

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
UNICAMP**

**SIARQ
URBANIZAÇÃO, PPCI E CABINE ENERGIA
(OS-87)**

**MEMORIAL DESCRITIVO
E CADERNO DE ENCARGOS
DO PROJETO DE ESTRUTURA**

SUMÁRIO

| | | |
|---|----------------------|---|
| 1 | OBJETIVOS | 1 |
| 2 | ESTRUTURA | 2 |
| 3 | IMPERMEABILIZAÇÃO | 7 |
| 4 | ESTRUTURAS METÁLICAS | 8 |
| 5 | MEMORIAL DE CÁLCULO | 9 |

1 OBJETIVOS

O presente memorial refere-se ao dimensionamento estrutural e especificações das estruturas de concreto armado para a edificação denominada SIARQ – Construção da Nova Sede do SIARQ (OS87) - localizado à Rua 1 com Av. Dr. André M. Tosello, s/N, QD43, CEP 13083-886, Cidade Universitária “Zeferino Vaz” – UNICAMP, Barão Geraldo - Campinas, SP.

Foi considerado que o edifício será construído em ambiente com classe de agressividade ambiental II, e o dimensionamento atende aos critérios das Normas Técnicas da ABNT, destacando-se:

NBR-5738:2015 – Concreto – Procedimento para moldagem de cura de corpos de prova

NBR-5739:2007 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos

NBR-6118:2014 – Projeto e execução de obras de concreto armado

NBR-6120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

NBR-6122:2010 – Projeto e execução de fundações

NBR-6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações

NBR-6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos

NBR-7212:2012 – Execução de concreto dosado em central - Procedimento

NBR-7480:2007 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação

NBR-8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento

NBR-12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento

NBR-14931:2004 – 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, entre outras.

2.1 INFRAESTRUTURA

2.1.1 ESTRUTURAS MOLDADAS IN-LOCO

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.

Deve-se obedecer rigorosamente às normas da ABNT, em especial a ABNT NBR 6118:2014 e a ABNT NBR 14931:2004, e suas respectivas atualizações.

Nenhum conjunto de elementos estruturais pode ser concretado sem a perfeita disposição, dimensões, ligações e escoramentos das formas e armaduras correspondentes.

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

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

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 dez (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.

A estrutura deve ser conservada molhada durante dez (10) dias após o lançamento do concreto.

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.

• 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 adotada aos 28 dias será de 20 MPa para as estacas e mureta guia e 35 MPa para os blocos de fundação, vigas baldrame e pisos armados. O concreto deve ter consistência elástica, com abatimento mínimo de 13 ± 1 cm para estacas e mureta guia e 10 ± 2 cm para blocos de fundação, vigas baldrame e pisos armados, sendo este valor definido por profissional especializado.

As barras de aço para as armaduras deverão obedecer às especificações da ABNT NBR 7480:2007.

2.1.2 ESTACAS

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. A concepção é de estacas do tipo escavadas mecanicamente e manualmente, com diâmetro especificado conforme orientações especificadas em projeto.

O nível de arrasamento das estacas está especificado nas folhas do projeto estrutural. As estacas serão perfuradas até a cota indicada, sendo esta a profundidade de escavação, sob responsabilidade da construtora.

Na região de contorno do auditório será executada cortina de estacas a fim de proporcionar maior estabilidade da calçada próxima aos taludes. As estacas dessa cortina serão do tipo tangentes ou então espaçadas a depender do apresentado em projeto. O procedimento de execução válido para os dois tipos de estacas está apresentado na sequência:

- **Mureta Guia**

Após a demarcação topográfica deverá ser realizado um acerto do solo para atingir a cota superior das estacas. Após este procedimento deverá ser executada a mureta guia com uso de formas em madeira, posicionamento do gabarito interno das estacas em EPS e lançamento de concreto armado unificando as peças de EPS. Essa mureta deverá ter 100 cm de profundidade e 10 cm a mais que a face da estaca para cada lado, sendo utilizado tela Q138 como armação.



Figura 1. Mureta guia executada para cortina de estacas espaçadas.

- **Execução das estacas**

A partir das posições das estacas definidas com a mureta guia, deverá ser utilizado trado mecânico para perfuração das estacas com profundidade e diâmetro indicados em projeto. Após a escavação, os furos devem ser concretados para posterior posicionamento das devidas armações.

2.1.3 VIGAS BALDRAME

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, o solo deverá ser relançado nas valas e compactado através de compactador manual (tipo sapo), até a compactação atingir um grau máximo de compactação.

As aberturas das valas deverão ser executadas em toda a extensão da viga a ser executada. 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 interferir no bom desempenho dos serviços. Sobre os fundos das valas de fundação deverá ser executado um lastro de concreto magro ($e = 5$ cm) com medidas uniformes na sua largura e espessura.

2.1.4 BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Quaisquer modificações nos projetos de fundações devem ser previamente autorizadas e consignadas como alteração de projeto. Deverá ser feita a compactação da base dos blocos e aplicação de lastro de concreto magro, com espessura mínima de 5 cm.

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

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. 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.

2.1.5 PISO ARMADO

Quaisquer modificações nos projetos de piso armado devem ser previamente autorizadas e consignadas como alteração de projeto. Deverá ser feita a compactação do solo da base do piso armado com placa vibratória e aplicação de brita tratada com cimento com 10 cm de espessura.

O piso armado deverá ser em concreto armado moldados "in-loco" com dimensões especificadas conforme indicado no Projeto Estrutural.

A concretagem deverá ser feita em faixas, conforme apresentado em projeto, e o lançamento do concreto, precedido de apiloamento do fundo e efetuado com auxílio de um funil, para não haver segregação do concreto.

As placas já concretadas servirão como fôrmas para as demais. Para a execução da segunda etapa de concretagem, as placas deverão ser isoladas com a aplicação de uma pintura de cal ou desmoldante na lateral da placa já pronta e as barras de transferências deverão ser engraxadas. As fôrmas de madeira não deverão ficar no piso para serem posteriormente reutilizadas.

O concreto deve ter consistência elástica, com abatimento mínimo de 10 ± 2 cm, sendo este valor definido por profissional especializado. A concretagem deve terminar na cota de arrasamento prevista.

2.2 SUPERESTRUTURA

2.2.1 ESTRUTURAS MOLDADAS IN-LOCO

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.

Deve-se obedecer rigorosamente às normas da ABNT, em especial a ABNT NBR 6118:2014 e a ABNT NBR 14931:2004, e suas respectivas atualizações.

Nenhum conjunto de elementos estruturais pode ser concretado sem a perfeita disposição, dimensões, ligações e escoramentos das formas e armaduras correspondentes.

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

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

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 dez (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.

A estrutura deve ser conservada molhada durante dez (10) dias após o lançamento do concreto.

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.

• **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 para os pilares, vigas e lajes. O concreto deve ter consistência elástica, com abatimento mínimo de 10 ± 2 cm para pilares, vigas e lajes, sendo este valor definido por profissional especializado.

As barras de aço para as armaduras deverão obedecer às especificações da ABNT NBR 7480:2007.

• **Execução da cabine elétrica**

A construção da cabine elétrica necessitará cuidado especial pelo fato de estar localizada sob estrutura existente. A viga de fechamento (cinta) da estrutura da cabine foi posicionada 1,10m abaixo da laje de topo existente de maneira a permitir sua concretagem. A região entre cinta e laje deverá ser preenchida com alvenaria. Dessa maneira, não será necessário fazer nenhum tipo de abertura na laje existente.

2.3 CONSTRUÇÃO

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

2.3.1 GERAL

O concreto preferencialmente será o pré-misturado usinado, de acordo com a ABNT NBR 7212:2012.

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.

O cobrimento não será menor do que o indicado no item 7.4.7 da norma ABNT NBR 6118:2014, e considerando-se a classe de agressividade II, os cobrimentos mínimos adotados foram:

- Piso armado: Ver detalhe em prancha;
- Blocos: 3,0 cm;
- Pilares: 3,0 cm;
- Vigas: 3,0 cm.
- Lajes: 2,5 cm.

2.3.2 DOSAGEM

Será adotada a dosagem experimental conforme item 6.4.1 da ABNT NBR 12655:2015, não sendo permitida dosagem empírica, salvo para pequeno volume, em peça de menor responsabilidade.

Relação água-cimento deverá ser igual a 0,55 (menor ou igual a 0,60, conforme item 7.4, tabela 7.1 da ABNT NBR 6118:2014).

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

2.3.3 TRANSPORTE E LANÇAMENTO DO CONCRETO

No lançamento do concreto; obedecer às prescrições da NBR-7212 e suas atualizações, notadamente a limitação do tempo máximo de 150 minutos, contado a partir da primeira adição de água até o fim do adensamento, ao se utilizar caminhão betoneira; **não pode ser utilizado concreto remisturado.**

O lançamento do concreto obedecerá às prescrições do item 9.5 da ABNT NBR 14931:2004.

O concreto não será lançado sem que:

- Todas as peças embutidas, tais como conduites, tubulações, luvas, inserts, chumbadores, etc., tenham sido devidamente instalados e suas posições verificadas.
- 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 inserts, assim como o concreto dos cantos das formas, será cuidadosamente trabalhado, de forma a impedir a formação de vazios.

2.3.4 ARMAÇÃO

O espaçamento, dobramento e raios de curvatura serão feitos de acordo com o preconizado pelas ABNT NBR 7480:2007, ABNT NBR 6118:2014 ou nos detalhes de projeto.

O cobrimento da armação deverá rigorosamente obedecer ao estabelecido pela ABNT NBR 6118:2014 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.

2.3.5 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 serem as mais niveladas 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.

2.3.6 CURA

A cura do concreto seguirá às prescrições da ABNT NBR 14931:2004.

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

2.3.7 FORMA

A execução, manuseio e prazos de retirada das formas seguirá às prescrições dos itens 7.2.2.3 e 10.2 da ABNT NBR 14931:2004.

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, exceto onde anotado.

2.3.8 CONTROLE TECNOLÓGICO

O controle de resistência de concreto será efetuado de forma sistemática durante a obra. Os ensaios serão de compressão axial, em corpos de prova cilíndricos, aos 3, 7 e 28 dias.

O controle será do tipo amostragem total, conforme item 6.2.3.1 da ABNT NBR 12655:2015.

A aceitação ou rejeição do concreto se fará de acordo com o item 6.2.4 da ABNT NBR 12655:2015.

3 IMPERMEABILIZAÇÃO

3.1 TIPO: ARGAMASSA IMPERMEÁVEL HIDROFUGANTE

• CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| | |
|-----------------|--|
| TIPO: | Argamassa colmatada por hidrófugo de massa |
| SUBSTRATO: | Argamassa de cimento e areia no traço 1:3. |
| HIDRÓFUGO: | Aditivo impermeabilizante. |
| PINTURA: | Pintura com tinta asfáltica. |
| REF. COMERCIAL: | Otto Baumgart, Dryko, Viapol ou equivalente técnico. |

• APLICAÇÃO

Sobre as vigas baldrame e no revestimento das paredes externas em alvenaria, até a altura de 0,60m.

Nas paredes internas das caixas de inspeção e de passagem das redes elétricas e hidráulicas e nas canaletas técnicas.

4 ESTRUTURAS METÁLICAS

4.1 ESCADAS METÁLICAS

Estruturas metálicas das escadas que serão fixadas diretamente sobre blocos de concreto ou então pilares de concreto, conforme projeto.

4.2 PROJETO BÁSICO

É fornecido projeto básico com a definição da geometria, seção dos elementos e detalhes básicos das principais ligações das escadas metálicas.

4.3 DETALHAMENTO

O detalhamento das ligações e dimensionamento final de chapas de nó, soldas e parafusos, bem como a traçagem para fabricação, ficam a cargo do fabricante, devendo o mesmo ser apresentado para aprovação (ver planos de carga e de esforços nos elementos estruturais nos memoriais de cálculo).

4.4 MATERIAIS

Os materiais a serem utilizados na fabricação seguem abaixo:

- Perfis laminados, chapas dobradas, tubos e chapas de ligação: ASTM - A36, $f_y = 50 \text{ MPa}$
- Parafusos: ASTM – A307 e ASTM – A325
- Soldas: AWS – E60 XX e AWS – E70 XX
- Chumbadores: qualquer tipo, com adesivo (não permitido tipo expansão)

Todos os materiais deverão ser de primeira qualidade, nunca utilizados anteriormente e apresentar certificados que comprovem a sua especificação e procedência. Na falta destes certificados serão exigidos ensaios para determinação das características químicas e mecânicas do material.

4.5 CONEXÕES

Todas as conexões parafusadas deverão possuir, no mínimo, dois parafusos. Os parafusos de alta resistência deverão obedecer à designação ASTM A325 e deverão ser utilizados de acordo com as "Specifications for Structural Joints Using ASTM A325", do AISC.

Todas as soldas deverão obedecer às especificações "Welding in Building Construction – AWS D1.0", da American Welding Society (AWS).

Nos desenhos de detalhes de fabricação, o fabricante deverá indicar a localização, o tipo, as dimensões e o comprimento de todas as soldas.

Nenhuma solda de filete deverá ter lado inferior a 5mm, a menos que não seja estrutural ou devidamente justificada (por ex: função da espessura da chapa).

4.6 FABRICAÇÃO

Deverão ser executadas na fábrica todas as furações para montagem.

Deverão ser também soldadas na fábrica todas as peças para conexões que se fizerem necessárias, devendo-se evitar solda ou furação complementar durante a montagem.

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 das seguintes normas:

- NBR-6118:2014 – Projeto e execução de obras de concreto armado
- NBR-6120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR-6122:2010 – Projeto e execução de fundações
- NBR-6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações
- NBR-6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos
- NBR-7212:2012 – Execução de concreto dosado em central - Procedimento
- NBR-7480:2007 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação
- NBR-8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
- NBR-12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento
- NBR-14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento

5.2 PROGRAMAS UTILIZADOS

Os programas utilizados para a elaboração desse projeto foram o AutoCAD®, TQS®, CYPECAD®, Metálica 3D® e Ftool licenciados para uso por esta equipe.

5.3 MATERIAIS

Os materiais adotados para esse projeto são mostrados a seguir:

- Para a concretagem das estacas, foi especificado concreto com resistência à compressão de 20 MPa aos 28 dias.
- Para a infraestrutura foi especificada a resistência à compressão de 35 MPa aos 28 dias;
- Para a superestrutura foi especificada a 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 que tem por base as especificações fornecidas pela própria entidade;
- Projeto arquitetônico;
- Projeto de locação de parte da estrutura existente;
- Sondagens do subsolo fornecidos pela Unicamp;

5.5 SISTEMA ESTRUTURAL

O sistema estrutural foi concebido em estrutura de concreto armado, conforme as especificações do projeto.

O dimensionamento dos elementos estruturais de vigas e pilares levou em consideração uma análise por pórtico espacial.

5.6 DEFORMAÇÕES LIMITES

As deformações limites foram estabelecidas de modo a manter a funcionalidade da estrutura durante as ações de serviço. A Tabela 1 mostra os limites de deformabilidade estabelecidos.

Tabela 1. Limites para deformação (NBR 6118:2014).

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

5.7 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 dos elementos, a alvenaria de vedação, revestimentos, sobrecarga de utilização e esforços devido ao vento.

A Tabela 2 mostra o peso específico dos materiais de construção, de acordo com a NBR 6120:1980.

Tabela 2. Peso específico dos materiais de construção (Fonte: NBR 6120:1980).

| Material | Peso específico Aparente (kN/m ³) |
|-----------------------------------|--|
| BLOCOS ARTIFICIAIS | |
| Blocos de concreto | 22 |
| Tijolos furados | 13 |
| Tijolos maciços | 18 |
| REVESTIMENTOS E CONCRETOS | |
| Argamassa de cal, cimento e areia | 19 |
| Argamassa de cimento e areia | 12,5 |
| Concreto armado | 25 |

Com base na Tabela 2, foi adotado o peso específico de 25 kN/m³ para o concreto armado e o peso específico de 22 kN/m³ para a alvenaria de vedação (blocos de concreto).

• Vento:

A velocidade básica do vento foi tomada de acordo com as isopletras ilustradas na NBR 6123:1988 (Figura 1), sendo que a velocidade básica (V_0) adotada foi de 45 m/s.

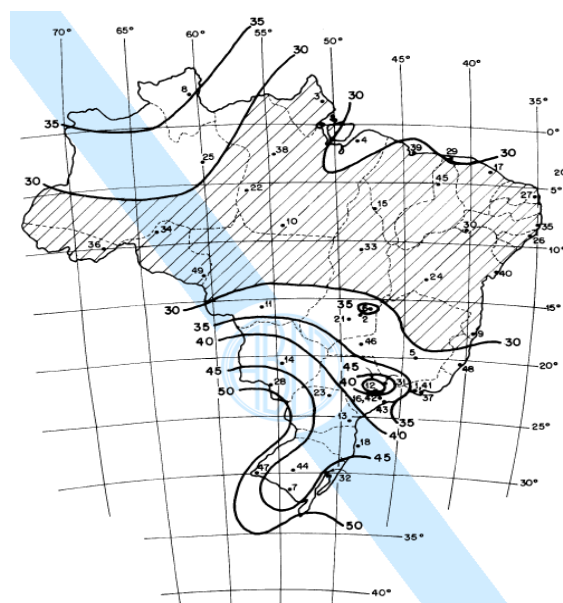


Figura 2. Isopletras da velocidade básica V_0 (m/s) (Fonte: NBR 6123:1988).

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 alta turbulência.

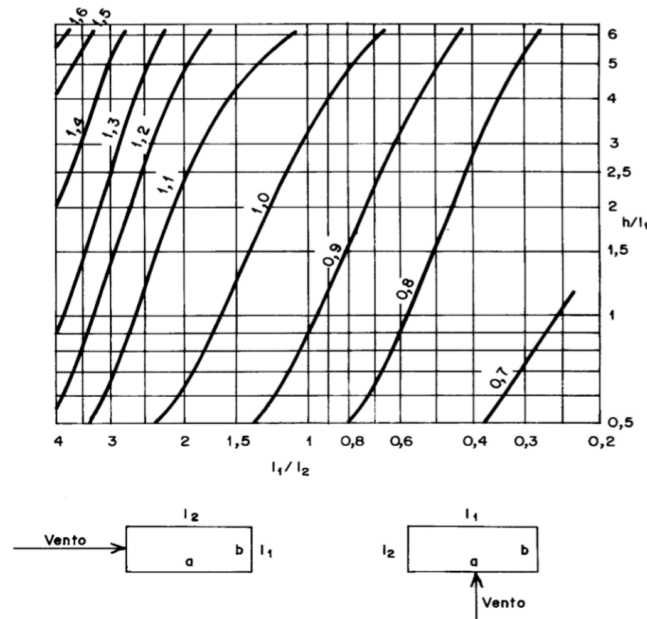


Figura 3. Coeficiente de arrasto para edificações paralelepípedicas em vento de alta turbulência (Fonte: NBR 6123:1988).

5.8 PONDERADORES DE AÇÕES E RESISTÊNCIAS

Os ponderadores de ações e resistências são utilizados para dimensionamento no Estado Limite último (ELU). A Tabela 3 ilustra os valores adotados.

Tabela 3. Majoradores de ações e minoradores de resistência

| Ponderador | Valor | Descrição |
|------------|-------|--------------------------------------|
| γ_f | 1,4 | Majorador de ações (concreto armado) |
| γ_c | 1,4 | Minorador de resistência do concreto |
| γ_s | 1,15 | Minorador de resistência do aço |

5.9 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:

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

- Sem coeficientes de combinação:

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

No qual,

- G_k – Ação permanente
- Q_k – Ação variável

- g_g – Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes
- $g_{Q,1}$ – Coeficiente parcial de segurança da ação variável
- $g_{Q,i}$ – Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento
- $y_{p,1}$ – Coeficiente de combinação da ação variável principal
- $y_{a,i}$ – Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

5.10 COEF. 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 (y_p) | Acompanhamento (y_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 (y_p) | Acompanhamento (y_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 |

5.11 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 |

Data de entrega: julho de 2020.

Eng. Wilson Jorge Marques
CREA nº: 0601496930