

## Sumário

1. OBJETIVOS	2
2. INFRA ESTRUTURA	3
3. ESTRUTURA	5
4. COBERTURA	9
5. MEMORIAL DE CÁLCULO	10

---

## OBJETIVOS

O presente memorial refere-se ao dimensionamento estrutural e especificações das estruturas de concreto armado e cobertura metálica para a edificação denominada DGRH/PRODECAD localizado na Universidade de Campinas – 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-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.

### **1.1.1. FUNDAÇÕES**

Não foram fornecidos relatórios de sondagem, somente informações sobre as fundações utilizadas nas imediações.

As fundações para apoio da estrutura deverão ser executadas conforme previsto no projeto de fundações e estrutura. A concepção é de estacas tipo escavadas, com diâmetro de 30 cm e executadas conforme orientações especificadas em projeto.

O nível de arrasamento das estacas está especificado nas folhas do projeto estrutural. As estacas serão escavadas e deverá ser comprovada que a capacidade de carga de projeto seja atingida, sendo esta profundidade de escavação, sob responsabilidade da construtora.

### **1.2. 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 30 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. 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.

### **1.3. ESCAVAÇÃO E REATERRO DAS VALAS PARA VIGASBALDRAME 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, o solo deverá ser relançado nas valas e compactado através de compactador manual (tipo sapo). A Contratada deverá garantir a qualidade do serviço de compactação do solo relançado nas valas.

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 ( $e = 5 \text{ cm}$ ) com medidas uniformes na sua largura e espessura.

#### **1.4. LASTRO DE CONCRETO**

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

É necessária a utilização de lona sob o lastro para evitar que a nata de cimento escape para o solo.

#### **1.5. 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 30 MPa e as barras de aço para as armaduras deverão obedecer às especificações da ABNT NBR 7480. O cobrimento mínimo das armaduras deverá ser maior ou igual a 4.0 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, cuidados especiais deverão ser tomados quando estas forem feitas próximas às estruturas existentes, para evitar danos à integridade estrutural das mesmas.

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.

### **1.1. 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.

A estrutura deve ser conservada molhada durante sete (07) dias após o lançamento do concreto.

## **1.2. CONCRETO ARMADO/ FORMAS**

### **1.2.1. 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 30 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.

## **1.3. CONSTRUÇÃO**

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

### **1.3.1. Geral**

O concreto preferencialmente será o pré-misturado 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: maior ou igual a 4.0 cm;
- Pilares: maior ou igual a 3.0 cm;
- Vigas: maior ou igual a 3.0 cm;

### **1.3.2. 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.

### **1.3.3. 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 inserts, assim como o concreto dos cantos das formas, será cuidadosamente trabalhado, de forma a impedir a formação de vazios.

#### **1.3.4. 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.

#### **1.3.5. 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 ser o 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.

#### **1.3.6. Cura**

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

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

#### **1.3.7. Forma**

A execução, manuseio e prazos de retirada das formas seguirá às prescrições dos item 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, exceto onde anotado.

#### **1.3.8. 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 total, conforme item 6.2.3.1 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.



### **1.1. ESTRUTURA METÁLICA**

As estruturas em questão são as estruturas metálicas das coberturas, compostas por terças apoiadas em treliças metálicas. Os apoios das terças devem seguir a altura correspondente à declividade do telhado.

As treliças e terças serão de chapas dobradas e o contraventamento resume-se às correntes fixas nas terças e treliças.

As treliças deverão apoiar-se nos pilares de concreto armado a serem executados.

As ligações serão parafusadas na estrutura principal e soldadas nos elementos de apoio e estrutura secundária.

A estrutura receberá de fabricação uma demão de fundo anticorrosivo e uma demão de esmalte sintético na cor branco. Após a execução da sua montagem a estrutura receberá uma pintura de acabamento e arremate em mais duas demãos de esmalte sintético na cor branco.

#### **1.1.1. Materiais**

Os materiais a serem utilizados na fabricação dos perfis, chapas dobradas e chapas de ligação são:

- Aço tipo ASTM – A36

- Parafusos: ASTM – A325 tipo 3 grau A – zincados por imersão a quente

- Soldas: eletrodo classe 70(AWS)-XX;

Todas as peças deverão passar por tratamento da superfície com jateamento abrasivo padrão As 2.1/2 – Metal quase branco;

Revestimentos anticorrosivos com aplicação de poliuretano alifático branco, com película de 250 µm.

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.

#### **1.1.2. Telhas**

As telhas deverão ser metálicas, em aço galvanizado e do tipo "sanduíche", apoiadas sobre perfis metálicos, conforme projeto de estrutura metálica. Pintura eletrostática conforme especificações no projeto arquitetônico.

### 1.1. 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 6122:2010 (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).

### 1.2. PROGRAMAS UTILIZADOS

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

### 1.3. MATERIAIS

Os materiais adotados para esse projeto são mostrados a seguir:

- Para a estrutura em concreto armado, foi especificada a resistência à compressão de **30 MPa** aos 28 dias. Com base na classe de agressividade ambiental II, os cobrimentos mínimos adotados foram de 25 mm para vigas e pilares de 30 mm.
- Para os blocos foi especificada a resistência à compressão de **30 MPa** aos 28 dias;
- A armadura passiva classe CA-50 e CA-60.

### 1.4. 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;

### 1.5. 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 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.

### 1.6. SISTEMA ESTRUTURAL

O sistema estrutural foi concebido conforme as especificações do projeto.

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

De posse dessas informações, foi elaborado um sistema de grelha de vigas, apoiadas em pilares e fundações em concreto armado.

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

### 1.7. FUNDAÇÕES

O projeto estrutural dos blocos levou em consideração as reações de cada pilar, foi eleita a quantidade necessária de estacas bem como suas dimensões para garantir o equilíbrio da estrutura.

### 1.8. DEFORMAÇÕES LÍMITES

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

### 6.9. 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.

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/m³)
<b>BLOCOS ARTIFICIAIS</b>	
Blocos Lajotas cerâmicas	18
Blocos de argamassa	22
Tijolos furados	13
Tijolos maciços	18
Tijolo sílico-calcários	20
<b>REVESTIMENTOS E CONCRETOS</b>	
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).

### 6.10.0 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	50.00

Não realiza-se análise dos efeitos de 2ª ordem

Valor para multiplicar os deslocamentos 1.05

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

### 6.10.1 SISMO

Sem ação de sismo

### 6.10.2 HIPÓTESES / AÇÕES DE CARGAS

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

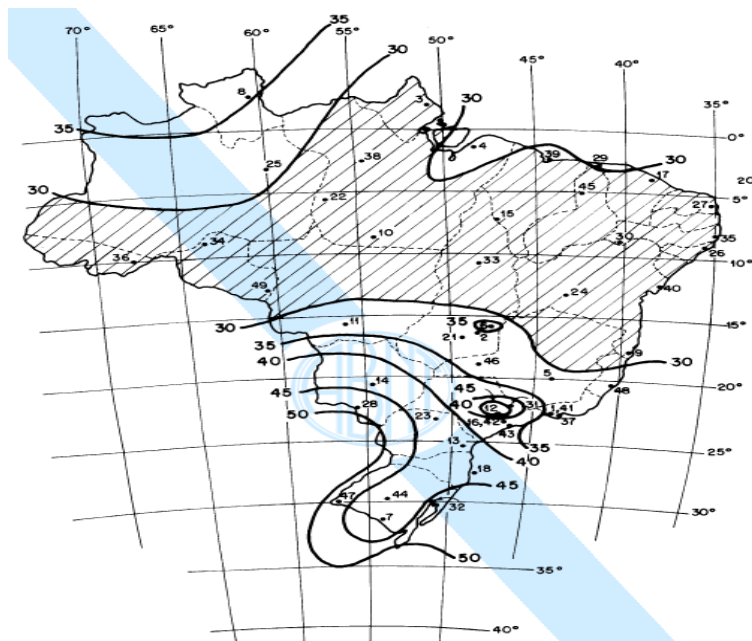


Figura 1. Isopletas da velocidade básica  $V_0$  (m/s) (Fonte: NBR 6123:1988).

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 paralelepipedicas em vento de baixa turbulência.

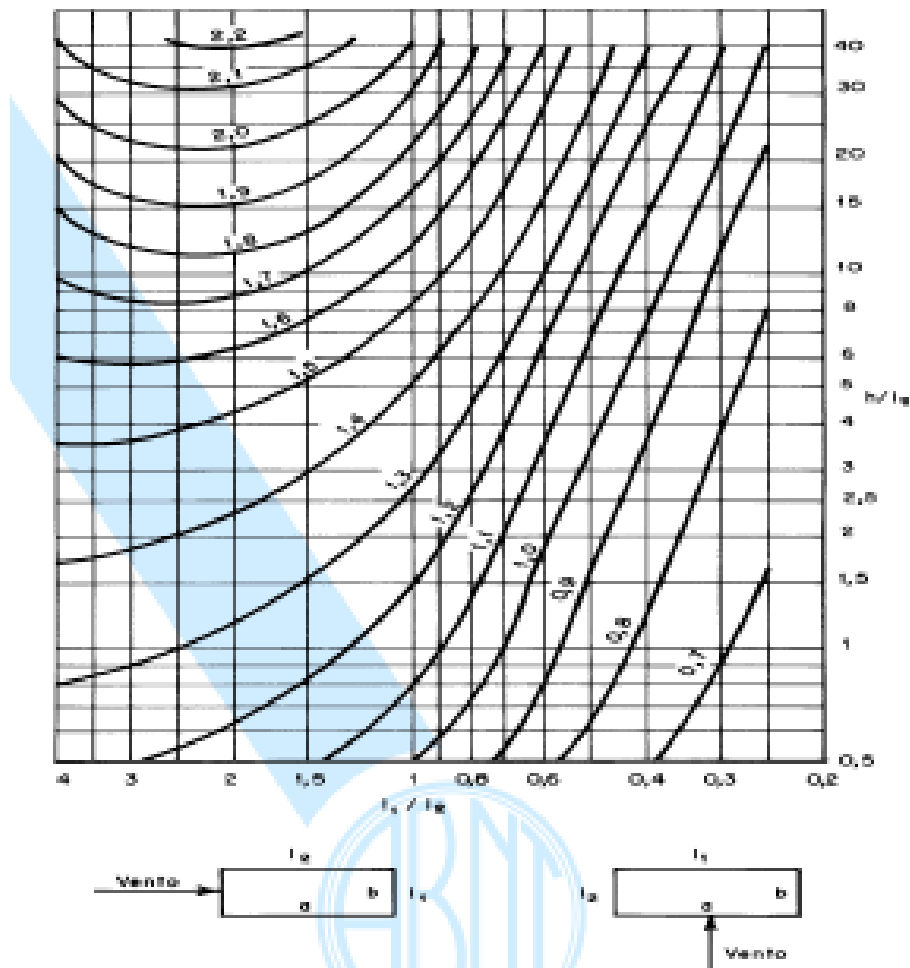


Figura 2. Coeficiente de arrasto para edificações paralelepipedicas em vento de baixa turbulência (Fonte: NBR 6123:1988).

#### 6.11. ESTADOS LIMITES

E.L.U. Concreto	NBR 6118:2014(ELU)
E.L.UtilFendilhação. 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

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

### -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

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes

$\gamma_Q$  Coeficiente parcial de segurança da ação variável  
 $\gamma_{Q1}$  principal

$\gamma_Q$  Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis  
 $\gamma_{Qi}$  de acompanhamento

$\gamma_{p1}$  Coeficiente de combinação da ação variável  
 $\gamma_{p1}$  principal

$\gamma_{ai}$  Coeficiente de combinação das ações variáveis de  
 $\gamma_{ai}$  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 ( $y_p$ )	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.UtilFendilhação. 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

## 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.UtilFendilhação. 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 <sup>2</sup> )	$g_c$
Elementos de fundação	C30, usina.rigor	300	1.40
Estruturas em concreto armado	C30, usina.rigor	300	1.40
Pisos	C25, usina.rigor	250	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/cm<sup>2</sup>;  $g_s = 1.15$

### 9.3. AÇO EM PERFIS

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

Data de entrega: Maio de 2015

---

Eng. Wilson Jorge Marques  
CREA nº: 0601496930  
ART: