

Sumário

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 1. OBJETIVOS | 2 |
| 2. INFRA ESTRUTURA | 3 |
| 3. SUPERESTRUTURA | 5 |
| 4. IMPERMEABILIZAÇÃO | 9 |
| 5. MEMORIAL DE CÁLCULO | 10 |

1. OBJETIVOS

O presente memorial refere-se ao dimensionamento estrutural e especificações das estruturas de concreto armado e cobertura metálica para a edificação denominada FOP Conclusão do bloco A do Centro Clínico - localizado RUA MONSENHOS MARTINHO SALGOT, S/N, AREIÃO - PIRACICABA - SP, deverão obedecer ao memorial descritivo do projeto arquitetônico.

Foi considerado que os edifícios serão construídos em ambiente com classe de agressividade ambiental II, e o dimensionamento atende aos critérios das Normas Técnicas da ABNT, destacando-se:

NBR-6118 - Projeto e execução de obras de concreto armado.

NBR-8681 - Projeto e segurança nas estruturas – Procedimentos.

NBR-6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.

NBR-6122 - Projeto e execução de fundações.

NBR-6123 - Forças devidas ao vento em edificações.

NBR-8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios.

NBR-12655 – Concreto – Preparo, controle e recebimento

NBR-14931 – Execução de estruturas de Concreto - procedimento

O presente projeto deve ser trabalhado juntamente com o projeto arquitetônico no qual se baseia, onde constam todas as informações relativas à implantação, cotas de nível, etc.

2. INFRA ESTRUTURA

2.1. FUNDAÇÕES

Foram fornecidos relatórios de sondagem com as informações necessárias para o devido dimensionamento das fundações.

As fundações para apoio da estrutura deverão ser executadas conforme previsto no projeto de fundações e estrutura. A concepção é de tubulões escavados à céu aberto, com diâmetro especificado e executados conforme orientações especificadas em projeto.

O nível de arrasamento dos tubulões está especificado nas folhas do projeto estrutural.

Os tubulões serão escavados e deverá ser comprovada que a capacidade de carga de projeto seja atingida, sendo esta profundidade de escavação, sob responsabilidade da construtora.

Em alguns casos é provável que na abertura da base do tubulão tenhamos água aflorando, nestes casos é aconselhado que os tubulões sejam abertos com a utilização constante do bombeamento da água e que estes tubulões sejam abertos e sua concretagem ocorra em até 1 hora após sua liberação.

Em casos de instabilidade do solo utilizar cambotas metálicas ou anéis pré-moldados para a contenção das paredes do tubulão.

2.2. BLOCOS

Os serviços somente poderão ser iniciados após a aprovação da Fiscalização e da locação da obra. Quaisquer modificações nos projetos de fundações devem ser previamente autorizadas e consignadas como alteração de projeto.

Recomenda-se a compactação e da base dos blocos e aplicação de lastro de concreto, com espessura mínima de 50 mm.

Cuidados especiais deverão ser tomados quando as escavações forem feitas próximas às estruturas existentes, para evitar danos à estabilidade das mesmas.

Os blocos deverão ser em concreto armado moldados "in-loco" com dimensões especificadas conforme indicado no Projeto Estrutural.

A resistência a característica à compressão do concreto (f_{ck}) deverá ser maior ou igual a 35 MPa e armação em aço estrutural, classe CA-50.

A execução dos blocos em concreto armado deverá estar de acordo com o projeto estrutural e as normas da ABNT.

O lançamento do concreto deverá ser precedido de apiloamento do fundo e deve ser efetuado com auxílio de um funil, para não haver segregação do concreto.

Se a concretagem for realizada abaixo do nível d'água, deverão ser tomadas providências por parte da construtora para garantir a qualidade do concreto e da respectiva concretagem. O concreto deve ter consistência elástica, com abatimento mínimo de $80 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$, sendo este valor definido por profissional especializado.

A concretagem deve terminar na cota de arrasamento prevista com desvio de mais ou menos 30 mm. A qualidade do acabamento final deve ser tal que evite a demolição e reconstrução da cabeça dos blocos.

Qualquer modificação que se fizer necessária, devido à impossibilidade executiva, só poderá ser feita com autorização da Fiscalização.

2.3. ESCAVAÇÃO E REATERRO DAS VALAS PARA VIGAS BALDRAME E BLOCOS

Os serviços de escavações serão iniciados após a delimitação das áreas de trabalho, com objetivo de remover o solo até que se atinjam as cotas indicadas. Cuidados especiais deverão ser tomados quando as escavações forem feitas próximas às estruturas existentes, para evitar danos à estabilidade das mesmas.

Após a impermeabilização dos blocos e baldrame, o solo deverá ser relançado nas valas e compactado através de compactador manual (tipo sapo), até a compactação atingir um grau máximo de compactação, com o mínimo de 95% em relação ao peso específico aparente máximo seco do Ensaio do Proctor Intermediário.

As aberturas das valas deverão ser executadas em toda a extensão onde houver paredes, muros, guias, muretas, e outras construções onde haja fundação. Terão as dimensões necessárias e seus fundos nivelados e fortemente apiloados com maço de 30 Kg. O material escavado deverá ser colocado próximo da obra de maneira que não venha intervir no bom desempenho dos serviços. Sobre os fundos das valas de fundação deverá ser colocado lastro de brita 3 e 4 apiloado e sobre este deverá ser executado um lastro de concreto magro ($e = 5$ cm) com medidas uniformes na sua largura e espessura.

2.4. LASTRO DE BRITA

Para a execução dos blocos de fundação e vigas baldrame deverá ser executado lastro em brita 02 com a função de tornar o terreno de apoio dos blocos adequado a execução dos serviços.

2.5. CONCRETO ARMADO/ FORMAS – BLOCOS E VIGAS BALDRAME

O concreto deverá ter sua dosagem, produção, lançamento e adensamento executados de acordo com as normas pertinentes e com técnica adequada para que não haja defeitos de execução ou falhas de concretagem.

A resistência característica mínima aos 28 dias, será de 35 MPa e as barras de aço para as armaduras deverão obedecer às especificações da ABNT NBR 7480. O cobrimento mínimo das armaduras deverá ser de 3.0 cm.

Com relação às armaduras, o fornecimento, os ensaios e a execução devem obedecer ao projeto estrutural e normas da ABNT. Os aços de categoria CA-50 ou CA-60 não podem ser dobrados em posições senão aquelas indicadas em projeto, mesmo para o transporte ou para facilitar a montagem ou travamento de formas nas dilatações. Não pode ser empregado aço de qualidade diferente da especificada em projeto.

A ferragem deve ser colocada limpa na forma, isenta de crostas soltas de ferrugem e terra, óleo ou graxa, e estar fixa de modo a não sair da posição durante a concretagem.

A armadura deve ser mantida afastada da forma por meio de espaçadores, cuja espessura deve ser igual à do cobrimento previsto em projeto; os espaçadores devem ser providos de arame para sua sólida amarração à armadura, ter resistência igual ou superior à do concreto das peças às quais está incorporado, e ainda serem limpos e isentos de ferrugem ou poeira.

As estruturas e detalhes estruturais não projetados devem ser executados de acordo com as normas técnicas e mediante aprovação do autor do projeto estrutural.

No caso de previsão de ampliação com fundação conjunta, os arranques dos pilares devem ser protegidos da corrosão por envolvimento com concreto. Cuidado especial deve ser tomado para garantir o cobrimento das armaduras nas peças que devam ficar em contato frequente com líquidos, especialmente esgoto.

Quanto aos serviços referentes à escavação, montagem e concretagem dos blocos e vigas-baldrame, cuidados especiais deverão ser tomados quando estas forem feitas próximas às estruturas existentes, para evitar danos à integridade estrutural das mesmas.

3. SUPERESTRUTURA

Os serviços deverão ser iniciados somente após a aprovação da Fiscalização e da conclusão dos serviços de infra-estrutura. Quaisquer modificações nos projetos de estrutura devem ser previamente autorizadas pela Fiscalização com a anuência do autor do projeto estrutural.

3.1. CONCRETO ESTRUTURAL

O concreto deverá satisfazer as condições de resistência fixadas pelo cálculo estrutural, bem como as condições de durabilidade e impermeabilidade adequadas às condições de exposição. Devem obedecer rigorosamente as normas da ABNT, em especial a ABNT NBR 6118 e a ABNT NBR 14931 e suas respectivas atualizações.

Nenhum conjunto de elementos estruturais podem ser concretados sem prévia autorização e verificação por parte da Fiscalização e da perfeita disposição, dimensões, ligações e escoramentos das formas e armaduras correspondentes, bem como o exame da correta colocação de canalizações elétricas, hidráulicas e outras, que deverão ficar embutidas na massa de concreto (caso houver).

O preparo e dosagem do concreto devem ser feito em obediência aos traços estabelecidos às prescrições da Norma Brasileira e às presentes especificações.

No lançamento do concreto; obedecer às prescrições da ABNT NBR 6118 e a ABNT NBR 14931 e suas respectivas atualizações, notadamente a limitação do tempo máximo de 60 minutos entre o fim do amassamento e o fim do lançamento; **não pode ser utilizado concreto remisturado!**

O lançamento deve obedecer ao plano específico aprovado pela Fiscalização, sendo proibidas as juntas de concretagem não previstas em projeto.

As tubulações, dutos e demais elementos que interferem com a concretagem, devem ser posicionados e suficientemente fixados antes do início do lançamento.

A utilização de outros meios de lançamentos deve ficar condicionada a prévia aprovação da Fiscalização.

Além das prescrições das Normas Técnicas, o concreto deve ter adensamento por meio de vibradores de imersão de capacidade adequada ao fluxo de lançamento; o concreto deve envolver completamente a armadura e atingir todos os cantos da forma e não deve haver formação de ninhos de pedra; devem ser tomadas medidas para que não se altere a posição da armadura.

Durante a cura do concreto, obedecer às disposições da Norma; a cura deve ser feita por qualquer processo que mantenham úmidas as superfícies, evitando a evaporação da água do interior do concreto; deve ser iniciada logo após o início da pega do concreto, e durar no mínimo 10 dias; deverá ser evitada a ação de chuvas sobre o concreto durante o período de pega. No caso de falhas de peças concretadas as mesmas devem ser corrigidas logo após a sua constatação, de maneira adequada e compatível, sob o acompanhamento da Fiscalização.

3.2. LAJES DE VIGOTAS TRELIÇADAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO

Lajes pré-fabricadas, compostas de vigas em concreto armado e elementos intermediários (que inclui a armadura negativa da laje), conforme especificado no projeto elaborado pelo fabricante da laje.

Capeamento em concreto com fck maior ou igual a 35 Mpa.

Deve ser executada a colocação de armadura negativa com malha de distribuição na capa de todas as lajes, de acordo com as informações indicadas no projeto.

Para formas, armadura e concreto devem ser obedecidas às recomendações das fichas de formas e cimbramento em madeira, armadura e concreto, no que for aplicável.

Iniciar colocação de laje com um par de peças intermediárias em cada extremidade das vigas para construir o gabarito de montagem da laje. Deve-se deixar uma pequena folga entre as vigas e as peças intermediárias.

Os blocos de EPS devem ser molhados antes da concretagem para que não absorvam água do concreto.

A estrutura deve ser conservada molhada durante sete (07) dias após o lançamento do concreto. O concreto deve cobrir completamente todas as tubulações embutidas na laje.

Os furos de passagem de tubulações devem ser assegurados pela colocação de buchas ou caixas, de acordo com o projeto de instalações e de estrutura.

Deve ser prevista contra flecha de 10 mm do vão, quando não indicada pelo fabricante.

A retirada do escoramento somente deverá ser feita vinte e oito (28) dias após a concretagem da laje.

3.3. CONCRETO ARMADO/ FORMAS – VIGAS E PILARES

3.3.1. Materiais

As características dos materiais empregados, concreto e aço estrutural, constam nos desenhos.

O concreto deverá ter sua dosagem, produção, lançamento e adensamento executados de acordo com as normas pertinentes e com técnica adequada para que não haja defeitos de execução ou falhas de concretagem.

Tratando-se de classe II de agressividade do ambiente, e visando a durabilidade da estrutura, a resistência característica mínima aos 28 dias, será de 35 MPa.

Quando o plano de desforma assim o exigir, as resistências e os prazos de desforma deverão ser compatibilizados, recomendando-se nesse caso emprego de concreto de alta resistência inicial.

As barras de aço para as armaduras deverão obedecer às especificações da ABNT NBR 7480.

3.4. CONSTRUÇÃO

São destacados a seguir alguns aspectos mais relevantes, subentendendo-se que todos os procedimentos de construção devem atender às normas técnicas pertinentes.

3.4.1. Geral

O concreto deverá ser obrigatoriamente usinado, de acordo com a ABNT NBR 7212.

O cobrimento das armaduras será garantido pela utilização de pequenos elementos de concreto, pré-fabricados com as mesmas características de resistência, capacidade de impermeabilidade e durabilidade do concreto estrutural da peça em questão.

Opcionalmente, poderá ser usado outro tipo de espaçador, a critério da fiscalização.

O cobrimento não será menor do que o indicado no item 7.4.7 da norma ABNT NBR 6118, e considerando-se o estabelecido pelas diretrizes de projeto estabelecido pelo cliente, o cobrimento para os elementos estruturais é mostrado abaixo:

- Blocos e vigas-baldrames: 4.0 cm;
- Pilares: 3.0 cm;
- Vigas: 3.0 cm;
- Lajes: 2.5 cm (superior e inferior).

3.4.2. Dosagem

Será adotada a dosagem experimental conforme item 6.4.1 da ABNT NBR 12655, não sendo permitida dosagem empírica, salvo para pequeno volume, em peça de menor responsabilidade e com aprovação expressa da Fiscalização.

Relação água-cimento deverá ser menor ou igual a 0,55 (item 7.4, tabela 7.1 da ABNT NBR 6118).

Todas as vezes que ocorrerem modificações das fontes e qualidade de materiais, a dosagem será revista e os novos traços submetidos à aprovação da Fiscalização, com a necessária antecedência, para permitir a execução dos ensaios e avaliação dos resultados, antes da fabricação do concreto.

3.4.3. Transporte e Lançamento do Concreto

O concreto pré-misturado, quando transportado em equipamento sem dispositivo de agitação, como baldes, carrinhos de mão, carrinhos motorizados, vagonetas ou outros, não poderá ter tempo superior a 45 minutos entre o momento da adição de água e do lançamento.

O abatimento do concreto não deve exceder 8 cm.

O lançamento do concreto obedecerá às prescrições do item 9.5 da ABNT NBR 14931.

O concreto não será lançado sem que:

(a) todas as peças embutidas, tais como conduites, tubulações, luvas, inserts, chumbadores, etc., tenham sido devidamente instalados e suas posições verificadas.

(b) seja elaborada rigorosa verificação das dimensões e posição das formas, bitolas, quantidade e posição das armaduras e resistência e estabilidade das formas e escoramentos.

As superfícies de topo serão niveladas e serão evitadas as juntas verticais ou inclinadas, salvo quando adotados procedimentos especiais que garantam a qualidade e bom acabamento.

Todo concreto será cuidadosa e convenientemente adensado durante a operação de lançamento.

O concreto que envolve as armaduras e insertos, assim como o concreto dos cantos das formas, será cuidadosamente trabalhado, de forma a impedir a formação de vazios.

3.2.5. Juntas

As juntas de concretagem, quando não indicadas no projeto, serão feitas e locadas de modo a não comprometer a integridade da estrutura. Juntas de construção deverão ser previamente aprovadas pela Fiscalização.

Antes do prosseguimento da concretagem, a superfície do concreto será cuidadosamente limpa e livre de óleos, graxa, lixo, tintas, nata de cimento e elementos estranhos.

As juntas de concretagem constarão de plano de concretagem elaborado pela Empreiteira, salvo imprevistos de campo (mau tempo, problemas de equipamentos, pessoal, etc.). Neste caso as bordas da camada de concreto, ainda não vibradas, serão vibradas com inclinação 1:4 e removido todo o concreto solto.

As juntas serão protegidas com areia úmida, papel impermeável, aniagem, plástico ou outro dispositivo adequado, sempre que a concretagem for interrompida por longos períodos.

3.4.4. Armação

O espaçamento, dobramento e raios de curvatura serão feitos de acordo com o preconizado pelas ABNT NBR 7480, ABNT NBR 6118 ou nos detalhes de projeto.

O cobrimento da armação deverá rigorosamente obedecido conforme estabelecido pela ABNT NBR 6118 e as prescrições do projeto.

Antes do início da concretagem, todas as barras deverão estar livres de contaminações como tintas, óleos, graxas, argamassa, escamas de ferrugem, terra ou outro qualquer material nocivo que possa prejudicar a aderência entre o aço e o concreto.

Todas as armações serão amarradas entre si, para fixação, através de arame recozido preto bitola 18 AWG.

3.4.5. **Adensamento**

O adensamento do concreto seguirá às prescrições do item 9.6 da ABNT NBR 14931.

As camadas de lançamento do concreto devem ter espessura variando entre 30 cm a 60 cm, compatíveis com o comprimento da haste do vibrador e ser o mais nivelado possível para evitar o movimento lateral do concreto, devendo ser depositadas na forma em intervalos bem próximos.

Após o nivelamento da superfície, o vibrador será inserido verticalmente, em espaçamentos uniformes sobre toda a área do lançamento. A distância de inserção será preferencialmente 1,5 vezes o raio de ação do vibrador e não será inferior a 60 cm em áreas não confinadas.

3.4.6. **Cura**

A cura do concreto seguirá às prescrições da ABNT NBR 14931.

As formas de madeira ou aço em contato com o concreto e exposto ao aquecimento solar serão mantidas molhadas até que possam seguramente ser removidas.

3.4.7. **Forma**

A execução, manuseio e prazos de retirada das formas seguirão às prescrições dos itens 7.2.2.3 e 10.2 da ABNT NBR 14931.

As formas de madeira absorventes serão molhadas até a saturação antes do início do lançamento do concreto.

Todos os materiais embutidos no concreto devem estar identificados, posicionados e adequadamente fixados, antes do início dos serviços de concretagem.

As formas e escoramentos poderão ser removidos desde que haja resistência mínima comprovada.

As formas terão contra flechas nos centros dos vãos com valores de no máximo $L/350$, sendo L o vão livre para as vigas e 10mm para as lajes, exceto onde anotado.

3.4.8. **Controle Tecnológico**

O controle de resistência de concreto será efetuado de forma sistemática durante a obra.

Os ensaios serão a compressão axial, em corpos de prova cilíndricos, aos 3, 7 e 28 dias.

O controle será do tipo amostragem parcial, conforme item 7.2.3.1 da ABNT NBR 12655, exceto indicação do responsável técnico pela obra.

A aceitação ou rejeição do concreto se fará de acordo com o item 7.2.4 da ABNT NBR 12655.

4. IMPERMEABILIZAÇÃO

4.1. IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGAS BALDRAME E ALVENARIA DE EMBASAMENTO

Deverá ser feita a limpeza de vigas-baldrames, alvenarias de embasamento e alvenarias para posterior impermeabilização.

A impermeabilização deverá ser feita com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com adição de impermeabilizante (Ref. Vedacit), de acordo com as especificações do Fabricante, revestindo as 3 faces das vigas-baldrames.

Após a cura da argamassa, deverá ser feita pintura (nas três faces) com tinta asfáltica (Ref. Neutrol 45), em 3 demãos cruzadas, executadas de acordo com as especificações do fabricante.

4.2. IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES

Deverá ser contatada Empresa que executará os serviços de impermeabilização, antes da concretagem dos elementos, para as devidas orientações com relação ao preparo das superfícies de concreto a serem impermeabilizadas, execução de caimentos adequados, etc.

4.2.1. Preparo das Superfícies

Deverá ser executada uma avaliação cuidadosa das superfícies superiores das lajes expostas. Caso haja ninhos de concretagem, as britas soltas deverão ser retiradas por ação mecânica e após a limpeza dos ninhos, estes deverão ser preenchidos com "grout", Ref, Denver Grout, conforme especificação do fabricante.

5. MEMORIAL DE CÁLCULO

5.1. NORMAS ADOTADAS

Para este projeto, conforme as diretrizes estabelecidas pelo cliente, este deve estar em acordo com as prerrogativas da NBR 6118:2014. Ainda, foram levadas em consideração:

- NBR 6120:1980 (Cargas para o cálculo de estruturas de edificações);
- NBR 6122:1996 (Projeto e execução de fundações);
- NBR 8800:1986 (Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios);
- NBR 6118:2014 (Projeto de estruturas de concreto);
- NBR 6123:1988 (Força devido ao vento nas edificações).

5.2. PROGRAMAS UTILIZADOS

Os programas utilizados para a elaboração desse projeto foram o TQS®, Metalicas3d® e Ftool licenciados para uso por esta equipe.

5.3. MATERIAIS

Os materiais adotados para esse projeto são mostrados a seguir:

- Para a estrutura em concreto armado, foi especificada a resistência à compressão de **35 MPa** aos 28 dias. Com base na classe de agressividade ambiental II, os cobrimentos mínimos adotados foram de 25 mm para lajes e para vigas e pilares de 30 mm. Somente nas vigas do baldrame é que foi adotado um cobrimento diferenciado igual a 40 mm, sendo o mesmo adotado para os blocos sobre estacas;
- Para os blocos foi especificada a resistência à compressão de **35 MPa** aos 28 dias;
- O sistema de lajes dos pavimentos são do tipo laje pré-moldada treliçada, com enchimento em EPS, com espessura variada e com resistência à compressão de **35 MPa** aos 28 dias;
- A armadura passiva classe CA-50 e CA-60.

5.4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos de referência utilizados para elaboração desse projeto foram:

- Diretrizes para elaboração de projetos para tiveram base nas especificações conforme fornecido pela própria entidade;
- Projeto arquitetônico fornecido pelo arquiteto responsável;
- Sondagem fornecida pelo cliente para projeto geotécnico dos blocos, o qual deverá ser comprovado no local da obra por equipe especializada de modo a garantir a tensão mínima do solo.

5.5. PARÂMETROS PARA DURABILIDADE

Para garantir a durabilidade da estrutura em concreto armado, a NBR 6118:2014 estabelece cobrimentos mínimos para as armaduras conforme a classe de agressividade ambiental ao qual a estrutura está exposta.

A partir das informações fornecidas pelos responsáveis pela utilização do laboratório e pelo projeto arquitetônico, foi afirmado que este não trabalharia com produtos químicos nocivos ao concreto e a armadura dos elementos em concreto armado. Dessa forma, de acordo com a Tabela 6.1 da NBR 6118:2014, estabeleceu-se classe II, que corresponde a uma agressividade moderada (ambiente urbano). Essa classe requer concreto de classe C30 ou superior e relação água/cimento $\leq 0,55$.

O cobrimento da armadura varia de acordo com o elemento estrutural, sendo que para lajes esse valor deverá ser maior ou igual a 25 mm, para vigas e pilares, maior ou igual a 30 mm e para os blocos, muros de arrimo e vigas-baldrame, maior ou igual a 40 mm.

5.6. SISTEMA ESTRUTURAL

O sistema estrutural foi concebido conforme as especificações do projeto.

O sistema de lajes considerado foi o de lajes treliçadas, sendo que a altura das lajes variou conforme suas ações existentes.

O sistema de cobertura requerido foi de telhas metálicas apoiadas sobre terças metálicas sobre pilaretes metálicos. Nesse caso, foi fornecido o projeto básico do plano da cobertura, ficando os detalhamentos das ligações sob a responsabilidade do fabricante dos perfis.

As escadas em concreto foram especificadas em forma de rampa com os degraus feitos de concreto.

Para este edifício foi especificado dois reservatórios em concreto armado com capacidade total de 30 m³, sendo que esta quantidade servirá tanto para a água do departamento tanto para a reserva de incêndio, onde este reservatório se apóia em lajes maciças com espessura mínima de 19cm.

O dimensionamento dos elementos estruturais de vigas e de pilares levou em consideração uma análise por pórtico espacial com os esforços oriundos da análise por grelha de cada pavimento.

5.7. FUNDAÇÕES

De acordo com as reações de cada pilar, foi eleita a quantidade necessária de estacas bem como suas dimensões para garantir o equilíbrio da estrutura.

5.8. DEFORMAÇÕES LIMITES

As deformações limites foram estabelecidas de modo a manter a funcionalidade da estrutura durante as ações de serviço. A Tabela 2 mostra os limites de deformabilidade estabelecidos.

Tabela 2. Limites para deformação (NBR 6118:2014).

| Elemento | Sistema estrutural |
|----------|--------------------|
| Vigas | Vão/350 |
| Lajes | Vão/250 |
| | |

6.9. ANÁLISE DA ESTABILIDADE GLOBAL

Para a análise da estabilidade global levou-se em consideração que os deslocamentos reais da estrutura são aqueles considerados no cálculo, multiplicados por:

| | |
|----------|------|
| Vento +X | 1.43 |
| Vento -X | 1.43 |
| Vento +Y | 1.43 |
| Vento -Y | 1.43 |

Número de hipóteses de ação vertical: 2

Número de hipóteses de ação horizontal: 4

O momento de reviramento produzido pelas ações horizontais nas diferentes hipóteses é:

| | |
|----------|---------|
| | t·m |
| Vento +X | 250.285 |
| Vento -X | 250.285 |
| Vento +Y | 552.828 |

Vento -Y | 552.828 |

O momento por efeito P-delta produzido pelas diferentes hipóteses de carga vertical, sob a atuação simultânea das hipóteses de ações horizontais é:

| | Permanente t.m | Sobrecarga t.m |
|----------|-------------------|-------------------|
| Vento +X | 12.525 | 8.097 |
| Vento -X | 12.525 | 8.097 |
| Vento +Y | 3.176 | 2.079 |
| Vento -Y | 3.176 | 2.079 |

As ações horizontais são incrementadas pela atuação simultânea das ações verticais segundo os seguintes fatores de amplificação (FA):

| | Permanente | Sobrecarga |
|----------|------------|------------|
| Vento +X | 0.050 | 0.032 |
| Vento -X | 0.050 | 0.032 |
| Vento +Y | 0.006 | 0.004 |
| Vento -Y | 0.006 | 0.004 |

Quando em uma combinação atua uma ação horizontal com um coeficiente de majoração F_v e várias ações verticais com coeficientes de majoração $F_{g1}...F_{gn}$, o coeficiente de majoração da ação horizontal será:

$$F_v (\text{estabilidade global}) = F_v \cdot \frac{1}{1 - (F_{g1} \cdot FA_1 + \dots + F_{gn} \cdot FA_n)}$$

As relações máximas entre os coeficientes de majoração amplificados e os coeficientes de majoração sem amplificar, para as diferentes hipóteses de ação horizontal são:

| | |
|----------|-------|
| Vento +X | 1.130 |
| Vento -X | 1.130 |
| Vento +Y | 1.013 |
| Vento -Y | 1.013 |

6.10. AÇÕES CONSIDERADAS

As ações existentes foram consideradas em função da forma de utilização da estrutura, tipos de materiais utilizados para vedação/fechamento e ações especiais especificadas pelo cliente.

Assim, as ações consideradas para a estrutura em concreto armado foram: o peso-próprio do elemento, a alvenaria de embasamento e a alvenaria de vedação, revestimentos (para as lajes, para todas as áreas de uso, piso cerâmico com espessura de 10 mm assentados em argamassa de cimento e areia com espessura de 5 mm).

A Tabela 4 mostra o peso específico dos materiais de construção, de acordo com a NBR 6120:1980.

Tabela 4. Peso específico dos materiais de construção (Fonte: NBR 6120:1980).

| Material | Peso específico aparente (kN/m ³) |
|-----------------------------------|---|
| BLOCOS ARTIFICIAIS | |
| Blocos Lajotas cerâmicas | 18 |
| Blocos de argamassa | 22 |
| Tijolos furados | 13 |
| Tijolos maciços | 18 |
| Tijolos sílico-calcáreos | 20 |
| REVESTIMENTOS E CONCRETOS | |
| Argamassa de cal, cimento e areia | 19 |
| Argamassa de cimento e areia | 12,5 |
| Concreto simples | 24 |
| Concreto armado | 25 |

Com base na Tabela 4, foi adotado o peso específico de 25 kN/m³ para o concreto armado, o peso específico de 13 kN/m³ para a alvenaria de vedação (tijolos cerâmicos furados).

6.10.1 VENTO

NB-599. Forças devidas ao vento em edificações

Velocidade Básica: 45.00

Rugosidade: Categoria: IV Classe: B

Fator Probabilístico: 1.00

Fator Topográfico: +X:1.00 -X:1.00 +Y:1.00 -Y:1.00

| Larguras de faixa | | |
|---------------------|------------------------|------------------------|
| Plantas | Largura de faixa Y (m) | Largura de faixa X (m) |
| Em todas as plantas | 10.00 | 22.00 |

Realiza-se análise dos efeitos de 2ª ordem

Valor para multiplicar os deslocamentos 1.43

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

6.10.2 SISMO

Sem ação de sismo

6.10.3 HIPÓTESES / AÇÕES DE CARGAS

| | |
|-------------|------------|
| Automáticas | Permanente |
| | Sobrecarga |
| | Vento +X |
| | Vento -X |
| | Vento +Y |
| | Vento -Y |

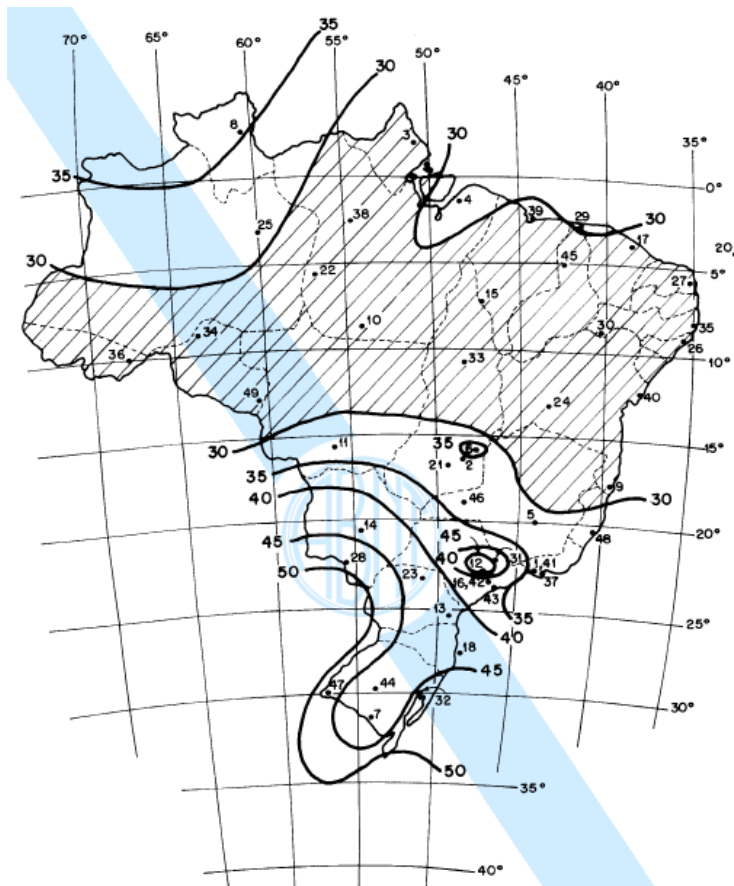


Figura 1. Isopletas da velocidade básica V_0 (m/s) (Fonte: NBR 6123:1988).

O coeficiente de arrasto da estrutura foi calculado de acordo com os ábacos fornecidos pela NBR 6123:1988. A Figura 2 mostra o ábaco de cálculo do coeficiente de arrasto para edificações paralelepípedicas em vento de baixa turbulência.

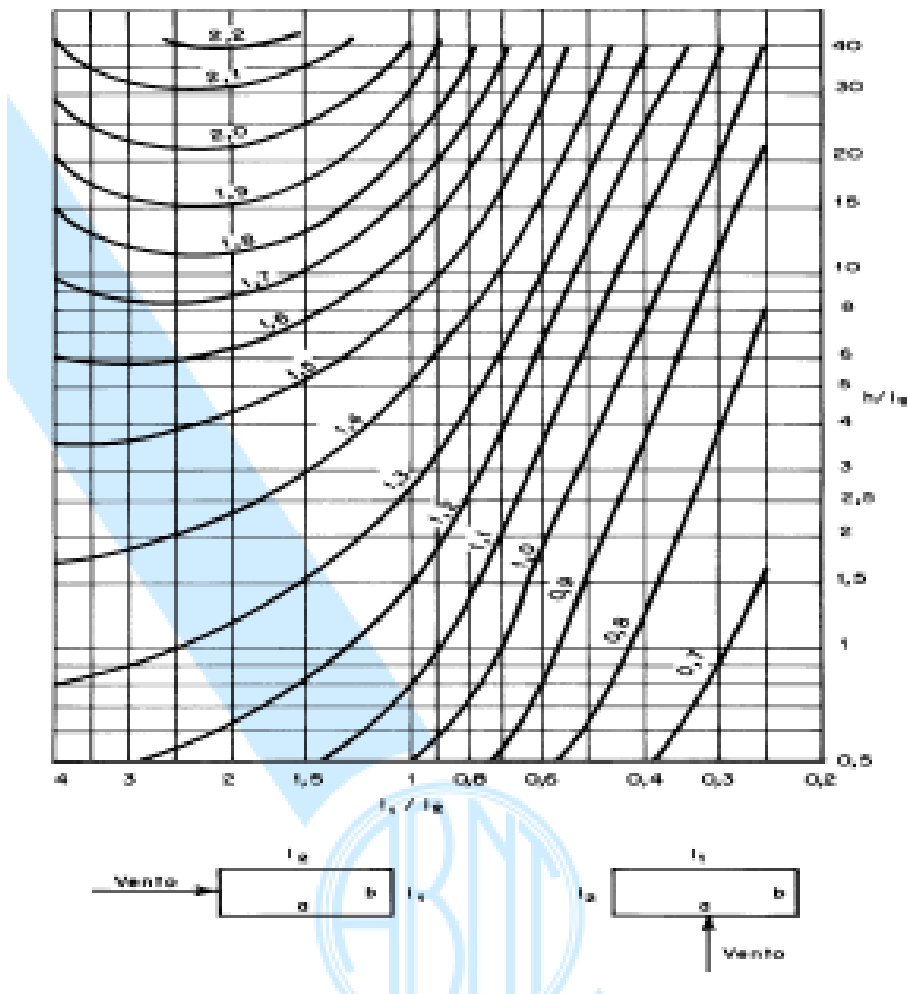


Figura 2. Coeficiente de arrasto para edificações paralelepípedicas em vento de baixa turbulência (Fonte: NBR 6123:1988).

Para as escadas e os seus patamares, foram adotados os mesmos procedimentos utilizados para as lajes, onde foi considerado uma sobrecarga de utilização (acesso público) de 3 kN/m^2 , o peso-próprio do concreto (degraus) e os seus revestimentos.

Com relação ao elevador, foi estabelecido um elevador com capacidade para 4 passageiros, totalizando uma ação permanente de 4,5 kN por pilar.

6.11. ESTADOS LIMITES

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| E.L.U. Concreto | NRB 6118:2014(ELU) |
| E.L.Util Fendilhação. Betão | |
| E.L.U. Concreto em fundações | |
| Tensões sobre o terreno | Ações características |
| Deslocamentos | |

6.12. SITUAÇÕES DE PROJETO

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

-Com coeficientes de combinação

$$- \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

-Sem coeficientes de combinação

$$- \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

-Donde:

G_k Ação permanente

Q_k Ação variável

γ_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento

$\gamma_{p,1}$ Coeficiente de combinação da ação variável principal

$\gamma_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

6.13. COEFICIENTES PARCIAIS DE SEGURANÇA (G) E COEF. DE COMBINAÇÃO (Y)

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Concreto: NBR 6118:2014

E.L.U. Concreto em fundações: NBR 6118:2014

| Situação 1 | | | | |
|----------------|--|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | Coeficientes parciais de segurança (g) | | Coeficientes de combinação (y) | |
| | Favorável | Desfavorável | Principal (γ_p) | Acompanhamento (γ_a) |
| Permanente (G) | 1.000 | 1.400 | - | - |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.400 | 1.000 | 0.500 |
| Vento (Q) | 0.000 | 1.400 | 1.000 | 0.600 |

E.L.Util Fendilhação. Concreto: NBR 6118:2014

| Situação 1 | | | | |
|----------------|--|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | Coeficientes parciais de segurança (g) | | Coeficientes de combinação (y) | |
| | Favorável | Desfavorável | Principal (γ_p) | Acompanhamento (γ_a) |
| Permanente (G) | 1.000 | 1.000 | - | - |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.000 | 0.400 | 0.300 |
| Vento (Q) | 0.000 | 1.000 | 0.300 | 0.000 |

Tensões sobre o terreno

| Ações variáveis sem sismo | | |
|---------------------------|--|--------------|
| | Coeficientes parciais de segurança (g) | |
| | Favorável | Desfavorável |
| Permanente (G) | 1.000 | 1.000 |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.000 |
| Vento (Q) | 0.000 | 1.000 |

Deslocamentos

| Ações variáveis sem sismo | | |
|---------------------------|--|--------------|
| | Coeficientes parciais de segurança (g) | |
| | Favorável | Desfavorável |
| Permanente (G) | 1.000 | 1.000 |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.000 |
| Vento (Q) | 0.000 | 1.000 |

6.14. COMBINAÇÕES

- Nomes das ações**

AP Permanente
Qa Sobrecarga
V(+X) Vento +X
V(-X) Vento -X
V(+Y) Vento +Y
V(-Y) Vento -Y

- E.L.U. Concreto**

- E.L.U. Concreto em fundações**

| Comb. | AP | Qa | V(+X) | V(-X) | V(+Y) | V(-Y) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1.000 | | | | | |
| 2 | 1.400 | | | | | |
| 3 | 1.000 | 1.400 | | | | |
| 4 | 1.400 | 1.400 | | | | |
| 5 | 1.000 | | 1.400 | | | |
| 6 | 1.400 | | 1.400 | | | |
| 7 | 1.000 | 0.700 | 1.400 | | | |
| 8 | 1.400 | 0.700 | 1.400 | | | |
| 9 | 1.000 | 1.400 | 0.840 | | | |

| | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 | 1.400 | 1.400 | 0.840 | | | |
| 11 | 1.000 | | | 1.400 | | |
| 12 | 1.400 | | | 1.400 | | |
| 13 | 1.000 | 0.700 | | 1.400 | | |
| 14 | 1.400 | 0.700 | | 1.400 | | |
| 15 | 1.000 | 1.400 | | 0.840 | | |
| 16 | 1.400 | 1.400 | | 0.840 | | |
| 17 | 1.000 | | | | 1.400 | |
| 18 | 1.400 | | | | 1.400 | |
| 19 | 1.000 | 0.700 | | | 1.400 | |
| 20 | 1.400 | 0.700 | | | 1.400 | |
| 21 | 1.000 | 1.400 | | | 0.840 | |
| 22 | 1.400 | 1.400 | | | 0.840 | |
| 23 | 1.000 | | | | | 1.400 |
| 24 | 1.400 | | | | | 1.400 |
| 25 | 1.000 | 0.700 | | | | 1.400 |
| 26 | 1.400 | 0.700 | | | | 1.400 |
| 27 | 1.000 | 1.400 | | | | 0.840 |
| 28 | 1.400 | 1.400 | | | | 0.840 |

- **E.L.Util Fendilhação. Concreto**

| Comb. | AP | Qa | V(+X) | V(-X) | V(+Y) | V(-Y) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1.000 | | | | | |
| 2 | 1.000 | 0.400 | | | | |
| 3 | 1.000 | | 0.300 | | | |
| 4 | 1.000 | 0.300 | 0.300 | | | |
| 5 | 1.000 | | | 0.300 | | |
| 6 | 1.000 | 0.300 | | 0.300 | | |
| 7 | 1.000 | | | | 0.300 | |
| 8 | 1.000 | 0.300 | | | 0.300 | |
| 9 | 1.000 | | | | | 0.300 |
| 10 | 1.000 | 0.300 | | | | 0.300 |

- **Tensões sobre o terreno**

- **Deslocamentos**

| Comb. | AP | Qa | V(+X) | V(-X) | V(+Y) | V(-Y) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1.000 | | | | | |
| 2 | 1.000 | 1.000 | | | | |
| 3 | 1.000 | | 1.000 | | | |
| 4 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | |
| 5 | 1.000 | | | 1.000 | | |
| 6 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | | |

| | | | | | | |
|----|-------|-------|--|--|-------|-------|
| 7 | 1.000 | | | | 1.000 | |
| 8 | 1.000 | 1.000 | | | 1.000 | |
| 9 | 1.000 | | | | | 1.000 |
| 10 | 1.000 | 1.000 | | | | 1.000 |

9. MATERIAIS UTILIZADOS

9.1. CONCRETOS

| Elemento | Concreto | f_{ck} (kgf/cm ²) | g_c |
|---------------------------|------------------|------------------------------------|-------|
| Elementos de fundação | C35, usina.rigor | 355 | 1.40 |
| Pisos | C25, usina.rigor | 255 | 1.40 |
| Pilares e pilares-paredes | C30, usina.rigor | 306 | 1.40 |
| Vigas e Cortinas | C30, usina.rigor | 306 | 1.40 |

9.2. AÇO EM BARRAS

Para todos os elementos estruturais da obra: CA-50-A e CA-60-B; $f_{yk} = 5097$ a 6116 kgf/cm²; $g_s = 1.15$

9.3. AÇO EM PERFIS

| Tipo de aço para perfis | Aço | Limite elástico (kgf/cm ²) | Módulo de elasticidade (kgf/cm ²) |
|-------------------------|------|---|--|
| Aços dobrados | A-36 | 2548 | 2089704 |
| Aços laminados | A-36 | 2548 | 2038736 |

10. ESCORAMENTOS E RETIRADAS DAS FORMAS

Os escoramentos, bem como as fôrmas, deverão ser retirados após 28 dias de concretagem do elemento estrutural.

A distância entre escoras de apoio das fôrmas não é de responsabilidade deste projeto estrutural, onde os espaçamentos e os possíveis contraventamento dos escoramentos deverão ser realizados por profissionais competentes e devidamente qualificados.

Data de entrega: Outubro de 2015

Eng. Wilson Jorge Marques
CREA nº: 0601496930
ART: 92221220150383312
ART RETIFICADORA: 92221220151461786