

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
UNICAMP**

**REFORMA DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
DO PRÉDIO DA DGA
OS 78**

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

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS	1
2. INFRA ESTRUTURA	2
3. ESTRUTURA – CONCRETO ARMADO	4
4. COBERTURA	8
5. INTERFERÊNCIAS COM REDES EXISTENTES	9
6. MEMORIAL DE CÁLCULO	10
7. MATERIAIS UTILIZADOS	14

1. OBJETIVOS

O presente memorial refere-se ao dimensionamento estrutural e especificações das estruturas em concreto armado e cobertura metálica para a edificação denominada Reforma da distribuição de energia do prédio da DGA, localizada na Praça das Bandeiras, nº 45, Quadra 2 – UNICAMP – Barão Geraldo – Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Campinas, SP, e que deverão obedecer ao memorial descritivo do projeto estrutural e do projeto arquitetônico.

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-8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
- 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 coisas.

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. A concepção é de estacas do tipo Strauss, com diâmetro especificado e executados 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.

Além do mais, considerando que a cabine comportará um transformador de aproximadamente 3 toneladas e que as canaletas para parte elétrica inviabilizam outras soluções, optou-se por uma fundação piso armado independente da estrutura principal no ambiente em que o transformador está contido, uma vez que a carga solicitante é alta para se utilizar simplesmente um contra piso. Suas dimensões deverão ser executadas conforme orientações indicadas em projeto. Deverá ser executado sob o piso armado uma sub-base de brita tratada com solo cimentado (40% de brita 1, 40% de brita 2, 20% de areia fina tratado de pó de cimento) sendo posteriormente umedecido e compactado. O solo abaixo da sub-base deve estar bem compactado antes da execução da sub-base e do piso armado.

2.2. BLOCOS

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.

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 10 ± 2 cm, 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.

2.3. ESCAVAÇÃO E REATERRO DAS VALAS PARA 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 dos blocos, 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 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.

3. ESTRUTURA – CONCRETO ARMADO

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.

Deve-se obedecer rigorosamente às normas da ABNT, em especial a ABNT NBR 6118 e a ABNT NBR 14931, 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, 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 a dosagem do concreto devem ser feitos em obediência aos traços estabelecidos às prescrições da Norma Brasileira e às presentes especificações.

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 deve obedecer ao plano específico, 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.

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.

3.2. CONCRETO ARMADO

3.2.1. 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 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.

3.3. CONSTRUÇÃO

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

3.3.1. 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.

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: 5,0 cm;
- Canaletas: 3,0 cm;
- Pilares: 3,0 cm;
- Vigas: 3,0 cm;
- Piso armado: 4,0 cm (tela superior), 4,0 cm (tela inferior).

3.3.2. 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.

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).

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.

3.3.3. 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 10 ± 2 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.

3.3.4. 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 obedecer ao 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.

3.3.5. 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.

3.3.6. 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.

3.3.7. 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.

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.

3.3.8. 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 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. COBERTURA

4.1. ESTRUTURA METÁLICA

Estrutura metálica da cobertura, apoiada sobre pilaretes metálicos, que estão engastados na laje, conforme projeto estrutural e projeto arquitetônico.

4.2. PROJETO BÁSICO

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

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.

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 de montagem (na obra ou por necessidade de transporte) deverão ser parafusadas, a menos que especificado em contrário nos desenhos de projeto.

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 conexões parafusadas deverão possuir, no mínimo, dois parafusos.

4.6. CONEXÕES SOLDADAS

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

O fabricante deverá indicar nos Desenhos de detalhes de fabricação, 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).

4.7. 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. INTERFERÊNCIAS COM REDES EXISTENTES

Antes da execução da fundação, deverá ser feita a escavação manual de forma cuidadosa na área dos blocos e vigas baldrame para verificar a existência de redes. Caso haja presença de redes, as mesmas deverão ser deslocadas para só então se fazer a fundação.

6. MEMORIAL DE CÁLCULO

6.1. NORMAS ADOTADAS

Para este projeto, conforme as diretrizes estabelecidas pelo cliente, este deve estar em acordo com as prerrogativas das seguintes normas:

- 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-8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
- NBR-12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento
- NBR-14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento

6.2. PROGRAMAS UTILIZADOS

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

6.3. 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 30 mm para vigas e pilares.
- Para os blocos e o Radier, foi especificada a resistência à compressão de **35 MPa** aos 28 dias.
- A armadura passiva classe CA-50 e CA-60.

6.4. 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;
- Sondagens do subsolo fornecidos pela Unicamp;

6.5. 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.

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 C25 ou superior e relação água/cimento $\leq 0,60$.

O cobrimento da armadura varia de acordo com o elemento estrutural, sendo que para vigas, pilares e elementos estruturais em contato com o solo, maior ou igual a 30 mm.

6.6. SISTEMA ESTRUTURAL

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

O sistema de cobertura requerido foi de telhas metálicas trapezoidais apoiadas sobre vigas metálicas que, por sua vez, estarão apoiadas em 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.

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

6.7. FUNDAÇÕES

O projeto estrutural dos blocos e estacas levou em consideração as reações dos pilares, e o da fundação Radier, a reação proveniente do transformador. Assim, foram eleitas as dimensões dos blocos sobre estacas e do Radier de forma que garantam o equilíbrio da estrutura.

6.8. 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/250

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, alvenaria de vedação e revestimentos, sobrecarga dos trafos e ações devido ao vento na cobertura metálica.

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 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 2, foi adotado o peso específico de 25 kN/m³ para o concreto armado e o peso específico de 13 kN/m³ para a alvenaria de vedação (tijolos cerâmicos furados).

6.10. Vento

A velocidade básica do vento foi tomada de acordo com as isopletas ilustradas na NBR 6123:1988 (Figura 1), sendo que a velocidade básica (V_0) adotada foi de 45 m/s, com os seguintes coeficientes $S_1 = 1,0$ (fator do terreno); $S_2 = 0,79$ (categoria de rugosidade IV e classe da edificação A); $S_3 = 0,95$ (edificações com baixo fator de ocupação).

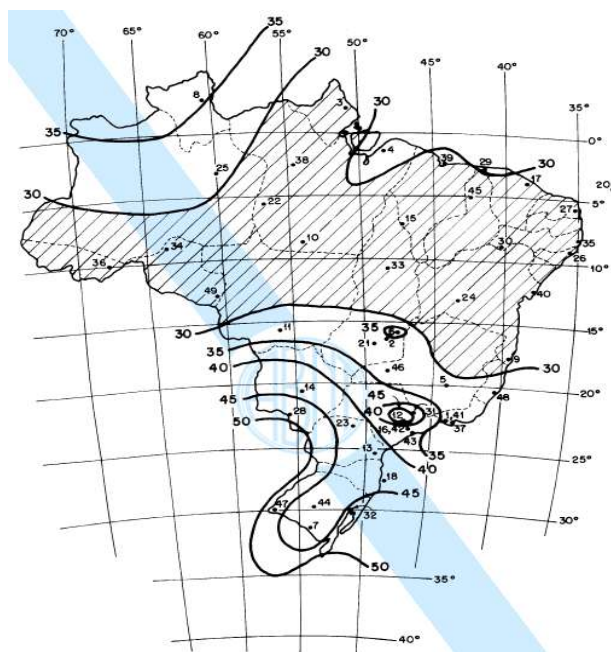


Figura 1. Isopletas da velocidade básica V_0 (m/s) (Fonte: NBR 6123:1988).

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 alta turbulência.

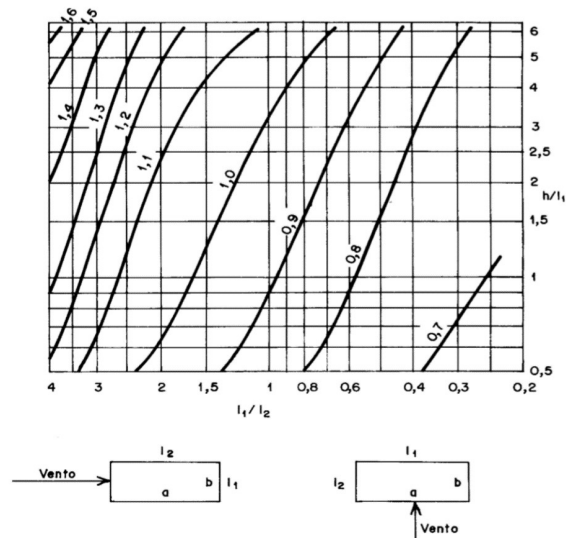


Figura 2. Coeficiente de arrasto para edificações paralelepípedicas em vento de alta turbulência (Fonte: NBR 6123:1988).

6.11. 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

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:

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

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
- $\psi_{p,1}$ – Coeficiente de combinação da ação variável principal
- $\psi_{a,i}$ – Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

7. MATERIAIS UTILIZADOS

7.1. CONCRETOS

Tabela 4. Elementos de concreto e suas resistências

Elemento	Concreto	f_{ck} (kgf/cm ²)	g_c
Estacas	C20, usina. Rigor	200	1,40
Fundação e Superestrutura	C35, usina. Rigor	350	1,40
Piso Armado	C35, usina. Rigor	350	1,40

7.2. AÇO EM BARRAS

Para todos os elementos estruturais da obra: CA-50-A e CA-60-B; $f_{yk} = 5097$ a 6116 kgf/cm²; $g_s = 1,15$.

7.3. AÇO EM PERFIS

Tabela 5. Características dos perfis de aço utilizados

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

Data de entrega: janeiro de 2020

Eng. Wilson Jorge Marques
CREA nº: 0601496930
ART: 28027230172747073