

**PROMOTORIAS DE JUSTIÇA DE JUIZ DE FORA
RUA JOSÉ CALIL AHOUGI, LOTE F, BAIXADA DO PARAIBUNA
JUIZ DE FORA – MINAS GERAIS**

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO COMPLEMENTAR:

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

Sumário

1.	OBJETIVO	2
2.	NORMAS UTILIZADAS	2
3.	FUNDAÇÕES.....	3
4.	MESOESTRUTURA E SUPERESTRUTURA	11
5.	CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO	35
6.	CONTROLE TECNOLÓGICO DO AÇO	37
7.	PARÂMETROS DE DURABILIDADE E SEGURANÇA	40

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 – 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 RAIZ. Esta solução foi adotada após a execução de sondagens mistas, uma vez que a sondagem inicial detectou camadas impenetráveis ao equipamento em profundidades muito baixas, o que gerou muitas incertezas a respeito das características do solo e qual o tipo de fundação adotar.

A estaca raiz é uma estaca moldada in loco, em que a perfuração é revestida integralmente, em solo, por meio de segmentos de tubos metálicos (revestimento) de 1,0 m a 1,5 m, que vão sendo rosqueados à medida que a perfuração é executada. O revestimento é recuperado. A estaca raiz é armada em todo o seu comprimento e a perfuração é preenchida por uma argamassa composta por cimento e areia.

Após a execução da sondagem mista, foi possível conhecer com mais precisão as camadas do solo, sendo evidenciado que se trata de um solo com resistência elevada e presença do lençol freático em profundidades baixas.

Sendo assim, optou-se pela utilização das estacas do tipo raiz, pois a sua cravação é possível em solos com elevada resistência, onde outros tipos de estacas não poderiam ser utilizadas.

Além disso, também contribui para a escolha da solução com estacas do tipo raiz a presença do lençol freático a pouca profundidade.

Este tipo de estacas traz a vantagem de propagar quase nenhuma vibração durante a sua execução, preservando a integridade das construções vizinhas.

As estacas deverão ser executadas por empresa especializada, com equipamento próprio para este fim, com acompanhamento de engenheiro técnico responsável, especialista em fundações, que

deverá apresentar à fiscalização da **CONTRATANTE** a ART de execução de estacas do tipo raiz, devidamente recolhida junto ao CREA, e o relatório técnico de cravação, devidamente assinado pelo RT da empresa especializada e pelo RT da empresa **CONTRATADA**.

Mobilização de equipamentos

Deverá ser previsto o uso de dois equipamentos (2 mobilizações) com vistas a um menor prazo de execução de todas as estacas, de forma a agilizar os serviços tendo em vista o grande número de estacas. Duas equipes de fundação.

Equipamentos utilizados

- Perfuratriz rotativa hidráulica, mecânica ou a ar comprimido, montada sobre estrutura metálica, dotada ou não de esteiras para deslocamento, acionada por motor à explosão (diesel) ou elétrico ou ainda através de compressor pneumático; deve ainda, ter capacidade para revestir integralmente todo trecho em solo, utilizando-se do tubo de revestimento.
- Conjunto misturador de argamassa, acionado por motor elétrico ou à explosão.
- Bomba de injeção de argamassa, acionada por motor elétrico ou à explosão.
- Compressor de ar, com capacidade de vazão mínima de 5 pcm⁷ e pressão máxima de 0,5 MPa.
- Bomba de água, acionada por motor elétrico ou à explosão, capaz de promover a limpeza dos detritos da perfuração do interior do tubo de revestimento.
- Conjunto extrator; dotado de macaco e conjunto de acionamento hidráulico, com capacidade para extrair integralmente o tubo de revestimento do furo quando totalmente preenchido com argamassa.
- Reservatórios para acumulação de água, com capacidade para perfuração contínua de pelo menos uma estaca.

- Conjunto de gerador, na eventualidade de não haver energia disponível no local dos serviços.

Controle executivo das fundações

Perfuração

A perfuração do solo é executada por meio da rotação imposta por uma perfuratriz rotativa ou rotopercussiva ao revestimento, que desce com o uso de circulação direta de água injetada com pressão pelo seu interior. Pode-se adicionar polímero, sendo vetado o uso de lama bentonítica.

A água usada na perfuração deve ser limpa, podendo ser utilizada água de reuso, inclusive água reciclada proveniente da perfuração, desde que obedeça aos seguintes parâmetros:

- a) pH da água entre 7 e 11 – aparelho: medidor de pH;
- b) densidade menor que 1,05 g/cm³ – aparelho: densímetro;
- c) teor de areia menor que 3 % – aparelho: baroid sand content ou similar.

Limpeza e colocação da armadura

Após o término da perfuração e antes do início do lançamento da argamassa, limpa-se internamente o furo através da utilização da composição de lavagem e posteriormente procede-se à descida da armadura, que pode ser montada em feixe ou em gaiola, que é apoiada no fundo do furo.

- O sistema de SPDA deverá ser iniciado junto com a fundação da edificação, com o acompanhamento do engenheiro eletricista responsável pela obra, para conferir a colocação das barras (próprias para o sistema de SPDA) na fundação e nos pilares bem como o transpasse de 20 cm e a interligação das ferragens dos pilares e das lajes. (Ver projeto de instalações).

Injeção de preenchimento

O furo é preenchido com argamassa mediante bomba de injeção, através de um tubo posicionado na ponta da estaca. O preenchimento é feito de baixo para cima até a expulsão de toda a água de circulação contida no interior do revestimento.

Retirada do revestimento

Após o preenchimento do furo, inicia-se a extração do revestimento.

A cada trecho de no máximo 1,5 m de tubo de revestimento retirado, o nível de argamassa deve ser verificado e completado.

Para estacas de diâmetros menores ou iguais a 200 mm, periodicamente, coloca-se a cabeça de injeção no topo do revestimento e aplica-se pressão que pode ser de ar comprimido ou através da bomba de injeção de argamassa. Após a aplicação da pressão e retirada dos tubos de revestimento, o nível da argamassa é completado.

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.

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 cm². O uso de marteletes maiores fica limitado a estacas cuja área de argamassa seja superior a 900 cm². 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.

Argamassa

A argamassa a ser utilizada deve ter $f_{ck} \geq 20$ MPa e deve satisfazer as seguintes exigências:

- a) consumo de cimento igual ou superior a 600 kg/m³;
- b) fator água/cimento entre 0,5 e 0,6;
- c) agregado: areia.

Controle da argamassa

A argamassa utilizada para a moldagem de corpos de prova deve ser coletada a partir da mangueira de injeção de argamassa, na boca da estaca em execução. Não se recomenda a retirada de argamassa de

misturadores, nem argamassas de início de injeção da mangueira de injeção, nem argamassas retiradas do transbordamento de injeção de uma estaca, sob pena de se obter resultados de resistência não representativos da argamassa utilizada.

Fazer um ensaio de compressão simples, com 4 (quatro) corpos de prova, a cada cinco estacas, sendo ensaiados aos 7 e 28 dias.

Esse controle será feito através de laboratório especializado, aprovado pelo MPMG, obedecendo-se ao disposto na NBR 6.118/2.014, na NBR 12.655/2015 e na NBR 8522/2008 (quando for o caso).

Controle de aceitação

Resistência à compressão em corpos de prova moldados conforme 7.3 Moldagem dos corpos de prova da ABNT NBR 5738, considerando-se para fins de adensamento a maior classe de consistência.

Os ensaios de compressão dos corpos de prova devem ser realizados conforme a ABNT NBR 5739.

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

É permitido o uso de agregados miúdos artificiais de acordo com a ABNT NBR 7211.

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 de perfuração e injeção;

- c) identificação da estaca: diâmetro, nome ou número conforme projeto de fundação;
- d) data e horário de início e fim da execução da estaca;
- e) data e horário de início e fim da injeção da argamassa;
- f) diâmetro do revestimento e nominal da estaca executada;
- g) cota do terreno na posição da estaca;
- h) comprimento executado da estaca;
- i) comprimento injetado da estaca;
- j) desaprumo e desvio de locação (se houver);
- k) consumo de materiais (armadura e argamassa) por estaca;
- l) pressão aplicada sobre a argamassa;
- m) observações relevantes;
- n) nome e assinatura do executor;
- o) 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.

Engenheiro Especialista de Fundações

Acompanhamento de engenheiro consultor especialista em fundação, sendo 20 visitas de 8 horas, intercaladas durante todo o período de execução das fundações em estaca raiz, com emissão de relatório técnico atestando a execução dos serviços e ART.

4. MESOESTRUTURA E SUPERESTRUTURA

O sistema construtivo adotado foi o de vigas, pilares, lajes maciças e lajes nervuradas 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.

Nos demais pavimentos serão utilizadas lajes maciças e lajes nervuradas, de acordo com o ambiente. As lajes nervuradas permitirão a concepção estrutural com a adoção de vãos maiores, devido ao seu bom comportamento em tais situações de cálculo, reduzindo as deformações dos elementos estruturais graças a sua elevada inércia.

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

A responsabilidade pela composição e propriedades do concreto, pelo seu recebimento, bem como as obrigações do profissional responsável pela obra, deverão ser seguidas como preconizadas pela norma NBR 12.655/2015.

O concreto utilizado no cálculo da edificação tem como características;

Superestrutura:

- $F_{ck} = 30 \text{ MPa}$ aos 28 dias,
- $E_{cs} = 26.070 \text{ MPa}$,
- $E_{ci} = 30.6700 \text{ MPa}$,
- Relação água/cimento $\leq 0,55$.

Áreas externas e piso:

- $f_{ck} = 25$ MPa aos 28 dias,
- $E_{cs} = 23.800$ MPa,
- $E_{ci} = 28.000$ MPa,
- Relação água/cimento $\leq 0,60$.

Condições básicas: o concreto será obrigatoriamente usinado.

No caso da necessidade de se utilizar concreto virado na obra em alguma situação específica, a dosagem experimental deverá ser elaborada por laboratório especializado e autorizado pelo MPMG.

Antes da concretagem, a **CONTRATADA** deverá apresentar à **FISCALIZAÇÃO** um plano de concretagem da peça, para análise, com os detalhes e previsão dos dias de concretagem. A concretagem será liberada somente depois da análise prévia e conferência da fiscalização. O plano de concretagem deverá ser rigorosamente seguido.

Cada corpo de prova (CP) deverá ser identificado com a respectiva numeração, plano de concretagem, nota fiscal e peça concretada, de modo que o concreto utilizado possa ser rastreado em caso de necessidade.

Serão necessariamente extraídos corpos de prova todas as vezes que houver modificações nos materiais ou no traço ou a critério da fiscalização, devidamente justificado.

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

A resistência a ser utilizada em cada peça será obtida através do 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.

*Executar o aterramento necessário para instalação do equipamento.

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 (FCK) E O MÓDULO DE ELASTICIDADE (Eci) DO CONCRETO PREVISTOS NO PROJETO DEVERÃO SER OBTIDOS SIMULTÂNEAMENTE 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 assegurar a formação de uma capa superficial durável.

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 (fck), 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 ao 7º Pavimentos – Sobrecarga de 250 kg/m² (Edifícios comerciais), exceto para as lajes L218, L225, L205, L206, L207, L213, L214, L221, L222, L228, L229, L244, L245, L246, L249 a L253 (sobrecarga de 150 kg/m²) e L216, L217, L223 e L224 (sobrecarga de 400 kg/m² - Auditório).
 - Carga Permanente (revestimento) – Para as lajes do 2º ao 7º Pavimentos, foi considerada uma carga de revestimento de 150 kg/m² em todos os ambientes, exceto para as lajes impermeabilizadas L218 e L225 (sobrecarga de 210 kg/m²), lajes impermeabilizadas L205, L206, L207, L213, L214, L221, L222, L228, L229, L244, L245, L246, L249 a L253 (sobrecarga de 220 kg/m²).
- Cobertura – Sobrecarga de 50 kg/m² para todas as lajes. Como carga permanente foi considerado um valor de 50 kg/m² para as áreas com telhado, 310 kg/m² para as lajes técnicas impermeabilizadas L822, L823, L826, L830, L836 e L840, uma carga de 150 kg/m² para as lajes impermeabilizadas L812 e L825. Na lajes na projeção das condensadoras foi colocada uma sobrecarga de 550 kg/m² (L822, L823, L826, L830 e L836).
- Barrilete – Sobrecarga de 50 kg/m² e uma carga permanente de 200,00 kg/m².
- Reservatório – Sobrecarga de 100 kg/m² e uma carga permanente (água) de 1.500,00 kg/m².
- Cobertura do Reservatório – Sobrecarga de 50 kg/m² e uma carga permanente (impermeabilização) de 200,00 kg/m².

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 reentrâncias 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.

Para a obra em questão será obrigatória a utilização de escoramento metálico.

Neste caso, devem ser seguidas as instruções do fornecedor responsável pelo sistema, verificando a compatibilização com o fornecedor do sistema industrializado de laje nervurada.

Deverá ser apresentado um projeto executivo de formas e escoramento de toda edificação, (vigas, lajes maciça e nervurada, rampas e escadas), com no mínimo 30 dias antes da execução dos serviços em si, devendo o mesmo ser aprovado pela **FISCALIZAÇÃO**.

As lajes nervuradas serão executadas com formas de polipropileno reutilizáveis nas dimensões indicadas no projeto estrutural. O sistema é composto de formas autoportantes de polipropileno, iguais a cubas, dispostas lado a lado.

O escoramento deve ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação de seu peso próprio, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da estrutura de concreto, deformações prejudiciais ao formato da estrutura ou que possam causar esforços não previstos no concreto.

Devem ser tomados todos os procedimentos necessários para se evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura em que o escoramento se apóia.

O escoramento deverá ter rigidez suficiente para assegurar que as tolerâncias especificadas para estrutura e especificações de projeto sejam satisfeitas e a integridade dos elementos estruturais não seja afetada.

Ainda deverá ser observado que:

- Não será permitido o emprego de painéis de tábuas recortadas nas formas dos pilares e vigas;
- Deverão ser considerados os travamentos que se fizerem necessários para a boa execução dos serviços.
- Antes da concretagem, as formas deverão estar limpas e estanques;
- É obrigatório o uso de desmoldantes em todas as formas e o desmoldante deverá ser obrigatoriamente à base de óleos vegetais;

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.

A retirada das formas e escoramentos deverá estar em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela NBR-14931/2003 e pelo projeto estrutural, devendo-se atentar para os prazos recomendados.

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 estático de elasticidade tangente inicial).

A retirada dos cimbramentos, só poderá ocorrer 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 o resultado 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 formas 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 baldrames 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 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

Estes elementos deverão ser moldados “in loco” com concreto usinado e recobrimento de armadura conforme projeto estrutural.

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-se à forma e a 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.

As formas deverão ser desmontadas e limpas para aproveitamento futuro.

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 impermeabilização com argamassa polimérica (nas duas faces laterais - apenas nos 30 cm do topo para baixo, e na face superior) para evitar a permeabilidade de água, conforme detalhado no projeto de impermeabilização.

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 (f_{ck}) 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

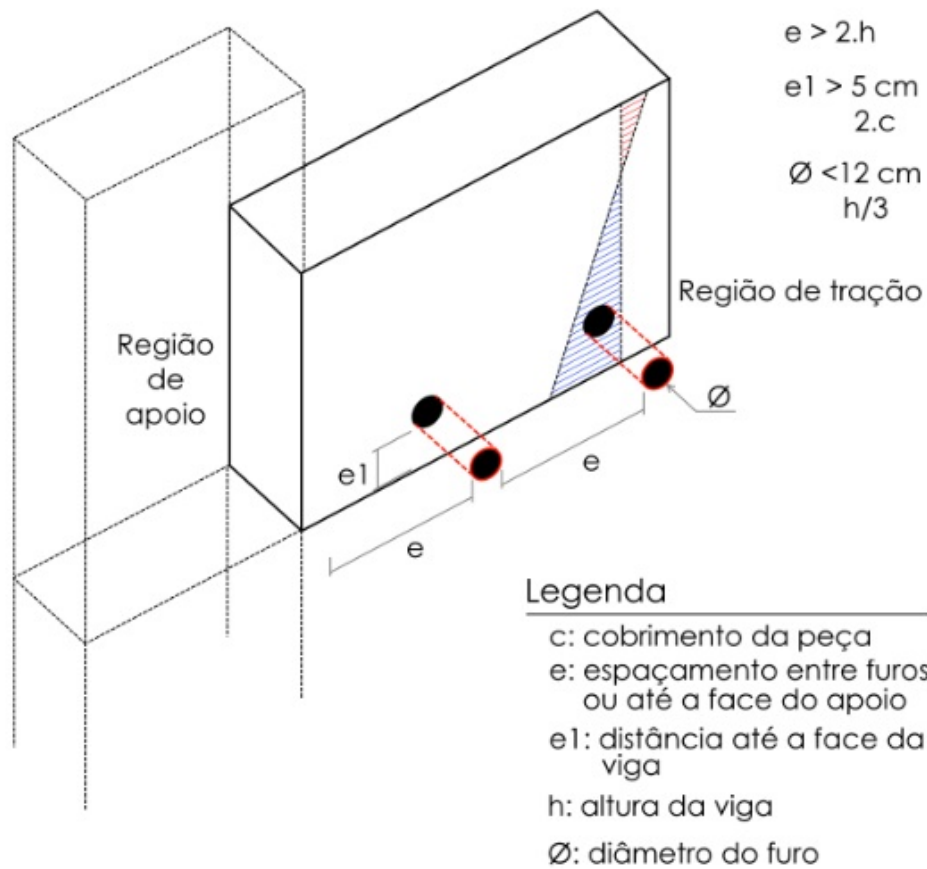
O concreto das vigas deverá ser lançado às formas, vibrados de acordo com a necessidade em cada ponto, evitando a demora do mangote na viga, para evitar a segregação do concreto. A vibração deverá obedecer ao critério de aparência de nata na superfície, momento no qual deverá ser paralisada naquele ponto.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

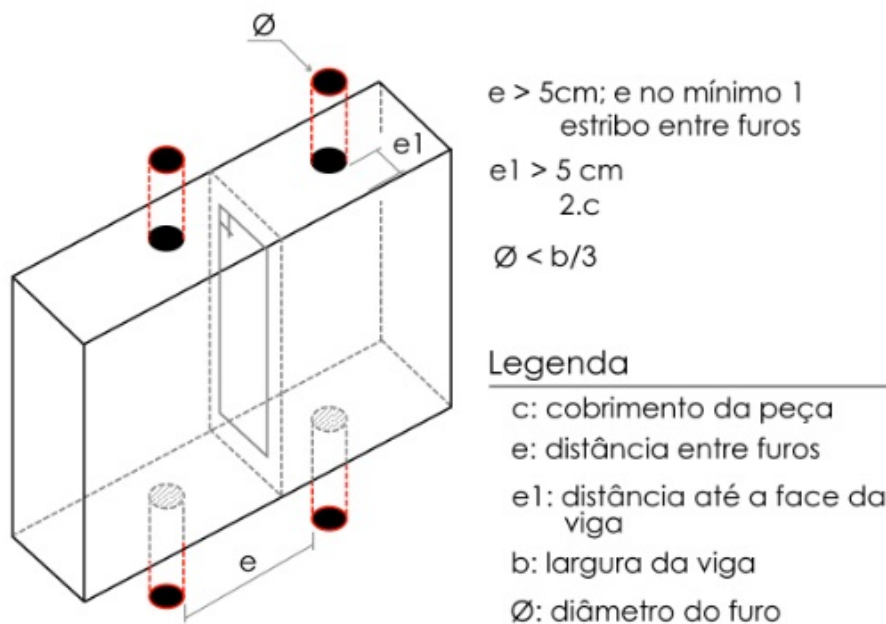
Para a execução dos furos e aberturas, devem ser respeitadas as seguintes condições:

- a) furos horizontais devem ser feitos em zona de tração do concreto e a uma distância da face do apoio de no mínimo $2h$, 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 $2h$;
- 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 e Nervuradas.

As lajes nervuradas deverão utilizar fôrmas plásticas (Atex ou equivalente) com dimensões de 900mm entre eixos de nervuras, altura de nervura igual a 42,5cm e capeamento de concreto de 7,5cm, totalizando uma altura final da laje igual a 50,0 centímetros. Não haverá preenchimento dos vazios entre as nervuras.

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

Quando da montagem da laje e antes da concretagem já devem estar previstos os furos na laje, conforme projeto estrutural.

Na região dos shafts deverá ser observado o recorte da laje, para a passagem da tubulação.

O acabamento da superfície das lajes nervurada nos pavimentos deverá ser próximo do tipo "vassourado" para permitir uma melhor aderência com a camada subsequente.

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

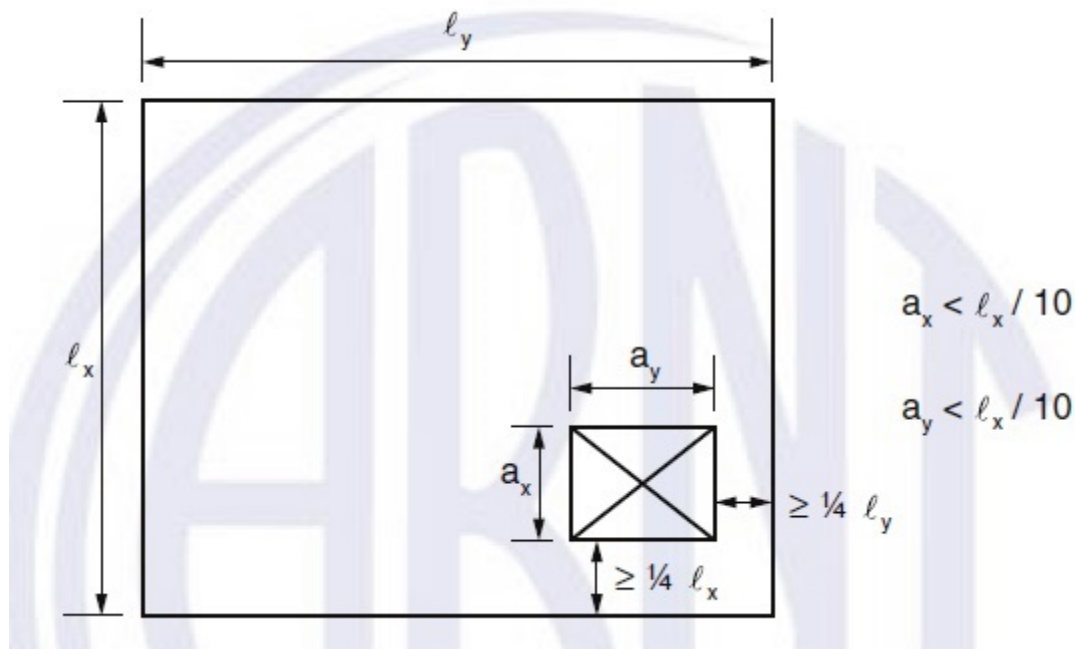
Os furos e aberturas das lajes devem obedecer as seguintes condições:

- a) as dimensões da abertura devem corresponder no máximo a 1/10 do vão menor (lx) (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.

Adicionalmente, para as lajes nervuradas, tem-se as seguintes recomendações:

- d) Não são permitidos furos na direção da altura das nervuras;

- e) Para furos na direção da largura das nervuras, observar as recomendações feitas para as vigas;
- f) Os furos na direção da espessura das lajes deverão ser feitos apenas nas mesas. Os mesmos deverão ser locados antes da concretagem e, caso necessário, as formas plásticas poderão ser rearranjadas de modo a evitar que os furos coincidam com as nervuras;
- g) Prever “nichos” para passagem das tubulações antes da concretagem para evitar recortes posteriormente no concreto.



Pisos de concreto armados no 1º Pavimento

Foram detalhados pisos armados em concreto armado para as áreas de trânsito de veículos e para os ambientes internos no 1º Pavimentos.

Os pisos terão a espessura de 10 cm e serão armados com o uso de telas soldadas, conforme especificado no projeto (desenho 126). O trespasse da armação deverá obedecer o mínimo de duas malhas ou 20 centímetros.

Nas áreas onde haverá tráfego de veículos, os pisos serão interrompidos por juntas serradas para combater os efeitos da retração do concreto e

o surgimento das trincas e fissuras. Também nestas regiões serão empregadas barras de transferência, fazendo a ligação entre os vários pisos.

Nas demais regiões, serão utilizadas apenas as juntas serradas, sem barras de transferência, por se tratar de elementos submetidos a carregamentos menores durante a sua utilização.

Nos locais de encontro entre o piso e estruturas de concreto, deverão ser executadas as juntas de encontro ou perimetrais, conforme especificado em projeto.

5. CONTROLE TECNOLÓGICO DO 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).

5.1 CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO À COMPRESSÃO

O controle será efetuado a cada caminhão de concreto (7 m³) 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.

5.2 CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO PARA O MÓDULO DE ELASTICIDADE

O controle será efetuado a cada 50 m³ 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 contra-prova quando projeto determina módulo de deformação (ECi).

Serão retirados 5 corpos de prova, no entanto serão rompidos 3 CPs, sendo reservados dois CP para contra-prova quando projeto determina módulo de deformação (ECs).

Caso seja necessário realizar mais contra-provas 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**.

6. CONTROLE TECNOLÓGICO DO AÇO

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,

O fornecimento de aço CA 50 e CA 60, conforme projeto, deverá seguir o descrito nas normas pertinentes.

Observação: todos os romaneios e notas fiscais de ferragens devem ser atrelados à numeração dos ensaios e certificados da qualidade do aço emitidos pelo fabricante para aquele referido lote que deu origem à remessa em análise.

Considerações gerais

Condições básicas: as barras de aço não poderão apresentar excesso de ferrugem, manchas de óleo, argamassa aderente ou qualquer outra substância que impeça uma perfeita aderência ao concreto.

Recobrimento: a armadura não poderá ficar em contato direto com a forma, respeitando-se para isso, o cobrimento mínimo previsto pela norma e os determinados pelo projeto estrutural. A contratada deverá utilizar os espaçadores convenientes para cada peça a ser concretada.

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 (NBR 6118 item 9.4) e, no mínimo, igual aos valores transcritos na figura abaixo.

φ(mm)	COMPRIMENTO DE ANCORAGEM								
	FCK	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.

7. 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

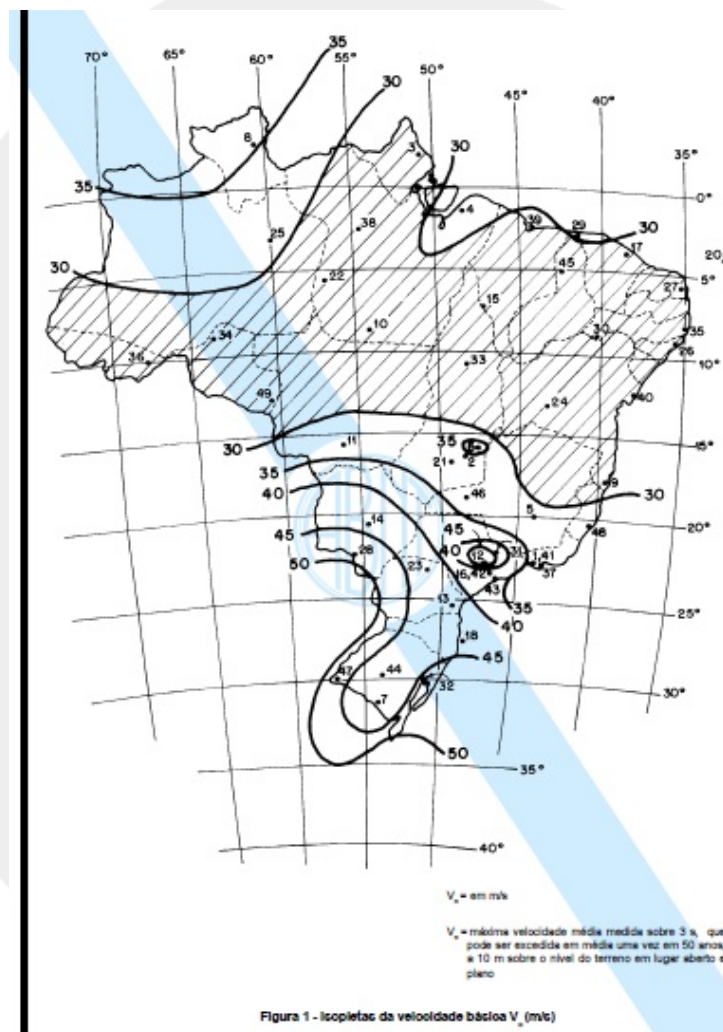
A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente e de acordo com o item 7.4.7 e seus subitens. Neste projeto foi considerado um controle rígido de qualidade na execução da obra.

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>	2,0
<i>Vigas</i>	2,5
<i>Pilares</i>	2,5
<i>Blocos</i>	5,0
<i>Fundações (Estacas)</i>	4,0

Velocidade básica do vento (V_k):

O valor a ser considerado na modelagem é de 35 m/s ($V_k=35\text{m/s}$), e está coerente com a NBR6123:1988 – Forças devido ao vento em edificações, conforme o mapa das isopletas para a região da cidade de Juiz de Fora – MG, (ver figura abaixo).



Mapa de Isopletas da velocidade básica V_o (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, 31 de julho de 2020.

Eng. Nelson Urias Pinto Gariglio da Silva
Engenheiro Civil
CREA-MG 82.624/D-MG