

[Digite texto]

# **CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES**

## **ANEXO II**

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL**

**BRASÍLIA - DF**

## **MAFRA ARQUITETOS ASSOCIADOS**

Av. Rio Branco 2828/sala 405 | telefax: (32)3217-2658 | Juiz de Fora/MG | [mafra@mafra.arq.br](mailto:mafra@mafra.arq.br) |  
[www.mafra.arq.br](http://www.mafra.arq.br)

## **ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÃO**

### **CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

#### **1. DISPOSIÇÕES GERAIS**

Este CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS refere-se aos projetos de fundações e estruturas de concreto armado do ANEXO II do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, prédio a ser construído no MÓDULO “E” do LOTE “D” do SAIN, em Brasília-DF, área que abriga outros prédios da corporação.

O prédio principal projetado foi dividido em 2 (DUAS) partes distintas, separadas por junta de dilatação única, identificadas como “A” e “B”, possibilitando a construção global em duas etapas distintas. Além dessa edificação principal, foram projetados o RESERVATÓRIO ENTERRADO PARA ACUMULAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS e a SUBESTAÇÃO DE ENERGIA .

As edificações serão estruturadas em concreto armado e as vedações executadas em alvenarias de blocos cerâmicos, blocos de concreto celular autoclavados revestidos e divisórias cegas e com vidros. As coberturas serão em lajes impermeabilizadas, para receber os aparelhos de ar condicionado ou cobertas com telhas metálicas termoacústicas.,

As JUNTAS têm 4 (QUATRO) pavimentos e cobertura, sendo que na “A” estão ainda posicionados os reservatórios superiores de água potável. Os pavimentos estão designados como 1º.PAVIMENTO, 2º. PAVIMENTO, 3º. PAVIMENTO, 4º. PAVIMENTO e COBERTURA.

A estrutura foi projetada em concreto armado a ser moldado “in loco”, calculada espacialmente, integrando pilares, vigas e lajes, com os pavimentos considerados como grelhas de lajes maciças planas com alturas de 25 cm e capitéis co,m mesmas alturas.

O projeto estrutural foi desenvolvido segundo a NBR 6118:2014 – PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTOS, utilizando como ferramenta fundamental de trabalho o SISTEMA TQS, VERSÃO 18, da TQS INFORMÁTICA LTDA, com base em análise espacial, grelhas por elementos de barra e verificações de flechas por análise não linear.

Foram utilizadas as sobrecargas gerais de 300 kgf/m<sup>2</sup> em todas as lajes dos 1º. e 2º. PAVIMENTOS, de 350 kgf/m<sup>2</sup> nas lajes da COBERTURA onde estão posicionados os equipamentos de ar condicionado e 150 kgf/m<sup>2</sup> nas demais lajes da COBERTURA. Nas

[Digite texto]

lajes de fundo do RESERVATÓRIO SUPERIOR foi utilizada a sobrecarga de água, com peso específico de 1.000 kgf/m<sup>2</sup>, obtida pelo produto da altura da lâmina d'água por esse valor, resultando em 1.700 kgf/m<sup>2</sup>. Nas lajes das mesas dos elevadores a sobrecarga total adotada foi de 3.000 kgf/m<sup>2</sup>.

## **2 ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS**

### **2.1 - CONCRETO**

Todo o concreto será dosado em central e transportado em caminhões-betoneira, podendo o lançamento empregar bombas ou transporte por guindastes, tudo de acordo com a NBR 8953-CONCRETO PARA FINS ESTRUTURAIS - CLASSIFICAÇÃO POR GRUPOS DE RESISTÊNCIA, NBR 12655 - PREPARO, CONTROLE E RECEBIMENTO DE CONCRETO e NBR 7212 - EXECUÇÃO DE CONCRETO DOSADO EM CENTRAL.

#### **2.1.1 - RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICAS DOS CONCRETOS A EMPREGAR:**

- CONCRETO MAGRO : Fck 15 MPa
- CONCRETO ESTRUTURAL : Fck = 35,0 MPa

O concreto estrutural deverá ser dosado com as seguintes características:

- Fck > OU = A 35,0 MPa
- CONSUMO MÍNIMO DECIMENTO DE 280 kg/m<sup>3</sup>
- FATOR ÁGUA/CIMENTO < OU = 0,6
- MASSA ESPECÍFICA APARENTE DE 2.400 kg/m<sup>3</sup>
- BRITA 1 (GNAISSE)
- MÓDULO DE ELASTICIDADE TANGENTE (INICIAL) DE 38,0 GPa AOS 28 DIAS.
- SLUMP TEST ENTRE 10 A 14, COM VARIAÇÃO DE (+) OU (-) 2

#### **2.1.2- CIMENTO**

Não havendo indicação em contrário o cimento a empregar será o Portland comum (CP320) ou superior, devendo satisfazer às prescrições da ABNT. Caberá à FISCALIZAÇÃO aprovar o cimento a ser empregado, podendo exigir a apresentação de certificados de qualidade, quando julgar necessário.

O cimento deverá ser entregue no local da obra em sua embalagem original e deverá ser armazenado em local seco e abrigado, por prazo e forma de empilhamento que não comprometam sua qualidade. Será permitido o uso de cimento a granel, desde que, em cada silo, seja depositado cimento de uma única

[Digite texto]

procedência O cimento só poderá ficar armazenado por período tal que não venha comprometer sua qualidade, segundo recomendações do fabricante ou resultado de testes que a FISCALIZAÇÃO venha a exigir.

### **2.1.3- AGREGADOS**

Os agregados para a confecção de concreto ou argamassa deverão ser materiais sãos, resistentes e inertes de acordo com as definições a seguir, devendo ser armazenados separadamente, isolados do terreno natural por assoalho de madeira ou camada de concreto.

### **2.1.4- AGREGADO MIÚDO**

Constituído de areia natural quartzosa com diâmetro máximo de 4,8 mm; deverá ser limpo e não apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila ou matéria orgânica, etc, obedecendo ao prescrito nesta especificação. Somente com autorização da FISCALIZAÇÃO poderão ser empregadas areias artificiais, provenientes de rocha sadia e com traços estudados e resultados previamente comprovados.

### **2.1.5- AGREGADO GRAÚDO**

Constituído de pedra britada de rocha gnaisse, de diâmetro superior a 4,8 mm e inferior a 75 mm, isento de partículas aderentes e não podendo apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc, obedecendo ao prescrito nesta especificação. Será constituído da mistura de partículas de diversos diâmetros, em proporções convenientes, de acordo com os traços indicados.

Deverão ser respeitadas, no estabelecimento das dosagens dos concretos as dimensões dos agregados, conforme item 7.4.7.6 - DIMENSÃO MÁXIMA DOS AGREGADOS previsto na NBR 6118-PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO - PROCEDIMENTO, ou seja, a dimensão máxima do agregado, considerado em sua totalidade, não deverá superar em 20% a espessura nominal do cobrimento nominal considerado em projeto.

### **2.1.6- ÁGUA**

A água não poderá conter impurezas em quantidades tais que causem variação de tempo de pega do cimento Portland, superior a 25%, nem redução nas tensões admissíveis da argamassa, superior a 5%, comparada com os resultados obtidos com uso de água destilada

### **2.1.7- ADITIVOS**

O uso de aditivos, dispersantes, arejadores, aceleradores, de pega, etc, deverá ser submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO que poderá solicitar testes visando a

[Digite texto]

verificação da quantidade de aditivos contidos no concreto, obrigando-se a CONTRATADA a observar os limites previstos em norma

As superfícies de lajes, vigas e pilares dentro do espaço das forros, deverão ser protegidas com duas demãos de pintura à base de resina acrílica tipo VIALUX ou similar e cimento especial tipo K 11 da HEY'DI ou similar, composta de 2( DOIS) litros de VIALUX diluídos em 8 (OITO) litros de água , com adição de 12,5 Kg de K11, para maior proteção das armaduras.

Nas estruturas dos RESERVATÓRIOS SUPERIOR e INFERIOR, de modo a ser garantida a perfeita estanqueidade e necessária proteção das armaduras, o concreto será confeccionado com aditivo redutor de permeabilidade, tipo PENETRON ADMIX, na proporção de 1,0% da massa de cimento, além da adição de 600g/m<sup>3</sup> de concreto de fibras de propileno, para redução do aparecimento de fissuras. Esse tipo de aditivo não pode alterar as condições físicas do concreto, quanto ao tempo de pega, trabalhabilidade e resistência à compressão. A incorporação do aditivo impermeabilizante ao concreto deverá necessariamente na central de concreto, diretamente na esteira, com os agregados.

As superfícies externas de blocos e cintas, em contato com o solo, deverão receber tratamento impermeabilizante com emprego de três demãos de emulsão hidroasfáltica ou pintura com material cristalizante, segundo as prescrições do fabricante.

O uso desse aditivo não elimina a utilização dos processos de impermeabilização das mencionadas peças estruturais, conforme especificação determinada.

Antes da execução do contrapiso de concreto, o solo deverá ser fortemente compactado, com emprego de equipamento tipo "sapo", garantindo a posterior indeformabilidade do solo. Sobre essa base compactada, deverá ser executada camada de 5,0cm de brita 1, também compactada e sem a utilização de lona plástica, para que seja impedida a possibilidade de percolação de umidade para os pisos e paredes.

O contrapiso de concreto, na espessura de 15cm, deverá ser armado com tela Q196 (ferros em malha de 10cm nas duas direções), posicionada por meio de espaçadores treliçados TG 8M-GERDAU.

#### **2.1.8- LAUDOS DE RESISTÊNCIA DE CONCRETO**

A CONTRATADA deverá encaminhar, em tempo hábil, todos os traços de concreto a serem utilizados na obra para aprovação pelo FISCALIZAÇÃO, acompanhados de laudos técnicos de laboratórios reconhecidos na praça, comprovando as resistências descritas no item 2.1.1 e em cumprimento ao estabelecido nos itens 2.1.2 a 2.1.7 acima, além dos dispositivos previstos nas normas vigentes.

#### **2.1.9- DOSAGEM**

[Digite texto]

O concreto consistirá da mistura de cimento Portland, agregados e água. O concreto para fins estruturais deverá ser dosado racionalmente, a partir da tensão de ruptura estabelecido no projeto, do tipo de controle de concreto e das características físicas dos materiais componentes.

A CONTRATADA não poderá alterar essa dosagem sem autorização formal da FISCALIZAÇÃO, devendo adotar as medidas necessárias à sua manutenção durante toda a execução da estrutura de concreto armado.

Serão consideradas também, na dosagem dos concretos, condições peculiares como impermeabilização, resistência ao desgaste, ação de águas agressivas, aspectos das superfícies, condições de colocação, dimensões das peças e densidade de armação na peça, observando-se o prescrito no item 2.1.7 – ADITIVOS.

O concreto para fins não estrutural e que não se destine a emprego que requeira características especiais, poderá ser dosado empiricamente, devendo nesse caso, satisfazer às exigências da FISCALIZAÇÃO.

Em hipótese alguma a quantidade total de água de amassamento será superior à prevista na dosagem, havendo sempre um valor fixo para fator água/cimento, compatível com a agressividade do meio ambiente do local da obra.

#### **2.1.10- PREPARO**

O concreto poderá ser preparado no local da obra ou recebido pronto, desde que, em ambos os casos, com emprego de centrais apropriadas.

O preparo do concreto no local da obra deverá ser feito em central do tipo e capacidade aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A operação de medida dos materiais componentes do traço deverá ser realizada “em peso”, em instalações gravimétricas, automáticas ou de comando manual, prévia e corretamente aferidas.

Deverá ser dada atenção especial à medição da água de amassamento, devendo ser previsto dispositivo capaz de garantir a medição do volume de água com um erro inferior a 3% do fixado na dosagem.

Todos os dispositivos destinados à medição para preparo do concreto estarão sujeitos à aprovação pela FISCALIZAÇÃO.

Quando a mistura for feita em central de concreto situada fora do local da obra o equipamento e os métodos usados deverão estar de acordo com os requisitos deste item.

#### **2.1.11- TRANSPORTE**

[Digite texto]

Quando a mistura for preparada fora do local da obra, o concreto deverá ser transportado para o canteiro em caminhões apropriados, dotados de betoneiras. O fornecimento do concreto deverá ser regulado de modo a que a concretagem seja feita continuamente. Os intervalos entre as entregas deverão ser tais que não permitam o endurecimento parcial do concreto já colocado e, em caso algum, deverão exceder a 30 minutos.

O intervalo entre a colocação de água no tambor e a descarga final do concreto da betoneira não deverá exceder a trinta minutos. Durante este intervalo, o concreto não poderá ficar em repouso.

#### **2.1.12- LANÇAMENTO**

O lançamento do concreto só poderá ser iniciado mediante autorização da FISCALIZAÇÃO, depois de liberados os serviços de escoramento, forma, armação e limpeza das peças a serem concretadas.

Não será permitido o lançamento do concreto de uma altura superior a 2,0 m, nem o acúmulo de grande quantidade em um ponto qualquer e seu posterior deslocamento ao longo das formas.

Nas operações de lançamento do concreto deverão ser utilizados dispositivos que impeçam a segregação do mesmo e respeitado o que estabelece o item 9.5 LANÇAMENTO da NBR 14931 EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO.

#### **2.1.13- ADENSAMENTO DO CONCRETO**

O concreto deverá ser adensado mecanicamente, por meio de vibradores de tipo e tamanho aprovados pela FISCALIZAÇÃO, adequados às dimensões das peças estruturais a concretar.

Para a concretagem de elementos estruturais serão empregados, preferencialmente, vibradores de imersão, com diâmetro de agulha vibratória adequado às dimensões das peças, ao espaçamento e à densidade de ferros da armação, a fim de permitir sua ação em toda a massa a ser vibrada, sem provocar, por penetração forçada, o afastamento das barras de suas posições corretas.

A consistência do concreto deverá satisfazer às condições de adensamento com vibração e a trabalhabilidade exigida pelas peças a serem moldadas.

Deverão ser obedecidas as prescrições do item 9.6 - ADENSAMENTO da NBR 14931 EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO.

#### **2.1.14- CURA E PROTEÇÃO**

[Digite texto]

Para que atinja sua resistência total, o concreto deverá ser curado e protegido eficientemente contra o sol, o vento e a chuva. A cura deverá se prolongar por um período mínimo de sete dias após o lançamento, caso não existam indicações em contrário, sendo desejável a utilização de lâmina d'água, particularmente face aos valores das maiores dimensões dos pavimentos e distribuição adotada para as juntas de dilatação.

A água para a cura deverá ser da mesma qualidade especificada para a mistura do concreto.

### **2.1.15- JUNTAS DE CONCRETAGEM**

Quando o lançamento do concreto for interrompido e assim formar-se uma junta de concretagem, deverão ser tomadas precauções necessárias para garantir, ao reiniciar-se o lançamento, a suficiente ligação entre o concreto já endurecido e do novo trecho. Todavia, tais juntas deverão ser evitadas, procurando-se programar concretagens contínuas, de trechos completos de um pavimento.

Em casos extremos, quando for imperiosa a paralisação de uma concretagem, devem ser tomadas precauções, conforme estabelece o item 21.6 JUNTAS DE CONCRETAGEM, da NBR 6118 PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO e item 9.7 – JUNTAS DE CONCRETAGEM da NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO.

Assim, as seguintes medidas deverão ser necessariamente adotadas:

- a) Retirada da nata de cimento da superfície, resultante da vibração. Essa retirada pode ser feita de 4 a 12 horas após a concretagem, com emprego de jato de ar ou água, até uma profundidade de 5 mm, resultando no aparecimento do agregado graúdo, que deverá ficar limpo.
- b) Repetir essa limpeza antes da retomada da concretagem, para retirada do pó e resíduos, bem como da película superficial e hidratada do concreto e carbonatada pela água, depositados nas asperezas da superfície.
- c) Nas horas que precedem a retomada da concretagem, a superfície deve ser saturada de água, para que o novo concreto não tenha sua água de mistura, necessária à hidratação do cimento, retirada pela absorção do concreto velho, sem contudo, criar poças d'água, o que enfraqueceria o novo concreto.
- d) Ao finalizar o lançamento do concreto, na superfície da junta de concretagem devem ser acrescentadas pontas de aço, para aumentar a resistência dessa seção fragilizada. O plano dessa seção deverá ser a 45° com o vertical, localizada preferencialmente onde forem menores os esforços de cisalhamento.
- e) Ao retomar a concretagem, colocar 1 a 2 cm de espessura de argamassa com o mesmo traço do concreto, porém sem adição do agregado graúdo. Essa



[Digite texto]

camada evitará a formação de vazios entre o agregado graúdo e o concreto velho, formando uma camada para seu assentamento.

- f) A escolha da posição da junta de concretagem, ressaltando-se que deve sempre ser evitada, deverá estar nos terços dos vãos maiores das lajes e necessariamente fora dos capitéis.
- g) Nas vigas interrompidas por junta de concretagem, deverão ser posicionadas ao longo da seção 8 (OITO) barras adicionais de 10 mm, em quatro camadas, com comprimento total de 100 cm, ficando metade dentro do concreto executado e a outra metade a ser incorporada no concreto a ser lançado posteriormente. Do mesmo modo, nas seções interrompidas das lajes, colocar essas barras de 10 mm duas a duas na vertical e com espaçamento horizontal de 25 cm.

#### **2.1.16- RETIFICAÇÃO E LIMPEZA DAS PEÇA DE CONCRETO**

As pequenas cavidades, falhas ou fissuras porventura resultantes nas superfícies serão corrigidas, a critério da FISCALIZAÇÃO, com argamassa de cimento e areia no traço que lhe confira estanqueidade e resistência, bem como terão coloração semelhante à do concreto circundante.

As rebarbas e saliências maiores, caso ocorram, serão eliminadas ou reduzidas por processo aprovado pela FISCALIZAÇÃO, podendo ser utilizada argamassa tixotrópica para reparos, tipo SIKAGROUT TIX ou similar.

A execução dos serviços de reparo e correção ficará na dependência de prévia inspeção e orientação da FISCALIZAÇÃO.

#### **2.1.17- CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO**

Durante toda a fase de execução da estrutura será efetuado pela CONTRATADA controle estatístico e sistemático da resistência do concreto, independentemente do controle da FISCALIZAÇÃO. Para a execução desse controle deverão ser retiradas amostra durante o lançamento do concreto de modo que o conjunto de corpos de prova possa representar, da melhor maneira possível, a estrutura que está sendo executada. Não será aceito o controle levado a efeito unicamente pela concreteira contratada para fornecimento do concreto para a obra, sendo esse controle adicional ao que deverá ser feito por laboratório independente, idôneo e devidamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA organizará com antecedência um programa para coleta dos corpos de prova, tornando-o uma rotina da produção. Esse programa deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO e será, no mínimo, o exigido pela NBR 12655 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND – PREPARO, CONTROLE E

[Digite texto]

RECEBIMENTO - PROCEDIMENTO no seu item 6 – ENSAIOS DE CONTROLE DE ACEITAÇÃO.

As operações de moldagem e a cura dos corpos de prova deverão ser executadas de acordo com Método Brasileiro MB-2 e NBR 5738 - MOLDAGEM E CURA DE CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO CILÍNDRICOS OU PRISMÁTICOS - MÉTODO DE ENSAIO e NBR 5739 - ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO CILÍNDRICOS.

Todo o trabalho referente a retirada, moldagem, cura, testes dos corpos de prova e apresentação de relatório será de responsabilidade da CONTRATADA.

## **2.2- FORMAS E ESCORAMENTO**

### **2.2.1- GENERALIDADES**

As formas e os escoramentos deverão obedecer rigorosamente às indicações do projeto estrutural e possuir rigidez suficiente para não se deformarem quando submetidas às cargas previstas de concretagem.

### **2.2.2- FORMAS**

As formas poderão ser metálicas ou de chapas de madeira compensada plastificada com espessura mínima de 14 mm, conforme a responsabilidade estrutural e / ou acabamento das peças a concretar, ou ainda tendo em vista a previsão de reutilização do material. De qualquer maneira, não poderão apresentar deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças a serem moldadas.

As formas deverão ser projetadas de modo a suportar o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto e de modo que o concreto acabado não seja danificado quando da sua remoção. As formas deverão ter as dimensões do projeto, estar de acordo com alinhamento e cotas e apresentar uma superfície lisa e uniforme.

As dimensões, o nivelamento e a verticalidade das formas deverão ser verificadas cuidadosamente antes da colocação das ferragens mediante o emprego de aparelhos. Em pilares nos quais o fundo é de difícil limpeza, deverão ser abertas janelas provisórias para facilitar esta operação.

As juntas das formas deverão ser obrigatoriamente vedadas, para evitar perda de argamassa do concreto ou da água.

Antes da concretagem, as formas deverão ser abundantemente molhadas e obedecidas as demais prescrições dos itens 9.2.1 - FORMAS e 9.2.4 – TOLERÂNCIAS da NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO.

### **2.2.3- ESCORAMENTO**

[Digite texto]

O escoramento das estruturas em execução deverá ser constituído exclusivamente por torres de cargas e escoras metálicas, providas de elementos de perfeita regulagem de nivelamento e estabelecimento das contraflechas determinadas pelo projeto estrutural, quando for o caso e nele indicado. Deverá ser dada atenção especial ao travamento do conjunto de escoramento, de modo a evitar qualquer possibilidade de movimentação lateral, particularmente durante as concretagens.

Deverão ser apresentados à FISCALIZAÇÃO os projetos executivos de escoramento e formas, com memória de cálculo demonstrativa e catálogos técnicos dos equipamentos a empregar, para prévia aprovação e prazo suficiente para análise técnica.

Também antes do lançamento do concreto, deverão ser observadas as prescrições do item 9.2.2 - ESCORAMENTO da NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO.

## **2.2.4- RETIRADA DAS FORMAS E DO ESCORAMENTO**

As formas só poderão ser retiradas quando os resultados dos corpos de prova do concreto em questão comprovarem resistência suficiente para suportar, com segurança, as cargas a que será submetida a estrutura nessa idade, em condições tais que não ocorram fissuras ou deformação lenta excessiva, Deverão ser respeitados os prazos previstos no item 10 – CURA E RETIRADA DAS FORMAS E ESCORAMENTO da NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO,, obedecidos ainda os itens constantes das NOTAS existentes nas formas de cada pavimento.

Não serão aceitas antecipações nas retiradas das formas e escoramentos, com a justificativa de reaproveitamento do material, devendo a CONTRATADA levar em conta o número de jogos desses materiais que atendam as especificações em pauta.

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

Nenhuma peça ou parte da estrutura será aceita pela FISCALIZAÇÃO enquanto não forem totalmente retiradas as formas e os escoramentos.

## **2.3- ARMAÇÃO PARA CONCRETO ARMADO**

### **2.3.1- GENERALIDADES**

As armações deverão estar isentas de qualquer material nocivo, antes e depois de colocadas nas formas Deverão ser posicionadas como indicado no projeto e, durante a operação de concretagem, mantidas na posição correta, observados ainda os valores especificados para cobrimento, mediante o emprego de

[Digite texto]

espaçadores plásticos adequados para centralização de armadura tipo JERUELPLAST ou similar , conforme consta nas NOTAS existentes nas formas de cada pavimento.

As barras adicionais aparentes das juntas de concretagem, caso estas venham a ocorrer, deverão ser limpas e isentas de concreto endurecido, antes de ser dado prosseguimento à concretagem.

### **2.3.2- AÇO PARA ARMADURAS**

O aço para as estruturas de concreto armado será tipo CA50, conforme indicado no projeto e deverá atender às prescrições da NBR 7480 - BARRAS E FIOS DE AÇO DESTINADOS A ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO.

### **2.3.3- EMENDAS**

As emendas das barras serão basicamente por trespasse conforme indicadas no projeto estrutural e obedecendo as determinação dos itens 9.4 e 9.5 da NBR 6118 PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO. Para tanto, nas armações foram consideradas unicamente barras com comprimentos máximos de 11,95 m e mostrados os trespases necessários.

A continuidade das armações poderá ainda ser obtida pela utilização de emendas mecânicas de topo com luvas prensadas tipo MAC - SISTEMA BRASILEIRO DE PROTENSÃO LTDA ou similar, obedecendo às NORMAS BRASILEIRAS NBR 6118, NBR 7480, NBR 8548 e NBR 1310. Caberá à CONTRATADA apresentar resultados de ensaios que comprovem a eficiência dos materiais e técnica de utilização dos mesmos.

### **2.3.4- CORTE E DOBRAMENTO**

O corte e o dobramento das barras devem ser executados a frio, de acordo com os detalhes do projeto e prescrições contidas no item 8.1.5.2 da NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO.

### **2.3.5- AMARRAÇÃO**

Os ferros colocados nas formas deverão ser amarrados entre si por meio de arame recozido n.º 18, observado o que determina o item 8.1.5.2 da NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO.

### **2.3.6- COLOCAÇÃO**

[Digite texto]

As armações deverão ser colocadas nas formas nas posições indicadas no projeto, sobre espaçadores plásticos ( item 2.3.1) ou sobre peças especiais (“caranguejo “), quando for o caso, de modo a garantir os afastamentos necessários das formas e exato posicionamento, desde que estes também estejam afastados das formas conforme cobrimentos especificados, empregando-se os espaçadores já mencionados para esse fim, não sendo aceito que se apoiem diretamente nas formas.

O item 8.1.5.5 – MONTAGEM E POSICIONAMENTO DAS ARMADURAS da NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO determina o cuidado a ser dispensado na montagem e posicionamento das armaduras.

### **2.3.7- LIBERAÇÃO DOS LOTES DE BARRAS E FIOS DE AÇO**

A FISCALIZAÇÃO , a seu critério, poderá solicitar inspeção geral ou particular das partidas de aço destinada à obra, com a coleta de amostras para ensaios, conforme item 6.3 - AMOSTRAGEM, da NBR 7480 - BARRAS E FIOS DE AÇO DESTINADOS A ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO, assim como a prescrição do item 25.2 – RECEBIMENTO DO CONCRETO E DO AÇO da NBR 6118 – PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO.

De acordo com os resultados dos ensaios, a FISCALIZAÇÃO liberará ou não a utilização da partida de aço ensaiado para a obra. O ônus decorrentes dos ensaios e do material recusado será da CONTRATADA, que também deverá apresentar sistematicamente à FISCALIZAÇÃO os resultados de ensaios específicos emitidos pela usina responsável pela usinagem do material.

## **2.4- ACEITAÇÃO DA ESTRUTURA**

### **2.4.1- GENERALIDADES**

A aceitação da estrutura será dada desde que satisfeitas as condições do projeto e execução, considerando-se automaticamente aceita desde que, verificadas as condições acima, apresente valor estimado da resistência característica do concreto, obtida pelo seu controle estatístico sistemático, igual ou superior ao valor da resistência característica do concreto à compressão determinada no projeto estrutural ( item 2.1.1).

Deverão ser cumpridas na íntegra as exigências da NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO e documentadas as necessárias e acordadas alterações introduzidas no projeto estrutural, com elaboração de completo documento “COMO CONSTRUÍDO”, incluindo todos os registros de documentos técnicos usados na obra.

[Digite texto]

#### **2.4.2- DECISÃO A ADOTAR QUANDO NÃO OCORRER A ACEITAÇÃO AUTOMÁTICA**

Quando não se verificarem as condições estabelecidas no item 2.4.1, a decisão a ser tomada deverá se basear numa das seguintes verificações, ou na combinação das mesmas, com os ônus decorrentes imputados à CONTRATADA:

- a) REVISÃO TOTAL OU PARCIAL DO PROJETO
- b) ENSAIOS ESPECIAIS DO CONCRETO
- c) ENSAIOS DA ESTRUTURA

#### **2.4.3- REVISÃO DO PROJETO ( TOTAL OU PARCIAL)**

O projeto estrutural da obra ou trecho em análise deverá ser recalculado para o valor estimado da resistência característica do concreto. Se os resultados então obtidos satisfizerem as condições de segurança de norma, a estrutura poderá ser aceita.

#### **2.4.4- ENSAIOS ESPECIAIS DO CONCRETO**

Poderão ser necessários ensaios de testemunhos extraídos da estrutura, em número nunca inferior a 6(SEIS), marcando-se essa extração em locais distribuídos da estrutura, para que constituam amostra representativa de todo o lote em exame, segundo a NORMA ABNT 7680:2015 – CONCRETO – EXTRAÇÃO, PREPARO, ENSAIO E ANÁLISE DE TESTEMUNHOS DE ESTRUTURA DE CONCRETO.

Com as devidas precauções quanto à interpretação dos resultados e como medida auxiliar de verificação da homogeneidade do concreto da estrutura, poderão ainda ser efetuados ensaios não destrutivos de dureza superficial (esclerometria) ou de medida de velocidade de propagação de ultra-som, de acordo com as normas pertinentes para esses ensaios, métodos aprovados e por laboratório idôneos, tudo a ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Os resultados assim obtidos servirão para auxiliar nas conclusões decorrente da revisão do projeto.

#### **2.4.5- ENSAIOS DA ESTRUTURA**

Não havendo possibilidade de dirimir dúvidas sobre uma ou mais partes da estrutura por simples investigação analítica ou se houver necessidade de confirmar os resultados obtidos por meio desta e dos ensaios especiais do concreto, a decisão a ser tomada sobre a aceitação da estrutura poderá basear-se nos

[Digite texto]

resultados obtidos com o ensaio da estrutura (prova de carga), realizado segundo método estabelecido pela CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A prova de carga deve ser planejada procurando representar a combinação de carregamentos que determinaram, na verificação analítica, a não-conformidade que, indicando a possibilidade de ruptura frágil, passa a não ser um recurso recomendável.

Nesse ensaio deve ser feito monitoramento continuado do carregamento e da resposta da estrutura, de modo que não seja desnecessariamente danificada durante a execução do ensaio.

O ENSAIO DE ACEITAÇÃO visa confirmar o desempenho global da estrutura, se está em conformidade com as prescrições do projeto. A carga deve ser aplicada até os valores entre o valor característico e o valor de projeto para o ELU, podendo ser estabelecidos requisitos para os deslocamentos, o grau de não linearidade e deformações residuais, após o ensaio.

Já o ENSAIO DE RESISTÊNCIA tem por objetivo mostrar que a estrutura ou um de seus elementos tem, pelo menos, a resistência adotada em projeto. No caso de se desejar a avaliação de apenas um dos elementos da estrutura, é suficiente levar o carregamento até o valor de projeto para o ELU (ESTADO LIMITE ÚLTIMO), obviamente tomando-se todos os cuidados para não danificar a estrutura desnecessariamente.

#### **2.4.6- DECISÃO FINAL**

Concluindo-se que as condições das Normas Brasileiras estão satisfeitas, após as análises devidas, a estrutura em verificação poderá ser aceita. Caso contrário, uma das decisões abaixo poderá ser adotada pela FISCALIZAÇÃO, com os ônus decorrentes imputados à CONTRATADA :

- A. A ESTRUTURA SERÁ REFORÇADA, NO TODO OU NAS PARTES CONDENADAS.
- B. TRECHOS CONDENADOS DA ESTRUTURA OU SEU TODO SERÃO DEMOLIDOS E REFEITOS.

### **3. SIMBOLOGIA UTILIZADA NAS FORMAS**

Na apresentação dos desenhos de formas do projeto estrutural, foram utilizadas as convenções usuais :

- a) NÍVEL DE BLOCOS E CINTAS :

[Digite texto]

- OBSERVADO POR CIMA.
- NO CASO DA EXISTÊNCIA DE LAJES DE PISO, AS VIGAS DIREITAS APARECEM TRACEJADAS E AS INVERTIDAS CHEIAS.

b) NÍVEIS DOS PAVIMENTOS SUPERIORES, COBERTURA E ÁTICO :

- OBSERVADOR POR BAIXO.
- NESSE CASO, AS VIGAS DIREITAS APARECENDO CHEIAS E AS INVERTIDAS TRACEJADAS.

Para perfeita identificação das peças estruturais, foram estabelecidos níveis numerados pelas centenas 100, 200..., ou milhares 1000, 2000, 3000..., quando o número de peças ultrapassou a centena correspondente, assim exemplificado :

100 - TÉRREO

201 - COBERTURA INFERIOR

200 - 1º. PAVIMENTO

300 - 2º PAVIMENTO

400 - COBERTURA

500 - FUNDO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

600 - TAMPA DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

Dessa forma, ficam bem caracterizadas as VIGAS (V) e LAJES (L) de cada nível e JUNTA , assim identificadas :

- **VIGAS DO NÍVEL 100** : VA101, VB102 ....
- **VIGAS DO NÍVEL 200** : VA201, VB202 ....
- **LAJES DO NÍVEL 300** : LA301, LB302 ....

e sucessivamente, sendo que os pilares foram numerados sequencialmente por cada uma das JUNTAS "A" e "B" a partir de P1 (PA1, PB1, PA2,...) e os montantes que nascem num determinado pavimento adotam a centena daquele pavimento, como PA201 e PB201 para o caso de montantes nascendo no NÍVEL 200..

No caso de pontos de carga sem pilares, a identificação adotada foi **E**, de estaca, caso específico para apoios de cintas muito longas, no Nível 100 – TÉRREO. Para as estacas



[Digite texto]

de das vigas alavancas dos pilares na divisa direita, foi adotada a simbologia de **EA** (ESTACA DE ALAVANCA).

As identificações das peças estruturais, pilares, vigas e lajes, não levaram em consideração a separação por JUNTA, tendo sido adotada a numeração sequencial corrida para ambas.

## 4. FUNDAÇÕES

Para a obra ora em estudo, foram encaminhadas as sondagens à percussão, baseada no ensaio tipo SPT (*Standard Penetration Test*), perfazendo-se um total de 16 furos de sondagem. O relatório técnico apresenta como prefixo da obra 215.17 – ano 2017 (Coordenadas geográficas - não informadas), da empresa A1MC Engenharia e Projetos, datado em 11 de julho de 2017 (folha FS-01).

A representação da locação dos furos de sondagem e dos pilares de fundação, assim como os resultados das sondagens estão representados na MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS FUNDAÇÕES.

Observando-se os resultados das sondagens, concluiu-se que o tipo mais apropriado de fundação para a obra seria em ESTACAS ESCAVADAS MECANICAMENTE, uma vez que não se encontra nível de água ao longo das sondagens e o solo é predominantemente argiloso. Tal solo favorece a estabilidade do fuste escavado até a sua concretagem.

Os comprimentos das estacas foram escolhidos de tal maneira que as exigências de capacidade de carga geotécnica fossem atendidas, com o correto assentamento das pontas das estacas em solos com resistência  $N_{spt}$  acima de 15 golpes.

Para o dimensionamento das fundações, escolheu-se como método de previsão da capacidade de carga vertical das estacas o método semiempírico de Décourt & Quaresma (1978) e segundo as sugestões de Décourt(1996), largamente utilizado e consagrado na engenharia geotécnica brasileira.

O método Estatístico de Décourt & Quaresma, segundo os próprios autores, apresenta um processo expedito para a estimativa da capacidade de carga de ruptura baseado exclusivamente em resultados de ensaios SPT, desenvolvido para estacas pré-moldadas de concreto, foi estendido posteriormente para outros tipos de estacas – escavadas em geral, hélice contínua e injetadas

[Digite texto]

Após o estudo da locação da obra, as capacidades de carga das estacas foram calculadas em função das posições dos pilares de fundação. Foram considerados os efeitos da locação da obra e a variabilidade do solo definindo-se as zonas de influência de cada furo, com a observação de suas proximidades com os pilares de fundação e sondagens originais.

A profundidade determinada para as estacas é diversa, em função da variação dos valores N-SPT e do tipo de solo, fazendo com que medidas conservadoras sejam adotadas a fim de se minimizar os riscos de uma previsão de capacidade de cargas aquém da real capacidade necessária em pontos de carga da fundação sobre terreno não amostrado pela sondagem. As profundidades determinadas foram escolhidas em função dos níveis de cargas verticais apresentados na tabela de carga nas fundações proveniente da análise estrutural. Os comprimentos foram adotados a fim de se obter a máxima economia no corte e dobra das armações, respeitando-se os limites de tensões nas estacas em função das tensões axiais e cisalhantes ao longo das estacas. Complementarmente, a quantidade de estacas agrupadas é também determinada com fins de compatibilização geométrica com a disposição dos pilares de fundação.

Antes do cálculo da capacidade de carga horizontal das estacas, é necessário se determinar o momento resistente da seção transversal, calculado pela combinação de esforços de compressão e flexão. Diante de tal situação, utilizou-se uma planilha programa para solucionar este tipo de problema. As seções transversais das estacas foram dimensionadas neste regime, com suas cargas verticais equivalentes às suas respectivas capacidades de carga geotécnica ou com taxa de armadura longitudinal mínima equivalente a 0,5% da área total da seção transversal.

A resistência a compressão característica,  $F_{ck}$ , foi adotada como igual a 20 MPa. Nas figuras seguintes, apresentam-se as planilhas de cálculo para cada diâmetro do fuste das estacas empregadas no projeto. A capacidade de carga horizontal das estacas foi calculada pelo uso das formulações de Broms para solos argilosos, com topo considerado engastado. Assim, as figuras seguintes resumem os valores obtidos para cada configuração de estaca e solo

Na execução das fundações, deverão ser observadas as prescrições:

- 4.3.1 - A profundidade das estacas deverá ser no mínimo a prevista em projeto, com tolerância de apenas 10cm.
- 4.3.2 - O concreto a ser utilizado deverá ser dosado para  $F_{ck} \geq 20,0$  MPa aos 28 dias, com controle estatístico obtido pelo rompimento de corpos de prova moldados durante as concretagens por laboratório independente da concreteira.
- 4.3.3 - O consumo mínimo de cimento não poderá ser inferior a 350 kgf/m<sup>3</sup>, podendo ser utilizados aditivos plastificantes

[Digite texto]

- 4.3.4 – Slump test de 12 a 14 cm para todas as estacas armadas.
- 4.3.5 – O agregado graúdo deverá ser a BRITA 1, com diâmetro máximo de 19mm.
- 4.3.6 – Fator ÁGUA/CIMENTO menor ou igual a 0,60.
- 4.3.7 – Deverá ser especificada na nota fiscal de remessa do concreto a quantidade máxima de água a ser adicionada na obra mais estimativa de água perdida por evaporação, quando for o caso.
- 4.3.8 - A colocação da ferragem nas estacas deverá ocorrer até no máximo 2 (DUAS) horas após a chegada do caminhão betoneira na obra, respeitando a NBR 7212.
- 4.3.9 - Super consumo previsto : 5 a 10%
- 4.3.10 - O cobrimento das armaduras será de 4,0cm, mantidas em posição pelo uso de espaçadores plásticos adequados.
- 4.3.11 - Admite-se, sem correção, acréscimo de no máximo 10% da carga admissível da estaca mais solicitada, quando tratados conjuntos de estacas num mesmo bloco. No caso de estacas isoladas, é tolerável desvio, entre o eixo da estaca e o ponto de aplicação da carga, de até 10% do diâmetro da estaca considerada.
- 4.1.12 - O desvio de prumo aceitável, sem necessidade de verificação de estabilidade e resistência, nem medidas corretivas, é de 1/1000.

## **5. PROVAS DE CARGA**

Devido ao número total de 485 (QUATROCENTAS E OITENTA E CINCO) estacas e o que prescreve o item 9.2.2.1 – QUANTIDADE DE PROVAS DE CARGA e a TABELA 6 da NBR 6122:2010 – PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES, deverão ser realizadas no mínimo 5 (CINCO) provas de carga em estacas executadas exclusivamente para esse fim, necessariamente dentro da projeção do prédio principal. Essas provas de carga serão estáticas e os ensaios realizados no início da obra, de modo a confirmar as considerações do projeto de fundação. Deverão ser levadas até uma carga no mínimo duas vezes o valor das cargas admissíveis previstas em projeto e os ensaios serão realizados com carregamento lento, conforme a ABNT 12131, MB 3472 – ESTACAS – PROVA DE CARGA ESTÁTICA.

[Digite texto]

Caso uma das provas de carga não tenha apresentado resultado satisfatório, será necessária a elaboração de programa de provas de carga adicionais que permitam o reexame dos valores de cargas admissíveis, visando a aceitação dos serviços sob condições especiais previamente definidas ou readequação da fundação e seu eventual reforço, cabendo exclusivamente à CONTRATADA todos os ônus decorrentes de revisão de projeto e reforço necessários.

<i>Prova de Carga</i>	<i>Diâmetro da estaca (cm)</i>	<i>Comprimento da Estaca – L (m)</i>	<i>*Capacidade de Carga Vertical de Projeto (tf)</i>	<i>Coordenadas em relação ao centro do Pilar PA1</i>	
				<i>X (cm)</i>	<i>Y (cm)</i>
PC1	30	12	<b>30,7</b>	-1086,0	-822,0
PC2	30	15	<b>30,9</b>	2364,3	-7358,6
PC3	40	11	<b>46,8</b>	31,80	-4757,2
PC4	40	13	<b>47,3</b>	2133,5	-2524,0
PC5	40	15	<b>47,6</b>	2416,1	-788,5

\* Destaca-se que a capacidade de carga de cada configuração (diâmetro e comprimento) é calculada levando-se em consideração posição espacial X,Y,Z de cada pilar de fundação e suas respectivas distâncias às sondagens mais próximas. Neste caso, para cada posição do pilar, foram capturadas as 4 sondagens mais próximas e suas influências ponderadas pelo inverso da distância até o ponto no qual se estima a capacidade de carga. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, as locações das provas de carga (PC) estão descritas em coordenadas (X,Y), tomando-se como origem do sistema o centro do pilar PA1. No projeto de fundação pode-se perceber melhor a locação das PC. A capacidade de carga vertical de cada configuração foi estimada nos respectivos pontos (X,Y), usando-se processos de interpolação.

## 4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

No dimensionamento geotécnico e estrutural das fundações, as seguintes fontes bibliográficas e normativas foram utilizadas como referência:

- ABEF, (3ª Ed.) 2004. Manual de Especificações de Produtos e Procedimentos ABEF: PINI.
- NBR 6122/2010 - Projeto e Execução de Fundações;

[Digite texto]

- NBR 6118: 2003 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
- HACHICH, W., FALCONI, F.F., SAES, J.L., FROTA, R.G.Q., CARVALHO, C.S. & NIYAMA, S. (1996) Fundações: Teoria e Prática. Ed. PINI. ABMS/ABEF. São Paulo-SP.
- ALONSO, Urbano Rodriguez. Dimensionamento de fundações profundas / Urbano Rodriguez Alonso - São Paulo: Blucher, 2011 – 6ª Edição

## **5. NORMAS DE EXECUÇÃO**

Todos os projetos elaborados para a obra do ANEXO II do CBMDF obedeceram as NORMAS BRASILEIRAS abaixo relacionadas, no que concerne à estrutura de concreto armado e fundações, assim como publicações técnicas de amplo reconhecimento:

- NBR 6118 - PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.
- NBR 8953 - CONCRETO PARA FINS ESTRUTURAIS - GRUPOS DE RESISTÊNCIA.
- NBR 12654 - CONTROLE TECNOLÓGICO DE MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO.
- NBR 12655 - PREPARO, CONTROLE E RECEBIMENTO DE CONCRETO.
- NBR 7212 - EXECUÇÃO DE CONCRETO DOSADO EM CENTRAL.
- NBR 7480 - BARRAS E FIOS DE AÇO DESTINADOS A ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO.
- NBR 8681 - AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS.
- NBR 7211 - AGREGADOS PARA CONCRETO - ESPECIFICAÇÕES.
- NBR 6120 - CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES.
- NBR 6123 - FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES.
- NBR 5738 - MOLDAGEM E CURA DE CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO CILÍNDRICOS OU PRISMÁTICOS- MÉTODO DE ENSAIO.

[Digite texto]

- NBR 5739 - ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO CILÍNDRICOS.
- NBR 7223 - CONCRETO - DETERMINAÇÃO DA CONSISTÊNCIA PELO ABATIMENTO DE CÔNE MÉTODO DE ENSAIO.
- NBR 11768 - ADITIVOS PARA CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND ESPECIFICAÇÕES.
- NBR 12317 - VERIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DE ADITIVO PARA CONCRETO – PROCEDIMENTO.
- NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO.
- NBR 7680:2015 – CONCRETO – EXTRAÇÃO, PREPARO, ENSAIO E ANÁLISE DE TESTEMUNHOS DE ESTRUTURA DE CONCRETO.
- NBR 15200:2004 – PROJETO DE ESTRUTURA DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO.
- \*ABEF, (3ª Ed.) 2004. MANUAL DE ESPECIFICAÇÕES DE PRODUTOS E PROCEDIMENTOS
- NBR 6122 – PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES (ANEXO E)
- HACHICH, W., FALCONI, F.F., SAES, J.L., FROTA, R.G.Q., CARVALHO, C.S. & NIYAMA, S. (1996) Fundações: Teoria e Prática. Ed. PINI. ABMS/ABEF. São Paulo-SP.