

a ponta ligeiramente arredondada e polida de forma a não rasgar o papel pôsto sobre o carbono a ensaiar. Com essa haste, conservada sempre perpendicular ao papel, exercendo sobre êle uma fôrça de 250 gr., serão dados traços de, no mínimo, 2 cm. sempre sobre a mesma linha, num papel AP-75 (Instrução n. 1 do DASP), que se sobrepõe ao papel carbono. As impressões serão recebidas em uma folha de papel AP-75, que deve ser movimentado, após cada traço, afim de que as impressões não se sobreponham, até o completo esgotamento do apresto do carbono;

b) **Ensaio de descoramento** — Coloca-se uma folha de papel carbono entre 2 folhas de papel AP-75 com 22 cm. de comprimento paralelos em toda a extensão e distantes, entre si, de 3 mm. de modo a cobrir uma faixa do papel de, aproximadamente 5 cm. de largura. O papel que receber as impressões será cortado ao meio, perpendicularmente aos traços; uma parte deve ser exposta à luz de um "Fade-Ometer", durante 10 horas, enquanto a outra será conservada ao abrigo da luz, sob uma folha de papel ou cartão preto. Após a exposição, comparam-se as duas metades.

E-4 — Aceitação e rejeição

a) Os ensaios realizados sobre as amostras não devem fornecer resultados que ultrapassem os limites abaixo fixados:

1. De acôrdo com o ensaio de rendimento E-3 a) devem ser conseguidos, pelo menos, 50 traços, absolutamente nitidos, sem falhas ou interrupções;
2. procedendo como descrito no ensaio de descoramento — E-3 b) — a parte exposta à luz deve

conservar, praticamente, a mesma intensidade de coloração da que foi conservada ao abrigo da luz;

b) serão recusadas as partidas cujas amostras não satisfizerem as exigências da presente especificação.

F — Acondicionamento, embalagem, marcação

F-1 — Acondicionamento

Os papeis carbono serão acondicionados em caixas de 100 folhas.

F-2 — Embalagem

Quando exigida, a embalagem deve ser feita de modo a garantir o recebimento em perfeito estado.

F-3 — Marcação

a) As folhas de papel carbono deverão ser marcadas, por perfuração, junto às bordas, com o nome do fabricante ou marca comercial e com os dizeres: "Serviço Público Federal";

b) a embalagem será marcada com o nome do material, quantidade, nome do fornecedor e número do contrato.

G — Observações

a) Nas requisições, coletas de preços e concorrências, deverá constar, exclusivamente, o seguinte: "Papel carbono para lapis, tipo (CL-1 ou CL-2), especificação n. 22 do DASP".

Norma para cálculo e execução de obras de concreto armado

Já em nosso número anterior, foi focalizado o recente decreto-lei que determina seja obedecida, nas obras de concreto armado que forem realizadas para o governo federal, ou para governos estaduais ou municipais, a Norma Brasileira n. 1 (NB-1), aprovada pela 3.^a Reunião dos Laboratórios de Ensaio de Materiais e adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Até encerrarmos os trabalhos daquela edição, não havia sido ainda publicado no "Diário Oficial" o decreto-lei em apêço. Por êsse motivo, somente agora podemos oferecê-lo a nossos leitores, transcrevendo-o na íntegra a seguir.

DECRETO-LEI N. 2.773 — DE 11 DE NOVEMBRO
DE 1940

Determina as normas brasileiras para cálculo e execução das obras de concreto armado

O Presidente da República, atendendo ao que lhe expôs o ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio e usando da atribuição que lhe confere o art. 180 da Constituição, decreta:

Art. 1.^o Todas as obras de concreto armado que foram realizadas para o governo federal ou para governos estaduais, ou municipais, deverão obedecer às normas de cálculo e execução que vão anexas ao presente decreto-lei,

assinadas pelo ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio.

Art. 2.º Revogam-se as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 11 de novembro de 1940, 119.º da Independência e 52.º da República.

GETULIO VARGAS,
Waldemar Falcão.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE NORMAS TÉCNICAS

NB-1

Cálculo e execução de obras de
concreto armado

NORMA BRASILEIRA

CAPITULO I

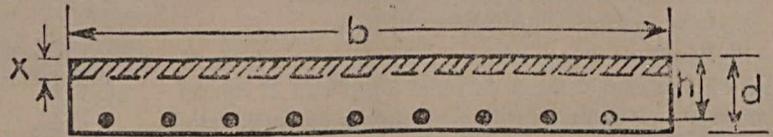
GENERALIDADES

Para efeito desta Norma são adotadas as seguintes notações:

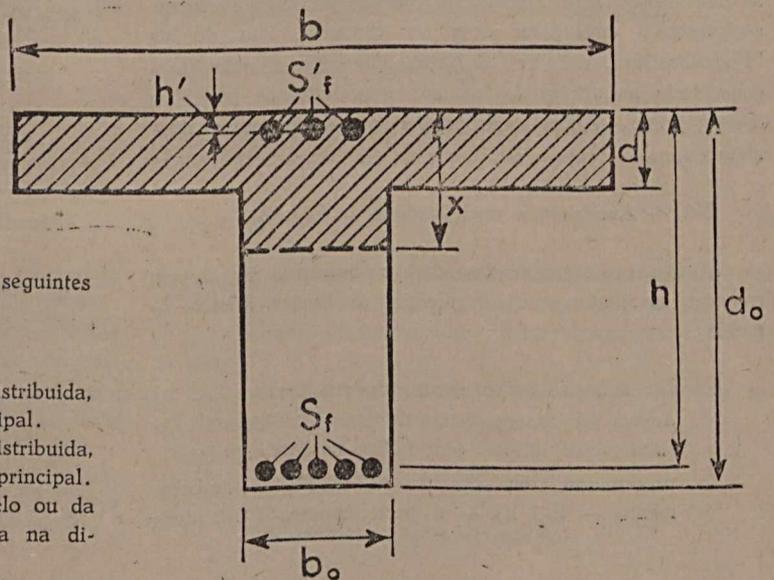
a) Dimensões

- a' = extensão de uma carga parcialmente distribuida, medida no sentido da armadura principal.
- a'' = extensão de uma carga parcialmente distribuida, medida transversalmente à armadura principal.
- a_o = espessura de um pilar de lage cogumelo ou da parte superior de seu capitel, medida na direção de l_o .
- b = largura das vigas de secção retangular ou da parte da lage que intervem no cálculo das vigas T.
- b_o = largura da nervura das vigas T (nas vigas de secção retangular significa o mesmo que b).
- d = altura total das lages ou das vigas de secção retangular.
- d' = diâmetro do núcleo de uma peça cintada, medindo de eixo a eixo das barras do cintamento.
- d_o = altura das vigas T.
- e = excentricidade de uma força normal = M/N .
- e' = espessura do revestimento de uma lage, destinado a distribuir sobre esta as cargas concentradas.
- h = distância do centro de gravidade da armadura de tração à face comprimida na secção transversa, de uma peça fletida (altura util).
- h' = distância do centro de gravidade da armadura de compressão à face comprimida, na secção transversal de uma peça fletida.

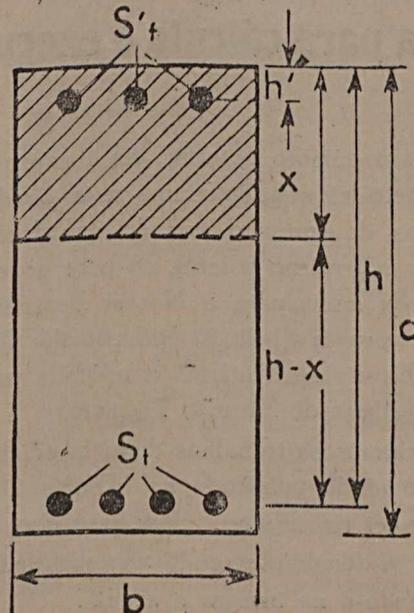
- l = vão teórico de uma lage ou viga ou altura de um pilar (incluindo o capitel, no caso da lage cogumelo).
- l' = vão livre de uma lage ou viga.
- l_o = distancia entre os eixos de dois pilares consecutivos de uma lage cogumelo (numa dada direção).
- t = espaçamento dos estribos ou dos anéis de cintamento ou passo da hélice de cintamento.



Lage



Viga T



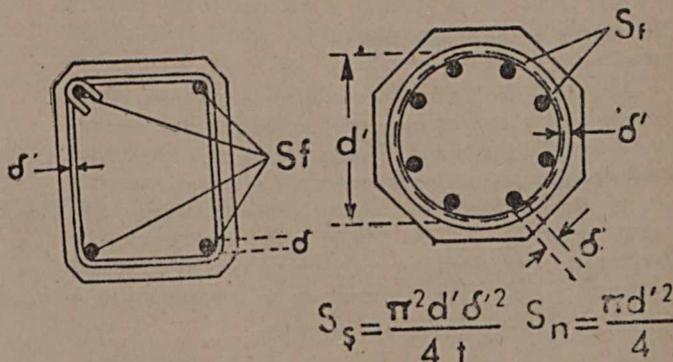
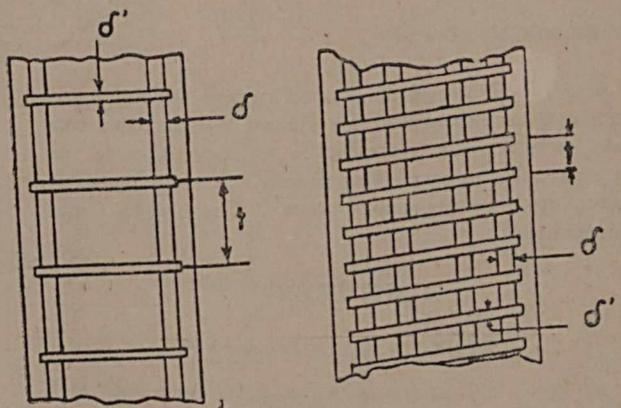
(*) Esta Norma foi aprovada pela 3.ª Reunião dos Laboratórios de Ensaios de Materiais (Rio de Janeiro, Setembro de 1940) e adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

- u = perímetro da secção transversal de uma barra da armadura.
- u_t = soma dos u das barras da armadura de tração ou dos arcos em contato com o concreto das barras dos feixes.
- x = distância da linha neutra à face comprimida na secção transversal de uma peça fletida.
- z = distância entre os pontos de aplicação das resultantes das tensões de tração e compressão, na secção transversal de uma peça fletida (braço de alavanca).
- δ = diâmetro de uma barra da armadura longitudinal.
- δ' = diâmetro de uma barra da armadura transversal (estribo ou cintamento).

- σ'_f = tensão na armadura de compressão das peças fletidas.
- σ_t = tensão máxima de tração no concreto.
- σ_{tk} = tensão de ruptura do concreto a tração na flexão com k dias.
- τ = tensão de cisalhamento no concreto.
- τ_a = tensão de aderência da armadura no concreto.

b) Áreas

- S_a = área da parte central carregada de um bloco de apoio (art. 91, alínea 4).
- S_c = área da secção da peça.
- S_f = área da secção da armadura longitudinal nas peças submetidas a compressão axial, ou da armadura de tração, nas peças fletidas.
- S'_f = área da secção da armadura de compressão, nas peças fletidas.
- S_i = área da secção homogeneizada.
- S_n = área da secção transversal do núcleo de uma cintada = $\frac{\pi d'^2}{4}$
- S_s = área fictícia (volume por unidade de comprimento da peça) do cintamento = $\frac{\pi^2 d' \delta'^2}{4t}$



c) Esforços solicitantes

- g = carga permanente uniformemente distribuída.
- G = carga permanente concentrada.
- H = componente horizontal da reação de apoio.
- M = momento fletor.
- M₁ = momento fletor num engastamento de viga suposto perfeito.
- M_t = momento de torção.
- M_v = momento volvente.
- N = força normal (positiva se tração; negativa, se compressão).
- p = carga acidental uniformemente distribuída.
- P = carga acidental concentrada.
- q = carga total uniformemente distribuída = p + g.
- Q = força cortante.
- R = reação de apoio.
- V = componente vertical da reação de apoio.

e) Diversos

- E_c = módulo de elasticidade do concreto.
- E_t = módulo de elasticidade do material da armadura.
- i = menor raio de giração da secção transversal de uma peça não cintada ou do núcleo de uma peça cintada.
- J = momento de inércia.
- m = inverso do coeficiente de Poisson.
- n = E_f, E_c.
- W = módulo de resistência.
- w = Jt.
- w_i = w do pilar inferior.
- w_s = w do pilar superior.
- w_v = w da viga.
- δ = ângulo das faces superior e inferior de uma viga ou lage de altura variável.
- μ = S_f/bh numa peça com armadura de tração ou S_r/S_e numa peça sem armadura de tração.

d) Tensões

- σ_e = tensão máxima de compressão no concreto.
- σ_{ek} = tensão de ruptura do concreto a compressão com k dias (MB2 e MB3).
- σ_e = limite de escoamento do material da armadura (EB3).
- σ_t = tensão na armadura de tração das peças fletidas ou na armadura das peças comprimidas.

Objetivo

Art. 1 — Esta Norma fixa as condições gerais que devem ser obedecidas no cálculo e na execução de obras de concreto armado.

Projeto das obras

Art. 2 — As obras a serem executadas total ou parcialmente com concreto armado deverão obedecer a projetos organizados de acordo com esta Norma. Estes projetos compreenderão cálculos estáticos, desenhos e memorial justificativo e só poderão ser assinados por profissionais diplomados de acordo com a legislação em vigor.

Administração da obra

Art. 3 — No local da construção deve sempre haver, na ausência do responsável por ela um seu preposto com plenos poderes para representá-lo na administração da obra e nas relações com a Fiscalização. A indicação desse preposto deve ser previamente feita à Fiscalização e por ela aprovada.

CAPÍTULO II**ESFORÇOS SOLICITANTES****A — DISPOSIÇÕES GERAIS****Cálculo dos esforços solicitantes**

Art. 4 — No cálculo dos esforços solicitantes, a ser feito de acordo com os princípios da estática das construções e com o disposto nesta Norma devem ser consideradas a influência das cargas permanentes e das cargas acidentais e a dos demais fatores que possam produzir esforços adicionais importantes. Estes fatores serão considerados de acordo com os regulamentos em vigor ou com as condições peculiares a cada obra, aplicando-se à temperatura e à retração, o disposto nos arts. 6 e 7.

Cargas acidentais

Art. 5 — As cargas acidentais, multiplicadas pelos respectivos coeficientes de impacto são as fixadas nos regulamentos oficiais ou nos que se estabelecerem para cada caso especial e devem ser dispostos na posição mais desfavorável para a secção estudada, ressalvado o caso do art. 19, alínea f).

Temperatura

Art. 6 — Supõe-se para o cálculo que as variações de temperatura sejam uniformes ao longo da estrutura salvo o caso de obras destinadas a serem submetidas simultaneamente em seus diversos pontos a sensíveis diferenças, de temperatura. O coeficiente de dilatação térmica do concreto armado é considerado igual a $10 \cdot 5$ por $^{\circ}\text{C}$.

A variação de temperatura do concreto causada pela variação da temperatura da atmosfera depende do local da obra e deve ser considerada entre $\pm 10^{\circ}\text{C}$ e $\pm 15^{\circ}\text{C}$ em torno da média. Para peças cuja dimensão mínima não seja inferior a 70 cm admite-se que essa oscilação seja reduzida respectivamente para $\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Para a fixação dessa dimensão os espaços vazios inteiramente fechados não serão descontados.

Em peças permanentemente envolvidas de terra ou água e em edifícios que não tenham em planta, dimensão

não interrompa por junta de dilatação maior que 50 metros, dispensa-se o cálculo da influência da temperatura.

Retração

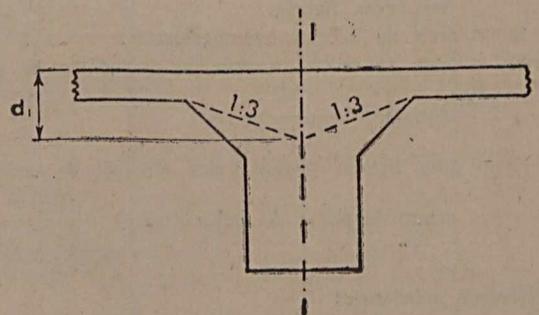
Art. 7 — O efeito da retração será considerado como equivalente a uma queda de temperatura de 15°C , salvo nos arcos e abóbadas com menos de 0,5 % e 0,1 % de armadura, onde essa queda deve ser elevada respectivamente para 20°C e 25°C .

Engastamento parcial

Art. 8 — Deve-se considerar no cálculo a influência desfavorável de um engastamento parcial, sempre que não se tomem, no projeto e na execução dos apoios, as precauções necessárias para garantir as condições de engastamento perfeito ou de apoio livre.

Misulas

Art. 9 — Não se consideram no cálculo de lages e vigas inclinações de misulas, sobre a horizontal, maiores que 1:3

**Vão teórico**

Art. 10 — Considera-se vão teórico:

- de uma laje isolada: o vão livre acrescido da espessura da laje no meio do vão;
- de uma laje contínua, vão intermediário: a distância entre os centros dos apoios;
- de uma laje contínua, vão extremo: o vão livre acrescido da semi-largura do apoio interno e da semi-espessura no meio do vão.

Armadura de tração sobre os apoios

Art. 11 — Nas lages engastadas ou contínuas, quando não for provado o contrário, admite-se que as barras colocadas para resistir aos esforços de tração dos momentos negativos sobre os apoios devem-se estender até um quinto do vão.

Distribuição das cargas

Art. 12 — Supõe-se que as cargas concentradas ou parcialmente distribuídas se estendam na direção da armadura principal sobre uma distância $a' + 2e'$ e que a lar-

gura da faixa da laje que as suporta seja $b = a'' + 2e'$. Este último valor pode ser aumentado nos seguintes casos :

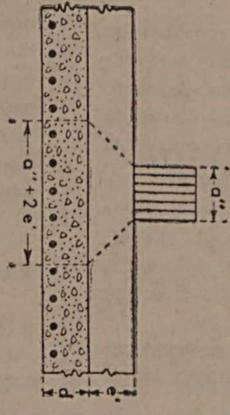
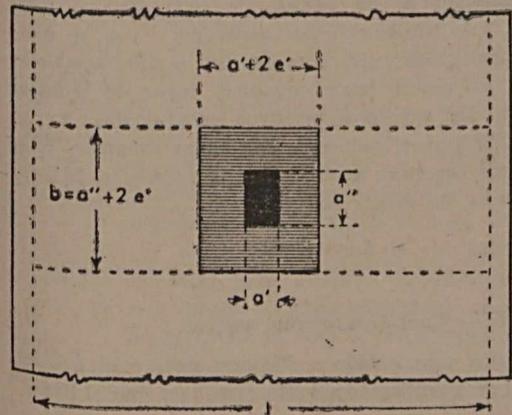
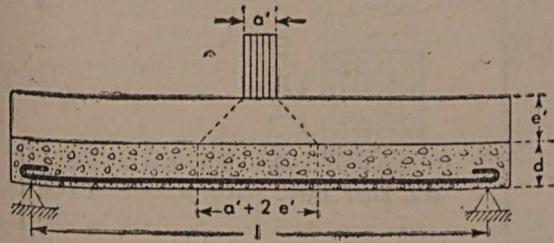
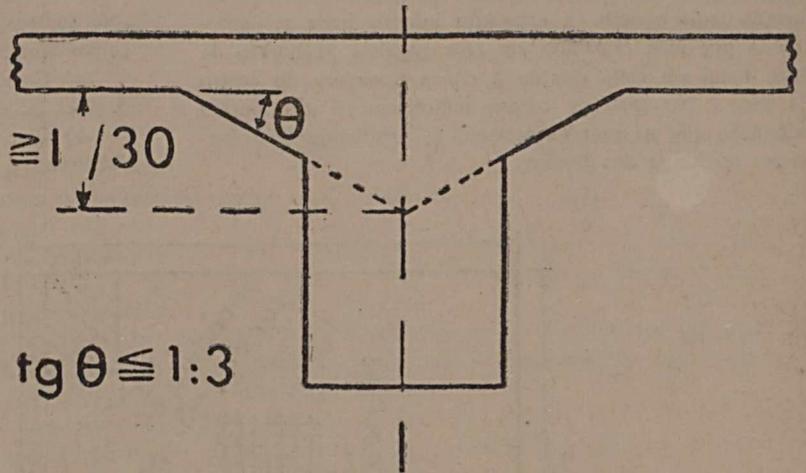
- a) de dois metros, até $b = 2/3 l$, no cálculo da flexão, se a carga se achar a mais de um metro do apóio;
- b) de um metro, até $b = 1/3 l$, no cálculo do cisalhamento, se a carga se achar a mais de meio metro do apóio;
- c) para $a'' + 5d$, no cálculo do cisalhamento, se a carga se achar junto ao apóio.

A adoção dos valores citados de b está subordinada às seguintes condições :

- 1) que b não seja maior que a largura da laje nem

haja solidariedade da laje com as vigas que lhe servem de apóio.

- c) Em edificio, quando o menor vão da laje continua não for inferior a 80 % do maior, permite-se calcular os



momentos máximos e mínimos oriundos de carga uniformemente distribuida com a fórmula $M = ql^2/k$, sendo k igual a (a 1ª coluna refere-se ao caso de haver mísulas nas condições do art. 9 com altura sobre o apóio não inferior a 1/30 e a 2ª aos demais casos) :

Momentos negativos sobre os apóios havendo mais de dois vãos (no caso de vãos desiguais designa a média aritmética dos dois adjacentes ao apóio considerado)		
apóios internos dos vãos extremos	-8	-9
demais apóios intermediários ..	-9	-10
Idem, havendo dois vãos		
apóio intermediário	-7	-8
Momentos positivos no meio dos vãos		
vãos extremos	12	11
vãos intermediários	18	15

Os momentos negativos nos vãos, sendo 1 o vão maior, podem ser calculados pela fórmula :

$$M = \frac{l^2}{24} \left(g - \frac{p}{2} \right)$$

maior que a distância do centro da carga à borda da laje acrescida de $b/2$;

- 2) que a armadura da distribuição não seja menor que 0,1 da principal. No caso das alíneas a) e c) esse fator deve ser acrescido de 0,01 por decimetro de aumento atribuido ao primitivo valor de b .

Lages contínuas armadas numa única direção

Art. 13 — As lages contínuas armadas numa só direção devem ser calculadas como vigas contínuas livremente apoiadas, com as seguintes modificações :

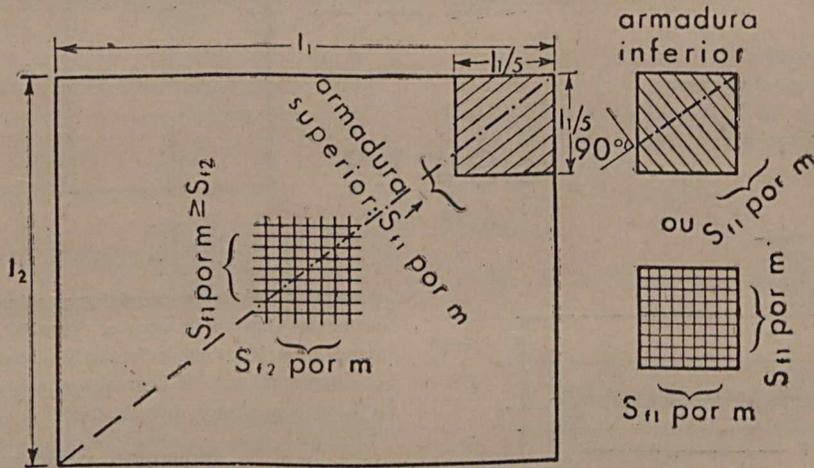
- a) Não serão considerados, nos vãos, momentos positivos menores que os que se obteriam se houvesse engastamento perfeito da laje nas extremidades dos referidos vãos.
- b) Os momentos negativos, nos vãos, oriundos da carga accidental podem ser reduzidos à metade, desde que

Lages armadas em cruz

Art. 14 — As lages retangulares armadas em cruz devem ser calculadas por um dos três processos seguintes :

- a) Como grelha, pelas vigas ortogonais. Permite-se no caso de cargas uniformes, supô-las divididas em dois quinhões agindo, cada um, sobre as vigas de cada direção e determinados de modo a haver coincidência da flexa máxima das vigas ortogonais centrais.
- b) Como placa, pela teoria matemática da elasticidade. A placa pode ser suposta isótropa ou ortótropa com $m = 6$.
- c) Como laje pelo método simplificado de Marcus. Em edificios permite-se a não consideração dos momentos volventes salvo nos cantos simplesmente apoiados das lages. Ainda neste caso dispensa-se o cálculo dos momentos

volventes, se forem adicionadas nos cantos abrangendo um quadrado de lado igual a 1/5 do lado maior da laje, duas armaduras — uma superior paralela à diagonal e outra inferior a ela perpendicular — ambas iguais por unidade de largura, à armadura do centro da laje na direção mais armada, a armadura inferior pode ser substituída por uma armadura em cruz paralela às bordas da laje, igual em cada direção à citada armadura do centro da laje. No caso de cargas uniformemente distribuídas admite-se que as reações também se distribuam uniformemente ao longo das bordas.



e) não é permitido colocar, no caso de momentos fletores negativos, armadura de compressão nas nervuras.

Lages cogumelos

Art. 16 — As lajes retangulares apoiadas em pilares com capitéis devem ser calculadas por um dos dois processos seguintes :

- a) Como placa, pela teoria matemática da elasticidade. A placa pode ser suposta isótropa ou ortótropa, com $m = 6$.
- b) Como vigas contínuas solidárias com os pilares. Admite-se a laje dividida em duas séries ortogonais de

Lages nervuradas

Art. 15 — As lajes nervuradas, assim consideradas as lajes cuja parte de baixo é constituída por nervuras entre as quais podem ser postos materiais inertes, de modo a tornar plana a superfície inferior, podem ser calculadas de acordo com os arts. 10 a 14, desde que se observem as prescrições do Capítulo IV sobre lajes e o seguinte :

- a) a distância livre entre nervuras não deve ultrapassar 100 cm ;
- b) a espessura das nervuras não deve ser inferior a 4 cm e a da mesa não deve ser menor que 4 cm nem que 1/5 da distância livre entre nervuras ;
- c) a resistência da mesa à flexão e das nervuras ao cisalhamento deve ser demonstrada sempre que haja carga

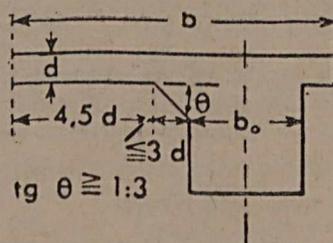
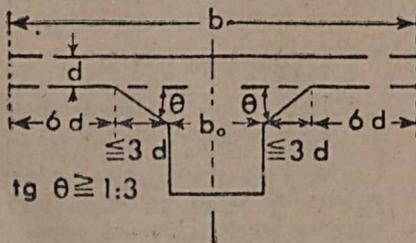
vigas considerando-se no cálculo de cada série o total das cargas. A distribuição dos momentos — se se dividirem os painéis das lajes com os cantos correspondendo aos pilares, em quatro faixas iguais — faz-se do seguinte modo 45 % dos momentos positivos para as duas faixas internas e 27,5% para cada uma das faixas externas ; 25% dos momentos negativos para as faixas internas e 37,5 % para cada uma das faixas externas.

C — VIGAS

Vão teórico

Art. 17 — Considera-se vão teórico :

- a) de uma viga isolada a distância entre o centro dos apoios não se considerando valores maiores que 1,05.l' ;



concentrada ou que a distância livre entre nervuras supere 50 cm ;

- d) o apoio das lajes deve ser feito ao longo de uma nervura ; nas lajes armadas numa só direção, são necessárias nervuras transversais sempre que haja carga concentrada a distribuir ou quando o vão teórico for superior a 4 metros, exigindo-se duas nervuras, no mínimo se esse vão ultrapassar 6 metros ;

- b) de uma viga contínua, vão intermediário a distância entre os centros dos apoios ;

- c) de uma viga contínua, vão extremo : o vão livre acrescido da semi-largura do apoio interno e de 0,03.l'.

Quando o vão teórico for menor que o dobro da altura útil da viga, esta deve ser calculada como parede.

Vigas T

Art. 18 — No cálculo de uma viga T só podem ser consideradas lages que obedeçam, no que lhes for aplicável, às prescrições desta Norma.

A parte da lage que se pode considerar como elemento da viga, medida para cada lado a partir do eixo da nervura, não deve ultrapassar :

- a) a metade do vão teórico entre nervuras;
- b) a quarta parte do vão livre da viga;
- c) a metade da largura da nervura mais o comprimento da mísula (não se considerando valores superiores a 3d, nem inclinações sobre a horizontal menores que 1:3), mais a espessura da lage multiplicada por um dos seguintes coeficientes :

1 para vigas isoladas, 4,5 para vigas de extremidade e 6 para vigas intermediárias.

No cálculo de deformações elásticas ou de grandezas hiperestáticas deve-se tomar obrigatoriamente o menor dos dois valores obtidos com as prescrições do item a) e do item c), reduzidos, neste, os dois últimos coeficientes respectivamente para 2,25 e 3.

Vigas contínuas

Art. 19 — Permite-se, em edifícios, considerar as vigas contínuas sem as ligações rígidas com os apoios, devendo-se porém observar o seguinte :

a) Não serão considerados momentos positivos, nos vãos menores que os que se obteriam se houvesse engastamento perfeito da viga nas extremidades dos referidos vãos.

b) Os momentos negativos, nos vãos, oriundos da carga accidental podem ser reduzidos a dois terços do seu valor, desde que haja solidariedade das vigas com os pilares.

c) Quando forem diferentes os momentos calculados para as duas secções contíguas a um mesmo apoio monolítico, poder-se-á dimensionar a viga, ao longo do apoio, pelo maior dos referidos momentos.

d) Quando a viga for solidária com os pilares intermediários e a relação da largura do apoio, medida na direção da viga, para a altura do pilar, for maior que 1:5, deve-se calculá-la como engastada.

e) Quando não se fizer o cálculo exato da influência da solidariedade dos pilares com a viga, admite-se que nos apoios extremos atue um momento fletor igual a

$$M_e \frac{w_i + w_s}{w_v + w_i + w_s}$$

f) Admite-se que a posição mais desfavorável das cargas accidentais uniformemente distribuídas se obtenha quando cada um dos vãos estiver totalmente carregado ou totalmente descarregado, na combinação mais desfavorável para a secção considerada.

g) As reacções das vigas de mais de dois vãos, desde que o menor vão não seja inferior a 80 % do maior para efeito do cálculo dos pilares, podem ser calculadas considerando os trechos sobre cada vão como independentes dos outros e livremente apoiados.

D — PILARES**Pilares em edifícios**

Art. 20 — Na falta de cálculo rigoroso, permitem-se em edifícios, as seguintes simplificações :

a) os pilares intermediários podem ser calculados — desprezando o efeito da solidariedade das vigas — como submetidos a compressão axial, aplicado o disposto no art. 19, alínea g) ;

b) os momentos fletores nos nós dos pilares extremos, que devem sempre ser verificados à flexão composta, podem ser calculados pelas fórmulas :

$$\begin{aligned} \text{pilar inferior : } & + M_e \frac{w_i}{w_v + w_i + w_s} \\ \text{pilar superior : } & - M_e \frac{w_s}{w_v + w_i + w_s} \end{aligned}$$

quando a extremidade oposta do pilar for engastada, admite-se que o momento no engastamento seja igual aos anteriores divididos por -2.

CAPÍTULO III**ESFORÇOS RESISTENTES****Deformações e grandezas hiperestáticas**

Art. 21 — No cálculo das deformações elásticas e das grandezas hiperestáticas, deve-se atribuir ao concreto um módulo de elasticidade tanto para a tração como para a compressão dez vezes menor que o do aço (estádio I). Na determinação das grandezas hiperestáticas a área e o momento de inercia das secções poderão ser calculados para a secção do concreto sem consideração das armaduras.

Compressão axial

Art. 22 — No cálculo das peças de concreto armado solicitadas a compressão axial, admite-se que a resistência das mesmas seja igual à soma das resistências admissíveis de seus elementos (concreto e aço) considerados separadamente.

Flexão

Art. 23 — O cálculo das peças de concreto armado submetidas a esforços de flexão simples ou composta, salvo o disposto no art. 21, deve ser feito supondo-se (estádio II) ;

a) que seja nula a resistência a tração do concreto, salvo quando em uma mesma secção transversal a máxima tensão não ultrapassar 25 % da máxima tensão de compressão ;

b) que as deformações de um elemento da peça sejam proporcionais a sua distância da linha neutra ;

c) que o aço tenha um módulo de elasticidade constante ;

d) que o módulo de elasticidade do concreto seja também constante e quinze vezes menor que o do aço.

Em estruturas não sujeitas a vibrações ou a choques permite-se, desde que se use um coeficiente de segurança não inferior a dois que as peças submetidas a flexão simples sejam dimensionadas em função da carga de ruptura, calculada supondo-se válidas as alíneas a) a c) acima e mais (estádio III) ;

1) que a ruptura se dê quando as tensões atingirem simultaneamente, no aço, o limite de escoamento e, no concreto, os três quartos da resistência a compressão de que trata o art. 85 ; e

2) que a distribuição das tensões de compressão no concreto seja uniforme.

Flambagem

Art. 24 — Sempre que haja dúvida sobre a resistência à flambagem de uma determinada peça da estrutura, deve-se fazer a demonstração de sua estabilidade. Essa demonstração é dispensável para peças submetidas a compressão axial, cujas extremidades não sejam livres:

a) quando $l/i < 50$; ou

b) quando $l/i > 50$, se para o cálculo se tiver dividido a carga por $(1,5 - 0,01 l/i)$.

Para peças retas submetidas a compressão excêntrica, permite-se a verificação da resistência à flambagem por esse mesmo processo, supondo-se a carga agindo axialmente.

Torção

Art. 25 — As peças submetidas a torção, sempre que esta cause tensão de cisalhamento superior à prescrita no art. 92, devem ter armaduras calculadas para absorver todos os esforços de tração oriundos da torção.

Cisalhamento

Art. 26 — O cálculo da tensão de cisalhamento nas peças fletidas de altura constante deve ser feito com a fórmula

$$\tau = \frac{Q}{b_0 z}$$

Nas peças de altura variável far-se-á a devida correção subtraindo de Q (se M e h crescerem no mesmo sentido) ou a ele acrescentando (se M e h crescerem em sentidos

opostos) a quantidade $\frac{M}{h} \operatorname{tg} \sigma$

Quando p ultrapassar os valores prescritos no art. 92, deve ser empregada armadura para resistir a todos os esforços de tração oriundos do cisalhamento.

Aderência

Art. 27 — Havendo, na armadura de tração das peças fletidas, barras de diâmetro maior que 26 mm ou feixes de barras, deve-se calcular sua tensão de aderência ao concreto pela fórmula

$$\tau_a = \frac{b_0}{u_t} \tau$$

Quando houver barras dobradas calculadas para, juntamente com os estribos, resistirem a todos os esforços de tração oriundos do cisalhamento, permite-se considerar a tensão de aderência nas barras não dobradas como igual à metade de tensão obtida com a fórmula anterior.

Cintamento

Art. 28 — O efeito do cintamento, executado nos termos do art. 36, é considerado no cálculo como trazendo ao concreto um aumento de tensão admissível a compressão

igual a $\frac{S_s}{S_n} \sigma_e$, não se computando o concreto que en-

volve o cintamento.

A resistência total admissível das peças não cintadas deve porem ultrapassar o dobro da resistência calculada como se não houvesse cintamento.

CAPÍTULO IV

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A — SECÇÃO TRANSVERSAL DA ARMADURA

Lages

Art. 29 — Nas lages armadas numa só direção e nas lages nervuradas, a armadura de distribuição deve ter uma secção transversal de área superior a 0,5 cm² por metro linear.

Em toda lage que faça parte de uma viga T deve haver uma armadura perpendicular à nervura que se estenda por toda a largura útil da mesma lage, com uma secção transversal de área superior a 1,5 cm² por metro linear.

Vigas

Art. 30 — A área da secção transversal da armadura de tração de uma viga não deve ser inferior a 0,5 % de $b_0 d$.

Pilares não cintados

Art. 31 — A armadura longitudinal de um pilar não cintado deve ter uma secção transversal compreendida entre 0,8 % e 6 % da secção do pilar. Permite-se reduzir o primeiro desses limites para 0,5 % sempre que $l/i < 30$. Nos pilares que tenham dimensões superiores às exigidas pelo cálculo, a secção de concreto a considerar, para os fins deste artigo, é apenas a teoricamente necessária.

Pilares cintados

Art. 32 — A armadura longitudinal dos pilares cintados deve ter uma secção transversal compreendida entre 0,8 % e 8 % da secção do núcleo.

B — ESPAÇAMENTO DAS BARRAS DA ARMADURA

Lages

Art. 33 — Na região dos maiores momentos, nos vão das lages, o espaçamento das barras da armadura principal não deve ter mais de 20 cm, nem ser maior que 2 d.

Os estribos nas lages nervuradas, sempre que necessários, não devem estar afastados de mais de 20 cm.

A armadura de distribuição das lages não deve ter menos de 3 barras por metro linear.

Vigas

Art. 34 — A armadura longitudinal das vigas pode ser constituída de barras isoladas ou de feixes formados por 2, 3 ou 4 barras, não sendo permitido o uso de feixes de barras de mais de 20 mm, num diâmetro.

O espaço entre barras ou feixes da armadura longitudinal de uma viga não deve ser menor que 12 mm, nem menor que o diâmetro das próprias barras.

O espaçamento dos estribos deve ser no máximo igual à metade da altura total da viga, não podendo ir além

de 30 cm. Si houver armadura de compressão, indicada pelo cálculo, aquele espaçamento não pode também ser maior que 12 vezes o diâmetro das barras dessa armadura.

Pilares não cintados

Art. 35 — Nos pilares não cintados o espaçamento dos estribos não deve ser maior que a menor dimensão do pilar, nem que 12δ , nem que $200 \delta^{12}/\delta$

Pilares cintados

Art. 36 — Os pilares cintados são os que possuem armadura de projeção horizontal circular, em hélice ou em anéis, que obedeça às seguintes condições:

$$\begin{aligned} t &< d'/6 \\ t &< 8 \text{ cm.} \\ 0,005 S_n &< S_s \leq 3 S_t \end{aligned}$$

C — PROTEÇÃO DA ARMADURA

Cobrimento

Art. 37 — Todas as barras da armadura, principal ou não, devem ter um cobrimento de concreto nunca menor que:

em lajes e paredes no interior de edificios ...	1 cm
em lajes e paredes ao ar livre	1,5 cm
em vigas, pilares e arcos no interior de edificios	1,5 cm
em vigas, pilares e arcos ao ar livre	2 cm
em peças em contacto com o solo	2 cm

Neste último caso, exige-se, se o solo não for rochoso, a interposição de uma camada de concreto pobre, não computada no cálculo, com espessura mínima de 5 cm.

No interior de edificios, permite-se que 0,5 cm do cobrimento exigido seja feito com emboço.

Medidas especiais

Art. 38 — Medidas especiais de proteção devem ser tomadas quando a tensão da armadura de tração ultrapassar 1.500 kg/cm² e sempre que elementos da estrutura se achem expostos à ação prejudicial de agentes externos tais como ácidos, álcalis, águas agressivas, óleos e gases nocivos, altas e baixas temperaturas.

D — DOBRAMENTO DAS BARRAS DA ARMADURA

Ganchos

Art. 39 — Todas as barras das armaduras de tração, com diâmetro superior a 7 mm, devem ter em suas extremidades ganchos semicirculares ou em ângulo agudo com diâmetro interno mínimo igual a 2,5 vezes o diâmetro da barra. As barras das armaduras exclusivamente de compressão podem não ter ganchos.

Barras curvadas

Art. 40 — A permanência na sua posição das barras curvadas, nas zonas de tração, deve ser garantida contra

a tendência à retificação por meio de estribos convenientemente distribuídos. Devem-se evitar mudanças bruscas de direção, sendo preferível prolongar as barras até a zona de compressão. O raio de curvatura interno de uma barra curvada não deve ser menor que 5 vezes o diâmetro da barra.

E — EMENDAS DAS BARRAS DA ARMADURA

Condições gerais

Art. 41 — As barras sujeitas a tração sempre que possível não serão emendadas. Não pôde haver mais de uma emenda numa mesma secção transversal. A distância mínima permitida entre duas emendas de uma mesma barra é de 6 metros.

Tipos

Art. 42 — As emendas podem ser de três tipos:

- por juxtaposição;
- com luvas de roscas em sentidos contrários;
- com solda.

Emendas por juxtaposição

Art. 43 — Nas emendas por juxtaposição o comprimento desta será no mínimo igual a 40 vezes o diâmetro das barras que, salvo o caso do art. 30 *in fine*, terão ganchos nas extremidades. Esse tipo de emenda não pode ser executado em tirantes e pendurais, nem em barras de diâmetro maior que 26 mm.

Emendas com luvas

Art. 44 — Nas emendas com luvas de roscas de sentidos contrários, o metal das luvas deve ter os mesmos característicos do das barras. Nos cálculos será considerada a secção útil do aço, descontada a altura dos filetes.

Emendas com solda

Art. 45 — Só é permitido o uso da solda quando feita por processos que já tenham sido provados. Tratando-se de armadura de tração deve ser colocada uma barra adicional, com ganchos e com comprimento de 40 diâmetros, disposta simetricamente em relação a cada emenda. Essa barra adicional pode ser suprimida desde que se utilize no máximo a resistência da metade da secção soldada ou que se adote solda elétrica.

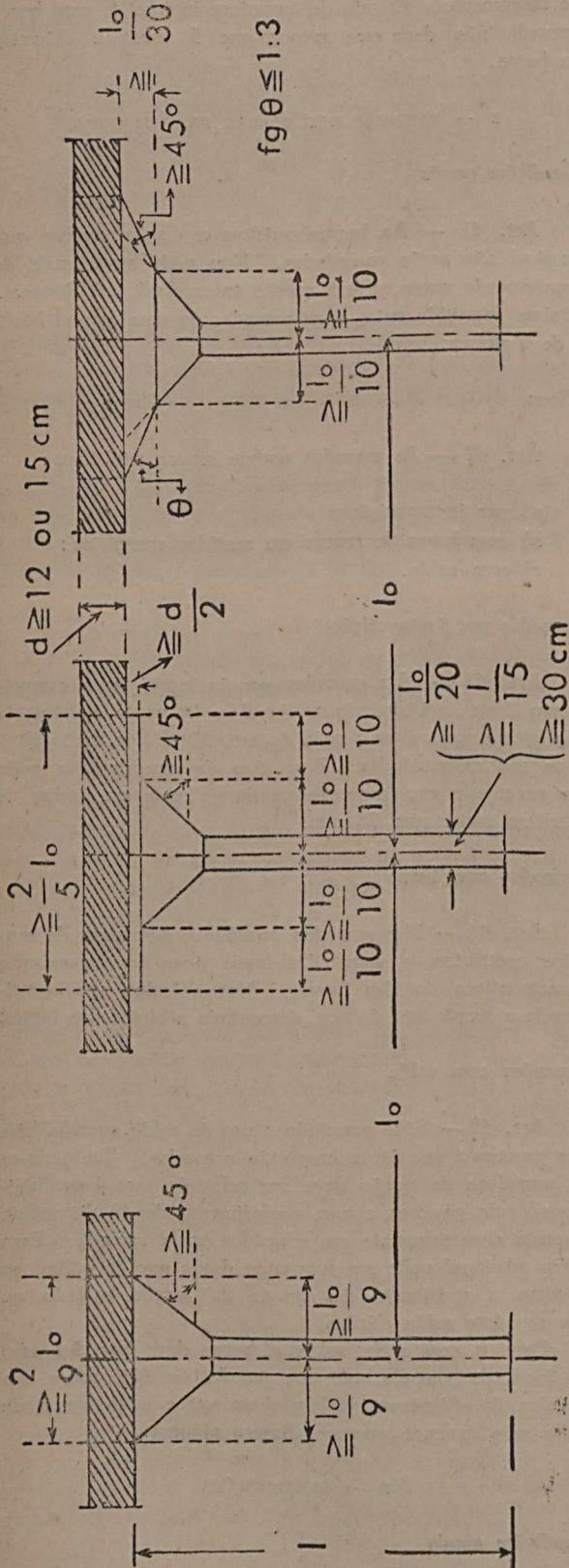
Para o ensaio da solda a barra deve ser dobrada, no local da emenda, até um ângulo de 60°, sobre um cilindro de diâmetro igual a duas vezes o diâmetro da barra, não devendo aparecer fissura alguma.

F — CANALIZAÇÕES

Condições gerais

Art. 46 — A colocação de canalização, no interior das peças da estrutura de concreto armado, deve ser feita de modo a não haver diminuição da resistência da estrutura.

Nas diversas partes da estrutura, o diâmetro externo das canalizações, salvo o caso em que estas apenas as atravessarem de fora a fora no sentido da espessura, não



deve ser maior que 1/3 da espessura do concreto e o seu espaçamento, de centro a centro, não deve ser menor que

3 diâmetros. Nas peças comprimidas não é permitida a colocação de canalizações, não previstas no cálculo, que ocupem mais de 4 % da secção transversal.

Não se permite a colocação de canalizações destinadas a passagem de flúidos com temperatura que se afaste de mais de 15°C da temperatura ambiente. O emprego de canalizações destinadas a suportar pressões internas que ultrapassem de 10 % a pressão atmosférica só é permitido dentro de peças com função estrutural quando estas são apenas atravessadas por aquelas de fora a fora no sentido da espessura.

G — DIMENSÕES EXTERNAS DAS PEÇAS

Espessura das lages

Art. 47 — A espessura das lages não deve ser menor que :

- a) 5 cm, em lages de cobertura ;
- b) 7 cm, em lages que não se destinem à passagem de veículos ;
- c) 12 cm, em lages destinadas à passagem de veículos.

Em lages cogumelos, esses limites devem ser elevados, respectivamente, para 12 cm, 15 cm e 15 cm.

Altura útil das lages

Art. 48 — A altura útil das lages não deve ser menor

- a) 2,5 % do vão teórico, em lages não contínuas, si não forem engastadas em ambas as extremidades, e nos vãos extremos das lages contínuas não engastadas na extremidade ;
- b) 3 % do vão teórico, em lages engastadas nas duas extremidades e nos vãos das lages contínuas não incluídos no item anterior.

No caso de lages nervuradas, as porcentagens acima, referindo-se à altura útil das nervuras aplicam-se a um vão fictício igual a 1,5 vez o vão real.

No caso de lages armadas em cruz e apoiadas nos quatro lados, si a relação do maior para o menor vão não for superior a 1,5 as porcentagens acima aplicam-se a um vão fictício igual a 2/3 do vão menor.

Extensão dos apoios das lages

Art. 49 — A extensão dos apoios extremos de uma lage não deve ser menor que a espessura desta.

Largura das vigas

Art. 50 — As vigas retangulares e as nervuras das vigas T não devem ter largura menor que 8 cm.

Dimensões dos pilares

Art. 51 — A menor dimensão dos pilares não cintados e o diâmetro do núcleo dos pilares cintados não devem ser inferiores a 20 cm, nem a 1/25 de sua altura.

Si os pilares suportarem lages cogumelos, esses limites devem ser elevados respectivamente para 30 cm e 1/15, devendo-se ter, ainda, $a_0 \leq 1_0/20$.

Dimensões dos capitéis

Art. 52 — As dimensões dos capitéis dos pilares que suportam lages cogumelos devem obedecer às seguintes prescrições :

- a) $1_0 \geq 2/9 l_0$, si não houver misula nem reforço da lage.

b) $a_0 \geq 1/5 l_0$ si houver mísula. Esta deve estar de acôrdo com o disposto no artigo 9 e ter uma altura, acima do capitel, maior que $1_0/30$.

c) $a_0 \geq 1/5 l_0$, si houver reforço da lage. Este deve constituir numa placa de espessura não menor que $d/2$ e de comprimento não menor que $2/5 l_0$.

d) A inclinação util dos capitéis, sobre a horizontal, não pode ser menor que 45° .

CAPÍTULO V

EXECUÇÃO DAS OBRAS

A — FÔRMAS DE ESCORAMENTOS

Fôrma

Art. 53 — As fôrmas devem-se adaptar exatamente às fôrmas e dimensões das peças da estrutura projetada e devem ser construídas de modo a não se poderem deformar sensivelmente, quer sob a ação de fatores ambientes, quer sob a da carga, especialmente a do concreto fresco nas colunas e paredes. Nas peças de grande vão deve-se dar às fôrmas a sobrelevação necessária para compensar a deformação inevitável provocada pelo peso do material nelas introduzido.

Resistência

Art. 54 — As fôrmas e os escoramentos devem ser construídos de modo tal que as tensões neles provocadas, quer pelo seu peso e pelo da estrutura, quer pelas cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, não ultrapassem os limites de segurança consagrados pela prática, para os materiais de que são feitos. Igual precaução deve ser tomada quanto às tensões provocadas, no solo ou no piso inferior dos prédios de vários pavimentos, pelas cargas transmitidas pelo escoramento. Quanto aos escoramentos de mais de 5 metros de altura, pode a Fiscalização exigir demonstração de sua estabilidade. Em qualquer caso não se admitem pontaletes de madeira de secção menor que 5 cm x 7 cm. Os pontaletes de mais de 5 metros de comprimento devem ser contraventados, salvo se for demonstrada a desnecessidade dessa medida para prevenir a flambagem.

Emendas nos pontaletes

Art. 55 — Cada pontalete só pode ter uma emenda, a qual não deve ser feita no terço médio de seu comprimento. Nas emendas dos pontaletes de madeira, os topos das duas peças a emendar devem ser planos e normais ao eixo comum; em todas as faces laterais dum pontalete emendado devem ser pregadas sobre-juntas de madeira.

Dispositivos para a retirada das fôrmas e escoramento

Art. 56 — A construção das fôrmas e dos escoramentos deve ser feita de modo a haver facilidade na retirada

dos seus diversos elementos. Para que se possa fazer esta retirada sem choques, o escoramento deve apoiar-se sobre cunhas, caixas de areia ou outros dispositivos apropriados a esse fim. Quando as fôrmas tiverem ligações metálicas internas, estas devem ser construídas de modo que se possa posteriormente dar-lhes um cobrimento de acôrdo com o disposto no art. 37.

Precauções anteriores ao lançamento do concreto

Art. 57 — Antes do lançamento do concreto devem ser vedadas as juntas e feita a limpeza do interior das fôrmas. Nas fôrmas de vigas estreitas e profundas, de paredes e de colunas, devem-se deixar, até o lançamento do concreto, aberturas, próximas ao fundo, para que se possa fazer a limpeza deste.

As fôrmas devem ser molhadas até a saturação; para o escoamento da água em excesso haverá furos nas fôrmas de vigas, paredes e colunas.

B — ARMADURA

Limpeza

Art. 58 — Antes de serem introduzidas nas fôrmas as barras de aço deverão ser cuidadosamente limpas.

Dobramento

Art. 59 — Os ferros devem ser dobrados de acôrdo com o projeto. O dobramento deve ser feito sempre que possível a frio, havendo necessidade de ser feito a quente, não deve o aquecimento ser excessivo afim de que não fiquem prejudicadas as qualidades do metal.

Emendas

Art. 60 — Emendas de barras da armadura, não previstas no projeto, só podem ser feitas com prévia autorização da Fiscalização.

Montagem

Art. 61 — A armadura deve ser montada no interior das fôrmas na posição indicada no projeto e de modo que se mantenha firme durante o lançamento do concreto, conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e às faces internas das fôrmas. Permite-se, para isso, o uso de arame e tarugos de aço, ou de tacos de concreto; nunca, porem, é admitido o emprego de aço cujo cobrimento depois de lançado o concreto, tenha uma espessura menor que a prescrita no art. 37. Nas lages deve ser feita amarração dos ferros em todos os cruzamentos. A montagem da armadura deve estar terminada antes do início da concretagem.

Proteção

Art. 62 — Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço devem estar dispostas de modo a não acarretarem deformações às armaduras.

C — AMASSAMENTO DO CONCRETO

Amassamento manual

Art. 63 — O amassamento manual do concreto a empregar-se somente em obras de pequena importância e quando permitido pela Fiscalização, deve ser realizado sobre um estrado ou superfície plana impermeável e resistente. Misturam-se primeiramente a seco os agregados e o cimento de maneira a obter-se uma cor uniforme. Em seguida, adiciona-se aos poucos a água necessária prossequindo-se a mistura até conseguir-se uma massa de aspecto uniforme. Não é permitido amassar-se, de cada vez, um volume de concreto superior a 350 litros.

Amassamento mecânico

Art. 64 — O amassamento mecânico deve ser contínuo e durar pelo menos um minuto a contar do momento em que todos os componentes do concreto tiverem sido lançados na betoneira.

D — CONCRETAGEM

Transporte

Art. 65 — O concreto deve ser transportado do local de amassamento para o de lançamento tão rapidamente quanto possível e o plano de transporte deve ser tal que não acarrete separação de seus elementos ou perda de qualquer deles.

Lançamentos

Art. 66 — O concreto deve ser lançado logo após a sua confecção, não sendo permitido, entre o amassamento e o lançamento, intervalo superior a trinta minutos. Não se admite o uso de concreto remisturado.

Para os lançamentos que tenham de ser feitos em recintos sujeitos à penetração de águas, devem-se tomar as precauções necessárias para que não haja água no local em que se lança o concreto nem possa o concreto fresco ser por ela lavado.

Juntas de concretagem

Art. 67 — Quando o lançamento do concreto for interrompido e, assim, formar-se uma junta de concretagem devem ser tomadas as precauções necessárias para garantir, ao reiniciar-se o lançamento, a suficiente ligação do concreto já endurecido com o do novo trecho. A Fiscalização pode exigir que essas precauções consistam em se deixarem barras cravadas ou redentes no concreto mais velho. Antes de reiniciar-se o lançamento, deve ser removida a nata e feita a limpeza da superfície da junta.

Plano de lançamento

Art. 68 — Nas grandes estruturas, far-se-á o lançamento do concreto de acordo com um plano, que será organizado tendo em vista o projeto do escoramento e as deformações que serão nele provocadas pelo peso próprio do concreto fresco e pelas cargas eventuais de serviço.

Adensamento

Art. 69 — Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser ou vibrado ou socado continuamente e energicamente por meio de hastes de socamento apropriadas. O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto envolva completamente a armadura e atinja todos os recantos da fôrma. Durante o adensamento devem ser tomadas as precauções necessárias para que não se altere a posição da armadura nem se formem ninhos no agregado.

E — CURA, RETIRADA DAS FÔRMAS E PROVAS DE CARGA

Cura

Art. 70 — As superfícies do concreto expostas a condições que acarretem secamento prematuro devem ser protegidas por meios adequados de modo a se conservarem úmidas durante, pelo menos, sete dias contados do dia do lançamento.

Prazos para a retirada das formas

Art. 71 — A retirada das fôrmas só pode ser feita quando, a critério da Fiscalização já se achar o concreto suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam. Todavia não deve ter lugar salvo no caso do art. 85 *in fine*, antes dos seguintes prazos (a 1.^a coluna refere-se ao cimento portland comum e a 2.^a ao cimento portland de alta resistência inicial):

Paredes, pilares e faces laterais de vigas ...	3	2 dias
Lages até 10 cm de espessura	7	3 "
Lages de mais de 10 cm de espessura e faces inferiores de vigas até 10 m de vão	21	7 "
Arcos e faces inferiores de vigas de mais de 10 m de vão	28	10 "

Precauções na retirada das fôrmas

Art. 72 — A retirada das fôrmas deve ser efetuada sem choques. Quando as fôrmas tiverem ligações metálicas internas, devem-se delas cortar e remover as partes que se acharem a uma distância das faces inferiores aos limites prescritos no art. 37 e encher com argamassa os orifícios resultantes.

Provas de carga

Art. 73 — Quando a fiscalização tiver dúvida sobre a resistência de uma ou mais partes da estrutura poderá exigir a realização de provas de carga. O programa para as mesmas será traçado pela Fiscalização, em cada caso particular, tendo em vista as dúvidas que se queiram dirimir.

CAPÍTULO VI

MATERIAIS

A — CIMENTO

Tipos

Art. 74 — Somente o cimento portland comum e o cimento portland de alta resistência inicial são considera-

dos na presente Norma. Outros tipos de cimento, em casos especiais, poderão ser admitidos desde que suas propriedades características sejam suficientemente estudadas por laboratório nacional idôneo.

Especificações

Art. 75 — No recebimento do cimento portland comum e do cimento portland de alta resistência inicial devem ser observadas respectivamente as Especificações EB1 e EB2. Para o recebimento de outros tipos de cimento devem ser elaboradas especificações, tendo como base os resultados obtidos para os mesmos por laboratório nacional idôneo.

Armazenamento

Art. 76 — O cimento deve ser armazenado em local suficientemente protegido da ação das intempéries da umidade do solo e de outros agentes nocivos às suas qualidades. A embalagem original deve ser conservada até o momento da utilização do cimento.

Lotes recebidos em épocas diversas não devem ser misturados, mas colocados em pilhas separadas de maneira a facilitar-se sua inspeção e o seu emprego na ordem cronológica de recebimento.

B — AGREGADO

Especificações

Art. 77 — Os agregados miudo e graudo devem satisfazer à Especificação EB4.

Deposito

Art. 78 — Agregados diferentes, miudos e graudos, devem ser depositados em plataformas separadas, onde não haja possibilidade de se misturarem com outros agregados ou com materiais estranhos que venham prejudicar a sua qualidade: também no seu manuseio devem-se tomar precauções para evitar essa mistura.

Da mesma forma, no caso de agregados compostos, os diversos tipos de pedra destinados a sua composição devem ser conservados em compartimentos isolados, de maneira a não permitir a intromissão de elementos estranhos ou de tipos diferentes de pedra.

C — AGUA

Especificações

Art. 79 — A água destinada ao amassamento do concreto deve ser límpida e isenta de teores prejudiciais de sais, óleos, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas. Presumem-se satisfatórias as águas potáveis.

Ensaios nos casos duvidosos

Art. 80 — Nos casos duvidosos, para verificar se a água em apreço é prejudicial, far-se-ão ensaios comparativos de pega e resistência à compressão da pasta. Esses ensaios serão feitos em igualdade de condições com água reconhecidamente satisfatória e com a água suspeita e servirão de base à Fiscalização para aceitá-la ou recusá-la.

D — AÇO PARA AS ARMADURAS

Tipos

Art. 81 — Na presente Norma somente se consideram as barras laminadas de aço comum, para concreto armado. A Fiscalização poderá permitir o emprego de aços especiais, desde que suas propriedades características sejam suficientemente estudadas por laboratório nacional idôneo.

Especificações

Art. 82 — No recebimento das barras laminadas de aço comum, para concreto armado, devem ser observadas as exigências da Especificação EB3. Para o recebimento de aços especiais deve ser elaboradas especificações, tendo como base os resultados obtidos para os mesmos por laboratório nacional idôneo.

E — CARACTERÍSTICOS DO CONCRETO

Diâmetro máximo

Art. 83 — O diâmetro do agregado graudo deve ser menor que 1/4 da menor dimensão da peça.

Consistência

Art. 84 — A consistência do concreto deve estar de acordo, a critério da Fiscalização, com as dimensões da peça a concretar, com a distribuição das armaduras no seu interior e com os processos de lançamento e de adensamento a serem usados.

Resistência

Art. 85 — A resistência à compressão do concreto, na qual se baseia a fixação do valor das tensões admissíveis nos concretos dosados racionalmente, deve ser verificada em corpos de prova cilíndricos, com a idade de 28 dias, preparados e rompidos de acordo com os Métodos MB2 e MB3. Essa resistência não deve ser inferior a 125 kg/cm². No caso de se prever um carregamento da estrutura com uma idade inferior a 28 dias, a fixação do valor das tensões admissíveis correspondentes às cargas que então se aplicarem, basear-se-á na resistência a compressão do concreto medida em corpos de prova com aquela mesma idade.

F — DOSAGEM

Dosagem empírica

Art. 86 — A dosagem empírica será permitida somente para obras de pequeno vulto, com prévio consentimento da Fiscalização e sob as seguintes condições:

a) o consumo mínimo de cimento será de 300 kg. por metro cúbico;

b) a porcentagem de agregado miudo no volume total de agregado será fixada de maneira a obter-se um concreto com consistência adequada ao seu emprego; tal porcentagem deverá estar entre 30 % e 50 %;

c) a quantidade d'água será a mínima compatível com a consistência desejada.

Dosagem racional

Art. 87 — A dosagem racional pode ser feita por qualquer método baseado na relação entre a quantidade de água e o peso de cimento (fator A/C), desde que seja devidamente justificado e submetido à aprovação da Fiscalização, e desde que satisfaça às condições seguintes :

a) a fixação do fator A/C decorrerá da resistência desejada e das condições peculiares de cada obra, tais como a necessidade de impermeabilização, a resistência ao desgaste à ação de águas agressivas ou a variações bruscas de temperatura e umidade e a prevenção contra uma retração exagerada ;

b) a relação entre as quantidades de agregados miúdo e graúdo, dependente da natureza dos materiais e da consistência desejada, será obtida por meio de tentativas, entre diversas misturas com consistência satisfatória.

Medida dos materiais

Art. 88 — Sempre que se fizer dosagem racional, devem ser obedecidas as seguintes condições :

a) o cimento deve ser medido em peso, o que pode ser feito pela contagem de sacos, tomadas as devidas precauções para garantir a exatidão do peso declarado de cada saço ;

b) os agregados miúdo e graúdo devem ser medidos separadamente, em peso ou volume, devendo-se sempre levar em conta a influência da umidade, que será medida no canteiro ;

c) especial cuidado deve ser tomado na medida da água, que deve ser feita com erro não superior a 3 %, após se haver descontado a umidade dos agregados.

Controle de resistência

Art. 89 — O controle da resistência do concreto à compressão, obrigatório para os concretos dosados racionalmente, deve ser feito de acordo com os Métodos MB2 e MB3. A idade normal para a ruptura é a de 28 dias (salvo o caso do art. 85, *in fine*) ; permite-se, todavia, a ruptura aos 7 dias desde que se conheça a relação das resistências do concreto em estudo para as duas idades.

Deve-se fazer um ensaio para cada 50 m³ de concreto lançado ou sempre que houver modificação nos materiais ou no traço ; a Fiscalização contudo, poderá exigir maior número de ensaios ou permitir sua redução. Cada ensaio deve constar da ruptura de, pelo menos, dois corpos de prova.

CAPÍTULO VII**TENSÕES ADMISSÍVEIS****A — CONCRETO****Compressão em concretos dosados empiricamente**

Art. 90 — As tensões de compressão, nos concretos dosados empiricamente, não devem ultrapassar os seguintes valores :

- a) para compressão axial ou flexão composta (tensão no centro de gravidade da secção transversal) 40 kg/cm²
 b) para flexão simples ou composta (tensão nas bordas da secção transversal) 45 kg/cm²

Compressão em concretos dosados racionalmente

Art 91 — As tensões admissíveis de compressão, nos concretos dosados racionalmente, são :

- a) para compressão axial ou flexão composta (tensão no centro de gravidade da transversal) $\frac{\sigma_c}{3} \leq 60 \text{ kg/cm}^2$;
 b) para flexão simples ou flexão composta (tensão nas bordas da tensão transversal) $\frac{\sigma_c}{2,5} \leq 75 \text{ kg/cm}^2$

Esses limites podem ser ultrapassados nos seguintes casos :

1) de 10 kg/cm², na região dos momentos negativos das vigas T e das lages nervuradas ;

2) de 10 kg/cm², nos pilares de edificios submetidos a compressão axial, que suportem quatro ou mais andares desde que não haja dispositivo legal que permita fazer desconto de cargas acidentais ;

3) o limite de 75 kg/cm² estabelecido na alínea b) pode ser elevado até 110 kg/cm², cabendo então à Fiscalização verificar minuciosamente o exato cumprimento de todas as prescrições desta Norma e especialmente averiguar se, no cálculo, foram considerados todos os esforços que possam atuar sobre a estrutura ;

4) nos blocos de apóio, convenientemente armados, com forma de prisma retangular de altura não menor que a largura, as tensões admissíveis podem ser multiplicadas

por $\sqrt[3]{\frac{S_{c0}}{S_a}}$, não se devendo, porem, adotar valores superiores a 130 kg/cm².

Cisalhamento

Art. 92 — A tensão admissível de cisalhamento no concreto é de 14 kg/cm². Para valores acima de 6 kg/cm² deve-se usar armadura para resistir a todos os esforços de tração oriundos do cisalhamento.

Para concretos dosados racionalmente, com $\sigma_c \geq 150$ kg/cm², esses limites podem ser elevados, respectivamente, para 16 kg/cm² e 8 kg/cm².

B — AÇO**Compressão e tração**

Art. 93 — As tensões admissíveis de compressão e tração no aço são :

a) para compressão axial ou flexão composta (média das tensões em toda a armadura longitudinal)

aço 37 CA 1200 kg/cm²
 aço 50 CA 1500 kg/cm²

b) para flexão simples ou flexão composta (tensão máxima)

aço 37 CA 1500 kg/cm²
 aço 50 CA 1800 kg/cm²

Aderência

Art. 94 — A tensão admissível de aderência da armadura ao concreto é de 6 kg/cm².

Rio de Janeiro, 11 de novembro de 1940.

WALDEMAR FALCÃO.

(D. O. de 9-12-40).

Especificações e publicações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

Continuando a sua proveitosa atividade no campo da tecnologia, o I.P.T. de S. Paulo nos envia mais uma especificação elaborada em colaboração com a Repartição de Águas e Esgotos e Prefeitura do Município de S. Paulo, e dois boletins, ns. 25 e 26 :

Especificação E-50 : *Peças moldadas de latão.*

Boletim n.º 25 : *Métodos de análises químicas adotadas no I.P.T.*

Boletim n.º 26 : *As águas minerais de S. Pedro (Francisco J. Maffir). Análise espectrográfica de águas minerais (Oscar Bergström Lourenço). Considerações sobre a resistência a altas temperaturas de produtos refratários nacionais (Frederico B. Angeleri).*

Esses trabalhos trazem a marca de qualidade que o Instituto de S Paulo costuma apor em tudo o que produz.

Para os nossos leitores, porém, ressaltamos uma conclusão relativa à resistência a altas temperaturas de produtos feitos pelo I.P.T. sobre 20 amostras de fabricação nacional, e cuja composição química, refratariedade, absorção de água em %, peso específico aparente a 20° C., porosidade aparente, e resistência à compressão a altas temperaturas, sob pressão de 2 kg/2m², foram determinados.

O material nacional, apesar de demonstrar absorção e porosidade aparente maiores que o estrangeiro, nas demais características pode ser perfeitamente a ele comparável. Essa é uma notícia altamente interessante sob todos os pontos de vista, pois demonstra que em mais um sector, com pequenos melhoramentos, a indústria nacional poderá se assenhorear com vantagem do mercado brasileiro e, talvez, iniciar uma nova linha de exportação.

Movimento da padronização no estrangeiro

U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Technical News Bulletin of the National Bureau of Standards

O número 283, de novembro, do Boletim Técnico do Bureau of Standards nos dá o resumo das publicações e trabalhos daquela instituição, durante esse mês. A guerra

européia tendo fechado alguns mercados e tornando outros de difícil acesso, dificultou a obtenção de papéis de filtro nos EE. UU. O Bureau of Standards, procedendo a um inquérito, chegou à conclusão de não ser alarmante a situação: os papéis ingleses chegam em maior quantidade, e a produção americana está se aperfeiçoando, a ponto de, em qualidade, já se comparar com os melhores da