

**INSTRUÇÃO TÉCNICA
DE
SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA**

**ELABORAÇÃO DE PONTES
E VIADUTOS**



C B T U

IT 217/ CBTU

REV. 02

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		1/42	IT – 217/ CBTU

ÍNDICE	PÁG.
1.OBJETIVO	2
2.CAMPO DE APLICAÇÃO	2
3. ELEMENTOS PARA EXECUÇÃO DO PROJETO	2
4.NOTAÇÕES	3
5.UNIDADES	3
6.NORMAS E RECOMENDAÇÕES DO PROJETO	3
7.ESQUEMA ESTRUTURAL ADOTADO	4
8. PROJETO DA DRENAGEM DO VIADUTO	4
9. PROJETO DA ESTRUTURA	5
10.ELEMENTOS DO PROJETO	28
11.ANEXOS	31

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		2/42	IT – 217/ CBTU

1 - OBJETIVO

Esta Norma tem por objetivo definir os critérios a serem adotados na execução dos projetos dos viadutos em concreto armado ou protendido, sob responsabilidade da CBTU, visando dar uniformidade na apresentação das memórias de cálculo e desenhos, facilitando, desta forma, a execução do projeto e sua liberação para a obra.

2 - CAMPO DE APLICAÇÃO

As disposições desta Norma aplicam-se às pontes e viadutos ferroviários projetados para a CBTU e, no que couber, a outras obras-de-arte especiais projetadas para a transposição da faixa de domínio de ferrovias, como passagens de veículos rodoviários, de pedestres, de animais etc.

O texto da Norma fará referência, de forma simplificada, a viadutos, significando que o assunto é aplicável também a pontes e outras obras-de-arte especiais, no que couber.

3 - ELEMENTOS PARA EXECUÇÃO DO PROJETO

Os projetos detalhados serão desenvolvidos a partir dos projetos conceituais apresentados pela CBTU.

As projetistas receberão os elementos necessários ao desenvolvimento dos projetos tais como: (exceto os que fizerem parte do seu escopo contratual)

- . Levantamento planialtimétrico
- . Projeto geométrico
- . Gabaritos
- . Seções transversais
- . Perfis geológico-geotécnicos de sondagens
- . Estudos hidrológicos
- . Instruções com respeito à padronização de memórias de cálculo e desenhos
- . Croquis de localização

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		3/42	IT – 217/ CBTU

4 - NOTAÇÕES

Deverão ser empregadas, sempre que possível, as notações adotadas pela NBR - 6118.

5 - UNIDADES

Deverão ser empregadas as do Sistema Internacional de Unidades indicadas na NBR-6118 e NBR-7187, de acordo com a Regulamentação Metrológica e Quadro Geral de Unidades de Medida (Resolução CONMETRO 01/82 de 27 de abril de 1982, Ministério da Indústria e do Comércio).

Para apresentação dos dados e dos resultados, as unidades prescritas são:

- Para dimensões, áreas, volumes: m, cm, mm, m², cm², mm², m³, cm³, mm³;
- Para as cargas e as forças concentradas ou distribuídas: kN/m, kN/m², kN;
- Para as massas específicas: t/m³;
- Para os pesos específicos: kN/m³;
- Para as tensões e as resistências: MPa ou kPa;
- Para os momentos: kN.m;
- Para os módulos de deformação: GPa, MPa ou kPa.

Fica vetada a utilização de outros múltiplos e sub múltiplos das unidades citadas acima, como por exemplo, **daN** e outros; não será permitida a utilização da unidade bar para tensões e resistências, nem as unidades **kgf** e **tf** para forças.

6 - NORMAS E RECOMENDAÇÕES DE PROJETO

Esta Norma não invalida as Normas Brasileiras vigentes. Quando estas forem omissas em determinados itens, poderão ser adotados outros regulamentos estrangeiros, dando-se preferência, quando isto ocorrer, às prescrições do "CODE-MODELE CEBFIP POUR LES STRUCTURES EN BÉTON", além de outros como o "BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR REINFORCED CONCRETE" e as "DEUTSCHE INDUSTRIE NORMEN (DIN)".

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		4/42	IT – 217/ CBTU

Em caso de dúvida, a CBTU deverá ser consultada para aprovação de novos critérios a serem adotados nos cálculos estruturais dos viadutos.

7 - ESQUEMA ESTRUTURAL ADOTADO

Sempre que possível, quando se tratar de um lote de projeto, deverão ser adotadas soluções estruturais padronizadas. A escolha de um projeto deverá ser suficientemente justificada. O esquema adotado deverá satisfazer, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- Se as condições de fundação forem de difícil avaliação, deve-se dar inteira preferência a estruturas isostáticas;
- Não se permitirão estruturas com emprego de dentes Gerber e vigas em balanço, para viadutos ferroviários, a menos de uma aprovação específica por parte da CBTU.

Em condições topográficas que impeçam a execução de cimbramento convencional, deve-se dar preferência às estruturas pré-moldadas de peso compatível com os equipamentos de transporte e de montagem passíveis de utilização na obra; os pilares deverão ser detalhados de modo a ser possível a execução com auxílio de formas deslizantes ou trepantes.

Deve ser prevista fácil inspeção e a troca dos aparelhos de apoio.

Não deverá haver na estrutura pontos mortos para inspeção; assim, se a seção for vazada, deverão ser previstas aberturas ou janelas de inspeção para permitir a total inspeção da estrutura.

8 - PROJETO DA DRENAGEM DO VIADUTO

A drenagem do tabuleiro das obras-de-arte será feita através de drenos, lançando a água captada diretamente sob o viaduto, exceto no caso de viaduto sobre vias urbanas em que a estrutura deverá abrigar todos os elementos necessários para conduzir a água captada a um local adequado para lançamento.

Deverá ser estudada com cuidado a ligação da canalização da superestrutura com a da meso-estrutura.

Não serão permitidas canalizações internas na estrutura.

Em todos os pontos passíveis de acumulação de água deverão ser previstos elementos drenantes.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		5/42	IT – 217/ CBTU

Em estruturas celulares, por exemplo, recomenda-se o emprego de ralos tipos "pêra ou abacaxi" de diâmetro mínimo de 10 cm, instalados na laje inferior do caixão.

Recomenda-se a não utilização do interior das estruturas celulares para travessia de tubulações de qualquer natureza. Quando se tornar imperiosa esta utilização, deverá ser apresentada a sua justificativa prévia a CBTU, para seu exame e aprovação.

9 - PROJETO DA ESTRUTURA

No projeto da estrutura deverão prevalecer as Normas Brasileiras em vigência e, quando estas forem omissas, recorrer-se-á às prescrições já citadas no item 6.

9.1 - Tópicos Especiais

Os coeficientes de segurança para a verificação do estado limite último das estruturas de concreto armado e protendido são os indicados na NBR-7187.

Para coeficiente de impacto vertical deverá ser adotado aquele indicado na NBR-7187/2003.

A verificação de tensões em serviço nas estruturas em concreto protendido, será efetuada adotando-se a carga móvel majorada apenas pelo coeficiente de impacto.

As cargas serão as especificadas nas normas NBR-7187, NBR-7188, NBR-6118 e NBR-6123, salvo quando indicadas nesta Norma.

A carga permanente será constituída pelo peso próprio da estrutura e por todas as sobrecargas fixas, sendo computados com pesos específicos normalizados.

- concreto armado : 25 kN/m³
- lastro (altura mínima = 0,50m) : 18 kN/m³
- conjunto de trilhos, contra trilhos, dormentes e fixações : 5 kN/m

Para carga móvel será adotada, salvo indicação especial da CBTU, aquela indicada nas normas citadas anteriormente, sendo posicionada na situação mais desfavorável para o efeito a ser considerado. O trem tipo

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		6/42	IT – 217/ CBTU

ferroviário da Norma NBR-7189 será definido pela CBTU para cada conjunto de obras.

O estado limite de fissuração deverá ser verificado de acordo com o item 10.12.5 da NBR-7187/2003.

No cálculo das tensões na armadura, no estado limite de utilização, as solicitações devidas às cargas móveis, multiplicadas pelo coeficiente de impacto vertical, não sofrerão qualquer redução, isto é, nas combinações de esforços serão multiplicados pelo fator 1,00.

A abertura das fissuras, admissível no projeto, será $W_k = 0,20$ mm. O cobrimento da armadura deverá ser 3,0 cm para a super e mesoestrutura, e 4,0 cm para a infraestrutura. O cálculo da fissuração deverá ser feito nos bordos tracionados e ao longo da alma.

Para a consideração do efeito da fadiga no aço estrutural CA-50, sob a ação da carga de utilização, os valores das variações de tensão no aço $\Delta\Sigma s$ (delta sigma s), tensões estas calculadas no estado limite de utilização, não poderão ultrapassar:

- Nos trechos das barras pouco curvas ou retilíneas (diâmetro de dobramento $\geq 25\varnothing$) $\rightarrow \Delta\Sigma s = 180$ MPa;
- Para as barras utilizadas no combate ao cisalhamento ou em trechos curvos $\rightarrow \Delta\Sigma s = 140$ MPa.

Para as malhas soldadas a variação de tensões deverá ser limitada em 80 MPa.

No cálculo das tensões na armadura, no estado limite de utilização, as solicitações devidas à carga móveis, multiplicadas pelo coeficiente de impacto vertical, não sofrerão qualquer redução, isto é, nas combinações de esforços serão multiplicadas pelo fator 1,00.

Os critérios para verificação do estado limite último a esforço cortante e a torsão para estruturas de concreto armado e protendido serão os adotados pela NBR-7187/2003.

As bitolas das armaduras de concreto armado ou protendido serão dadas em mm, conforme especificações NBR-7480, NBR-7482 e NBR-7483. Será permitido o uso da bitola de 22mm.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		7/42	IT – 217/ CBTU

As indicações das bitolas nos desenhos e memórias de cálculo deverão ser sempre dadas em mm.

9.2 - Superestrutura

O cálculo dos esforços solicitantes será feito por método de geral aceitação.

Nas superestruturas em concreto protendido deverão ser satisfeitos, no mínimo, os seguintes requisitos:

- a dimensão mínima da alma das vigas será de 20 cm;
- não se considerará para o concreto valor de f_{ck} maior do que 30 MPa;
- recomenda-se que o valor limite supracitado somente seja usado em casos especiais, adotando-se nos projetos valores característicos da ordem de 26 MPa.

Para superestrutura em concreto armado deverá ser dada preferência a concreto com tensão característica de 18 MPa.

Valores superiores poderão ser usados, quando necessários, desde que perfeitamente justificados.

A avaliação das flechas, dadas pelas cargas móveis, deverá obedecer às condições impostas pelas normas, não ultrapassando a relação de 1/500 do vão teórico.

Nas estruturas ferroviárias, a superelevação transversal da linha será obtida no lastro, não sendo levada em consideração, para efeito de projeto, a variação de nível entre as faces superiores dos trilhos.

O cálculo dos aparelhos de apoio de neoprene fretado deverá obedecer ao "CODE 772-R" da "Union Internacional dos Chemins de Fer - UIC".

Deverá ser prevista uma camada regularizadora e niveladora, executada com argamassa epoxídica, do tipo Sika-grout ou similar, sobre as superfícies de pilares e encontros para apoio dos neoprenes, com espessura média de 1,5 cm, com qualidades mecânicas iguais ou melhores que as do concreto subjacente, devendo ficar perfeitamente aderido ao mesmo, mediante adequado preparo da superfície.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		8/42	IT – 217/ CBTU

No caso de vigas pré-moldadas, prever também uma camada regularizadora de argamassa epoxídica entre o topo do neoprene e a base da viga com material de qualidades mecânicas iguais ou melhores que as do concreto e de forma a garantir o perfeito contato entre essas superfícies.

Deverão ser previstas armaduras adicionais para resistirem aos esforços solicitantes decorrentes de recalques admissíveis e decorrentes da suspensão da superestrutura por macacos hidráulicos, colocados em locais predeterminados no projeto, a fim de permitir a troca dos aparelhos de apoio.

Nos viadutos protendidos, deverá constar, no desenho da cablagem, o quadro completo de protensão das vigas, isto é, força e idade da protensão, comprimento e alongamento dos cabos, acomodação da ancoragem, ordem de protensão dos cabos e demais dados necessários para a protensão das vigas.

9.3 - Mesoestrutura

A distribuição dos esforços longitudinais deverá levar em conta a presença dos aparelhos de apoio. A consideração de efeitos de contenção do terreno na distribuição de esforços deve ser analisada para cada caso.

A projetista deverá apresentar um quadro resumo na memória de cálculo contendo os esforços em serviço, (estado limite de utilização - combinação freqüente), com coeficiente de impacto, no topo do pilar, orientados segundo os eixos principais do pilar, fazendo o eixo X coincidir com o eixo vertical do pilar, o eixo Y com o eixo longitudinal do viaduto e o eixo Z com o eixo transversal do viaduto. Este quadro resumo deverá ser feito para cada hipótese de carregamento.

A projetista deverá apresentar também um quadro semelhante ao anterior com esforços no estado limite último.

Para a verificação da estabilidade dos pilares, a consideração do efeito das deformações obedecerá ao seguinte critério:

- quando $\Lambda(\lambda) \leq 25$, esse efeito poderá ser desprezado;

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		9/42	IT – 217/ CBTU

- quando $\Lambda(\text{lambda}) > 25$, esse efeito será obrigatoriamente considerado (efeito de 2ª ordem), sendo lambda o índice de esbeltez definido pela relação:

$$\Lambda(\text{lambda}) = \frac{L_o}{i}$$

em que:

L_o : comprimento de flambagem (no caso dos pilares dos viadutos com vigas isostáticas poderá ser considerado $L_o = 2 \times L$);

L : comprimento real do pilar (da base até o topo do bloco de apoio da superestrutura);

i : raio de giração ($i = \sqrt{\frac{I_c}{A_c}}$);

I_c : momento de inércia em relação ao eixo normal no plano de flambagem, sendo que no caso de pilares com inércia variável em viadutos com vigas isostáticas, as fórmulas anteriores, embora não pertinentes, poderão ser utilizadas desde que o momento de inércia (I_c) a ser considerado, seja a inércia equivalente à de uma barra com seção constante que, para uma carga unitária no topo, sofra a mesma flecha que a peça de inércia variável com altura idêntica à outra;

A_c : área da seção de concreto, que será calculada à meia altura do pilar, no caso de pilares com inércia variável.

A verificação do estado limite último para flambagem, que abrange a verificação da segurança no estágio último da seção da peça, bem como a verificação da estabilidade da peça, será feito por processo baseado em análise não linear que considera a relação momento-curvatura, obtida através dos diagramas tensão-deformação do concreto e do aço, conforme determinado na NBR-7187. Esta verificação se fará iterativamente, conforme os itens descritos a seguir:

- dividir a estrutura em um número suficiente de elementos (mínimo de 10 entre os pontos de inflexão da barra, ou seja, 5 elementos para um pilar engastado na base e livre no topo);

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		10/42	IT – 217/ CBTU

- determinar os esforços solicitantes da estrutura para a geometria inicial do sistema, devendo ser levado em consideração os esforços devidos à excentricidade adicional, que será do valor prescrito na folha seguinte. O peso próprio do pilar será distribuído proporcionalmente pelas juntas criadas nas divisões do elemento, bem como o vento atuante no pilar;
- obter a geometria deformada da estrutura, tendo em conta a relação tensão-deformação do concreto e do aço, para determinação das curvaturas ao longo de cada elemento da estrutura. Para obtenção somente das curvaturas deve ser utilizada a curva tensão-deformação do concreto na NBR-7187/2003.
- para a geometria deformada do sistema, determinar os esforços atuantes na estrutura e, a partir destes, obter nova geometria deformada, estabelecendo, assim um processo iterativo. A estabilidade estará comprovada se for obtida a mesma deformada da estrutura em duas iterações subseqüentes.

A estrutura será instável quando for verificado que os incrementos das determinações em iterações subseqüentes são sempre crescentes;

-será atingido o estado limite último de ruptura , quando as curvaturas determinadas em cada ponto corresponderem às deformações relativas máximas do concreto ou do aço definidas na NBR-6118. Para verificação do estado limite de ruptura será utilizada a curva tensão-deformação dada no item 8.2.4 da NBR-6118 e um coeficiente de minoração

$$\gamma_c (\text{gama}) = 1,5;$$

- o valor do módulo de deformação longitudinal a compressão do concreto (E_{cm}), a ser considerado no cálculo das deformações, será dado pela expressão:

$$E_{cmj} = 9,5 (f_{ckj} + 8)^{1/3} \text{ com } f_{ckj} = f_{ck} + 3,5$$

sendo E_{cmj} em GPa e f_{ck} em MPa.

O valor do módulo de deformação longitudinal da armadura (E_s) será tomado igual a 210 GPa;

- os esforços devidos ao efeito de 2ª ordem, no estado limite último, deverão ser levados em consideração no cálculo dos esforços para o dimensionamento da infra-estrutura, isto é, blocos, sapatas, tubulões, estacas, etc; contudo eles não deverão ser computados para o cálculo da

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		11/42	IT – 217/ CBTU

pressão atuante, em serviço, na base da fundação sobre o terreno, seja ela sapata, tubulão, estaca etc.

Para levar em consideração as imperfeições, deve ser considerada no cálculo uma excentricidade adicional (e_a) do ponto de vista de aplicação do esforço axial de compressão.

Será utilizado o maior dos três valores, para qualquer valor de λ :

$$e_a = 0,67 \times \frac{l_e}{300}$$

ou

$$e_a = 20 \text{ mm}$$

No caso dos pilares solicitados segundo duas direções principais, a excentricidade adicional será determinada usando o maior dos dois comprimentos de flambagem e serão feitas duas verificações distintas para o elemento: uma, considerando a excentricidade adicional segundo a direção da resultante do esforço aplicado, e outra, considerando-a segundo a direção mais esbelta do elemento. As duas verificações não necessitam ser feitas se as excentricidades máximas nos sentidos longitudinal e transversal forem consideradas concomitantemente.

Após o cálculo dos esforços na base do pilar, deverá a projetista fazer dois quadros-resumo com os esforços finais: um, em serviço, sem a consideração dos momentos de 2ª ordem na base dos pilares e sem considerar o coeficiente de impacto, e o outro, no estado limite último, considerando os momentos de 2ª ordem e o coeficiente de impacto vertical. Estes dois quadros-resumo serão feitos para cada hipótese descarregamento. Os esforços no estado limite último servirão para o dimensionamento estrutural das peças e os esforços em serviço para a análise das tensões no terreno.

Será permitida uma variação máxima de 4% (2% para cada lado) na dimensão longitudinal ao longo da altura. No caso de pontes em curva com pilares de grande altura, a dimensão transversal poderá também ser variável ao longo da altura do pilar.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		12/42	IT – 217/ CBTU

Quando houver necessidade de variação de seção ao longo da altura em um ou mais pilares de um viaduto, todos os demais deverão sofrer a mesma variação, por razões estéticas. Isto significa que todos os pilares deverão ter a mesma forma externa.

Deverá ser dada preferência a concreto com tensão característica à compressão de 18 MPa. Valores superiores poderão ser usados, quando necessários e perfeitamente justificados.

Através de análise econômica, verificar a conveniência de se projetar com seção maciça os pilares com alturas inferiores a 6m.

Sobre as paredes dos pilares de seção vazada, no seu topo, haverá um bloco maciço com a finalidade de distribuir as cargas da superestrutura para as paredes do pilar.

Quando se tratar de estruturas pré-moldadas, poderá haver sobre o bloco do topo do pilar um pórtico transversal de concreto, com uma largura de 95cm, que servirá de apoio à treliça de lançamento das vigas pré-moldadas.

A espessura mínima das paredes dos pilares vazados será de 30cm, para possibilitar a acomodação das armaduras de sustentação das formas deslizantes, se utilizadas.

A menor dimensão transversal de pilares maciços não deverá ser inferior a 40cm ou 1/25 de sua altura livre.

Todos os pilares vazados deverão ter uma abertura de 70 x 70cm na face voltada para o vale, a fim de permitir visita para inspeção interna. A face inferior da abertura deve ficar a 50cm do topo do bloco ou sapata, no caso de ficarem aflorados, ou 50cm da superfície do terreno natural, no caso de ficarem enterrados (ver Anexo I).

Os pilares deverão ser dimensionados em várias seções ao longo da sua altura para que se possa estudar a variação de armadura, isto é, serão usadas bitolas diferentes ao longo do pilar, devendo, sempre que possível, ser mantido o mesmo número de barras nas diversas seções dimensionadas.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		13/42	IT – 217/ CBTU

A armadura longitudinal dos pilares vazados terá comprimento máximo de 5,50m e serão emendadas em cada seção 50% do total das barras. As bitolas de armadura longitudinal deverão variar entre 12,5mm e 20mm, podendo-se em casos especiais usar o diâmetro de 22mm. Numa mesma seção, a distância entre barras longitudinais será no máximo de 25cm e no mínimo 7,5cm. A armadura mínima a ser adotada no pilar será de 0,8% da seção de concreto necessária ou 0,5% da seção de concreto existente. Deverá ser disposta uma armação contra a flambagem da armadura longitudinal, de acordo com o Anexo III.

Na abertura para inspeção dos pilares vazados, deve-se dispor uma armadura de reforço, de acordo com o Anexo II.

Todos os estribos dos pilares vazados serão formados por 2 barras abertas, cujos diâmetros e espaçamentos obedecerão a NBR-6118.

A armadura longitudinal deverá ser levada até o topo do pilar, menos 5cm.

O cobrimento da armadura dos pilares, em relação aos estribos, será de 3,0cm.

O bloco do topo dos pilares, deverá ser calculado como uma peça auto-equilibrada, que recebe carregamento através dos aparelhos de apoio e das paredes do pilar. A armadura do bloco dos pilares será disposta em forma de laço horizontal, apoiada sobre as paredes do pilar e será ancorada para resistir integralmente à reação de apoio. O raio interno do laço deverá ser calculado de acordo com a NBR-6118. O comprimento de ancoragem efetivo (l_{be}) deverá ser considerado, no cálculo do raio interno do laço, igual à espessura da parede menos 10 cm. A projetista deverá colocar no desenho de armação uma NOTA com os seguintes dizeres: "A armadura do bloco do topo dos pilares deverá apoiar-se no mínimo emcm, em ambos os lados da mesma barra em forma de laço, nas paredes do pilar".

No dimensionamento e detalhamento do bloco do topo dos pilares deverá ser levada em conta a hipótese do levantamento da superestrutura por meio de macacos hidráulicos, a fim de permitir a troca dos aparelhos de apoio no decorrer da vida útil da obra. Deverá ser prevista, na parte superior do bloco, uma armadura colocada sob os aparelhos de apoio para absorver os esforços transmitidos pela superestrutura, bem como sob a região onde será colocado o macaco hidráulico para suspensão do tabuleiro.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		14/42	IT – 217/ CBTU

9.4 - Infra-Estrutura

A solução escolhida deverá ser perfeitamente justificada pelas sondagens de reconhecimento do subsolo e em função das cargas a serem suportadas.

Cuidado especial deverá ser tomado com o processo executivo, para que as condições topográficas e hidrológicas adversas não invalidem a solução escolhida.

No caso de fundações em leitos de rios, deverão ser considerados os esforços de correnteza e os desconfinamentos oriundos de processo de erosão.

Será permitida a consideração do terreno para absorver esforços horizontais na fundação, desde que os coeficientes adotados sejam perfeitamente justificados e compatíveis com o solo em questão e com o processo executivo das fundações.

9.4.1 - Blocos de coroamento sobre tubulões ou estacas

A projetista deverá incluir na memória de cálculo quadros-resumo dos esforços na base do bloco de coroamento. Para cada hipótese de carregamento haverá dois quadros: um em serviço sem levar em conta o coeficiente de impacto e o efeito de 2ª ordem e o outro no estado limite último considerando o coeficiente de impacto vertical e o efeito de 2ª ordem.

O cálculo dos esforços solicitantes de flexão nos blocos poderá ser feito como estrutura auto-equilibrada no sentido longitudinal e no sentido transversal separadamente, ou através do cálculo pelo método das bielas.

O esquema estrutural adotado para o bloco deverá levar em conta os esforços provenientes da base dos pilares, inclusive o efeito de 2ª ordem e o coeficiente de impacto vertical, o peso próprio do bloco, bem como as reações (esforços normais e momentos) no topo dos tubulões ou estacas.

O dimensionamento à flexão será feito para o momento máximo obtido por um dos processos acima descritos, devendo no caso de análise como bloco auto-equilibrado, a armadura resultante ser multiplicada por um coeficiente de majoração, chamado de coeficiente de faixa, que é a

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		15/42	IT – 217/ CBTU

relação entre a armadura por metro máxima necessária e a armadura por metro média.

O coeficiente de majoração poderá ser obtido de forma aproximada, para o caso de fundações com quatro tubulões, da seguinte forma:

- coeficiente de faixa no sentido longitudinal

$$\frac{F1}{(F1 + F2)/2} \geq 1,00$$

- coeficiente de faixa no sentido transversal

$$\frac{F1}{(F1 + F3)/2} \geq 1,00$$

Sendo F_i o esforço normal no topo do tubulão de número i e F_1 é o esforço normal do tubulão mais solicitado à compressão. (ver fig. 1)

A armadura incrementada através do coeficiente de faixa terá comprimento constante ao longo do bloco e distribuída da seguinte forma: 80% sobre os tubulões ou estacas e 1,2 vezes os 20% restantes entre os tubulões ou estacas.

O estado limite de fissuração deverá ser verificado de acordo com o item 9.1 dessa Norma.

A armadura principal será emendada em duas seções ao longo do seu comprimento, quando houver necessidade, adotando-se comprimento de emenda de acordo com a NBR-6118. A bitola máxima recomendada será de 20mm, com o objetivo de atender ao estado limite de fissuração sem majorar excessivamente a armadura necessária no dimensionamento no estado limite último por flexão. A armadura colocada entre os tubulões poderá ter bitola inferior à da armadura sobre os tubulões, não podendo entretanto ser inferior a 12,5mm cada 20cm.

O espaçamento mínimo entre os eixos das barras deverá ser de 10cm, a fim de evitar interferências com a armadura dos tubulões ou estacas. O cobrimento da armadura será igual a 4cm. O início do comprimento de ancoragem da armadura será na metade do diâmetro do tubulão ou estaca (ver fig. 2) na falta de um estudo mais rigoroso.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		16/42	IT – 217/ CBTU

A distância do eixo do tubulão ou estaca de diâmetro "d" à face do bloco deverá ser no mínimo igual a $d/2 + 30$ cm.

Deverão ser colocadas armaduras mínimas, laterais e superiores constantes, em forma de malha, de $\varnothing 12,5$ mm cada 20 cm (CA-50). As emendas dessas armaduras serão feitas, quando necessárias, em uma mesma seção, com comprimento da emenda de acordo com a NBR-6118.

A armadura lateral vertical de $\varnothing 12,5$ mm cada 20 cm (CA-50) deverá dobrar a 90° com raio adotado para estribo, prolongada na parte superior e inferior do bloco com um comprimento horizontal de 20 cm depois da dobra.

O bloco deverá ser verificado ao esforço cortante conforme será mostrado a seguir.

A altura do bloco deverá ser de preferência constante e será determinada de modo a evitar a utilização de armadura de cisalhamento. Essa verificação deverá seguir os critérios do Building Code Requirements For Reinforced Concrete , transcrito a seguir:

- 1) Na avaliação da força cortante ou da força para cálculo do funcionamento produzida pelas estacas, em qualquer seção de cálculo, deverão ser utilizados os critérios abaixo: (ver fig. 3)
 - a) computar toda a reação da estaca, cujo centro está localizado à $dp/2$ ou mais para fora da seção considerada.
 - b) computar nenhuma reação da estaca, cujo centro está localizado à $dp/2$ ou mais para dentro da seção considerada.
 - c) considerar para posições intermediárias, interpolação linear.
- 2) Na verificação da tensão de resistência do concreto ao cisalhamento, deve ser satisfeito o mais rigoroso dos dois critérios:
 - a) Seção crítica situada a uma distância d da face do pilar e seção transversal compreendendo toda a largura do bloco. Para este critério, as condições abaixo devem ser satisfeitas:

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		17/42	IT – 217/ CBTU

$$v_u \leq 0,85 v_c$$

$$v_u = \frac{V_d}{b_w * d}$$

onde: v_u = tensão de cisalhamento de cálculo

v_c = tensão de resistência do concreto ao cisalhamento

V_d = esforço cortante majorado

d = altura útil

b_w = largura útil

Na determinação de v_c , a menos de um cálculo mais rigoroso, temos:

$$v_c = 0,17 \sqrt{f_{ck}} \text{ com } v_c \text{ e } f_{ck} \text{ em MPa}$$

b) Seção crítica situada a $d/2$ da face do pilar, satisfazendo as condições abaixo:

b1) Pilar somente com força normal

$$v_u \leq 0,85 v_c$$

$$v_u = \frac{F_d}{b_o d} \leq e$$

$$v_c = 0,083 \left(2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f_{ck}} \leq 0,33 \sqrt{f_{ck}}$$

com v_c e f_{ck} em MPa

onde: v_u = tensão de funcionamento

F_d = força majorada para cálculo do funcionamento.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		18/42	IT – 217/ CBTU

b_o = perímetro de seção crítica situada a $d/2$ da face do pilar.

d = altura útil.

β_c (beta) = razão entre o lado maior e menor do pilar.

b2) Pilar com esforço normal e momento

O momento considerado, longitudinal ou transversal, deve ser multiplicado pelo fator γ_v (gama) para se obter a parcela que provoca efeito de funcionamento na seção crítica.

Este fator é dado por:

$$\gamma_v(\text{gama}) = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{c_1 + d}{c_2 + d}}}$$

onde $(c_2 + d)$ é a parcela do perímetro na direção do momento e $(c_1 + d)$ a parcela do perímetro perpendicular a $(c_2 + d)$. (ver Fig 4)

A tensão de funcionamento é dada por:

$$v_u = \frac{F_d}{A_c} + \frac{\gamma_v(\text{gama}) \cdot M_d \cdot C_{AB}}{J_c} \leq 0,85 v_c$$

onde: F_d = força majorada

M_d = momento majorado

$A_c = 2d(c_1 + c_2 + 2d)$

$$J_c = \frac{d(c_1 + d)^3}{6} + \frac{(c_1 + d)d^3}{6} + \frac{d(c_2 + d)(c_1 + d)^2}{2}$$

com os valores de v_c dados em b.1

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		19/42	IT – 217/ CBTU

9.4.2 - Sapatas

A projetista deverá apresentar na memória de cálculo, quadros-resumo dos esforços em serviço na base da sapata, de forma análoga ao item 9.4.1 parágrafo 1, indicando a tensão máxima no solo.

As sapatas deverão ser empregadas sempre que as condições do terreno superficial permitirem. A projetista deverá procurar adotar dimensões para a sapata (ver figura 5) tais que em cada direção satisfaça a relação $0,5 \geq l/h \geq 2,0$, fazendo $h \geq 1/3 h$ ou 30 cm. O ângulo beta, formado entre o plano horizontal e a face superior da sapata, deverá ser aproximadamente igual a 20° , que corresponde ao ângulo do talude natural do concreto fresco.

As dimensões da sapata em planta serão tais que a tensão no terreno seja inferior à admissível e a mais uniforme possível, a fim de evitar recalques diferenciais.

Para o cálculo das tensões nas bordas da sapata poderão ser empregados fórmulas e ábacos, desde que aprovados e reconhecidos pela CBTU.

Para o dimensionamento da sapata deverá ser levados em conta o efeito de 2ª ordem nos esforços provenientes do pilar, e o coeficiente de impacto vertical. O cálculo dos esforços de flexão atuantes na sapata será feito através da análise da sapata auto-equilibrada em ambos os sentidos: longitudinal e transversal, separadamente.

O dimensionamento da sapata à flexão será feito, em cada sentido, a partir dos esforços obtidos pelo processo acima descrito, devendo a armadura calculada para o maior momento fletor atuante ser mantida constante ao longo da sapata até a borda. As ancoragens devem ser determinadas de forma usual, deslocando-se o diagrama de esforços na armadura e usando a NBR-6118.

A projetista deverá incrementar a armadura de flexão obtida segundo o cálculo acima, em cada sentido, de um fator chamado de coeficiente de faixa, definido conforme mostrado a seguir: (ver fig. 6)

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		20/42	IT – 217/ CBTU

coeficiente de faixa no sentido longitudinal

$$\frac{(\Sigma 1(\sigma) + \Sigma MY(\sigma))}{\Sigma MY(\sigma)} / 2$$

coeficiente de faixa no sentido transversal

$$\frac{(\Sigma 1(\sigma) + \Sigma MZ(\sigma))}{\Sigma MZ(\sigma)} / 2$$

sendo:

$$\Sigma MY = \frac{\Sigma 1 + \Sigma 2}{2} e$$

$$\Sigma MZ = \frac{\Sigma 1 + \Sigma 3}{2}$$

Deverá ser evitada a utilização de armadura de combate ao cisalhamento. Para esta verificação, deverá também ser satisfeito o mais rigoroso dos dois critérios apresentados no cálculo dos blocos.

A armadura principal da sapata será disposta na face inferior, uniformemente distribuída, constante ao longo do comprimento da sapata até a borda e ancorada convenientemente. Deve-se ainda dispor nas regiões sob as quinas dos pilares, uma armadura de reforço igual a duas vezes o valor da armadura principal da direção em referência, distribuída numa faixa igual a 0,25 para cada lado, medida a partir da face externa do pilar, sendo o balanço da sapata na outra direção. As barras terão, pelo menos, um espaçamento entre eixos de 3ϕ ao longo da mesma camada horizontal, devendo haver, no mínimo, 1ϕ ou 2cm de folga entre duas barras no sentido vertical. Como espaçamento máximo entre os eixos de duas barras, na mesma camada horizontal, será adotado 20cm, sendo o diâmetro máximo da armadura principal limitado em 20mm e o mínimo em 12,5mm. A armadura secundária, transversal à principal, será no mínimo

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		21/42	IT – 217/ CBTU

20% da armadura principal. As emendas das armaduras principal e secundária serão feitas, quando houver necessidade, em duas seções emendando-se, em cada uma delas, 50% das barras com o comprimento da emenda de acordo com a NBR-6118. Deverá ser colocada uma armadura em forma de malha na face superior, bem como nas faces laterais da sapata, de Ø12,5mm cada 20cm (CA-50), aplicando-se a elas as mesmas recomendações já feitas para o caso dos blocos de coroamento.

Na verificação da segurança ao tombamento, o momento de estabilidade deverá ser maior ou igual a 1,5 vez o momento de tombamento.

Para a verificação da estabilidade ao deslizamento adotar-se-á:

$$(N + P) \operatorname{tg} \operatorname{fid} \geq 1,5 H$$

sendo:

H: resultante dos esforços horizontais

N: esforço normal no topo da sapata (sem coeficiente de impacto vertical)

P: peso próprio da sapata

fi: ângulo de atrito interno do solo para pressões efetivas

fid: ângulo de atrito interno de cálculo (minorado)=2/3 fi

Obs.: Não computar no cálculo de H o efeito favorável do empuxo passivo na face lateral oposta da sapata.

9.4.3 - Tubulões

Serão empregados sempre que não for possível o uso de fundação do tipo superficial, devendo ser considerado, na determinação dos esforços, que o bloco é infinitamente rígido e que os tubulões são engastados nele. A contenção lateral do solo também deverá ser levada em consideração.

No cálculo dos esforços atuantes sobre os tubulões, deverá ser considerado o coeficiente de impacto vertical, bem como o efeito de 2ª ordem determinado na verificação da estabilidade dos pilares.

Os tubulões deverão penetrar 5cm no interior do bloco e serão vazados com dimensões fornecidas na figura 7, sendo preenchidos, após a

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		22/42	IT – 217/ CBTU

cravação e a abertura da base, com concreto estrutural de resistência característica fck igual à do concreto da camisa do tubo.

O concreto estrutural dos tubulões terá fck = 15 Mpa. O aço empregado será o CA-50.

Com os esforços obtidos da análise, o tubo será dimensionado a flexo compressão ou a flexo tração considerando a seção total, isto é, parede mais núcleo, uma vez que será admitida a hipótese de que o concreto do núcleo é aderente à camisa, formando, dessa forma, uma seção homogênea.

Os tubulões dos encontros deverão ser representados juntamente com os tubulões dos pilares em desenhos contendo somente suas formas e armações.

Deverá constar nesse desenho de forma e armação dos tubulões, uma tabela de carga e tensões na base dos tubulões, isto é, carga normal máxima na base do tubo, inclusive com o peso próprio, e tensão máxima e média no solo.

Nestes desenhos deverá constar a seguinte NOTA:

"As cotas de assentamento dos tubulões deverão ser confirmadas no local, de modo a atender às tensões máximas de projeto".

A seção de ferro máxima obtida no dimensionamento deverá ser mantida constante ao longo do fuste do tubo.

A armadura da ligação fuste-base será idêntica à armadura do fuste, agrupada em feixes de duas barras com estribos construtivos de Ø10mm espaçados de 40cm, a fim de enrijecer a armadura e facilitar a concretagem da base.

A armadura vertical será reta, isto é, sem qualquer tipo de dobra ou gancho nas extremidades. As barras não poderão ter comprimentos superiores a 4,00m, para poderem passar pelo "cachimbo" da câmara de compressão.

A armadura principal da camisa do tubo deverá penetrar no bloco um comprimento suficiente para garantir a ligação do tubo com o bloco. Atenção especial deverá ser dada ao caso de momentos elevados.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		23/42	IT – 217/ CBTU

A armadura mínima longitudinal a ser adotada nos tubulões será de 0,8% da seção de concreto teoricamente necessária ou 0,5% da seção total.

Deverá constar do desenho de armação dos tubulões o comprimento de emenda da armadura principal do tubulão, que será função do esforço a que está submetida a armadura de determinada seção: compressão ou tração.

O estribo da camisa de concreto deverá ser dimensionado para resistir aos esforços provocados pela pressão do ar comprimido no interior de camisa, imaginando-se o tubulão sob ar comprimido submetido a uma pressão igual a 1,3 vezes a pressão máxima de trabalho prevista e sem considerar a pressão externa devido à terra e à água. Deverá ser adotada uma armadura de estribos mínima de Ø8,0mm cada 20cm (CA-50).

O comprimento dos tubulões a ar comprimido deve ser limitado, para ter no máximo 30m de coluna d'água acima da sua base.

O diâmetro interno dos estribos do tubulão deverá ser igual a Ø7,5cm, sendo d o diâmetro externo do tubulão. O comprimento de emenda das barras do estribo (Ø8,0mm) será de 45cm para fck = 15 MPa.

As camisas dos tubulões serão executadas em módulos, sendo que o primeiro módulo apresenta uma câmara de trabalho com as dimensões (em metros) do quadro abaixo:

d	1,20	1,40	1,60	1,80
di	0,80	0,80	0,80	0,80
dc	0,90	1,00	1,20	1,20
ef	0,20	0,30	0,40	0,50
ec	0,15	0,20	0,20	0,30
hc	2,00	2,00	2,00	2,00
Ømax	3,20	3,40	3,60	3,80

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		24/42	IT – 217/ CBTU

Para o cálculo da tensão na base não deverá ser considerado no cálculo dos esforços o efeito de 2ª ordem, determinados na verificação da estabilidade do pilar e o coeficiente de impacto vertical.

9.4.4 - Estacas

Deverá constar do desenho de forma e armação das fundações em estacas a especificação da estaca, que deverá ser colocada sob a forma de NOTA, como por exemplo: "Estacas tipo FRANKI com Ø=600 mm e carga normal admissível de 1.700 kN em serviço, comprimento 15 metros".

Para o cálculo dos esforços e dimensionamento das estacas, poderá ser empregado qualquer método de geral aceitação, devendo ser levado em conta, nas solicitações provenientes do pilar, os esforços devidos ao efeito de 2ª ordem e o coeficiente de impacto vertical.

No desenho das fundações, já mencionado, deverá também constar uma tabela com os esforços máximos no topo das estacas.

As estacas serão dimensionadas, conforme o caso, a flexo-compressão ou a flexo-tração, considerando-se o aço CA-50 para a armadura longitudinal e o CA-25 para os estribos.

A armadura longitudinal das estacas deverá ser prolongada acima da cota de arrasamento do comprimento necessário para sua perfeita ancoragem no bloco de coroamento.

No cálculo de estacas submetidas a esforço de tração deverá ser verificada a capacidade do solo de resistir ao esforço, podendo-se também contar com o peso próprio da estaca. Neste caso, deverá constar do desenho de fundações, em forma de NOTA, a profundidade mínima da cravação da estaca ou do grupo de estacas, para que se possa garantir um fator de segurança contra o arrancamento igual a 1,50.

No caso de fundações em estacas metálicas, estas deverão penetrar no bloco no mínimo 30cm e serem envolvidas por armaduras em forma de espira dimensionadas para absorver o seguinte esforço por cada ramo da espira:

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		25/42	IT – 217/ CBTU

$$Fsd = \frac{Rd}{2 \text{ PI } \times n}$$

sendo:

Fsd = força de cálculo na armadura

Rd = reação máxima de cálculo na estaca

n = número de espiras

Se a estaca estiver solicitada a tração, deverão ser soldadas armaduras de aço CA-25 ou CA-50A de forma a ancorá-la convenientemente no bloco, levando em conta a fadiga nas emendas.

A armadura principal do bloco deverá ser posicionada acima do topo das estacas. Para a face inferior do bloco, prever armadura da pele.

Deverá constar nos desenhos a especificação completa das emendas das estacas que se fizerem necessárias.

Não será permitido o uso de trilhos como fundação.

9.5 - Encontros

Sempre que possível se enquadrarão dentro dos padrões estabelecidos pela CBTU. São dois os principais tipos de encontros adotados pela CBTU, para obras ferroviárias, os quais serão escolhidos conforme as condições locais de implantação da obra: "encontro leve" e "encontro aporticado".

Deve ser dada preferência a concreto estrutural com tensão característica fck igual a 15 MPa para os encontros do tipo leve e a 18 MPa para os do tipo aporticado. Valores superiores poderão ser usados quando necessários e perfeitamente justificados.

Os encontros deverão ter laje de transição.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		26/42	IT – 217/ CBTU

9.5.1 - Encontro leve sobre aterro pré-compactado (ver Anexo IV)

Quando a topografia e o solo da fundação do aterro oferecerem condições técnicas e econômicas favoráveis para se executar o aterro, e quando os esforços horizontais não forem grandes, projetar-se-á a obra com encontros leves. Encontros desse tipo podem ser usados também encaixados em corte.

Os esforços atuantes nos encontros leves serão os decorrentes dos carregamentos indicados na NBR-7187: carga permanente, carga móvel, empuxo de terra, empuxo devido à carga permanente (lastro, sub-lastro, dormentes, trilhos, ...), empuxo devido à carga móvel, vento transversal, impacto lateral ou força centrífuga, frenagem ou aceleração, retração, variação de temperatura e fluência.

O cálculo dos esforços solicitantes de flexão nos blocos poderá ser feito como estrutura auto-equilibrada no sentido longitudinal e transversal, separadamente, ou através do cálculo pelo método das bielas. A armação do bloco deverá ser detalhada conforme o item 9.4.1.

Os esforços atuantes no encontro deverão ser referidos à cota do topo dos tubulões (junção tubulão-bloco).

Para a contenção lateral do terreno, considerar coeficientes de recalque elástico horizontal do solo, estimado com base na sondagem. No caso do aterro pré-compactado, considerar os tubulões desconfinados ao longo de 1/3 da altura do aterro.

Deverá ser verificado se o solo resiste aos esforços horizontais transmitidos.

O coeficiente de impacto vertical será levado em conta nos cálculos dos esforços solicitantes que atuam nos tubulões e também nos cálculos dos esforços solicitantes do bloco de coroamento.

O tubulão deverá ser dimensionado a flexo-compressão ou a flexo-tração, devendo a projetista estudar com cuidado a ligação tubulão-bloco, especialmente com relação ao comportamento do nó.

O sobrebloco, que apóia as vigas da superestrutura, deverá ter a largura necessária para não cortar a "biela de compressão".

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		27/42	IT – 217/ CBTU

Deverá ser prevista no sobrebloco, sob a região dos aparelhos de apoio, em ambas direções, uma armadura capaz de absorver os esforços horizontais.

Quando se tratar de vigas pré-moldadas, a cortina deverá ter uma largura mínima de 95cm, para apoio da treliça de montagem, e será dimensionada a flexo-compressão para uma faixa de 1,00m de largura no sentido transversal, da estrada, sujeita aos empuxos de terra, sobre-carga de lastro, sublastro, dormentes, trilhos, carga móvel, esforços de frenagem e a carga normal correspondente.

As alas deverão ter um comprimento suficiente para que a saia do aterro fique confinada lateralmente pelo bloco, não permitindo que a terra penetre na região dos neoprenes. Elas serão dimensionadas a flexão simples com as solicitações decorrentes dos empuxos de terra, do astro, sublastro, dormentes, trilhos e da carga móvel.

Deverá ser utilizada, sempre que possível, a laje de transição padrão indicada no Anexo VII.

9.5.2 - Encontro aporticado (Ver Anexos V e VI)

O esquema estrutural a ser adotado pela projetista, para as direções longitudinal e transversal, deverá ser o de um quadro cujas barras verticais representam os tubulões e as horizontais as vigas do encontro, ligadas monoliticamente na parte superior.

Para a contenção lateral do terreno, considerar coeficiente de recalque horizontal do solo estimado com base na sondagem, conforme descrito para o encontro leve.

Os tubulões serão dimensionados a flexo-compressão ou à flexo-tração levando em conta o coeficiente de impacto vertical no cálculo dos esforços atuantes, que deverão ser referidos ao topo do tubulão (junção do tubulão com a parte inferior do encontro).

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		28/42	IT – 217/ CBTU

A projetista deverá estudar com cuidado a ligação do tubulão com a parte superior do encontro, levando em conta o equilíbrio dos esforços solicitantes nos nós do quadro.

A parte superior do encontro, formada por lajes, vigas, cortinas e alas, será calculada de forma usual. O coeficiente de impacto vertical deverá ser levado em consideração no cálculo dos esforços solicitantes nas vigas e lajes, sendo o vão , a ser usado no cálculo do coeficiente, vão da peça em questão.

Deverá ser utilizada, sempre que possível, a laje de transição padrão indicada no Anexo VII.

Os estados limite de utilização, como fissuração, fadiga da armadura e deformações, deverão ser verificados.

10 - ELEMENTOS DO PROJETO

Serão apresentados todos os documentos necessários e suficientes para a perfeita análise e execução da obra, como desenhos, memórias de cálculo, quadros de quantidades e especificações.

10.1 - Desenhos

Serão entregues em mídia e papel no formato A-1, desenhados no programa autocad 2010. Deverão ser incluídas nos desenhos do perfil longitudinal da obra as seguintes informações:

10.1.1 - Elementos topográficos

Deverão ser fornecidas seções transversais passando pelos pilares, encontros e suas imediações, sempre que houver a necessidade de obras de contenção lateral dos aterros.

Outras seções transversais que ajudem a elucidar detalhes executivos deverão ser acrescentadas.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		29/42	IT – 217/ CBTU

Deverá constar a seção longitudinal pelo eixo da obra, mostrando todas as ocorrências superficiais que possam interferir no processo executivo, como vias, rios e lagos.

Deverão ser apresentados desenhos do local da obra com curvas de nível que permitam a perfeita caracterização dos taludes de cortes, de aterros etc ...

As curvas de nível devem ser espaçadas a cada metro. Em casos especiais de encostas muito íngremes, para facilidade de representação, essas curvas poderão ter outro espaçamento, de 5m ou mesmo de 10m.

10.1.2 - Elementos geotécnicos

Junto ao perfil longitudinal do terreno deverão ser representados os dados disponíveis das sondagens de reconhecimento feitas, devendo-se traçar perfil provável do subsolo.

10.1.3 - Elementos hidrológicos

Deverá ser indicado o nível de enchente máxima, e a seção de vazão resultante será aquela justificada pelos cálculos hidrológicos.

10.1.4 - Elementos geométricos

Deverão ser fornecidos elementos geométricos que permitam a perfeita execução do projeto, tais como : declividades transversal e longitudinal, raios verticais e horizontais, valor e posição do gabarito mínimo de passagem superior ou inferior etc.

Esses elementos devem ser apresentados ao longo da obra-de-arte, além dos referentes aos pontos característicos.

A projetista deverá colocar no desenho de locação uma tabela com as coordenadas dos pontos assinalados no mesmo, bem como as estacas desses pontos, conforme será mostrado a seguir. O desenho de locação conterá também as tabelas das curvas vizinhas, anterior e posterior, ao viaduto.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		30/42	IT – 217/ CBTU

PONTOS	ESTACAS	COORDENADAS	
		X	Y
1	E		
2	5560+10,00		
3	D		
4	E		
5	5562+1,00		
6	D		
SC	5563+2,00		

10.2 - Materiais

Todos os materiais deverão estar suficientemente caracterizados e especificados para seu emprego.

Esta caracterização deverá estar contida nas folhas do projeto executivo.

10.3 - Memorial de Cálculos

A projetista deverá procurar seguir os critérios de cálculo indicados nesta norma.

Na hipótese de utilização de programas de computador para resolução de problemas numéricos, deverá ser fornecida, obrigatoriamente, uma explicação sucinta do programa, o significado dos dados fornecidos e os resultados obtidos.

Desenhos auxiliares deverão acompanhar as folhas de computação, definindo perfeitamente o esquema estrutural adotado. Caso julgue necessário, a CBTU solicitará um processamento extra, com o programa apresentado, de problema conhecido para avaliação dos resultados.

Sempre que a projetista se basear em gráficos, tabelas e artigos técnicos, deverá anexar uma cópia dos mesmos à memória, além de citá-los no desenvolvimento da memória de cálculo.

Qualquer discordância entre o memorial e os desenhos impossibilitará a aceitação do projeto. O memorial deverá ser apresentado no formato A-4 e encadernado conforme orientações a serem fornecidas.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		31/42	IT – 217/ CBTU

Deverá ser incluída no memorial uma planilha de quantitativos conforme padrão a ser fornecido pela CBTU à projetista.

11 - ANEXOS

Anexo I - Detalhe da Abertura Padrão para Visita dos Pilares;

Anexo II - Detalhe da Armadura de Reforço em Torno da Abertura Padrão para Visita dos Pilares;

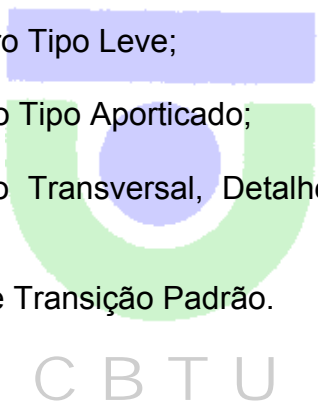
Anexo III - Disposição dos Ferros Contra a Flambagem da Armadura Longitudinal dos Pilares;

Anexo IV - Encontro Tipo Leve;

Anexo V - Encontro Tipo Aporticado;

Anexo VI - Seção Transversal, Detalhe das Alas, Cortinas e Laje de Transição;

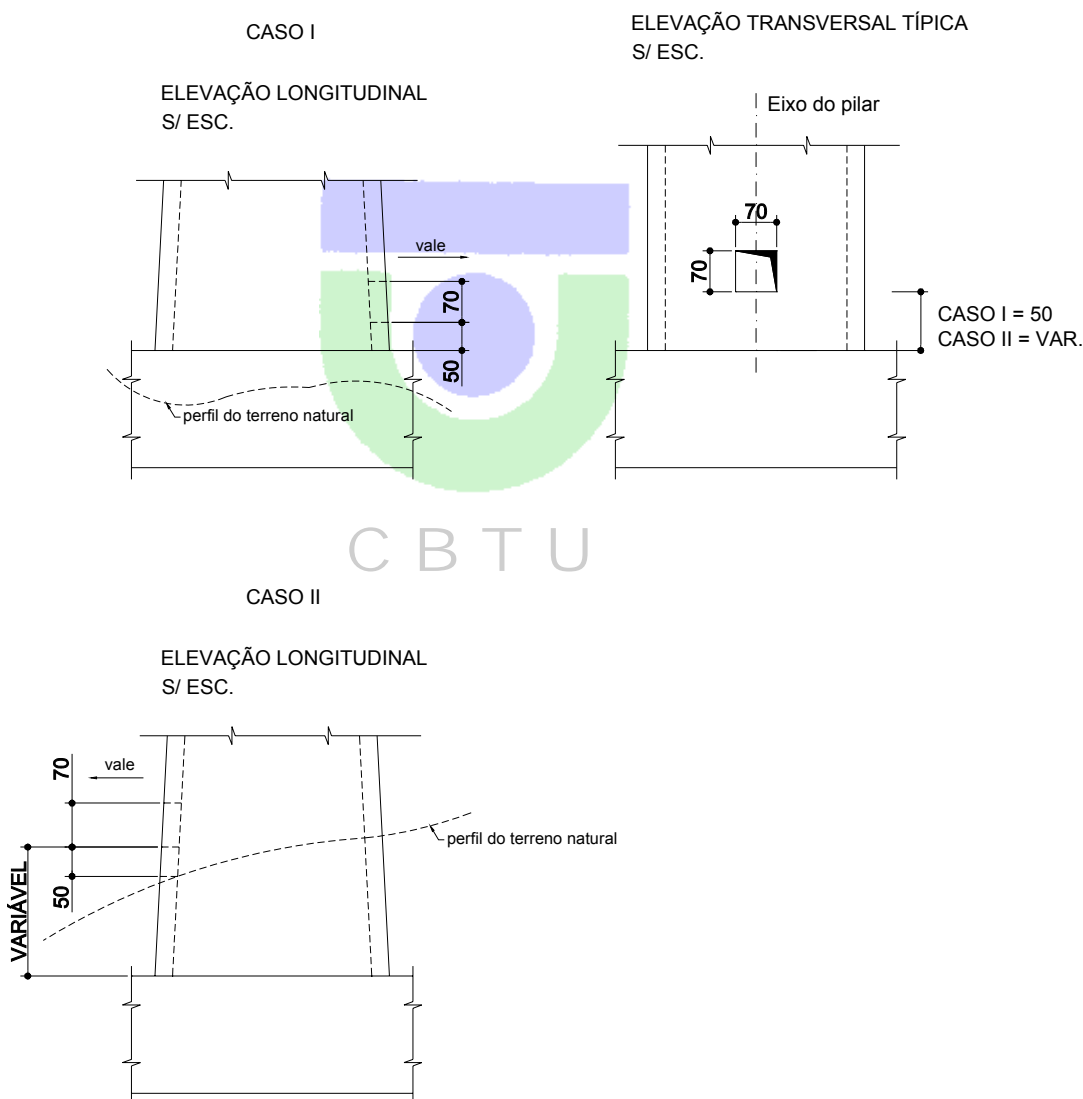
Anexo VII - Laje de Transição Padrão.



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		32/42	IT – 217/ CBTU

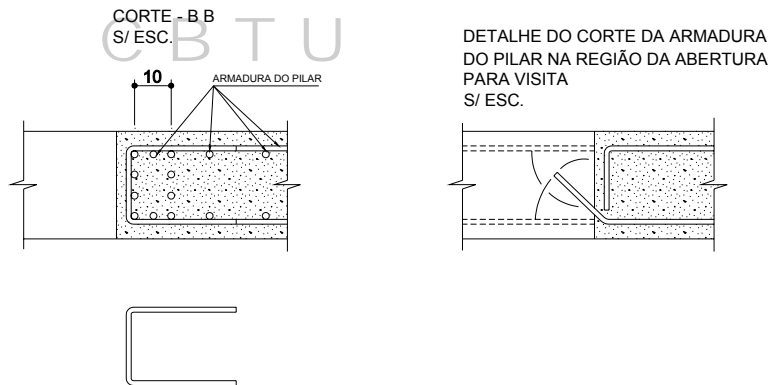
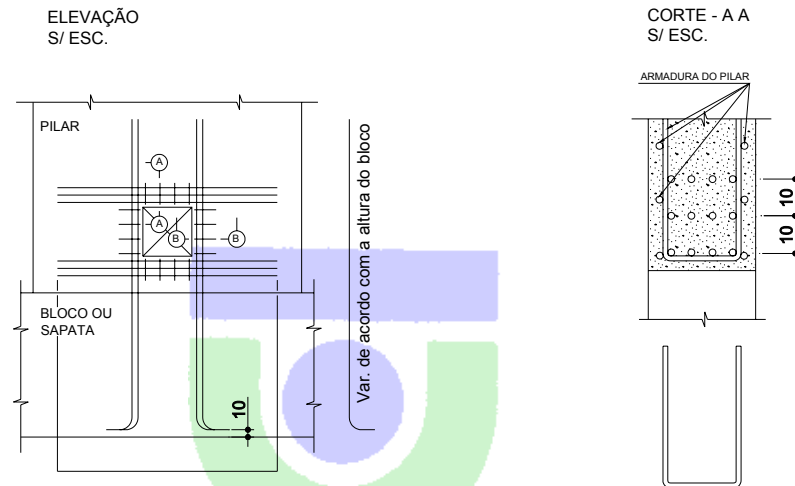
Anexo I - Detalhe da Abertura Padrão para Visita dos Pilares



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		33/42	IT – 217/ CBTU

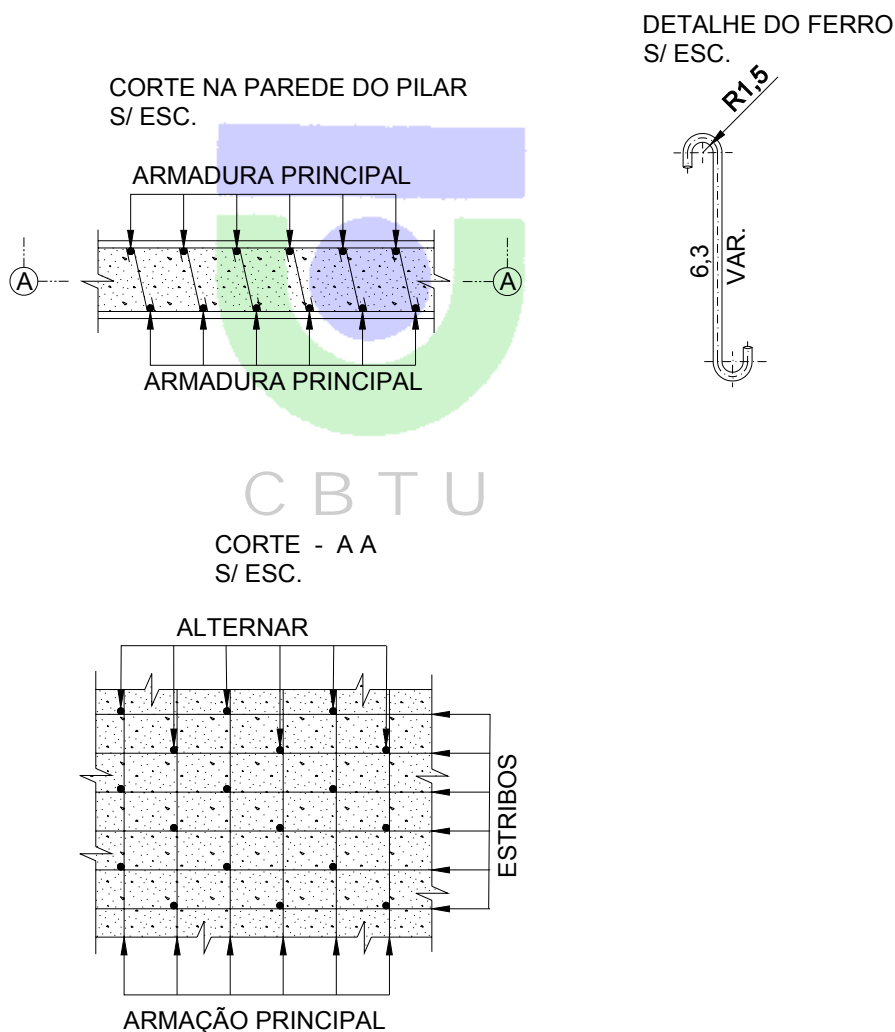
Anexo II - Detalhe da Armadura de Reforço em Torno da cobertura Padrão para Visita dos Pilares



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		34/42	IT – 217/ CBTU

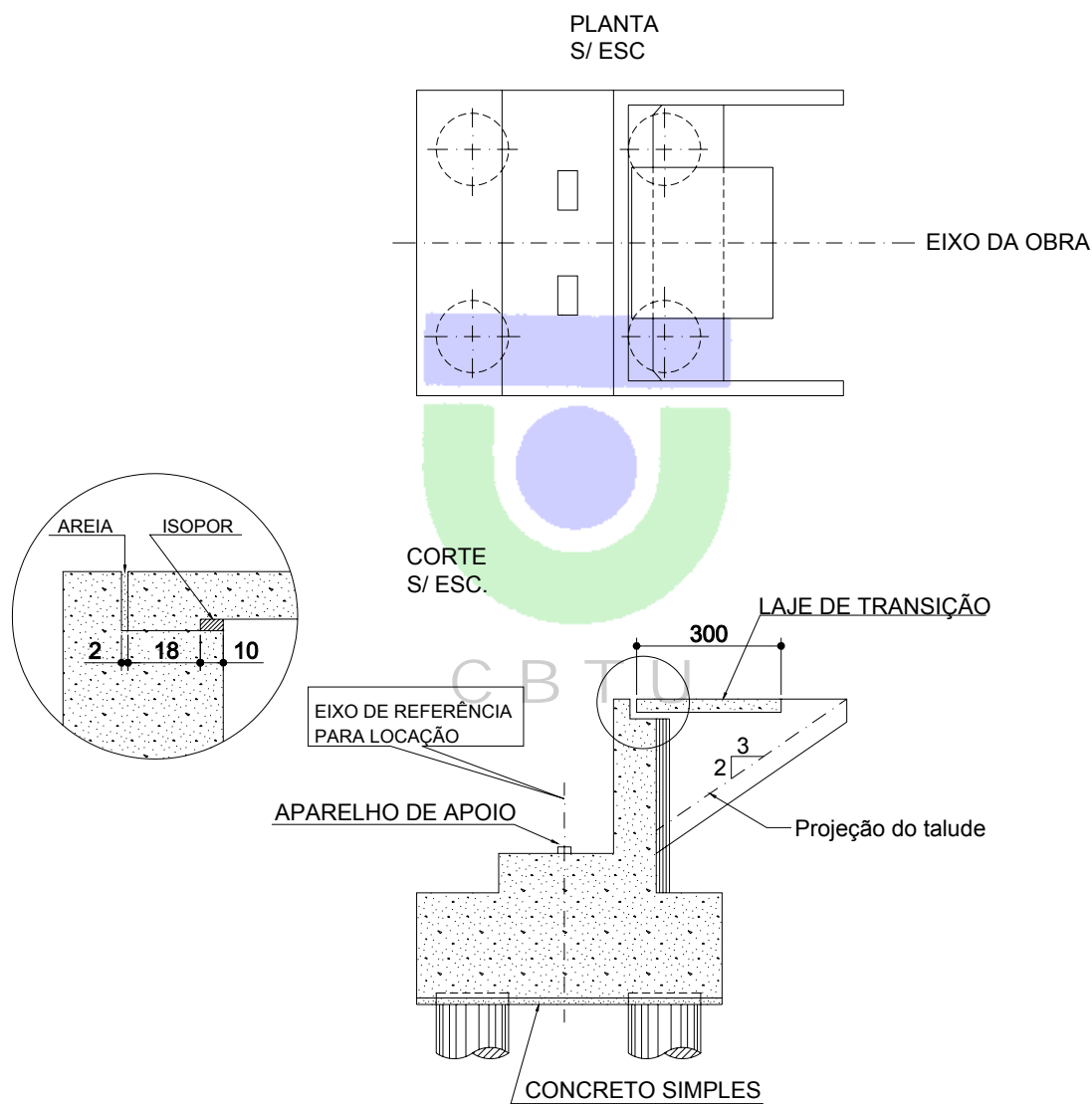
Anexo III - Disposição dos Ferros Contra a Flambagem da Armadura Longitudinal dos Pilares



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		35/42	IT – 217/ CBTU

Anexo IV - Encontro Tipo Leve

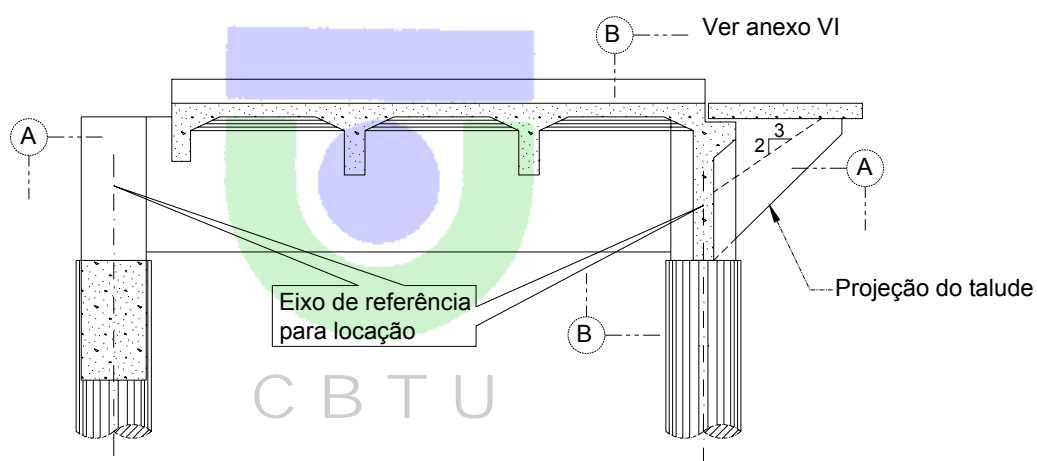


REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

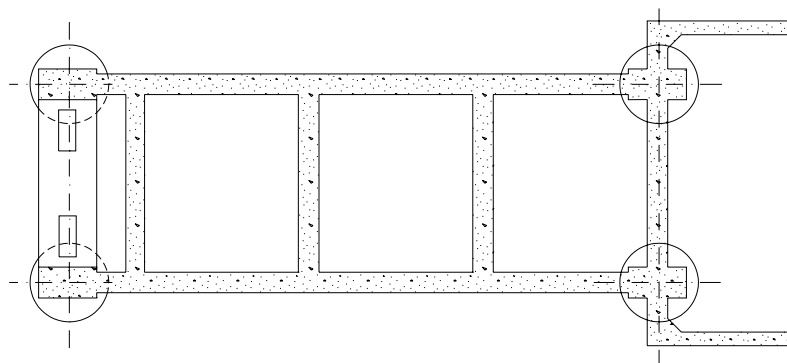
DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		36/42	IT – 217/ CBTU

Anexo V - Encontro Tipo Aporticado

SEÇÃO LONGITUDINAL
S/ ESC.



CORTE A - A
S/ ESC.

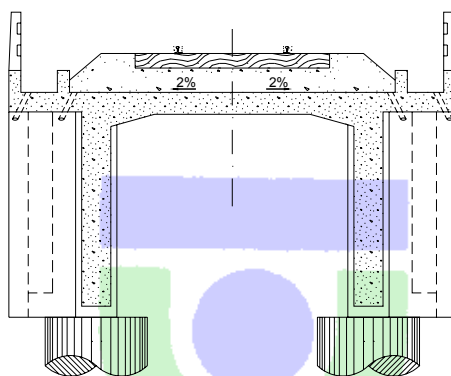


REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		37/42	IT – 217/ CBTU

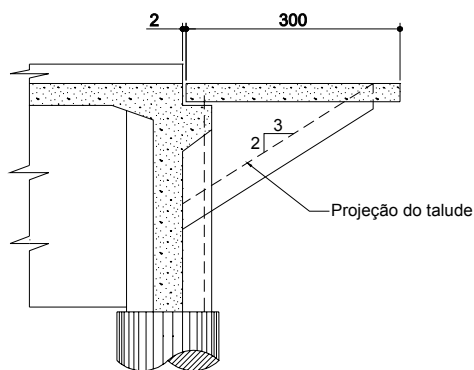
Anexo VI - Seção Transversal, Detalhe das Alas, Cortinas e Laje de Transição

CORTE B - B
S/ ESC.



C B T U

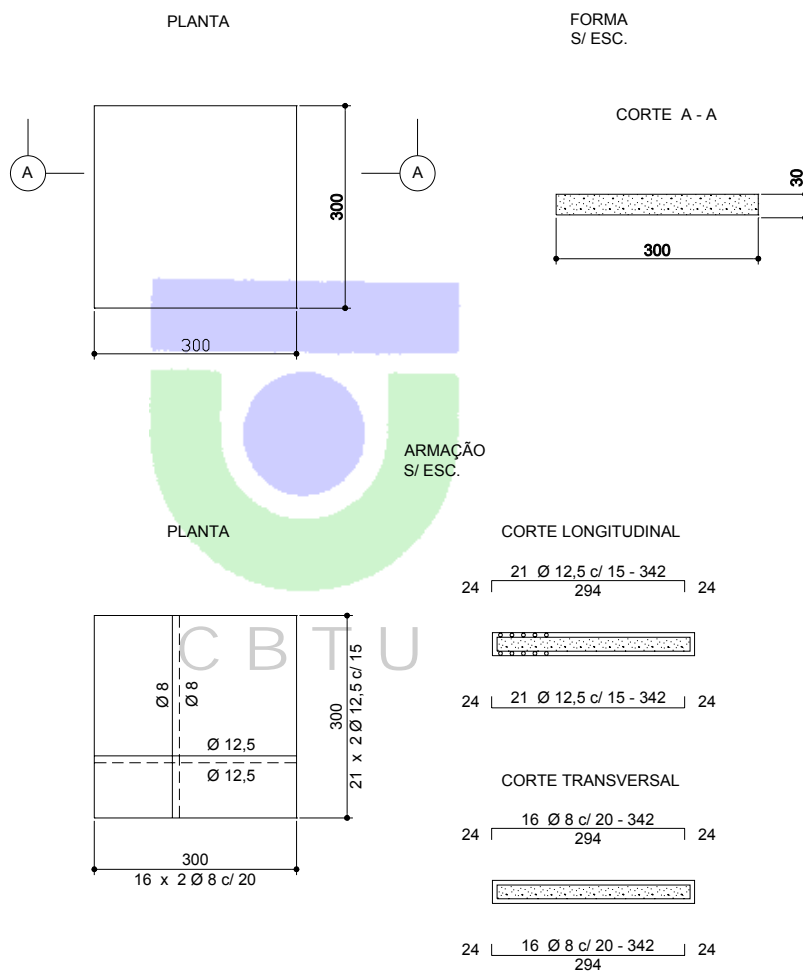
DETALHE DA ALA
S/ ESC.



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		38/42	IT – 217/ CBTU

Anexo VII - Laje de Transição Padrão



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		39/42	IT – 217/ CBTU

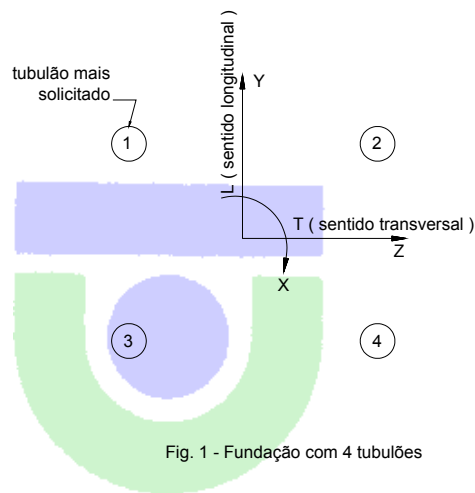


Fig. 1 - Fundação com 4 tubulões

C B T U

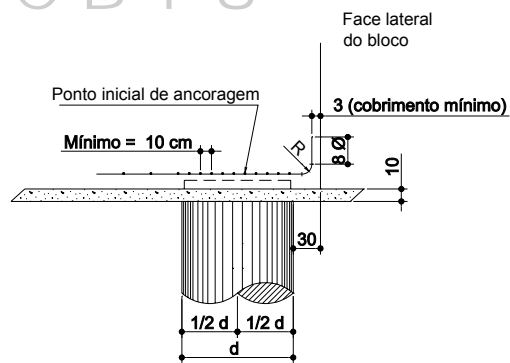


Fig. 2 - Detalhes de Armadura

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		40/42	IT – 217/ CBTU

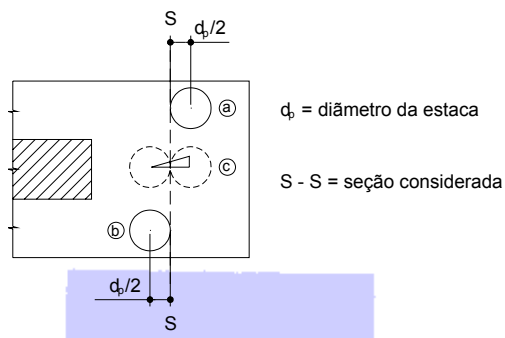


Fig. 3 - Avaliação da força atuante na seção crítica

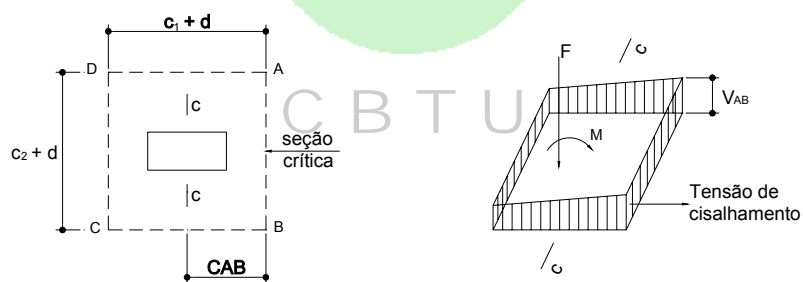


Fig. 4 - Seção crítica e diagrama de tensão

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		41/42	IT – 217/ CBTU

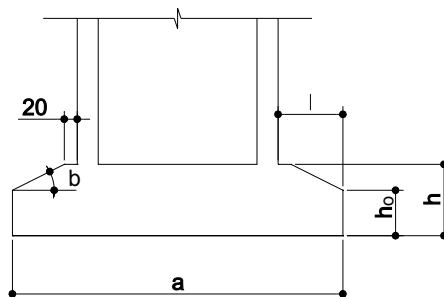


Fig. 5 - Definições de dimensões em sapatas

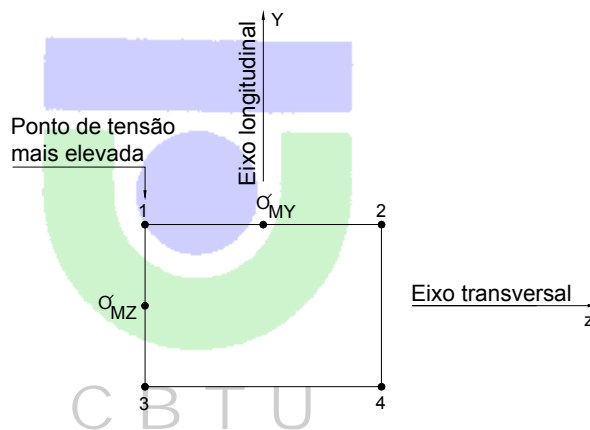


Fig. 6 - Cálculo dos coeficientes de faixa

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS	FL.	CBTU
GEENG – GERENCIA TÉCNICA ENGENHARIA CIVIL		42/42	IT – 217/ CBTU

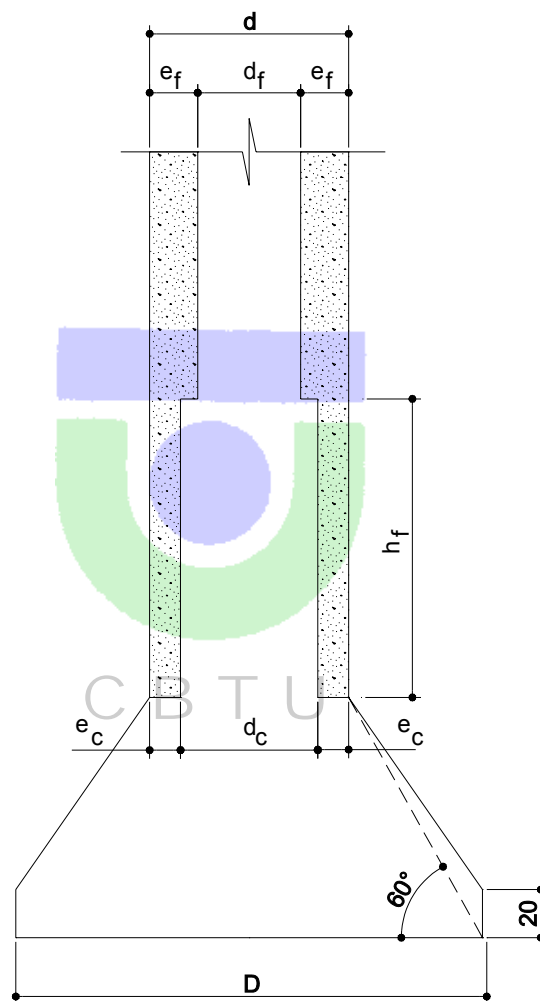


Fig. 7 - Dimensões de tubulões

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
REV 00	19/04/84	ELABORAÇÃO					
REV 01	14/01/93	REVISÃO					
REV 02	07/02/11	REVISÃO					