**MEMORIAL DESCRITIVO – PROJETO ESTRUTURAL**
**38 – DBI**

**Proprietário**: Universidade Federal de Lavras
**Obra**: DBI.

**Características da Obra**: Construção em estrutura de concreto armado com área total de 1.859,96 m².

Foi determinado pelo Contratante que se adotasse uma estrutura de concreto armado em toda a edificação, o que consideramos uma boa definição em face dos vãos adotados entre pilares e as alturas disponíveis de laje a laje.

Esta estrutura de concreto armado terá Fck igual a 20 MPa. O aço será tipo CA-50A e CA-60B que são os tipos usuais no mercado.

Os índices como coeficientes de segurança de majoração das cargas e minoração das características dos materiais serão os mínimos estabelecidos pela Norma Brasileira, ABNT.

O cálculo, esforços e dimensionamentos serão efetuados por um programa computacional chamado Eberik, que auxilia o dimensionamento e detalhamento das peças de concreto armado de acordo com a norma brasileira NBR 6118.

A edificação foi calculada de maneira tradicional: lajes, vigas e pilares.

Será fornecido neste projeto todo o dimensionamento da estrutura, com valores que atendam aos esforços solicitantes e aos fatores determinantes da arquitetura.

## EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

**1) FUNDAÇÕES:** A execução de serviços de Fundações deverá atender também às seguintes Normas e Práticas Complementares:
Práticas de Projeto, Construção e Manutenção de Edifícios Públicos Federais;
Normas da ABNT e do INMETRO:
- NBR 6118 - Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado - Procedimento
- NBR 6121 - Prova de Carga à Compressão de Estacas Verticais - Procedimento
- NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações - Procedimento

Códigos, Leis, Decretos, Portarias e Normas Federais, Estaduais e Municipais, inclusive normas de concessionárias de serviços públicos;
Instruções e Resoluções dos Órgãos do Sistema CREA-CONFEA
A fundação definida para obra é estaca escavada a trado manual.

**2) CONCRETO:**

Os serviços em concreto armado serão executados em estrita observância às disposições do projeto estrutural. Para cada caso, deverão ser seguidas as Normas Brasileiras específicas, em sua edição mais recente.

Nenhum conjunto de elementos estruturais poderá ser concretado sem a prévia e minuciosa verificação, por parte da Contratada e da Fiscalização, das fôrmas e armaduras, bem como do exame da correta colocação de tubulações elétricas, hidráulicas e outras que, eventualmente, sejam embutidas na massa de concreto. As passagens das tubulações através de vigas e outros elementos estruturais deverão



Rua Jovino do Rosário - 1.564 : Boa Vista : CEP: 82.560-435
www.asbuiltprojetos.com.br : email: contato@asbuiltprojetos.com.br : Tel.: 55 41 3205-0969 : 55 41 3088-4949: CNPJ 09.480.531/0001-01

obedecer ao projeto, não sendo permitidas mudanças em suas posições, a não ser com autorização do autor do projeto. Deverá ser verificada a calafetação nas juntas dos elementos embutidos.

Sempre que a Fiscalização tiver dúvida a respeito da estabilidade dos elementos da estrutura, poderá solicitar provas de carga para avaliar a qualidade da resistência das peças. O concreto a ser utilizado nas peças terá resistência (fck) indicada no projeto

No preparo, controle e recebimento do concreto deve ser obedecido o disposto na NBR 12655/1996.

No controle tecnológico de materiais componentes do concreto deve ser obedecido o disposto na NBR 12654/1992.

## 3) FORMAS E ESCORAMENTOS

### 3.1) FORMAS

As fôrmas devem adaptar-se às formas e dimensões das peças da estrutura projetada, respeitadas as tolerâncias do item .4.

### 3.2) DIMENSIONAMENTO

As fôrmas e os escoramentos devem ser dimensionados e construídos obedecendo as prescrições das normas brasileiras NBR 7190 e NBR 8800.

#### 3.2.1) Formas

As formas devem ter espessura mima de 12 mm. para vigas e 14 mm. para lajes de modo que não possam sofrer deformações prejudiciais, quer sob a ação dos fatores ambientais, quer sob carga, especialmente a do concreto fresco, considerando nesta o efeito do adensamento sobre o empuxo do concreto.

Nas peças de grande vão deve ser prevista, quando necessária, contra-flecha nas formas, para compensar a deformação provocada pelo peso do material nelas introduzido.

#### 3.2.2) Escoramento

O escoramento deve ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação de seu peso, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, deformações prejudiciais à forma da estrutura ou que possam causar esforços no concreto na fase de endurecimento. Não se admitem pontaletes de madeira com diâmetro ou menor lado de seção retangular inferior a 5 cm, para madeiras duras, e 7 cm para madeiras moles.

Os pontaletes com mais de 3 m de comprimento devem ser contraventados para evitar a instabilidade, salvo se possa demonstrar ser esta uma medida desnecessária.

#### 3.2.3) Ações sobre os apoios do escoramento

Devem ser tomadas as precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitidas.

### 3.3) MADEIRA



Rua Jovino do Rosário - 1.564 : Boa Vista : CEP: 82.560-435
www.asbuiltprojetos.com.br : email: contato@asbuiltprojetos.com.br : Tel.: 55 41 3205-0969 : 55 41 3088-4949: CNPJ 09.480.531/0001-01

O teor de umidade natural da madeira deve ser compatível com o tempo a decorrer entre a execução das fôrmas e do escoramento e a concretagem da estrutura.

No caso de se prever que esse tempo ultrapasse dois meses, a madeira a ser empregada deve ter o teor de umidade correspondente ao estado seco do ar.

3.3.1) Emendas nos pontaletes

Texto conclusivo da Revisão da NBR 6118

Cada pontalete de madeira só pode ter uma emenda, a qual não deve ser feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças a emendar devem ser planos e normais ao eixo comum. Devem ser pregadas cobrejuntas em toda a volta das emendas.

3.3.2) Precauções contra incêndio

Nas obras devem ser tomadas as devidas precauções para proteger as fôrmas e o escoramento contra os riscos de incêndio, tais como cuidados nas instalações elétricas provisórias, remoção de resíduos combustíveis e limitação no emprego de fontes de calor.

3.4) DISPOSITIVOS PARA RETIRADA DAS FÔRMAS E DO ESCORAMENTO

A construção das fôrmas e do escoramento deve ser feita de modo a haver facilidade na retirada de seus diversos elementos separadamente, se necessário. Para que essa retirada possa ser feita sem choques, o escoramento deve ser apoiado sobre cunhas, caixas de areia ou outros dispositivos apropriados a esse fim.

3.5) PRECAUÇÕES ANTERIORES AO LANÇAMENTO DO CONCRETO

Antes do lançamento do concreto devem ser conferidas as medidas e a posição das fôrmas a fim de assegurar que a geometria da estrutura corresponda ao projeto.

Deve-se proceder á limpeza do interior das fôrmas e à vedação das juntas, de modo a evitar a fuga da pasta. Nas fôrmas de paredes, pilares e vigas estreitas e altas, dever-se deixar aberturas próximas ao fundo, para limpeza.

As fôrmas absorventes devem ser molhadas até a saturação, fazendo-se furos para escoamento da água em excesso.

No caso em que as superfícies das fôrmas sejam tratadas com produtos anti-aderentes, destinados a facilitar a desmoldagem, esse tratamento deve ser feito antes da colocação da armadura. Os produtos empregados não devem deixar, na superfície do concreto, resíduos que sejam prejudiciais ou possam dificultar a retomada da concretagem ou a aplicação de revestimento.

## 4) ARMADURA

4.1) EMPREGO DE DIFERENTES CLASSES E CATEGORIAS DE AÇO

Não podem ser empregados na obra aços de qualidade diferentes das especificadas no projeto, sem aprovação prévia do projetista.

Quando previsto o emprego de aços de qualidades diversas, devem ser tomadas as necessárias precauções para evitar troca involuntária.



Rua Jovino do Rosário - 1.564 : Boa Vista : CEP: 82.560-435
www.asbuiltprojetos.com.br : email: contato@asbuiltprojetos.com.br : Tel.: 55 41 3205-0969 : 55 41 3088-4949: CNPJ 09.480.531/0001-01

4.2) LIMPEZA

As barras de aço devem ser convenientemente limpas de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação.

4.3) DOBRAMENTO

O dobramento das barras, inclusive para os ganchos, deve ser feito com os raios de curvatura previstos no projeto, respeitados os mínimos estabelecidos na seção 8.

As barras de aço devem ser sempre dobradas a frio. As barras não podem ser dobradas junto às emendas com solda.

4.4) EMENDAS

Texto conclusivo da Revisão da NBR 6118.

As emendas de barras da armadura devem ser feitas de acordo como previsto no projeto.

4.5) MONTAGEM

A armadura deve ser colocada no interior das fôrmas de modo que durante o lançamento do concreto se mantenha na posição indicada no projeto, conservando inalteradas as distâncias das barras entre si e com relação às faces internas das fôrmas. Podem ser utilizados, para essa finalidade, espaçadores feitos de arame e tarugos de aço ou tacos de concreto ou argamassa; porém, nunca devem ser empregados calços de aço, cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha espessura menor que a prescrita na seção 10.

Deve ser realizada a amarração das barras das armaduras das lajes, de modo que o afastamento entre duas amarrações não exceda 35 cm.

4.6) PROTEÇÃO

4.6.1 Proteção durante a execução

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço devem estar dispostas de modo a não acarretarem deslocamento das armaduras.

4.6.2 Barras de espera

As barras de espera devem ser devidamente protegidas contra a oxidação; ao ser retomada a concretagem deve ser perfeitamente limpas (item C.3.2) de modo a permitir boa aderência.

4.7) COBRIMENTO

O cobrimento mínimo das armaduras deverá seguir a especificação do projeto.

## 5) TOLERÂNCIAS

5.1 VALORES DE TOLERÂNCIAS

Texto conclusivo da Revisão da NBR 6118



Rua Jovino do Rosário - 1.564 : Boa Vista : CEP: 82.560-435
www.asbuiltprojetos.com.br : email: contato@asbuiltprojetos.com.br : Tel.: 55 41 3205-0969 : 55 41 3088-4949: CNPJ 09.480.531/0001-01

A execução das obras deve ser a mais cuidadosa a fim de que as dimensões, a forma e a posição das peças e as dimensões e posição da armadura obedeçam às indicações do projeto com a maior precisão possível.

Devem ser respeitadas as seguintes tolerâncias, dadas em centímetros, caso o plano da obra, em virtude de circunstâncias especiais, não as exija mais rigorosas:

- 0,25 a 3 - para qualquer medida linear a (em centímetros), relativa às dimensões externas da peça de concreto;
- 0, 5 a 3 - para as medidas lineares a (em centímetros) na direção do eixo da barra da armadura;
- 0,5 a 3 - para o espaçamento s (em centímetros) entre eixos das barras da armadura principal.

Nas peças lineares submetidas a força normal de compressão, o afastamento entre o centro de gravidade de uma seção transversal geométrica e a projeção, no seu plano, do centro de gravidade de qualquer outra seção transversal, não pode variar, em relação ao afastamento previsto no projeto, mais de 1/5 da distância nuclear da seção, na direção e no sentido em que se verifica a variação.

O cobrimento das barras e a distância mínima entre elas não podem ser inferiores aos estipulados nesta Norma.

O máximo deslocamento longitudinal de uma barra em relação à posição prevista no projeto deve ser 3 l, sendo l o comprimento não desenvolvido da barra, em centímetros.

## 6) CONCRETAGEM

### 6.1 TRANSPORTE

O concreto deve ser transportado do local do amassamento para o de lançamento num tempo compatível com o prescrito no item 5.2 e o meio utilizado deve ser tal que não acarrete desagregação de seus elementos ou perda sensível de qualquer deles por vazamento ou evaporação.

No caso de transporte por bombas, o diâmetro interno do tubo deve ser no mínimo três vezes o diâmetro máximo do agregado.

O sistema de transporte deve, sempre que possível, permitir o lançamento direto nas fôrmas, evitando-se depósito intermediário; se este for necessário, no manuseio do concreto devem ser tomadas precauções para evitar desagregação.

### 6.2 LANÇAMENTO

O concreto deve ser lançado logo após seu amassamento, não sendo permitido entre o fim deste e o do lançamento, intervalo superior a uma hora; se for utilizada agitação mecânica, esse prazo deve ser contado a partir do fim da agitação. Com o uso de retardadores de pega o prazo pode ser aumentado de acordo com as características do aditivo.

Em nenhuma hipótese deve ser realizado o lançamento do concreto após o início da pega.

Para os lançamentos que tenham de ser feitos a seco, em recintos sujeitos à penetração de água, devem ser tomadas as precauções necessárias para que não haja



Rua Jovino do Rosário - 1.564 : Boa Vista : CEP: 82.560-435
www.asbuiltprojetos.com.br : email: contato@asbuiltprojetos.com.br : Tel.: 55 41 3205-0969 : 55 41 3088-4949: CNPJ 09.480.531/0001-01

água no local em que se lança o concreto nem o concreto fresco venha a ser por ela lavado.

O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras.

Texto conclusivo da Revisão da NBR 6118

Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. A altura de queda livre não deve ultrapassar 2 m. Para peças estreitas e altas, o concreto deve ser lançado por janelas abertas na parte lateral, ou por meio de funis ou trombas.

Cuidados especiais devem ser tomados quando o lançamento se der em ambiente com temperatura inferior a 10ºC ou superior a 40ºC.

6.2.2 Adensamento

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser vibrado ou socado contínua e energicamente com equipamento adequado à sua trabalhabilidade. O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma. Durante o adensamento devem ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregação dos materiais; dever-se evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios a seu redor, com prejuízo da aderência.

No adensamento manual as camadas de concreto não devem exceder a 20 cm. Quando forem utilizados vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser aproximadamente igual a 3/4 do comprimento da agulha. Caso esta exigência não possa ser atendida, não deve ser empregado vibrador de imersão.

6.2.3 Juntas de concretagem

Quando o lançamento do concreto for interrompido e, assim, formar-se uma junta de concretagem, devem ser tomadas as precauções necessárias para garantir, ao ser reiniciado o lançamento, a suficiente ligação do concreto já endurecido com o do novo trecho. Antes de ser reiniciado o lançamento, deve ser removida a nata e feita a limpeza da superfície da junta.

Devem ser tomadas precauções para garantir a resistência aos esforços que podem agir na superfície da junta, por exemplo, deixando barras cravadas ou redentes no concreto mais velho. As juntas devem ser localizadas onde forem menores os esforços de cisalhamento, preferencialmente em posição normal aos de compressão, salvo se demonstrado que a junta não diminui a resistência do elemento estrutural. O concreto deve ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando-se fôrma quando necessário para garantir o adensamento.

No caso de vigas ou lajes apoiadas em pilares ou paredes, o lançamento do concreto deve ser interrompido no plano de ligação do pilar ou parede com a face da laje ou da viga, ou no plano que limita inferiormente as mísulas e os capitéis, durante o tempo necessário para evitar que o assentamento do concreto produza fissuras ou descontinuidades na vizinhança daquele plano.

6.2.4 Programa de lançamento

Quando da seqüência das fases de lançamento do concreto possam resultar efeitos à resistência, à deformação ou à fissuração da estrutura, o lançamento deve obedecer a programa que considere a retração e seja organizado tendo em vista o projeto



Rua Jovino do Rosário - 1.564 : Boa Vista : CEP: 82.560-435
www.asbuiltprojetos.com.br : email: contato@asbuiltprojetos.com.br : Tel.: 55 41 3205-0969 : 55 41 3088-4949: CNPJ 09.480.531/0001-01

do escoramento e as deformações que serão nele provocadas pelo peso próprio do concreto e pelas cargas resultantes dos trabalhos de execução.

## 7) CURA, RETIRADA DAS FÔRMAS E DO ESCORAMENTO

### 7.1 - CURA E OUTROS CUIDADOS

Texto conclusivo da Revisão da NBR 6118

Enquanto o concreto não atingir endurecimento satisfatório, deve ser protegido contra agentes prejudiciais, tais como mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, agentes químicos, bem como contra choques e vibrações de intensidade tal que possam produzir fissuração na massa do concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.

A proteção contra a secagem prematura, pelo menos durante os sete primeiros dias após o lançamento do concreto, aumentado este mínimo quando a natureza do cimento o exigir, pode ser feita mantendo-se umedecida a superfície ou protegendo-se com uma película impermeável. O endurecimento do concreto pode ser antecipado por meio de tratamento térmico adequado e devidamente controlado, não se dispensando as medidas de proteção contra a secagem.

### 7.2 RETIRADAS DAS FORMAS E DO ESCORAMENTO

#### 7.2.1 Prazos

A retirada das fôrmas e do escoramento só pode ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista a maior probabilidade de grande deformação diferida no tempo quando o concreto é solicitado com pouca idade.

Para o atendimento dessas condições, devem ser especificados os valores mínimos de resistência à compressão e do módulo de elasticidade que devem ser obedecidos concomitantemente para a retirada das fôrmas e do escoramento, conforme especificado nas pranchas de formas do projeto estrutural e o rompimento de corpos de prova preparados durante a concretagem.

Para impedir a secagem prematura, as superfícies de concreto serão abundantemente umedecidas com água durante pelo menos 3 dias após o lançamento. Como alternativa, poderá ser aplicado um agente químico de cura, para que a superfície seja protegida com a formação de uma película impermeável. Todo o concreto não protegido por fôrmas e todo aquele já desformado deverá ser curado imediatamente após ter endurecido o suficiente para evitar danos nas superfícies. O método de cura dependerá das condições no campo e do tipo de estrutura.

A cura adequada também será fator relevante para a redução da permeabilidade e dos efeitos da retração do concreto, fatores essenciais para a garantia da durabilidade da estrutura.

#### 7.2.2 Precauções

A retirada do escoramento e das formas deve ser efetuada sem choques e obedecer a um programa elaborado de acordo com o tipo da estrutura.



Rua Jovino do Rosário - 1.564 : Boa Vista : CEP: 82.560-435
www.asbuiltprojetos.com.br : email: contato@asbuiltprojetos.com.br : Tel.: 55 41 3205-0969 : 55 41 3088-4949: CNPJ 09.480.531/0001-01

## 8. PARÂMETROS E COEFICIENTES UTILIZADOS PARA CÁLCULO

8.1 Concreto:

FCK (Kgf/cm2)
Vigas – 200
Pilares – 200
Lajes – 200

- Blocos– 200
- Fator água-cimento = 0,65
- Módulo tangencial mínimo na desforma = 20 GPa
- diâmetro do agregado:

Vigas e lajes: brita com Ø $\leq$ 19 mm
Pilares: brita 1 e 2 com Ø $\leq$ 25 mm
Blocos/Sapatas e estacas: brita 1, 2 e 3 com Ø $\leq$ 38 mm

8.2 Aço:
Armação: CA 50 A – fyk = 500 MPa
Estribos : CA 60 – fyk = 600 MPa
Cobrimento da armadura:

Lajes = 3 cm
Vigas e pilares = 2,5 cm
Blocos = 3 cm

8.3 Fundações:
Calculadas de acordo com as normas NBR 6118 , NBR 6121 , NBR 6486 , NBR 6502 , NBR 6122 e 7211.
A capacidade de carga das estacas foi calculada pelo método Décourt-Guaresma em função dos resultados do Ensaio STP realizado pela empresa SFC Sondagens Fundações e Construções Ltda.

8.4 Infra e Supra Estrutura:

Utilizado software Eberik da Alto QI com modelo completo de cálculo, com a estrutura calculada espacialmente, considerando os efeitos horizontais (vento) e efetuando as verificações de estabilidade global de acordo com as normas vigentes (NBR 6118)
O critério adotado pelo programa para efetuar a verificação da precisão numérica na análise da estrutura baseia-se em realizar uma comparação entre a carga total aplicada, para cada direção e caso de carregamento, com a reação total calculada na mesma direção, o que é menos sensível a distorções locais e a diferenças percentuais elevadas sobre valores absolutos reduzidos.

Carlos Henrique de Souza Gonçalves
CREA-Pr. 7982/D



Rua Jovino do Rosário - 1.564 : Boa Vista : CEP: 82.560-435
www.asbuiltprojetos.com.br : email: contato@asbuiltprojetos.com.br : Tel.: 55 41 3205-0969 : 55 41 3088-4949: CNPJ 09.480.531/0001-01