

CAPÍTULO

9

Soldagem, União e Projeto de Junções Permanentes

9-1	Símbolos de Soldagem	448
9-2	Soldas de Topo e Filete	450
9-3	Tensões em Junções Soldadas sob Torção	453
9-4	Tensões em Junções Soldadas sob Flexão	458
9-5	Resistência de Junções Soldadas	460
9-6	Carregamento Estático	463
9-7	Carregamento de Fadiga	466
9-8	Soldagem de Resistência	468
9-9	Junções Rebitadas e Parafusadas com Porcas Carregadas em Cisalhamento	469
9-10	União por Adesivos	473

9-4 Tensões em Junções Soldadas sob Flexão

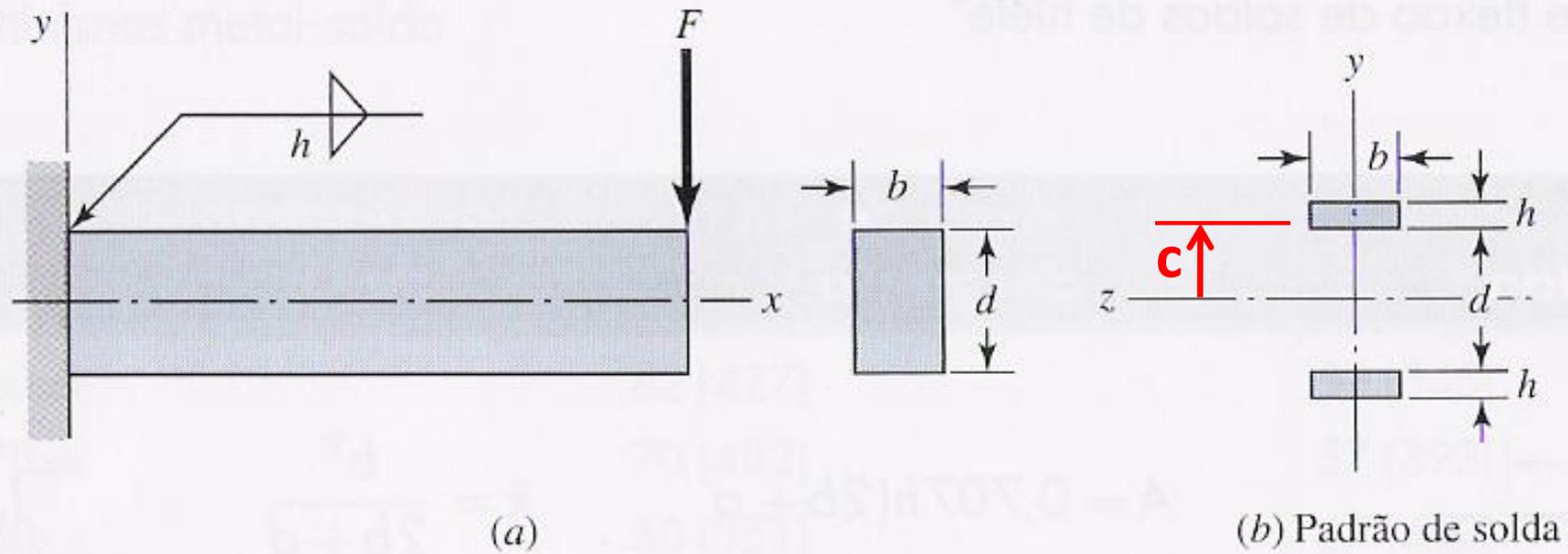


Tabela 9-2 Propriedades de flexão de soldas de filete*

Solda	Área de garganta	Localização de G	Segundo momento de área unitário
	$A = 0,707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1,414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1,414hb$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0,707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0,707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 0,707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0,707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1,414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 1,414\pi r$		$I_u = \pi r^3$

$$\tau = \frac{Mc}{I} = \frac{M(d/2)}{0,707hI_u}$$

9-5 Resistência de Junções Soldadas

Tabela 9-3 Propriedades mínimas metal-solda

Número de eletrodo AWS*	Resistência à tração	Resistência ao escoamento	Elongação percentual
E60xx	62 (427)	50 (345)	17-25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14-17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13-16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14

* Sistema de numeração de especificação do código da American Welding Society (AWS). O sistema utiliza um E prefixado a um sistema de numeração de 4 a 5 dígitos, no qual os dois ou três primeiros dígitos designam a resistência à tração aproximada. O último dígito inclui variáveis na técnica de soldagem, como o suprimento de corrente. Os dígitos próximos ao último indicam a posição de soldagem, como, por exemplo, plana ou vertical, ou de sobrecabeça. O conjunto completo de especificações pode ser obtido da AWS por meio de requisição.

Tabela 9-4 Tensões permitidas pela norma AISC para metal de solda

<i>Tipo de carregamento</i>	<i>Tipo de solda</i>	<i>Tensão permissível</i>	<i>n*</i>
Tração	Topo	$0,60S_y$	1,67
Suporte	Topo	$0,90S_y$	1,11
Flexão	Topo	$0,60-0,66S_y$	1,52-1,67
Compressão simples	Topo	$0,60S_y$	1,67
Cisalhamento	Topo ou filete	$0,30S_{ut}^\dagger$	

* O fator de segurança n tem sido computado usando-se a teoria da energia de distorção.

† A tensão de cisalhamento no metal de base não excederá a $0,40S_y$ do metal de base.

Tabela 9-5 Fatores de concentração de tensão de fadiga, K_{fs}

<i>Tipo de solda</i>	K_{fs}
Solda de topo reforçada	1,2
Ponta de solda de filete transversal	1,5
Extremidade de solda paralela	2,7
Junção de topo-T com cantos aguçados	2,0

Tabela 9-6 Cargas permanentes permitidas e tamanhos mínimos de solda de filete

Plano A: Carga permitida de vários tamanhos de soldas de filete

Nível de resistência do metal de solda							
	60*	70*	80	90*	100	110*	120
Tensão de cisalhamento permitida na garganta, ksi (1000 psi) de solda de filete ou solda de entalhe de penetração parcial							
$\tau =$	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	33,0	36,0
Força unitária permitida em solda de filete, kip/in linear							
$\dagger f =$	12,73h	14,85h	16,97h	19,09h	21,21h	23,33h	25,45h
Tamanho de perna, h, in	Força unitária permitida para vários tamanhos de soldas de filete kip/in linear						
1	12,73	14,85	16,97	19,09	21,21	23,33	25,45
7/8	11,14	12,99	14,85	16,70	18,57	20,41	22,27
3/4	9,55	11,14	12,73	14,32	15,92	17,50	19,09
5/8	7,96	9,28	10,61	11,93	13,27	14,58	15,91
1/2	6,37	7,42	8,48	9,54	10,61	11,67	12,73
7/16	5,57	6,50	7,42	8,35	9,28	10,21	11,14
3/8	4,77	5,57	6,36	7,16	7,95	8,75	9,54
5/16	3,98	4,64	5,30	5,97	6,63	7,29	7,95
1/4	3,18	3,71	4,24	4,77	5,30	5,83	6,36
3/16	2,39	2,78	3,18	3,58	3,98	4,38	4,77
1/8	1,59	1,86	2,12	2,39	2,65	2,92	3,18
1/16	0,795	0,930	1,06	1,19	1,33	1,46	1,59

* Soldas de filete realmente ensaiadas pelo Comitê de Trabalho Conjunto AISC-AWS.
 $\dagger f = 0,707h\tau_{all}$.

Plano B: Tamanho mínimo de solda de filete

Espessura do material da parte unida mais espessa, in	Tamanho de solda, in
* Até $\frac{1}{4}$ incl.	$\frac{1}{8}$
Acima de $\frac{1}{4}$ Até $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$
Acima de $\frac{1}{2}$ Até $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
\dagger Acima de $\frac{3}{4}$ Até $1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$
Acima de $1\frac{1}{2}$ Até $2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
Acima de $2\frac{1}{4}$ Até 6	$\frac{1}{2}$
Acima de 6	$\frac{5}{8}$

Não exceder à espessura da parte mais fina.

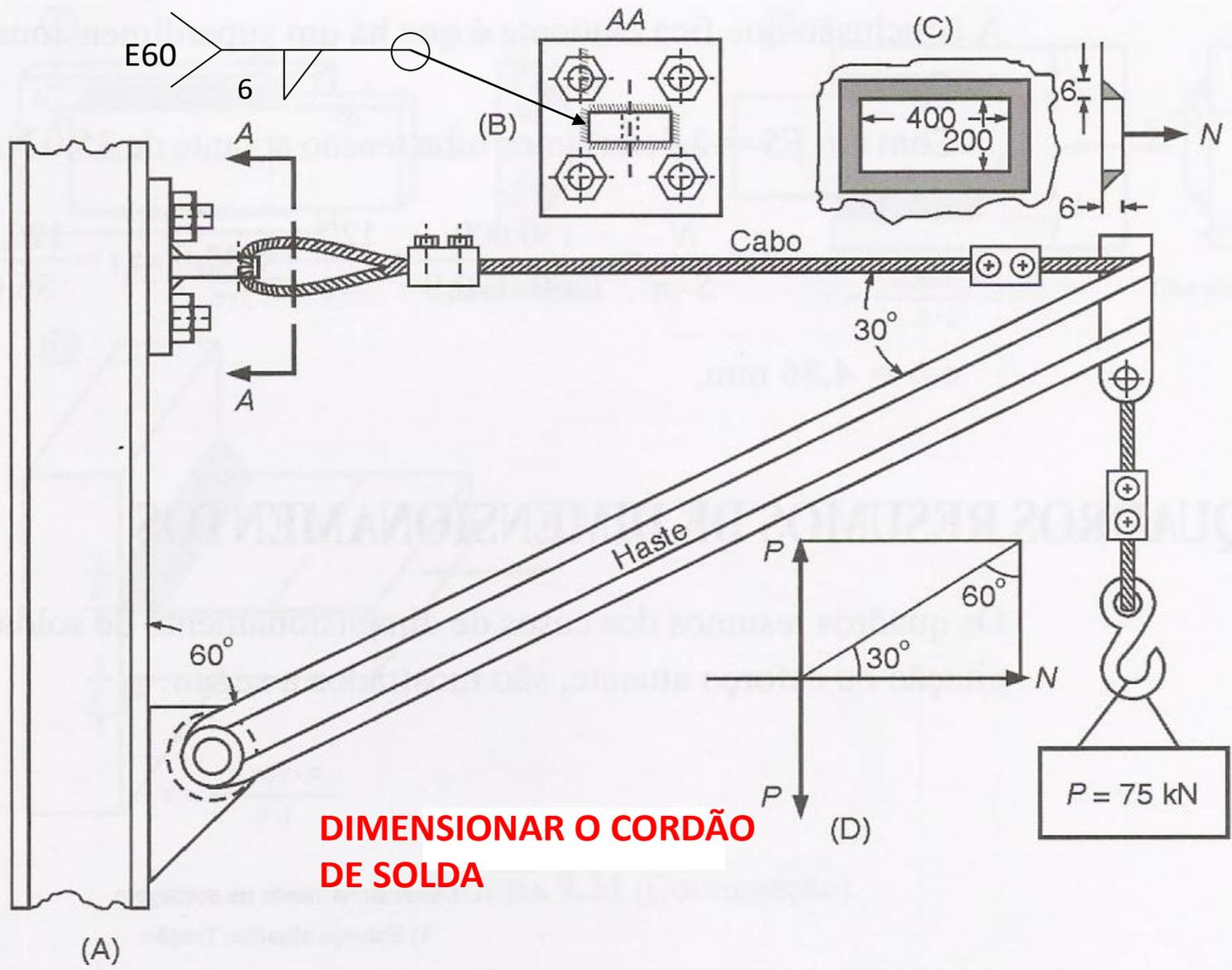
* O tamanho mínimo para aplicação em pontes não desce abaixo de $\frac{3}{16}$ in.

\dagger Para um tamanho mínimo de solda de filete, o plano não vai acima de $\frac{5}{16}$ in de solda de filete para cada $\frac{3}{4}$ in de material.

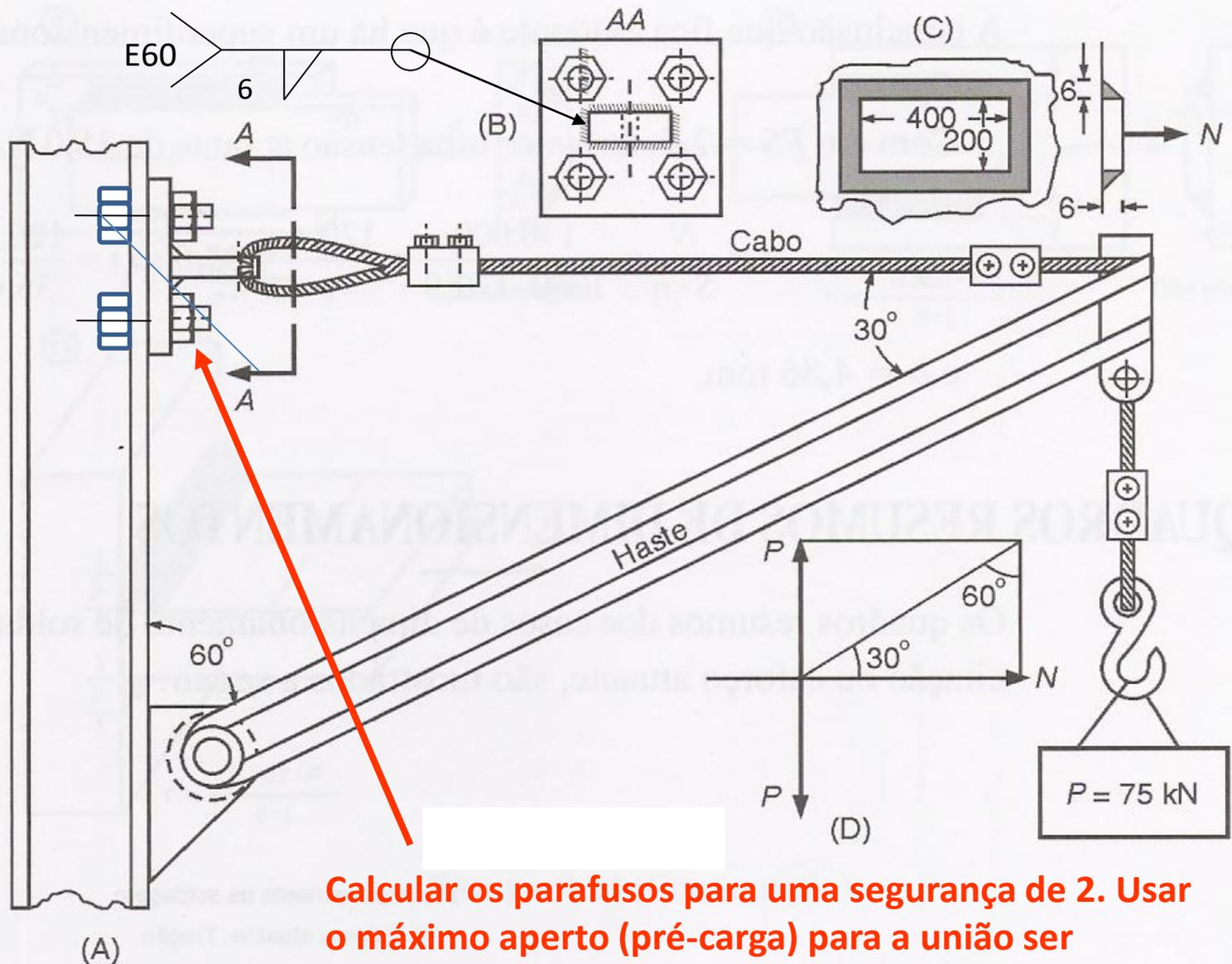
Tabela A-20

Resistências determinísticas da ASTM mínimas de tração e escoamento para aços laminados a quente (HR) e repuxados a frio (CD) [As resistências listadas são valores mínimos estimados da ASTM no intervalo de medida de 18 a 32 mm ($\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{4}$ in). Essas resistências são apropriadas para uso com o fator de projeto definido na Seção 1-10, provido que os materiais conformem aos requisitos da ASTM A6 ou A568 ou são requeridos em especificações de compra. Lembre-se de que um sistema de numeração não é uma especificação. Veja a Tabela A-1 para alguns aços da ASTM]

1	2	3	4	5	6	7	8
UNS nº	Nº SAE e/ou AISI	Processamento	Resistência à tração MPa (kpsi)	Resistência ao escoamento MPa (kpsi)	Alongamento em 2 in, %	Redução em área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27,5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37,5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39,5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49,5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	690 (100)	370 (54)	12	30	201



DIMENSIONAR O CORDÃO DE SOLDA



Calcular os parafusos para uma segurança de 2. Usar o máximo aperto (pré-carga) para a união ser desmontável.