



# MATERIAIS EM TUBULAÇÕES E SUPORTE: CARACTERÍSTICAS TERMOFÍSICAS E TENSÕES ADMISSÍVEIS

## A7.1 MÓDULO DE EXPANSÃO TÉRMICA LINEAR [MM/M]

Abreviaturas empregadas:

1. Aço-carbono; aço-carbono molibdênio; aço baixo cromo (<3%Cr)
2. Aço-liga intermediário (5CrMo até 9CrMo)
3. Aço inoxidável austenítico
4. Aço inoxidável cromo (12 Cr, 17 Cr e 27 Cr)
5. 25Cr - 20Ni
6. Monel (67Ni - 30Cu)
7. Monel (66Ni - 29Cu - Al)
8. Alumínio
9. Ferro fundido cinzento
10. Bronze (Cu - Sn)
11. Latão (Cu - Zn)
12. Ferro forjado
13. Cobre - níquel (70 - 30)

Temp. [°C]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-195	-1,98	-1,83	-3,20	-1,70	-2,49	-2,18	-2,12	-3,87		-3,26	-3,22	-2,23	-2,60
-190	-1,92	-1,80	-3,11	-1,64	-2,41	-2,15	-2,04	-3,80		-3,22	-3,14	-2,16	-2,53
-180	-1,85	-1,73	-2,95	-1,60	-2,30	-2,10	-1,98	-3,62		-3,11	-3,00	-2,07	-2,44
-170	-1,78	-1,67	-2,85	-1,51	-2,20	-1,98	-1,93	-3,47		-2,92	-2,86	-1,99	-2,32
-160	-1,70	-1,57	-2,68	-1,43	-2,14	-1,93	-1,87	-3,30		-2,76	-2,71	-1,91	-2,25
-150	-1,58	-1,52	-2,61	-1,35	-2,03	-1,86	-1,76	-3,14		-2,65	-2,56	-1,81	-2,12
-140	-1,51	-1,45	-2,42	-1,31	-1,93	-1,76	-1,70	-3,00		-2,53	-2,43	-1,72	-2,03
-130	-1,45	-1,38	-2,28	-1,23	-1,84	-1,71	-1,65	-2,85		-2,37	-2,27	-1,62	-1,91
-120	-1,38	-1,32	-2,15	-1,19	-1,73	-1,65	-1,53	-2,67		-2,21	-2,14	-1,53	-1,81
-110	-1,28	-1,22	-2,02	-1,10	-1,62	-1,53	-1,48	-2,48		-2,09	-1,98	-1,46	-1,68
-100	-1,21	-1,11	-1,86	-1,02	-1,48	-1,42	-1,36	-2,34		-1,91	-1,85	-1,35	-1,59
-90	-1,11	-1,06	-1,69	-0,95	-1,37	-1,33	-1,28	-2,19		-1,80	-1,69	-1,25	-1,48

# COEFICIENTES DE ATRITO ESTÁTICO

Tabela A6-1 Coeficientes de atrito estático

Superfícies de Contato		Coeficiente de Atrito		Temperat. Máxima [°C]	Pressão Máxima [kPa]	Comentários
Superfície móvel	Superfície fixa	Lubrificado	Seco			
Aço	Aço	0,19	0,30	100		Óleo mineral – carga leve
Aço	Aço	0,21	-	100		Óleo mineral – carga pesada
Aço	Aço	0,15	-	100		Óleo grafitado
Aço duro	Aço duro	0,05	-	260	690	Sujeito a raspagem
Aço duro	Aço duro, cromado	0,03	-	260	1380	Combinação durável
Bronze fosforoso duro	Aço duro, cromado	0,03	-	260	1035	Boa qualidade de revestimento
Bronze fundido	Aço ou ferro fundido	0,05	-	150	550 - 825	Sujeito a grimpagem
Ferro fundido	Ferro fundido	0,05	0,15 - 0,20	316	1035 - 1720	
Ferro fundido	Aço	0,06	-	260	825 - 1380	
Grafite	Aço	0,05 - 0,10	0,25	370 - 538	2070	
Madeira	Aço ou ferro fundido	0,16	0,20 - 0,35	150	413 - 620	
Náilon	Aço	0,30 - 0,50	-	20		Baixa pressão
Plástico fenólico moldado, macerado em base de tecido	Aço ou ferro fundido	0,10 - 0,15	0,25	150	690	Para serviços leves
Teflon	Aço	0,04	-	20		Baixa pressão

## A6.1 BIBLIOGRAFIA

- CARVILL, JAMES. *Mechanical Engineer's Data Handbook*. 2. ed. Boca Raton, Flórida, EUA: CRC Press, Inc., 1995.
- PROVENZA, FRANCESCO. *Projetista de Máquinas*. 71.ed. São Paulo: Editora Francesco Provenza, 1994.
- SHIGLEY, JOSEPH EDWARD. *Elementos de Máquinas*. 2.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984, v.2.
- WEAST, ROBERT C., ASTLE, MELVIN J. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 59. ed. Boca Raton, Flórida, EUA: CRC Press, Inc. 1979.

Temp. [°C]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-80	-1,04	-0,99	-1,56	-0,87	-1,25	-1,22	-1,20	-1,99		-1,60	-1,56	-1,15	-1,36
-70	-0,91	-0,89	-1,40	-0,80	-1,16	-1,13	-1,08	-1,82		-1,47	-1,43	-1,05	-1,24
-60	-0,84	-0,81	-1,29	-0,72	-1,02	-1,01	-1,00	-1,67		-1,33	-1,27	-0,95	-1,11
-50	-0,74	-0,72	-1,10	-0,63	-0,88	-0,87	-0,87	-1,44		-1,19	-1,12	-0,82	-0,98
-40	-0,64	-0,60	-0,89	-0,57	-0,77	-0,75	-0,75	-1,26		-1,00	-1,01	-0,71	-0,86
-30	-0,58	-0,53	-0,83	-0,48	-0,66	-0,64	-0,64	-1,04		-0,86	-0,83	-0,62	-0,71
-20	-0,44	-0,43	-0,63	-0,38	-0,53	-0,52	-0,49	-0,83		-0,68	-0,69	-0,49	-0,58
-10	-0,37	-0,32	-0,50	-0,28	-0,40	-0,41	-0,41	-0,63		-0,54	-0,49	-0,35	-0,44
0	-0,24	-0,25	-0,35	-0,19	-0,26	-0,27	-0,27	-0,42		-0,35	-0,35	-0,25	-0,28
10	-0,13	-0,12	-0,17	-0,12	-0,13	-0,14	-0,14	-0,21		-0,21	-0,20	-0,11	-0,14
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,10	0,06	0,16	0,07	0,10	0,12	0,12	0,21	0,10	0,15	0,14	0,15	0,15
40	0,20	0,19	0,33	0,20	0,27	0,29	0,29	0,44	0,19	0,32	0,33	0,28	0,30
50	0,29	0,31	0,50	0,28	0,40	0,40	0,41	0,66	0,30	0,48	0,51	0,38	0,43
60	0,43	0,39	0,63	0,38	0,52	0,54	0,51	0,89	0,41	0,69	0,67	0,51	0,59
70	0,57	0,51	0,79	0,47	0,66	0,68	0,66	1,15	0,50	0,89	0,82	0,66	0,75
80	0,71	0,63	0,99	0,59	0,83	0,85	0,79	1,35	0,62	1,08	1,04	0,81	0,89
90	0,80	0,73	1,15	0,67	0,91	0,99	0,93	1,60	0,73	1,22	1,19	0,91	1,08
100	0,91	0,84	1,29	0,80	1,08	1,10	1,10	1,85	0,82	1,41	1,36	1,07	1,21
110	1,04	0,98	1,49	0,88	1,24	1,27	1,21	2,07	0,93	1,61	1,56	1,17	1,37
120	1,18	1,06	1,69	1,00	1,40	1,44	1,38	2,34	1,05	1,78	1,76	1,30	1,53
130	1,28	1,17	1,83	1,09	1,52	1,56	1,50	2,59	1,16	1,96	1,94	1,45	1,69
140	1,41	1,30	1,99	1,22	1,68	1,73	1,66	2,83	1,28	2,13	2,14	1,60	1,85
150	1,55	1,42	2,14	1,33	1,82	1,89	1,77	3,06	1,38	2,34	2,35	1,76	2,03
160	1,67	1,53	2,35	1,41	1,99	2,00	1,94	3,33	1,51	2,51	2,49	1,89	2,19
170	1,80	1,63	2,51	1,52	2,11	2,18	2,08	3,60	1,61	2,71	2,69	2,03	2,36
180	1,91	1,78	2,72	1,64	2,29	2,32	2,25	3,87	1,73	2,90	2,89	2,18	2,51
190	2,08	1,89	2,88	1,77	2,44	2,50	2,39	4,13	1,84	3,09	3,08	2,32	2,70
200	2,19	2,02	3,04	1,88	2,58	2,64	2,53	4,40	1,98	3,28	3,27	2,46	2,86
210	2,31	2,13	3,24	1,98	2,74	2,81	2,70	4,66	2,09	3,45	3,48	2,59	
220	2,45	2,25	3,42	2,10	2,89	2,96	2,85	4,95	2,21	3,66	3,67	2,72	
230	2,59	2,40	3,64	2,22	3,07	3,15	3,00	5,17	2,34	3,86	3,87	2,88	
240	2,73	2,52	3,80	2,34	3,20	3,29	3,14	5,44	2,46	4,07	4,05	3,05	
250	2,89	2,66	4,01	2,45	3,36	3,46	3,35	5,70	2,59	4,25	4,27	3,18	
260	3,02	2,76	4,14	2,57	3,53	3,63	3,46	5,97	2,70	4,44	4,47	3,31	
270	3,18	2,89	4,35	2,68	3,69	3,78	3,66	6,24	2,84	4,63	4,66	3,48	
280	3,31	3,04	4,54	2,82	3,83	3,96	3,78	6,53	2,96	4,80	4,90	3,64	
290	3,45	3,17	4,66	2,89	4,00	4,13	3,96	6,82	3,09	5,01	5,12	3,79	
300	3,59	3,30	4,90	3,05	4,16	4,27	4,13	7,09	3,23	5,21	5,28	3,94	
310	3,80	3,45	5,10	3,19	4,34	4,46	4,33	7,35	3,37	5,40	5,55	4,07	

Temp. [°C]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
320	3,90	3,58	5,28	3,29	4,50	4,65	4,50		3,51	5,60	5,75	4,26	
330	4,08	3,71	5,45	3,43	4,68	4,84	4,67		3,64	5,79	5,95	4,42	
340	4,20	3,84	5,66	3,54	4,82	5,00	4,83		3,76	5,98	6,20	4,56	
350	4,34	3,96	5,83	3,67	4,99	5,17	5,00		3,92	6,20	6,39	4,71	
360	4,51	4,11	6,06	3,80	5,16	5,35	5,19		4,04	6,37	6,66	4,86	
370	4,70	4,29	6,18	3,93	5,38	5,53	5,36		4,17	6,59	6,87	5,05	
380	4,83	4,40	6,39	4,05	5,48	5,70	5,53		4,31	6,79	7,05	5,18	
390	5,01	4,54	6,62	4,20	5,67	5,90	5,70		4,48	7,00	7,29	5,35	
400	5,18	4,66	6,79	4,35	5,86	6,09	5,93		4,61	7,19	7,54	5,51	
410	5,31	4,82	6,99	4,44	6,02	6,27	6,05		4,75	7,44	7,74	5,67	
420	5,51	5,00	7,17	4,57	6,19	6,42	6,22		4,92	7,64	7,98	5,84	
430	5,68	5,10	7,38	4,72	6,38	6,65	6,42		5,04	7,83	8,21	6,00	
440	5,82	5,25	7,58	4,84	6,54	6,82	6,60		5,16	7,99	8,43	6,17	
450	5,99	5,44	7,82	4,99	6,74	7,02	6,81		5,33	8,23	8,68	6,33	
460	6,15	5,56	7,98	5,11	6,91	7,19	6,99		5,48	8,46	8,92	6,53	
470	6,32	5,69	8,20	5,25	7,10	7,40	7,18		5,63	8,65	9,18	6,66	
480	6,49	5,84	8,36	5,38	7,27	7,58	7,37		5,79	8,85	9,44	6,82	
490	6,63	6,00	8,58	5,52	7,45	7,78	7,56		5,93	9,08	9,63	6,99	
500	6,80	6,14	8,80	5,66	7,61	7,96	7,77		6,10	9,26	9,88	7,18	
510	6,97	6,30	9,00	5,79	7,78	8,16	7,94		6,23	9,48	10,10	7,32	
520	7,14	6,43	9,17	5,91	7,97	8,39	8,17		6,40	9,67	10,32	7,50	
530	7,29	6,60	9,37	6,08	8,13	8,56	8,34		6,58	9,87	10,63	7,64	
540	7,49	6,74	9,61	6,21	8,32	8,76	8,54			10,10	10,86		
550	7,63	6,87	9,83	6,33	8,51	8,96	8,74			10,30	11,07		
560	7,83	7,03	9,96	6,44	8,65	9,17	8,88			10,51	11,37		
570	7,97	7,20	10,20	6,59	8,85	9,37	9,15			10,75	11,59		
580	8,13	7,33	10,39	6,76	9,03	9,56	9,37			10,94	11,85		
590	8,30	7,48	10,64	6,88	9,20	9,76	9,56			11,13	12,12		
600	8,47	7,61	10,81	7,02	9,39	9,98	9,78			11,36	12,37		
610	8,65	7,76	11,03	7,15	9,56	10,19	9,99			11,56	12,62		
620	8,81	7,91	11,24	7,30	9,74	10,38	10,21			11,80	12,88		
630	8,96	8,07	11,41	7,42	9,91	10,59	10,43			12,03	13,13		
640	9,15	8,22	11,68	7,56	10,08	10,79	10,62			12,24	13,40		
650	9,27	8,35	11,82	7,69	10,25	11,02	10,85						
660	9,47	8,53	12,05	7,83	10,44	11,22	11,05						
670	9,64	8,68	12,29	7,98	10,62	11,48	11,25						
680	9,78	8,82	12,43	8,11	10,79	11,66	11,48						
690	9,96	8,97	12,66	8,25	10,97	11,88	11,69						
700	10,11	9,14	12,88	8,39	11,15	12,09	11,86						
710	10,25	9,28	13,08	8,51	11,31	12,26	12,09						

Temp. [°C]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
720	10,45	9,43	13,26	8,66	11,49	12,52	12,33						
730	10,59	9,60	13,51	8,79	11,67	12,75	12,56						
740	10,76	9,74	13,69	8,92	11,84	12,97	12,76						
750	10,90	9,87	13,90	9,06	12,02	13,17	13,00						
760	11,03	10,04	14,11	9,18	12,21	13,35	13,35						
770			14,32										
780			14,60										
790			14,80										
800			15,03										
810			15,27										
815			15,33										

Observações:

1. As tabelas referentes ao módulo de expansão térmica linear, módulo de elasticidade e de tensões admissíveis foram obtidas a partir da conversão (de unidades inglesas para SI) e interpolação de dados selecionados das normas ASME B31.3 e B31.1, Code for Pressure Piping.
2. Em razão dos cálculos e aproximações no ato de conversão e interpolação, podem ser encontradas diferenças não-significativas (iguais ou menores que 1%) entre os valores originais da ASA B31 e os apresentados neste Anexo.
3. É importante que se observe que estas tabelas *não* implicam que os materiais referenciados possam ser adequados para todas as temperaturas listadas.
4. Estas tabelas devem ter unicamente função didática. Para aplicações em projetos, deve-se *sempre* consultar as normas originais na versão vigente.

## A7.2 MÓDULO DE ELASTICIDADE EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA [GPA]

### Materiais

1. Aços-carbono com teor de carbono até 0,30% e de Ni até 3½ %.
2. Aços-carbono contendo mais do que 0,30% de carbono.
3. Aços-carbono molibdênio e aços molibdênio de baixo cromo (até 3 Cr).
4. Aços cromo intermediários (de 5CrMo até 9CrMo).
5. Aços cromo (12Cr, 17Cr e 27Cr).
6. Aços austeníticos (TP 304, 310, 316, 321, 347).
7. Ferro forjado.
8. Monel (67 Ni, 30 Cu) e (66 Ni, 29 Cu-Al).
9. Alumínio.
10. Cobre (99,98% Cu).

Temp. [°C]	Materiais									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-195	207,1	213,6	213,5	202,1	212,4	209,5	210,8	184,9	77,9	117,1
-190	206,7	213,1	213,3	201,8	211,9	209,2	210,7	184,9	77,8	117,0
-180	206,3	212,8	212,9	200,9	211,6	208,8	210,2	184,4	77,6	116,7
-170	205,9	212,6	212,5	199,7	211,4	208,2	209,7	184,0	77,4	116,4
-160	205,4	212,1	212,1	198,9	210,9	207,8	209,4	184,0	77,2	116,1
-150	205,0	211,7	211,6	198,0	210,5	207,1	209,0	183,6	76,9	115,8
-140	204,2	211,7	211,2	197,2	209,5	206,6	208,5	183,6	76,8	115,6
-130	203,7	211,2	210,8	196,5	209,0	206,1	208,3	183,2	76,5	115,2
-120	203,3	211,0	210,8	195,7	208,6	205,6	208,1	183,0	76,3	115,0
-110	202,7	210,7	210,4	195,1	208,0	205,0	207,8	182,8	76,0	114,8
-100	202,0	210,7	210,4	194,8	207,6	204,3	207,6	182,8	75,7	114,5
-90	201,2	210,2	210,0	194,2	206,6	203,6	207,3	182,4	75,6	114,3
-80	200,3	209,7	209,6	193,9	206,1	203,1	207,1	182,0	75,3	114,0
-70	199,5	209,7	209,6	193,6	205,7	202,2	206,8	182,0	75,1	113,7
-60	198,6	209,3	209,1	193,0	205,1	201,3	206,4	181,5	74,8	113,3
-50	197,9	209,3	208,7	192,3	204,7	200,5	206,1	181,2	74,6	112,9
-40	196,9	208,8	208,3	191,7	204,2	199,8	206,0	180,8	74,4	112,5
-30	196,0	208,3	207,9	191,2	203,8	199,4	205,4	180,3	74,2	112,2
-20	195,6	207,8	207,7	190,8	203,3	198,4	205,2	179,9	73,9	111,8
-10	194,8	207,8	207,5	190,5	202,8	197,7	205,0	179,9	73,8	111,4
0	194,3	207,4	207,0	189,9	202,3	196,7	204,7	179,5	73,6	111,0
10	193,5	206,9	206,6	189,6	201,8	196,2	204,2	179,6	73,3	110,6
20	192,6	206,4	206,2	188,9	201,4	195,2	203,5	179,1	73,1	110,3
30	192,2	205,9	205,8	188,6	200,9	194,6	202,9	179,1	72,9	110,0
40	191,8	206,1	205,7	188,3	200,4	193,9	202,4	179,1	72,7	109,6
50	191,8	205,4	205,4	188,0	199,9	193,4	201,3	179,1	72,6	109,3

Temp. [°C]	Materiais									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	191,3	205,0	205,0	187,7	199,5	192,8	200,3	179,1	72,4	108,8
70	191,3	204,5	204,5	187,4	199,0	192,3	199,2	179,1	72,2	108,4
80	191,3	204,0	204,1	187,1	198,5	191,8	198,4	179,1	72,0	108,1
90	190,9	203,5	203,7	186,8	198,0	191,2	197,5	179,1	71,8	107,8
100	190,9	203,1	202,9	186,5	198,0	190,7	196,8	179,1	71,6	107,4
110	190,5	202,6	202,5	186,2	197,6	189,7	196,2	178,7	71,5	107,2
120	190,1	202,1	201,6	185,9	196,6	189,3	195,6	178,7	71,3	107,0
130	189,6	201,6	201,2	185,5	196,1	188,3	195,4	178,3	71,0	106,8
140	189,6	200,7	200,4	184,9	195,6	187,6	194,9	178,3	70,8	106,5
150	189,2	200,2	199,9	184,6	195,2	186,9	194,5	177,9	70,3	106,1
160	188,8	199,2	199,5	184,0	194,2	186,2	193,9	177,5	69,5	105,8
170	188,4	198,3	199,1	183,7	193,7	185,5	193,3	177,5	68,8	105,5
180	187,7	197,6	198,4	183,2	193,0	185,0	192,8	177,1	67,9	105,2
190	187,1	196,5	197,8	182,6	192,3	184,4	192,1	177,1	67,0	104,7
200	186,6	195,4	197,4	182,0	191,3	183,8	191,3	176,7	66,0	104,3
210	185,8	194,3	196,6	181,5	190,4	183,1	190,6	176,7	64,9	103,9
220	185,1	193,2	195,9	181,3	189,6	182,5	189,7	176,4	63,7	103,4
230	184,1	192,1	195,3	180,6	188,5	182,1	189,0	176,3	62,4	102,9
240	183,6	191,0	194,5	180,3	187,9	181,3	187,9	176,2	61,2	102,4
250	182,8	189,9	194,0	179,7	187,0	180,6	186,9	175,6	59,9	101,9
260	181,9	188,8	193,3	179,1	186,2	180,0	186,1	175,0	58,7	101,4
270	181,1	187,8	192,4	178,5	185,1	179,2	185,4	174,2		100,7
280	180,5	186,8	191,6	177,8	183,7	178,2	184,9	173,6		100,1
290	179,8	186,3	191,1	177,1	182,5	177,1	184,4	172,9		99,5
300	179,0	185,4	190,3	176,3	181,3	176,5	183,7	172,2		98,8
310	178,2	184,8	189,5	175,5	180,4	175,4	183,2	171,0		98,2
320	177,0	183,5	188,7	174,9	178,9	174,7	182,5	169,4		97,6
330	176,0	182,1	187,8	174,5	177,5	173,9	182,0	168,1		97,0
340	175,1	180,6	186,6	173,9	176,0	173,3	181,5	166,3		96,3
350	174,0	179,2	185,5	172,9	174,6	172,4	181,0	164,5		95,8
360	172,5	177,3	184,5	172,3	172,8	171,6	179,8	162,2		95,2
370	171,6	175,8	183,6	171,7	171,2	171,0	178,2	159,8		94,5
380	170,2	173,7	182,4	170,8	169,2	170,2	175,9	157,6		
390	168,9	171,7	181,3	170,0	167,2	169,3	172,4	155,2		
400	167,4	169,6	179,9	169,1	165,1	168,8	168,9	151,9		
410	166,2	167,5	179,0	168,2	163,2	167,8	164,8	149,3		
420	163,2	165,0	178,3	167,2	160,5	167,0	161,2	146,2		
430	159,6	162,5	176,9	166,5	158,4	166,0		143,5		
440	154,3	159,9	175,6	165,5	155,9	165,3		140,7		



Temp. [°C]	Materiais									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
108,8	450	147,6	157,1	174,4	164,6	153,3	164,3		137,8	
108,4	460	140,8	154,4	172,8	164,0	150,8	163,4		134,8	
108,1	470	134,2	151,4	171,3	163,1	148,3	162,5		131,7	
107,8	480	128,5	148,5	169,6	162,2	145,8	161,7		128,7	
107,4	490	124,0	145,5	167,8	161,3	143,2	160,7		125,7	
107,2	500	119,4	142,4	166,0	160,4	140,0	159,9		122,0	
107,0	510	116,1	139,3	164,2	159,5	137,4	159,1		119,0	
106,8	520	112,0	135,8	162,5	158,6	133,8	158,2		115,4	
106,5	530	108,8	132,2	160,3	157,7	130,5	157,3		112,4	
106,1	540	105,5	128,1	157,8	156,8	127,3	156,4		109,6	
105,8	550	102,0	123,9	155,1	156,0	123,7	155,5		107,2	
105,5	560	99,2	119,0	152,6	155,1	120,1	154,5		104,9	
105,2	570	96,5	114,3	149,6	153,8	116,5	153,8		102,9	
104,7	580	93,5	109,4	146,1	152,6	112,7	153,1		100,8	
104,3	590	90,7	104,7	142,5	151,4	108,9	152,1		99,1	
103,9	600		100,1	137,6	150,2	104,6	151,0		97,2	
103,4	610		95,4	132,2	148,7	100,9	150,2		95,6	
102,9	620		90,8	126,2	147,5	96,4	149,2		94,1	
102,4	630		86,1	120,0	146,1	92,3	148,4		92,7	
101,9	640		81,4	112,6	144,7	88,2	147,5		91,1	
101,4	650				143,3	84,8	146,7		90,1	
100,7	660				141,9		146,2			
100,1	670				140,4		145,4			
99,5	680				138,5		144,7			
98,8	690				136,9		144,2			
98,2	700				135,4		143,3			
97,6	710				133,6		141,9			
97,0	720				132,1		140,5			
96,3	730				130,5		138,7			
95,8	740				128,6		137,0			
95,2	750				126,6		135,2			
94,5	760						133,6			
	770						131,6			
	780						129,9			
	790						128,0			
	800						126,4			
	810						124,6			

## A7.3 TENSÕES ADMISSÍVEIS [MPa]

Materiais: Aços ao Carbono

Referência	Denominação ASTM ou API	Grau	Tipo
1	A-53 ou API 5L	-	BW
2		-	LW
3		A	ERW
4		B	
5		A	S
6		B	
7	A-83	A	S
8	A-106	A	S
9		B	
10	A-135	A	ERW
11		B	
12	A-155	C50	EFW
13		C55	
14		KC60	
15		KC65	
16	KC70		
17	A-333	O	S

em que BW, *butt welded* / solda de topo; LW, *lap welded* / solda de bordas sobrepostas; ERW, *electric resistance welded* / solda por resistência elétrica; EFW, *electric fusion welded* / solda elétrica por arco protegido; S, *seamless* / sem costura.

Materiais: Aços ao Carbono

Temp. [°C]	1	2	3, 10	4 e 11	5	6, 9 e 14	7	8	12	13 e 17	15	16
38	62,06	77,57	93,77	117,22	110,32	137,90	110,32	110,32	114,80	126,52	149,28	161,00
40	61,94	77,44	93,61	116,99	110,13	137,65	110,13	110,13	114,59	126,29	149,01	160,69
50	61,45	76,89	92,86	116,00	109,26	136,53	109,26	109,26	113,66	125,23	147,84	159,33
60	60,95	76,33	92,12	115,01	108,39	135,42	108,39	108,39	112,73	124,18	146,66	157,96
70	60,46	75,77	91,37	114,02	107,52	134,30	107,52	107,52	111,80	123,12	145,48	156,60
80	59,96	75,21	90,63	113,02	106,65	133,18	106,65	106,65	110,87	122,07	144,30	155,23
90	59,46	74,65	89,88	112,03	105,78	132,07	105,78	105,78	109,94	121,01	143,12	153,87
100	58,97	73,97	89,06	111,04	104,83	130,91	104,83	104,83	109,05	120,00	141,90	152,59
110	58,47	73,22	88,19	110,04	103,84	129,73	103,84	103,84	108,18	119,01	140,66	151,35
120	57,97	72,48	87,32	109,05	102,85	128,55	102,85	102,85	107,31	118,01	139,42	150,10
130	57,48	71,74	86,45	108,06	101,85	127,37	101,85	101,85	106,45	117,02	138,18	148,86
140	56,98	70,99	85,58	107,07	100,86	126,19	100,86	100,86	105,58	116,03	136,93	147,62
150	56,48	70,27	84,73	106,08	99,88	125,02	99,88	99,88	104,70	115,03	135,69	146,37
160	55,99	69,71	84,05	105,15	99,01	123,90	99,01	99,01	103,77	113,97	134,45	145,00
170	55,49	69,15	83,37	104,22	98,14	122,79	98,14	98,14	102,84	112,92	133,21	143,64
180	54,99	68,59	82,68	103,29	97,27	121,67	97,27	97,27	101,91	111,86	131,97	142,27
190	54,50	68,03	82,00	102,36	96,41	120,55	96,41	96,41	100,98	110,81	130,73	140,91



## Materiais: Aços Baixa – Liga

Referência	Composição	Denominação ASTM ou API	Grau	Tipo
20	½ Cr - ½ Mo	A-155	½ Cr	EFW
21	1 Cr - ½ Mo		1 Cr	
22	1 ¼ Cr - ½ Mo		1 ¼ Cr	
23	2 ¼ Cr - ½ Mo		2 ¼ Cr	
24	5 Cr - ½ Mo		5 Cr	
25	½ Cr - ½ Mo	A-335	P2	S
26	1 Cr - ½ Mo		P12	
27	1 ¼ Cr - ½ Mo		P11	
28	2 ¼ Cr - 1 Mo		P22	
29	3 Cr - 1 Mo		P21	
30	5 Cr - ½ Mo		P5	
31	5 Cr - ½ Mo - Si		P5b	
32	7 Cr - ½ Mo		P7	
33	9 Cr - 1 Mo		P9	

em que EFW, *electric fusion welded* / solda elétrica por arco protegido; S, *seamless* / sem costura.

## Materiais: Aços Baixa – Liga

Temp [°C]	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
38	149,28	137,90	137,90	129,28	129,28	126,52	129,28	129,28	129,28	129,28	129,28	129,28	129,28	129,28
40	149,04	137,69	137,71	129,14	129,05	126,33	129,14	129,14	129,14	129,10	129,05	129,05	129,03	129,05
50	147,99	136,76	136,84	128,52	127,99	125,46	128,52	128,52	128,52	128,30	127,99	127,99	127,92	127,99
60	146,93	135,83	135,97	127,90	126,94	124,59	127,90	127,90	127,90	127,49	126,94	126,94	126,80	126,94
70	145,88	134,90	135,10	127,28	125,88	123,72	127,28	127,28	127,28	126,68	125,88	125,88	125,68	125,88
80	144,82	133,97	134,23	126,66	124,83	122,86	126,66	126,66	126,66	125,88	124,83	124,83	124,57	124,83
90	143,77	133,04	133,36	126,04	123,77	121,99	126,04	126,04	126,04	125,07	123,77	123,77	123,45	123,77
100	142,71	132,11	132,45	125,34	122,72	121,12	125,30	125,34	125,34	124,22	122,72	122,72	122,37	122,76
110	141,66	131,18	131,52	124,59	121,66	120,25	124,49	124,59	124,59	123,35	121,66	121,66	121,32	121,77
120	140,60	130,25	130,59	123,85	120,61	119,38	123,68	123,85	123,85	122,48	120,61	120,61	120,26	120,77
130	139,55	129,32	129,66	123,10	119,55	118,51	122,88	123,10	123,10	121,61	119,55	119,55	119,21	119,78
140	138,49	128,38	128,73	122,36	118,50	117,64	122,07	122,36	122,36	120,75	118,50	118,50	118,15	118,79
150	137,44	127,45	127,81	121,63	117,44	116,78	121,28	121,63	121,63	119,88	117,44	117,44	117,10	117,79
160	136,45	126,52	126,94	121,01	116,39	115,97	120,59	121,01	121,01	119,08	116,39	116,39	116,04	116,73
170	135,46	125,59	126,07	120,39	115,33	115,17	119,91	120,39	120,39	118,27	115,33	115,33	114,99	115,68
180	134,47	124,66	125,20	119,77	114,28	114,36	119,23	119,77	119,77	117,46	114,28	114,28	113,93	114,62
190	133,47	123,73	124,33	119,15	113,22	113,55	118,55	119,15	119,15	116,66	113,22	113,22	112,88	113,57
200	132,48	122,80	123,46	118,53	112,17	112,75	117,86	118,53	118,53	115,85	112,17	112,17	111,82	112,51

## Materiais: Aços Baixa – Liga

Temp [°C]	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
210	131,45	121,87	122,59	117,87	111,11	111,91	117,15	117,87	117,87	115,04	111,11	111,11	110,77	111,49
220	130,40	120,94	121,72	117,19	110,06	111,04	116,40	117,19	117,19	114,24	110,06	110,06	109,71	110,50
230	129,34	120,01	120,86	116,50	109,00	110,17	115,66	116,50	116,50	113,43	109,00	109,00	108,66	109,51
240	128,29	119,08	119,99	115,82	107,95	109,30	114,91	115,82	115,82	112,62	107,95	107,95	107,60	108,51
250	127,23	118,15	119,12	115,14	106,89	108,43	114,17	115,14	115,14	111,82	106,89	106,89	106,55	107,52
260	126,18	117,22	118,25	114,46	105,84	107,56	113,42	114,46	114,46	111,01	105,84	105,84	105,49	106,53
270	125,19	116,28	117,38	113,77	104,78	106,69	112,74	113,77	113,77	110,20	104,78	104,78	104,44	105,47
280	124,19	115,35	116,51	113,09	103,73	105,82	112,06	113,09	113,09	109,40	103,73	103,73	103,38	104,42
290	123,20	114,42	115,64	112,41	102,67	104,96	111,37	112,41	112,41	108,59	102,67	102,67	102,33	103,36
300	122,21	113,49	114,77	111,73	101,62	104,09	110,69	111,73	111,73	107,78	101,62	101,62	101,27	102,31
310	121,21	112,56	113,91	111,04	100,56	103,22	110,01	111,04	111,04	106,98	100,56	100,56	100,22	101,25
320	120,22	111,66	112,98	110,39	99,54	102,35	109,35	110,39	110,39	106,20	99,54	99,54	99,14	100,23
330	119,23	110,79	111,99	109,77	98,54	101,48	108,73	109,77	109,77	105,45	98,54	98,54	98,02	99,23
340	118,24	109,92	111,00	109,15	97,55	100,61	108,11	109,15	109,15	104,71	97,55	97,55	96,90	98,24
350	117,24	108,97	110,09	108,44	96,47	99,74	107,41	108,44	108,44	103,88	96,47	96,47	95,79	97,25
360	116,25	107,98	109,22	107,70	95,36	98,87	106,67	107,70	107,70	103,01	95,36	95,36	94,67	96,25
370	115,26	106,98	108,35	106,96	94,24	98,01	105,92	106,96	106,96	102,14	94,24	94,24	93,55	95,26
380	114,15	106,10	107,48	106,43	93,23	97,14	105,18	106,43	106,43	101,38	93,23	93,23	92,43	94,16
390	113,04	105,23	106,61	105,93	92,24	96,27	104,43	105,93	105,93	100,64	92,24	92,24	91,32	93,04
400	111,88	104,35	105,74	105,41	91,23	95,40	103,69	105,41	105,41	99,81	91,23	91,23	90,16	91,94
410	110,39	103,36	104,87	104,67	90,12	94,53	102,94	104,67	104,67	98,32	90,12	90,12	88,67	90,95
420	108,90	102,36	104,00	103,92	89,00	93,66	102,20	103,92	103,92	96,83	89,00	89,00	87,18	89,95
430	106,87	101,25	102,93	102,93	87,93	92,79	101,25	102,93	102,93	95,26	87,93	87,93	85,36	88,92
440	103,77	99,88	101,44	101,44	86,93	91,92	99,88	101,44	101,44	93,52	86,93	86,93	82,88	87,80
450	100,67	98,52	99,95	99,95	85,94	91,06	98,52	99,95	99,95	91,79	85,94	85,94	80,40	86,68
460	96,67	96,39	97,50	97,50	84,26	89,77	96,39	97,50	97,50	89,36	84,26	83,43	76,53	85,50
470	91,95	93,66	94,27	94,27	82,02	88,16	93,66	94,27	94,27	86,38	82,02	79,71	71,57	84,26
480	87,24	90,93	91,04	91,04	79,79	86,55	90,93	91,04	91,04	83,40	79,79	75,98	66,61	83,02
490	81,36	86,27	86,27	86,27	76,40	81,36	86,27	86,27	86,27	76,95	76,40	71,49	60,68	80,42
500	75,16	81,06	81,06	81,06	72,67	75,16	81,06	81,06	81,06	69,50	72,67	66,77	54,47	77,44
510	68,95	75,85	75,85	75,85	68,95	68,95	75,85	75,85	75,85	62,06	68,95	62,06	48,27	74,47
520	59,64	67,16	67,90	67,90	62,25	59,64	67,16	67,90	67,90	57,09	62,25	53,37	43,30	68,76
530	50,33	58,47	59,96	59,96	55,55	50,33	58,47	59,96	59,96	52,13	55,55	44,68	38,34	63,05
540	41,85	50,33	52,51	52,68	49,18	41,85	50,33	52,51	52,68	47,44	49,18	36,82	33,65	56,95
550	36,27	44,13	46,80	47,71	43,96	36,27	44,13	46,80	47,71	43,71	43,96	31,85	29,92	49,51
560	30,68	37,92	41,09	42,75	38,75	30,68	37,92	41,09	42,75	39,99	38,75	26,89	26,20	42,06
570	25,81	32,05	36,27	38,23	33,76	25,81	32,05	36,27	38,23	36,27	33,76	23,03	23,03	35,50

Materiais: Aços Baixa – Liga														
Temp [°C]	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
580	21,84	26,59	32,54	34,25	29,04	21,84	26,59	32,54	34,25	32,54	29,04	20,55	20,55	30,03
590	17,87	21,13	28,82	30,28	24,33	17,87	21,13	28,82	30,28	28,82	24,33	18,06	18,06	24,57
600		17,24	25,10	26,97	20,93		17,24	25,10	26,97	25,43	20,93	16,08	16,08	20,93
610		14,13	21,37	23,99	18,20		14,13	21,37	23,99	22,20	18,20	14,34	14,34	18,20
620		11,03	17,65	21,02	15,47		11,03	17,65	21,02	18,98	15,47	12,60	12,60	15,47
630		9,47	14,37	18,48	13,62		9,47	14,37	18,48	15,97	13,62	11,09	11,09	13,62
640		8,11	11,14	16,00	11,89		8,11	11,14	16,00	12,99	11,89	9,60	9,60	11,89
650		6,74	7,92	13,51	10,15		6,74	7,92	13,51	10,01	10,15	8,11	8,11	10,15

## Materiais: Aços Inoxidáveis e Outros Metais

Referência	Composição	Denominação ASTM ou API	Grau	Tipo
18	Ferro forjado	A-72	-	BW
19				LW
34	18 Cr - 8 Ni	A-312	TP304	S
35	16 Cr - 13 Ni - 2½ Mo		TP316	
36	18 Cr - 8 Ni - Ti		TP321	
37	18 Cr - 8 Ni - Nb		TP347	
38	Cobre	B-42	recozido	S
39	Níquel	B-161	recozido	
40	Monel	B-165	recozido	
41	Alumínio	B-241	M1A	

em que BW, *butt welded* / solda de topo; LW, *lap welded* / solda de bordas sobrepostas; S, *seamless* / sem costura.

## Materiais: Aços Inoxidáveis e Outros Metais

Temp. [°C]	18	19	34	35	36	37	38	39	40	41
38	55,16	73,43	129,28	129,28	129,28	129,28	41,37	6,90	120,66	24,82
40	55,06	73,31	128,70	129,28	129,28	129,28	41,34	6,90	120,39	24,66
50	54,63	72,75	126,10	129,28	129,28	129,28	41,22	6,90	119,15	23,91
60	54,19	72,19	123,49	129,28	129,28	129,28	41,09	6,90	117,90	23,17
70	53,76	71,63	120,88	129,28	129,28	129,28	40,97	6,90	116,66	22,42
80	53,33	71,07	118,28	129,28	129,28	129,28	40,85	6,90	115,42	21,68
90	52,89	70,52	115,67	129,28	129,28	129,28	40,72	6,90	114,18	20,93
100	52,42	69,92	113,44	128,58	127,83	127,83	39,94	6,90	112,94	20,27
110	51,92	69,29	111,39	127,52	125,66	125,66	38,82	6,90	111,70	19,65
120	51,42	68,67	109,34	126,47	123,49	123,49	37,70	6,90	110,46	19,03
130	50,93	68,05	107,29	125,41	121,32	121,32	36,58	6,90	109,22	18,41
140	50,43	67,43	105,25	124,36	119,15	119,15	35,47	6,90	107,98	17,79
150	49,94	66,81	103,24	123,37	117,05	117,05	34,13	6,90	106,78	17,15
160	49,51	66,19	101,56	122,87	115,56	115,56	31,03	6,90	105,91	16,41
170	49,07	65,57	99,89	122,37	114,07	114,07	27,92	6,90	105,04	15,67
180	48,64	64,95	98,21	121,88	112,58	112,58	24,82	6,90	104,17	14,92
190	48,20	64,33	96,54	121,38	111,09	111,09	21,72	6,90	103,30	14,18
200	47,77	63,71	94,86	120,88	109,60	109,60	18,62	6,90	102,43	13,43
210		63,12	93,32	120,46	108,53	108,53	16,03	6,90	101,98	
220		62,57	91,90	120,08	107,78	107,78	13,86	6,90	101,85	
230		62,01	90,47	119,71	107,04	107,04	11,69	6,90	101,73	
240		61,45	89,04	119,34	106,29	106,29	9,52	6,90	101,60	
250		60,89	87,61	118,97	105,55	105,55	7,34	6,90	101,48	
260		60,33	86,19	118,59	104,80	104,80	5,17	6,90	101,36	

## Materiais: Aços Inoxidáveis e Outros Metais

Temp. [°C]	18	19	34	35	36	37	38	39	40	41
270		59,71	85,07	118,47	104,43	104,43		6,90	101,36	
280		59,09	83,95	118,35	104,06	104,06		6,90	101,36	
290		58,47	82,84	118,22	103,69	103,69		6,90	101,36	
300		57,85	81,72	118,10	103,31	103,31		6,90	101,36	
310		57,23	80,60	117,97	102,94	102,94		6,90	101,36	
320		56,61	79,54	117,85	102,68	102,68		6,90	101,36	
330		55,99	78,55	117,73	102,56	102,56			101,36	
340		55,37	77,55	117,60	102,43	102,43			101,36	
350		54,66	76,56	117,48	102,31	102,31			101,36	
360		53,92	75,57	117,35	102,18	102,18			101,36	
370		53,17	74,58	117,23	102,06	102,06			101,36	
380		52,21	73,58	116,99	101,83	101,83			101,25	
390		51,22	72,59	116,75	101,58	101,58			101,12	
400		50,22	71,60	116,48	101,32	101,32			100,97	
410			70,60	116,11	100,94	100,94			100,60	
420			69,61	115,74	100,57	100,57			100,23	
430			68,70	115,28	100,12	100,12			98,32	
440			67,96	114,66	99,49	99,49			93,36	
450			67,21	114,04	98,87	98,87			88,39	
460			66,47	113,08	98,32	98,32			79,98	
470			65,72	111,84	97,83	97,83			68,81	
480			64,98	110,60	97,33	97,33			57,64	
490			64,23	108,58	96,74	96,74				
500			63,49	106,35	96,12	96,12				
510			62,74	104,11	95,50	95,50				
520			62,00	101,38	94,63	94,63				
530			61,26	98,65	93,76	93,76				
540			60,51	95,54	92,86	92,86				
550			59,77	91,07	91,87	91,87				
560			59,02	86,60	90,88	90,88				
570			57,50	82,13	89,66	89,66				
580			55,02	77,67	88,17	88,17				
590			52,54	73,20	86,68	86,68				
600			48,82	68,56	78,74	78,74				
610			44,47	63,85	67,57	67,57				
620			40,13	59,13	56,40	56,40				
630			36,89	54,86	48,54	48,54				
640			33,79	50,64	41,09	41,09				
650			30,74	46,50	34,16	34,16				



## Materiais: Aços Inoxidáveis e Outros Metais

Temp. [°C]	18	19	34	35	36	37	38	39	40	41
660			28,20	43,02	31,30	31,30				
670			25,66	39,55	28,45	28,45				
680			23,11	36,07	25,59	25,59				
690			20,57	32,60	22,74	22,74				
700			18,02	29,12	19,89	19,89				
710			16,17	26,44	17,82	17,82				
720			14,87	24,39	16,40	16,40				
730			13,56	22,35	14,97	14,97				
740			12,26	20,30	13,54	13,54				
750			10,96	18,25	12,11	12,11				
760			9,65	16,20	10,69	10,69				
770			8,85	15,15	10,00	10,00				
780			8,04	14,09	9,32	9,32				
790			7,23	13,04	8,64	8,64				
800			6,43	11,98	7,96	7,96				
810			5,62	10,93	7,27	7,27				
815			5,17	10,34	6,90	6,90				