armaduras serão confeccionados com argamassa de cimento e areia no mesmo traço do concreto, munidos de arames para fixação na armação ou espaçadores plásticos produzidos exclusivamente para esta finalidade, na dimensão indicada para cada bitola da armadura. Uma vez iniciada a concretagem, as armaduras não poderão, em hipótese alguma, ser remanejadas.

## Estocagem do aço

As barras de aço e as armaduras nos depósitos apoiar-se-ão sobre vigas ou toras de madeira, colocadas sobre o terreno previamente drenado para evitar a corrosão do material e deformações em barras já preparadas para a montagem.

## Limpeza do aço

Antes de serem introduzidas nas formas, as barras de aço deverão ser convenientemente limpas, retirando-as as escamas eventualmente destacadas por oxidação.

## Corte e dobramento

Todos os cortes e dobramentos serão executados de acordo com a prática usual, a frio, rigorosamente de acordo com o projeto estrutural e obedecendo as Normas Técnicas.

## Emendas das barras

As emendas das barras de aço para armaduras serão executadas de acordo com o indicado nos desenhos de detalhamento (desenhos de armação de vigas, muros, pilares, etc.). As emendas só poderão ser localizadas e executadas conforme a Norma Brasileira.

Abaixo segue um quadro com os comprimentos de trespasse em função da bitola e do  $F_{ck}$  do concreto para orientação.

COMPRIMENTO DE ANCORAGEM									
$\phi$ (mm)	$F_{ck}$	20	25	30	35	40	45	50	55
6,3		27,54	23,73	21,02	18,96	17,35	16,04	14,95	14,03
8,0		34,97	30,13	26,69	24,08	22,03	20,37	18,98	17,82
10,0		43,71	37,67	33,36	30,10	27,54	25,46	23,73	22,27
12,5		54,64	47,09	41,70	37,62	34,42	31,82	29,66	27,84
16,0		69,94	60,27	53,37	48,16	44,06	40,73	37,97	35,63
20,0		87,42	75,34	66,71	60,20	55,07	50,91	47,46	44,54
22,0		96,16	82,87	73,39	66,22	60,58	56,00	52,21	48,99
25,0		109,28	94,17	83,39	75,25	68,84	63,64	59,32	55,67

## Montagem das barras

A armadura deve ser montada no interior das formas, na posição indicada no projeto e de modo que se mantenha firme durante o lançamento do concreto, conservando-se inalteradas as distâncias entre si e das faces internas das formas. Os espaçamentos deverão estar de acordo com as Normas Técnicas.

### Proteção das barras

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviços devem ser dispostas de modo a não acarretar deslocamento das armaduras da sua posição correta dentro da forma. Caso haja deslocamento da armadura de sua posição original dentro da forma, esta deverá ser corrigida.

## 6. PARÂMETROS DE DURABILIDADE E SEGURANÇA

### Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto: II - Moderada, conforme definido pelo item 6 da NBR6118.

### Cobrimentos gerais

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente e de acordo com o item 7.4.7 e seus subitens. Neste projeto foi considerado um controle rígido de qualidade na execução da obra.

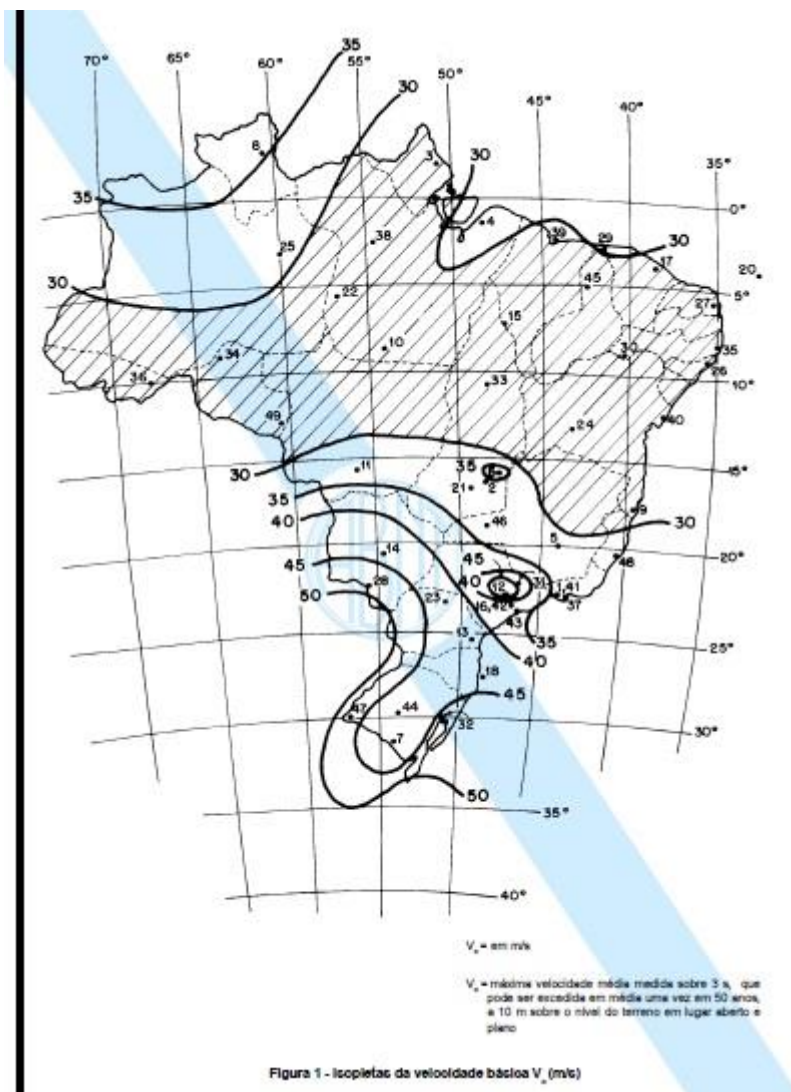
A seguir são apresentados os valores de cobrimento a serem utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

<i>Elemento Estrutural</i>	<i>Cobrimento (cm)</i>
<i>Lajes</i>	2,5
<i>Vigas</i>	3,0
<i>Pilares</i>	3,0
<i>Blocos</i>	4,0
<i>Fundações (Estacas Hélice contínua)</i>	7,0

### Velocidade básica do vento ( $V_k$ ):

O valor a ser considerado na modelagem é de 31 m/s ( $V_k=31\text{m/s}$ ), e está coerente com a NBR6123:1988 – Forças devido ao vento em edificações, conforme o mapa das isopletras para a região da cidade de Cataguases– MG, (ver figura abaixo).





Mapa de Isoplethas da velocidade básica  $V_0$  (m/s) – Retirado da NBR 6123.

### Fator topográfico (S1):

O valor a ser adotado para o cálculo estrutural ( $S1=1,0$ ) está em conformidade com a NBR6123:1988 e retrata bem a região onde a edificação será erguida, como uma região de terreno plano ou fracamente ondulado.

### Classe da edificação (S2):

A edificação foi considerada como sendo da Classe B, ou seja, sua maior dimensão horizontal ou vertical está entre 20 e 50 metros. Este valor está em conformidade com as características da edificação, conforme os arquivos do projeto arquitetônico.

### **Fator estatístico (S3):**

Trata-se de um coeficiente que considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação. Para uma edificação como a que se propõe aqui neste projeto, sendo classificada como edificações gerais com alto fator de ocupação, a NBR6123:1988 estabelece o valor de  $S3=1,0$ . Este foi o valor adotado no modelo de cálculo desta edificação.

### **Fator de rugosidade do terreno (S2):**

De acordo com a NBR6123:1988, este fator considera o efeito combinado da rugosidade do terreno, da variação da velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte da edificação em consideração.

No modelo de cálculo apresentado aqui desenvolvido, considera-se S2 como sendo da categoria III. Conforme a NBR6123:1988, esta categoria compreende terrenos planos ou ondulados, com obstáculos, tais como muros, árvores, edificações baixas, fazendas, subúrbios com casas baixas. Analisando a região da edificação, esta categoria adotada retrata bem a situação.

### **Aços utilizados nas armaduras:**

As bitolas e as classes dos aços utilizados neste projeto estão em conformidade com o que diz a NBR7480:1996, sendo:

Armaduras passivas => Aço CA50 e CA60.

### **Segurança estrutural em relação ao incêndio – TRRF:**

A NBR 14432 dispõe sobre o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) para as edificações em função das suas características geométricas e de utilização. A norma NBR 15200 trata dos métodos de cálculo e simplificações possíveis para o cálculo das estruturas em situação de incêndio.

De acordo com as recomendações tanto da norma quanto da instrução técnica, tem-se uma edificação com Classe de Ocupação D1; altura do Subsolo < 10m e altura da edificação entre 12m e 23m (Classe P3).

Sendo assim, conforme as normas vigentes, a edificação se inclui na categoria de TRRF igual a 60 minutos.

Belo Horizonte, 23 de outubro de 2023.

---

Eng. Aletéia Serra Aburachid

Engenheira Civil

CREA-MG 71.754/D-MG