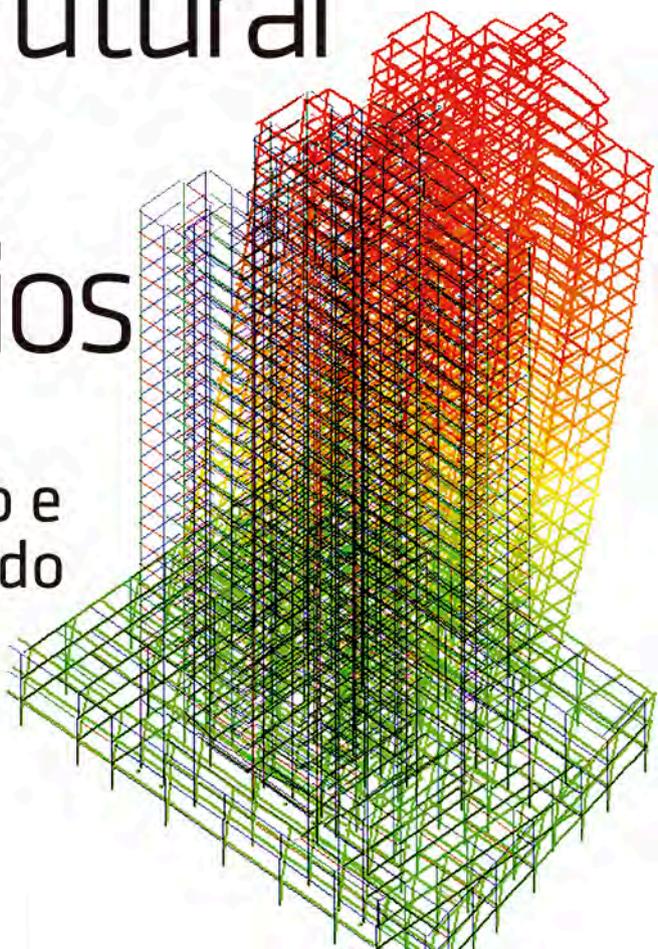


des  
o  
construindo  
projeto  
estrutural  
de  
edifícios

José Sérgio dos Santos

concreto  
armado e  
proteridido



des  
construindo  
o  
projeto  
estrutural  
de  
edifícios

José Sérgio dos Santos

concreto  
armado e  
proteridido

oficina de textos

Copyright © 2017 Oficina de Textos

Grafia atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil desde 2009.

CONSELHO EDITORIAL Arthur Pinto Chaves; Cylon Gonçalves da Silva;  
Doris C. C. K. Kowaltowski; José Galizia Tundisi;  
Luís Enrique Sánchez; Paulo Helene; Rozely Ferreira  
dos Santos; Teresa Gallotti Florenzano

CAPA Malu Vallim

PROJETO GRÁFICO, PREPARAÇÃO DE FIGURAS E DIAGRAMAÇÃO Alexandre Babadobulos

PREPARAÇÃO DE TEXTO Hélio Hideki Iraha

REVISÃO DE TEXTO Paula Marcele Sousa Martins

IMPRESSÃO E ACABAMENTO Rettec artes gráficas

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

---

Santos, José Sérgio dos

Desconstruindo o projeto estrutural de edifícios: concreto armado e protendido / José Sérgio dos Santos. -- São Paulo : Oficina de Textos, 2017.

Bibliografia

ISBN: 978-85-7975-261-2

1. Edifícios
2. Engenharia - Projetos
3. Engenharia civil
4. Estruturas de concreto armado
5. Estruturas de concreto protendido
6. Engenharia de estruturas I. Título.

16-00001

CDD-624.1834

---

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Projeto estrutural de edifícios : Engenharia civil 624.1834

Todos os direitos reservados à OFICINA DE TEXTOS

Rua Cubatão, 798

CEP 04013-003 São Paulo SP

tel. (11) 3085 7933

www.ofitexto.com.br

atend@ofitexto.com.br

# AGRADECIMENTOS

GOSTARIA DE EXPRESSAR meus sinceros agradecimentos à E3 Engenharia Estrutural, nas pessoas de Adízio Lima, Augusto Albuquerque, Roberto Barreira, Pedro Alencar, Marcela Moreira da Rocha e Enson Portela, pela amizade de muitos anos e por terem cedido alguns dos detalhes estruturais que constam neste livro.

A E3 Engenharia Estrutural está situada em Fortaleza (CE). É uma empresa especializada no projeto de estruturas de concreto armado e protendido de edifícios comerciais, residenciais e industriais. Seus contatos são:

E3 Engenharia Estrutural  
Av. Cel. Miguel Dias, 50 – sala 204  
Guararapes – CEP 60810-160 – Fortaleza (CE)  
(085) 3241-7777

Agradeço também aos colegas do Instituto Federal do Ceará Mariano da Franca, Marcos Porto e Jardel Leite, que leram o manuscrito deste livro e deram importantes contribuições para sua forma final.

# APRESENTAÇÃO

AS CHARGES CRIADAS POR SÉRGIO DOS SANTOS são famosas e apreciadas no Brasil inteiro. Seus traços revelam o seu enorme talento em associar uma criatividade ímpar com um conhecimento técnico afinado sobre o cálculo de estruturas de concreto.

Agora, ele nos mostra que consegue aliar mais outro dom ao seu rol de habilidades, o de escrever.

*Desconstruindo o projeto estrutural de edifícios* é um livro com conteúdo rico e abrangente sobre um tema comum para um engenheiro civil, o cálculo estrutural, porém abordado sob uma ótica inovadora.

Deduções e formulações matemáticas dão lugar a observações práticas e relevantes para a correta interpretação dos desenhos técnicos que fazem parte de um projeto estrutural.

Com capítulos objetivos e didáticos, repletos de ilustrações – e, claro, as charges não poderiam ficar de fora –, a leitura deste livro flui naturalmente e de forma muito agradável por cada um dos tópicos abordados, desde a locação dos pilares na fundação até o detalhamento dos elementos que compõem uma estrutura, inclusive com a protensão.

Um requisito fundamental para o êxito na execução de uma construção precisa e segura. Um elo perfeito entre quem projeta e quem executa uma estrutura de concreto armado e protendido. Esses, a meu ver, são os pontos-chave que caracterizam esta obra.

Parabéns, Sérgio dos Santos, pelo seu brilhante trabalho! Desejo que continue sempre nos brindando com suas charges. Mas torço, principalmente, para que esse seja apenas o precursor de seus livros.

*Alio E. Kimura*

Sócio-diretor da TQS Informática Ltda.

# PREFÁCIO

LIVROS DE INDISCUTÍVEL qualidade têm sido escritos no Brasil para tratar do tema da Engenharia Estrutural voltada para estruturas de concreto armado e protendido. Essas obras têm desempenhado um grande papel ao transmitir para as novas gerações de engenheiros o domínio de uma tecnologia fundamental para o desenvolvimento da nação.

Por que então outro livro sobre o tema se o mercado de livros técnicos já está relativamente bem suprido? A resposta vem da necessidade de se debruçar sobre um tema pouco explorado na literatura disponível: a leitura de projetos estruturais.

Uma imagem vale mais que mil palavras, diz o ditado. Contudo, embora um projeto estrutural contenha centenas de imagens, não raro erros grosseiros são executados em obras de pequeno e de grande porte pelo simples fato de que a informação contida nas plantas, nos cortes e nos detalhes não é perfeitamente assimilada pelos profissionais responsáveis pela execução da estrutura. E, mais grave, muitas vezes esses profissionais executam o projeto sem saber o porquê de aquilo estar sendo feito daquela maneira.

*Desconstruindo o projeto estrutural de edifícios* tem por objetivo ajudar os profissionais envolvidos na execução dessas estruturas a fazer uma leitura correta dos projetos que têm em mãos, de modo que essa execução possa ser feita com o mínimo de falhas possível. Este não é um livro de teorias sobre Engenharia Estrutural com deduções de equações empregadas nos dimensionamentos dos elementos; ao contrário, é um livro extremamente prático, ricamente ilustrado,

que se propõe explicar como fazer a correta leitura de um projeto de concreto armado ou protendido.

A sequência dos capítulos segue a sequência de execução da obra, iniciando pela locação dos pilares e passando pelo detalhamento de fundações, pilares, cintamento, escada, forma, armadura de lajes, armadura de vigas e protensão. Meu desejo sincero é que a leitura deste livro o ajude a se tornar um melhor profissional e que isso agregue valor à sua carreira.

#### MOMENTO DA CHARGE



# SUMÁRIO

<b>1</b>	Considerações iniciais sobre o projeto estrutural	13
1.1	Materiais .....	14
1.2	Sistemas estruturais .....	15
1.3	Carregamentos.....	16
1.4	Cálculo .....	18
1.5	Apresentação do projeto estrutural .....	18
<b>2</b>	Locação de pilares	27
2.1	Ponto inicial de locação .....	28
2.2	Dimensões dos elementos estruturais .....	30
2.3	Tabela de baricentros .....	31
2.4	Corte esquemático .....	31
2.5	Resumo de estacas .....	32
2.6	Notas.....	33
<b>3</b>	Detalhamento das fundações	35
3.1	Fundações diretas (ou rasas) .....	37
3.2	Fundações indiretas (ou profundas) .....	39
<b>4</b>	Cintamento	49
4.1	Travando blocos de coroamento de estacas .....	50
4.2	Delimitando poços dos elevadores.....	50
4.3	Saída da escada.....	50

<b>5</b>	<b>Escada</b>	<b>53</b>
<b>5.1</b>	Forma da escada.....	54
<b>5.2</b>	Corte da escada .....	54
<b>5.3</b>	Armadura da escada .....	56
<b>6</b>	<b>Pilares</b>	<b>61</b>
<b>6.1</b>	Saída de pilares .....	62
<b>6.2</b>	Detalhamento de um lance de pilar .....	64
<b>6.3</b>	Dobras e ligação entre lances.....	65
<b>6.4</b>	Outros formatos.....	66
<b>7</b>	<b>Forma</b>	<b>69</b>
<b>7.1</b>	Simbologia .....	70
<b>7.2</b>	Lajes.....	71
<b>7.3</b>	Elementos curvos.....	76
<b>8</b>	<b>Armadura de laje</b>	<b>79</b>
<b>8.1</b>	Representação gráfica.....	80
<b>8.2</b>	Armadura de lajes maciças .....	81
<b>8.3</b>	Armadura de lajes nervuradas.....	84
<b>9</b>	<b>Armadura de viga</b>	<b>89</b>
<b>9.1</b>	Armadura longitudinal.....	90
<b>9.2</b>	Armadura transversal.....	94
<b>9.3</b>	Representação gráfica em projeto.....	95
<b>10</b>	<b>Protensão</b>	<b>97</b>
<b>10.1</b>	Cordoalha engraxada .....	98
<b>10.2</b>	Detalhes de projeto .....	98
<b>10.3</b>	Traçado dos cabos .....	101

10.4	Protensão de lajes .....	102
10.5	Quantitativos de protensão .....	111
<b>11</b>	<b>Caixa-d'água</b> .....	<b>113</b>
11.1	Laje de fundo .....	114
11.2	Laje de tampa.....	115
11.3	Armadura de ligação entre as paredes .....	116
11.4	Armadura das paredes .....	118
<b>12</b>	<b>Quantitativos e índices</b> .....	<b>121</b>
12.1	Quantitativos.....	122
12.2	Índices relativos.....	125
	Referências bibliográficas .....	127

con

si

CONSIDERAÇÕES  
INICIAIS SOBRE  
O PROJETO  
ESTRUTURAL

de

ra

ç

ões

5

USUALMENTE A PRIMEIRA prancha de um projeto estrutural é a *locação dos pilares*. Isso acontece porque a lógica por detrás da numeração das pranchas é que sigam a ordem em que os elementos serão construídos. Na sequência, portanto, encontram-se as pranchas com os detalhes de fundações, armadura de pilares, escada, formas, armaduras de lajes e vigas de cada um dos pavimentos, culminando com a casa de máquinas e a caixa-d'água.

Como foi dito, a locação dos pilares geralmente é a primeira prancha do projeto a ser apresentada, mas não é por ela que o projeto se inicia. Aliás, pode-se dizer que, a rigor, o projeto começa bem antes da fase de apresentação gráfica. Envolve a escolha dos materiais, a concepção do sistema estrutural, a determinação das cargas que atuarão na estrutura, a análise dos esforços, passando pelo dimensionamento e detalhamento de todos os elementos.

## 1.1 MATERIAIS

Pode-se dizer que o projeto estrutural se inicia pela escolha dos materiais de que a estrutura será feita. Será uma estrutura de aço, madeira, alumínio, concreto? No caso específico das estruturas de concreto, que é o objeto de estudo deste livro, é preciso que se definam as classes de resistência e os tipos de aço que serão utilizados na sua execução. Caso se empreguem apenas aços do tipo CA, diz-se que a estrutura é de concreto armado. O uso de aços do tipo CA e CP numa mesma estrutura implica dizer que ela é feita de concreto protendido.

Como é realizada essa escolha da classe de resistência que o concreto deverá ter? O engenheiro estrutural geralmente consulta seu cliente sobre os valores usuais empregados em suas obras. No caso dos novos construtores, pode-se sugerir valores habituais adotados em certa região. Hoje em dia dificilmente se encontra uma estrutura com valores de  $f_{ck}$  (resistência característica do concreto à

**Boxe 1.1 CÁLCULO DO PESO LINEAR DE UMA BARRA DE AÇO**

Para calcular o quanto determinada barra de aço pesa por metro de comprimento, é preciso saber seu peso específico e seu diâmetro.

O peso específico de um material é definido como:

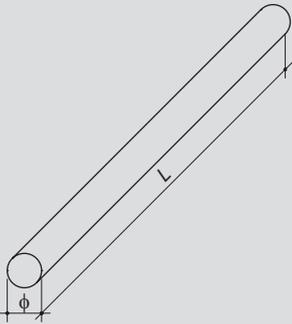
$$\gamma = \frac{P}{\nabla} \quad (1.1)$$

em que  $P$  é o peso do material (kgf) e  $\nabla$  é o volume ( $m^3$ ).

O peso então é calculado conforme a equação:

$$P = \gamma \cdot \nabla \quad (1.2)$$

A barra tem formato cilíndrico (Fig. 1.4), então seu volume pode ser expresso pelo produto da área do círculo pelo comprimento. Como



os diâmetros são expressos em milímetros, é preciso convertê-los em metros para que o volume seja calculado em metros cúbicos. Isso é feito dividindo-os por 1.000. A equação do volume fica como mostrado a seguir:

$$\nabla = \frac{\pi \left( \frac{\phi}{1.000} \right)^2}{4} L \quad (1.3)$$

**Fig. 1.4** Barra com formato cilíndrico

Ao fazer  $L = 1$  m, tem-se o volume da barra para 1 m de comprimento. Simplificando a Eq. 1.3, chega-se a:

$$\nabla = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4.000.000} \quad (1.4)$$

Para o aço,  $\gamma = 7.850$  kgf/ $m^3$ . Ao substituir  $\gamma$  e  $\nabla$  na Eq. 1.2, tem-se:

$$P = \frac{7.850\pi}{4.000.000} \phi^2 \quad (1.5)$$

# lo ca ção

LOCAÇÃO  
DE PILARES

deta

DETALHAMENTO  
DAS FUNDAÇÕES

ha

men

to

DEPOIS DE FEITA a marcação dos baricentros dos pilares, inicia-se a execução propriamente dita da estrutura, e os primeiros elementos a serem executados são as fundações.

Para que o dimensionamento das fundações possa ser realizado, é preciso que se conheça a resistência do solo onde elas serão assentadas. Isso pode ser feito por meio de ensaios de investigação geotécnica, sendo o mais comum deles a sondagem à percussão SPT (*standard penetration test*) ou ensaio de penetração padrão.

Esse ensaio fornece informações sobre o material de que é constituída a formação onde será assentada a estrutura, indicando o índice de resistência à penetração ( $N_{SPT}$ ) a cada metro de profundidade. Com base nesse relatório é possível estimar, para cada metro, o nível máximo de tensão que o solo é capaz de suportar. Isso é feito correlacionando-se o  $N_{SPT}$  com a tensão admissível dos solos. As seguintes equações empíricas encontradas na literatura podem ser utilizadas nesse procedimento (Moraes, 1976; Oliveira Filho, 1988):

$$\sigma_{adm} = \frac{N_{SPT}}{4} \quad (3.1)$$

para areia, argila pura.

$$\sigma_{adm} = \frac{N_{SPT}}{5} \quad (3.2)$$

para argila siltosa.

$$\sigma_{adm} = \frac{N_{SPT}}{7,5} \quad (3.3)$$

para argila arenosa siltosa.

Caso o valor da tensão admissível seja compatível com as cargas dos pilares, é possível adotar a solução em fundação direta. A Tab. 3.1 mostra um indicativo do número ideal de pavimentos em função dessa taxa do terreno.

mostrado na figura, as estacas têm diâmetro de 60 cm, e a distância mínima que as separa é igual a  $2,5\phi$ , ou seja, 150 cm. A vista lateral indica que o bloco possui 140 cm de altura. Notar que as estacas penetram 10 cm no bloco.

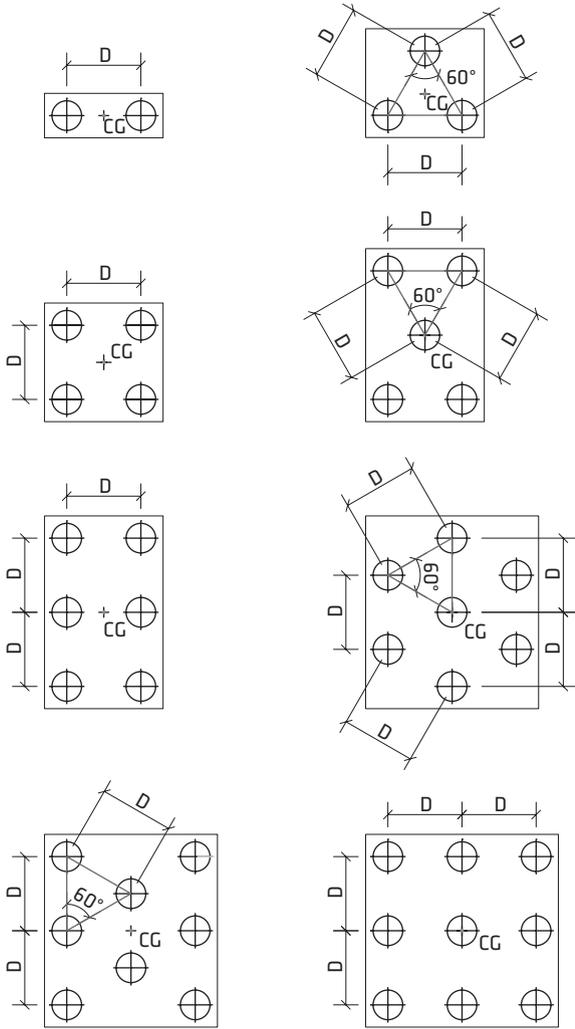


Fig. 3.7 Distribuição de estacas no bloco de coroamento

ta  
cin  
men  
to

CINTAMENTO

es

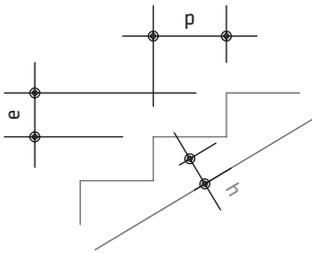
ca

ESCADA

da

POR SE TRATAR de um elemento que faz a interligação de níveis diferentes, é preciso que o detalhamento da escada seja feito por meio de plantas e cortes, tanto no desenho de forma quanto no de armaduras.

Seus elementos principais são: piso, espelho, largura, patamar e altura. Os primeiros são definidos no projeto arquitetônico, enquanto o último, a altura, é definido no projeto estrutural.



**Fig. 5.1** Elementos de uma escada

O espelho ( $e$ ) e o piso ( $p$ ) da escada podem ser relacionados pela equação empírica mostrada a seguir, ao passo que o dimensionamento da altura ( $h$ ) é função dos vãos e do carregamento (Fig. 5.1). Já a largura mínima é definida pelos códigos de obras dos municípios.

$$2e + p = 62 \text{ cm a } 64 \text{ cm} \quad (5.1)$$

### 5.1 FORMA DA ESCADA

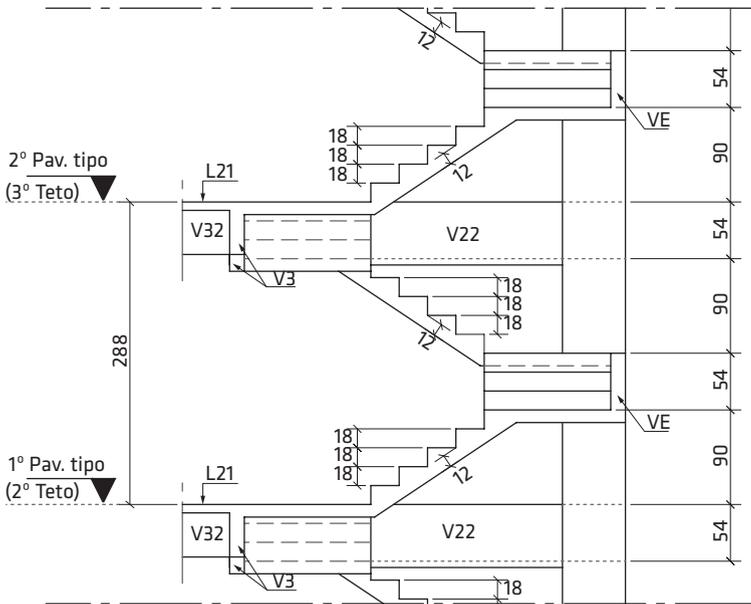
Na Fig. 5.2 encontra-se a forma da escada do pavimento tipo de um edifício. É preciso que todos os degraus estejam numerados para que se possa identificar o sentido de subida, que nesse caso é anti-horário. Notar também que os pisos dos degraus e os patamares estão devidamente cotados.

As vigas que delimitam a caixa da escada, V1, V3, V22 e V26, estão todas no plano do pavimento, enquanto a VE está posicionada entre as lajes (ver corte A-A na Fig. 5.3).

### 5.2 CORTE DA ESCADA

Para facilitar o processo construtivo, é desejável que o valor do espelho seja um número inteiro em vez de quebrado. Por

Uma informação importantíssima que precisa ser mostrada no corte é aquela que se refere à altura da laje da escada. No exemplo da Fig. 5.3, seu valor é de 12 cm. Também no corte define-se o nível em que ficará a viga escada. No exemplo em questão, seu topo ficará 144 cm acima da laje.



**Fig. 5.3** Corte da escada

### 5.3 ARMADURA DA ESCADA

Assim como a forma, a armadura da escada precisa ser detalhada em planta e em corte. O detalhe em planta pode ser visto na Fig. 5.4. No exemplo mostrado neste capítulo, a escada tem quatro lances, sendo dois principais e dois secundários.

Os lances principais, detalhados nos cortes 1-1 e 2-2 (Fig. 5.5), apoiam-se na viga V3 e na VE. Os lances secundários, mostrados nos cortes 3-3 e 4-4 (Fig. 5.6), apoiam-se nos lances principais.

# pilares

PILARES

- Para calcular a quantidade de estribos no lance, basta dividir a altura do lance do pilar pelo espaçamento do estribo. No exemplo, tem-se o estribo especificado como  $\phi 8$  c/20. Desse modo:

$$328/20 = 16 \text{ estribos}$$

- Os estribos abertos, que aparecem na posição N3, são chamados de grampos e utilizados em pilares alongados. Sua quantidade é calculada da mesma maneira que no estribo.

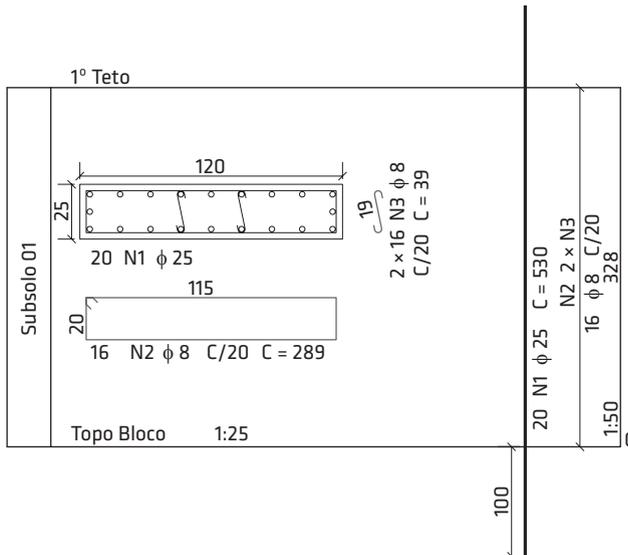


Fig. 6.4 Saída de pilares para fundação em bloco de coroamento de estacas

### 6.3 DOBRAS E LIGAÇÃO ENTRE LANCES

Se o edifício é composto de múltiplos andares, é preciso que se deixe uma armadura de espera no andar de baixo para permitir uma emenda com as barras que serão posicionadas no lance superior. O valor dessa espera é em torno de  $40\phi$ . Já para o caso da dobra inferior da armadura de saída da sapata, esse valor é de  $15\phi$ . Um exemplo ilustrativo pode ser visto na Fig. 6.5.

for

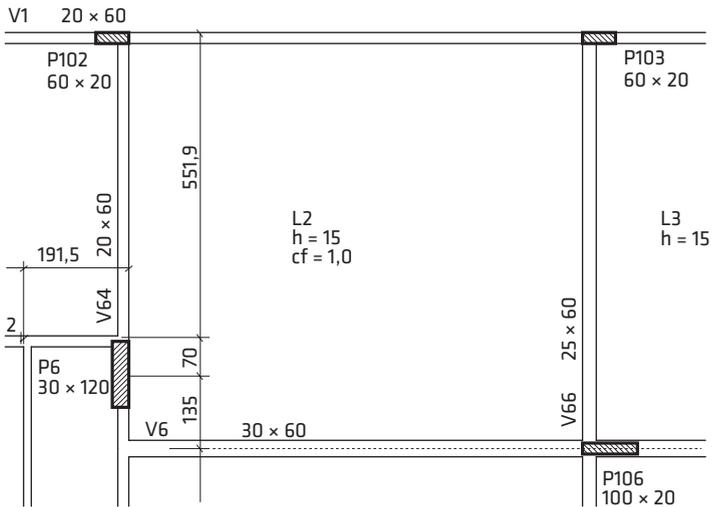
FORMA

ma

## 7.2 LAJES

### 7.2.1 Lajes maciças

Observar a laje L2 na Fig. 7.1. O desenho de forma mostra que se trata de uma laje maciça com 15 cm de espessura e contraflecha de 1,0 cm no meio da laje.



**Fig. 7.1** Forma com laje maciça

Entende-se por contraflecha uma deformação vertical para cima imposta ao elemento estrutural de modo a prevenir a formação de flechas elevadas quando da atuação do carregamento. Esse recurso é utilizado tanto em lajes quanto em vigas. No desenvolvimento do projeto estrutural, procura-se minimizar essas deformações para que fiquem dentro de valores preconizados em norma. Por exemplo, em lajes e vigas destinadas a receber habitações residenciais e cuja alvenaria de vedação seja feita de tijolos, o valor da flecha não deve ultrapassar 1,0 cm.

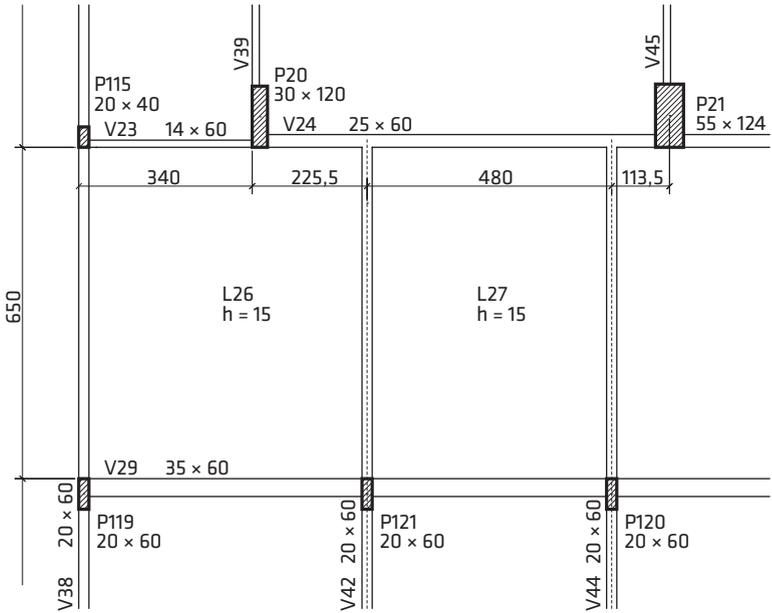
ar  
ma

dura

ARMADURA  
DE LAJE

de  
laje

- eliminam-se as alturas das lajes e contraflechas, permanecendo apenas os títulos das lajes.



**Fig. 8.1** Forma com laje maciça

## 8.2 ARMADURA DE LAJES MACIÇAS

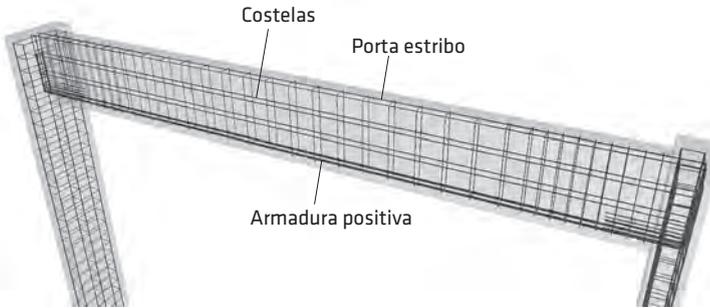
A Fig. 8.2 mostra a armadura positiva das lajes L26 e L27 representadas na Fig. 8.1. Notar que, assim como na armadura das sapatas, apenas um ferro representativo em cada direção é desenhado. Têm-se N1 e N2 para a laje L26 e N3 e N4 para a laje L27.

Na laje L26, tem-se uma malha de  $\phi 8$  mm a cada 13 cm na direção principal e  $\phi 8$  mm a cada 19 cm na direção secundária. A laje L27 possui uma malha de  $\phi 8$  mm a cada 14 cm na direção principal e  $\phi 6$  mm a cada 19 cm na direção secundária.

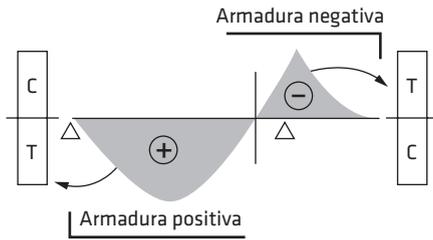
ar  
ma  
dura  
de.  
viga

ARMADURA  
DE VIGA

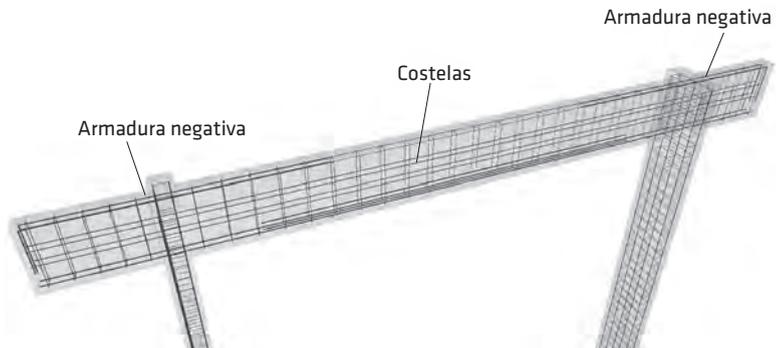
vistas em balanços e também nos apoios intermediários das vigas (ver as Figs. 9.3 a 9.6).



**Fig. 9.2** Perspectiva da armadura de uma viga simplesmente apoiada



**Fig. 9.3** Diagrama de momento fletor de uma viga com balanço



**Fig. 9.4** Perspectiva da armadura de uma viga com dois balanços

pro  
ten

PROTENSÃO

~  
são

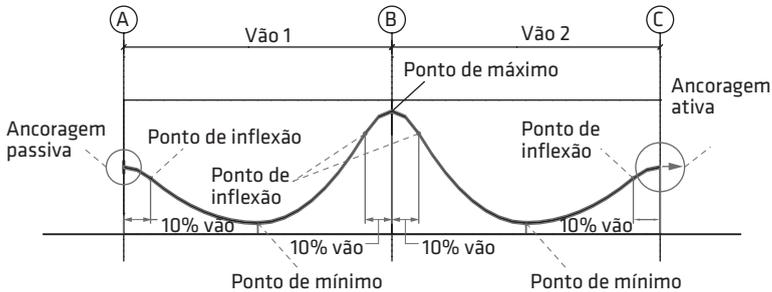


Fig. 10.6 Traçado típico de um cabo de protensão visto de perfil

#### 10.4 PROTENSÃO DE LAJES

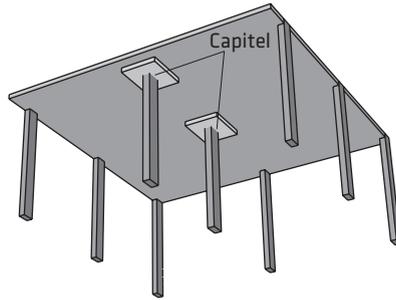
As lajes denominadas cogumelo apoiam-se diretamente nos pilares, eliminando a necessidade de vigas. A norma brasileira permite que se projete esse tipo de laje, desde que sua altura seja de no mínimo 20 cm. Um dos problemas desse tipo de estrutura é sua flexibilidade, requerendo do engenheiro cuidados para que a estrutura não se deforme excessivamente. A protensão de lajes pode ser usada para resolver esse problema, sendo possível utilizá-la tanto em lajes maciças quanto em nervuradas.

##### 10.4.1 Lajes cogumelo maciças protendidas

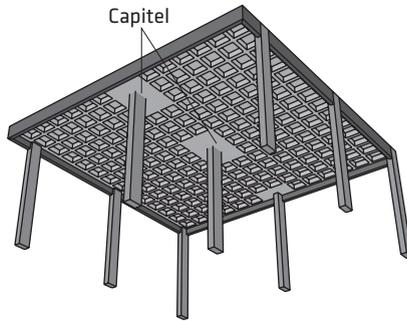
Nas lajes maciças com protensão nas duas direções, é comum que o projetista distribua cabos numa direção e concentre-os na outra. Isso é feito para que não haja interferência de cabos em direções ortogonais tentando ocupar a mesma ordenada. Os cabos distribuídos geralmente são agrupados em feixes de duas a quatro cordoalhas (Fig. 10.7).

Na Fig. 10.8 vê-se a representação em planta da protensão de laje numa dada direção. Nela, os cabos estão distribuídos em feixes de três cabos. Os números escritos ao longo do desenho do traçado são as ordenadas dos cabos, ou seja, a distância da forma ao centro de gravidade da cordoalha.

que seja capaz de absorver as tensões. Essa solução está demonstrada na Fig. 10.12.



**Fig. 10.11** Laje cogumelo maciça com capitel



**Fig. 10.12** Laje cogumelo nervurada com capitel

Em algumas situações, o uso de capitéis é indesejado, especialmente em obras residenciais, onde se pretende ter um teto liso (Fig. 10.13). Para evitar seu uso, pode-se utilizar uma armadura de punção na laje. Essa armadura pode ser detalhada na forma de estribos ou ainda, de modo mais eficiente, com conectores ou *studs*. Exemplos desse detalhamento podem ser vistos nas Figs. 10.14 a 10.16.

#### 10.4.4 Armadura de fretagem

As armaduras de fretagem são aquelas posicionadas na região próxima das ancoragens de modo a impedir que as forças de tração causem o fendilhamento da peça. A Fig. 10.17 demonstra como esse detalhe é feito.

ca

CAIXA-D'ÁGUA

xa-

-d'á

gua

quan

tita

ti

QUANTITATIVOS  
É ÍNDICES

vos

## 12.1 QUANTITATIVOS

Além do projeto estrutural, apresentado de forma gráfica, faz-se necessário entregar para o cliente os quantitativos e índices da estrutura projetada. Isso é feito na forma de um relatório geralmente apresentado em formato A4. Esses quantitativos incluem:

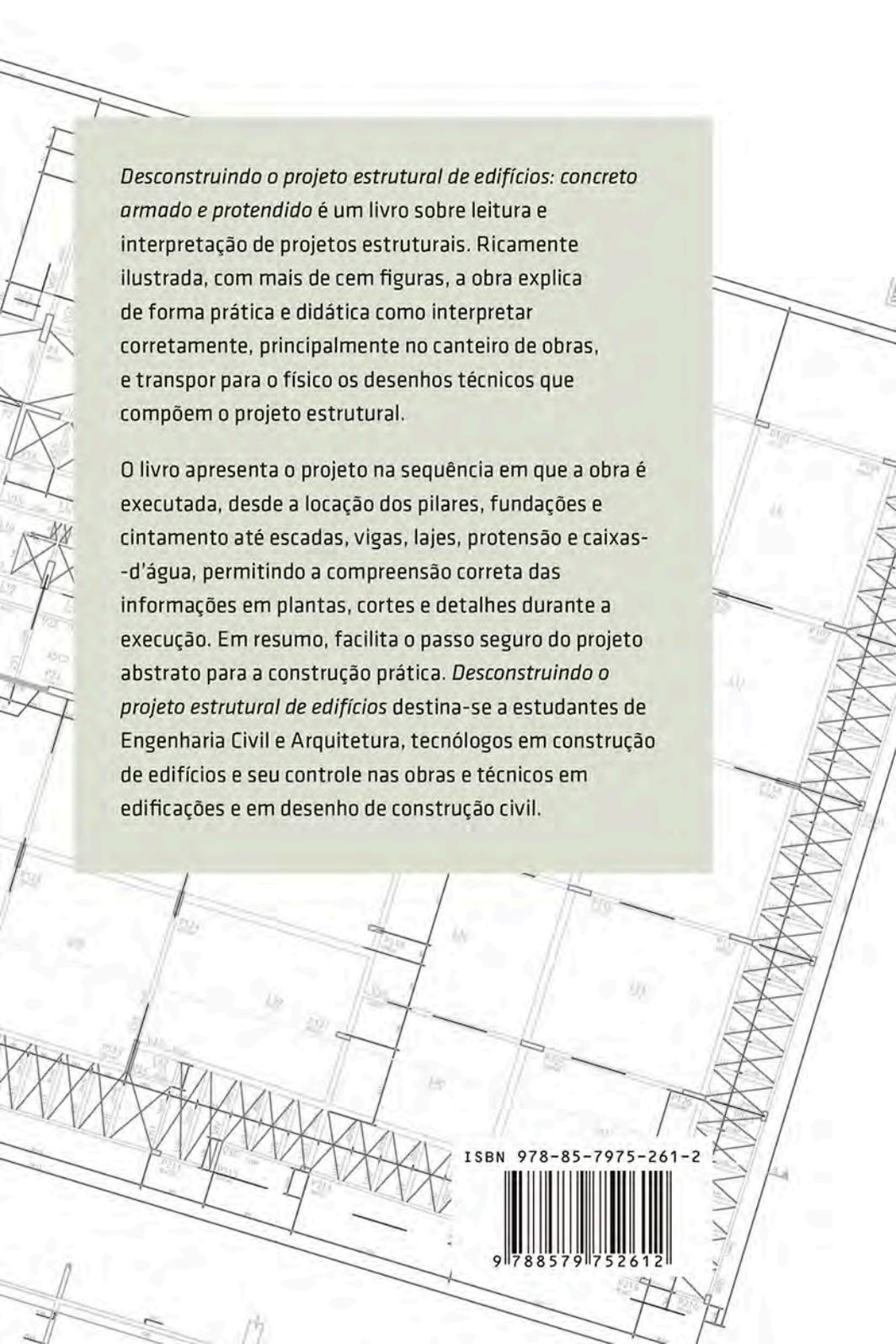
- volume de concreto ( $m^3$ );
- peso de armadura (kg);
- área de forma ( $m^2$ ).

Os quantitativos em geral são separados em *quantitativos da infraestrutura* e *quantitativos da superestrutura*. Os primeiros incluem os números de consumo de material de blocos de coroamento de estacas, sapatas e vigas de cintamento. Já os segundos incluem os consumos dos elementos que sustentam desde a primeira laje até a caixa-d'água. Nessa conta estão inseridos pilares, vigas, lajes e escada.

A Tab. 12.1 constitui um exemplo de como o quantitativo de concreto pode ser apresentado. De modo análogo, pode-se ver o quantitativo de formas na Tab. 12.2. E, por fim, a Tab. 12.3 mostra o quantitativo de armadura.

**Tab. 12.1** EXEMPLO DE QUANTITATIVO DE CONCRETO

	<b>Lajes</b>	<b>Vigas</b>	<b>Pilares</b>	<b>Escada</b>	<b>Subtotal</b>	<b>Área estrutural</b>
	<b><math>m^3</math></b>	<b><math>m^3</math></b>	<b><math>m^3</math></b>	<b><math>m^3</math></b>	<b><math>m^3</math></b>	<b><math>m^2</math></b>
1º teto	179,76	91,32	32,98	2,69	306,75	1.463,00
2º teto	182,23	88,98	33,10	2,60	306,91	1.463,00
3º teto	132,93	50,14	41,21	2,87	227,15	1.017,50
4º teto	131,61	90,25	38,51	3,00	263,37	1.070,48
5º teto	44,97	61,85	32,06	2,81	141,69	532,73
6º teto	44,93	62,60	27,62	2,72	137,87	532,73
7º teto	44,93	62,60	27,62	2,72	137,87	532,73



*Desconstruindo o projeto estrutural de edifícios: concreto armado e protendido* é um livro sobre leitura e interpretação de projetos estruturais. Ricamente ilustrada, com mais de cem figuras, a obra explica de forma prática e didática como interpretar corretamente, principalmente no canteiro de obras, e transpor para o físico os desenhos técnicos que compõem o projeto estrutural.

O livro apresenta o projeto na sequência em que a obra é executada, desde a locação dos pilares, fundações e cintamento até escadas, vigas, lajes, protensão e caixas-d'água, permitindo a compreensão correta das informações em plantas, cortes e detalhes durante a execução. Em resumo, facilita o passo seguro do projeto abstrato para a construção prática. *Desconstruindo o projeto estrutural de edifícios* destina-se a estudantes de Engenharia Civil e Arquitetura, tecnólogos em construção de edifícios e seu controle nas obras e técnicos em edificações e em desenho de construção civil.

ISBN 978-85-7975-261-2



9 788579 752612