

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

Notas:

1. As propriedades dos materiais variam largamente dependendo dos processos de manufatura, composição química, defeitos internos, temperatura, histórico de carregamentos anteriores, dimensões de corpos de prova e outros fatores.

Os valores tabulados são típicos, mas nunca devem ser usados para fins específicos de engenharia e dimensionamento.

Os fabricantes e os fornecedores de materiais devem ser consultados para informação sobre um produto em particular.

2. Exceto quando a compressão ou a flexão forem indicadas, o módulo de elasticidade E , a tensão de escoamento σ_U e a tensão última σ_Y são para materiais em tração.

MECÂNICA DOS MATERIAIS

TABELA H.1 PESOS E DENSIDADES DE MASSA

Material	Densidade de peso γ		Densidade de massa ρ	
	lb/ft ³	kN/m ³	slugs/ft ³	kg/m ³
Ligas de alumínio	160–180	26–28	5,2–5,4	2.600–2.800
2014-T6, 7075-T6	175	28	5,4	2.800
6061-T6	170	26	5,2	2.700
Latão	520–540	82–85	16–17	8.400–8.600
Bronze	510–550	80–86	16–17	8.200–8.800
Ferro fundido	435–460	68–72	13–14	7.000–7.400
Concreto reforçado				
Plano	145	23	4,5	2.300
Reforçado	150	24	4,7	2.400
Leve	70–115	11–18	2,2–3,6	1.100–1.800
Cobre	556	87	17	8.900
Vidro	150–180	24–28	4,7–5,4	2.400–2.800
Ligas de magnésio	110–114	17–18	3,4–3,5	1.760–1.830
Monel (67% Ni, 30% Cu)	550	87	17	8.800
Níquel	550	87	17	8.800
Plásticos				
Náilon	55–70	8,6–11	1,7–2,2	880–1.100
Polietileno	60–90	9,4–14	1,9–2,8	960–1.400
Rocha				
Granito, mármore, quartzo	165–180	26–28	5,1–5,6	2.600–2.900
Calcário, arenito	125–180	20–28	3,9–5,6	2.000–2.900
Borracha	60–80	9–13	1,9–2,5	960–1.300
Areia, terra, cascalho	75–135	12–21	2,3–4,2	1.200–2.200
Aço	490	77,0	15,2	7.850
Titânio	280	44	8,7	4.500
Tungstênio	1.200	190	37	1.900
Água doce	62,4	9,81	1,94	1.000
Água do mar	63,8	10,0	1,98	1.020
Madeira (ar seco)				
Douglas fir	30–35	4,7–5,5	0,9–1,1	480–560
Carvalho	40–45	6,3–7,1	1,2–1,4	640–720
Pinho	35–40	5,5–6,3	1,1–1,2	560–640

Propriedades dos Materiais

TABELA H.2 MÓDULOS DE ELASTICIDADE E COEFICIENTES DE POISSON

Material	Módulo de elasticidade E		Módulo de elasticidade em cisalhamento G		Coeficiente de Poisson ν
	ksi	GPa	ksi	GPa	
Ligas de alumínio	10.000–11.400	70–79	3.800–4.300	26–30	0,33
2014-T6	10.600	73	4.000	28	0,33
6061-T6	10.000	70	3.800	26	0,33
7075-T6	10.400	72	3.900	27	0,33
Latão	14.000–16.000	96–110	5.200–6.000	36–41	0,34
Bronze	14.000–17.000	96–120	5.200–6.300	36–44	0,34
Ferro fundido	12.000–25.000	83–170	4.600–10.000	32–69	0,2–0,3
Concreto (compressão)	2.500–4.500	17–31			0,1–0,2
Cobre e ligas de cobre	16.000–18.000	110–120	5.800–6.800	40–47	0,33–0,36
Vidro	7.000–12.000	48–83	2.700–5.100	19–35	0,17–0,27
Ligas de magnésio	6.000–6.500	41–45	2.200–2.400	15–17	0,35
Monel (67% Ni, 30% Cu)	25.000	170	9.500	66	0,32
Níquel	30.000	210	11.400	80	0,31
Plásticos					
Náilon	300–500	2,1–3,4			0,4
Polietileno	100–200	0,7–1,4			0,4
Rocha (compressão)					
Granito, mármore, quartzo	6.000–14.000	40–100			0,2–0,3
Calcário, arenito	3.000–10.000	20–70			0,2–0,3
Borracha	0,1–0,6	0,0007–0,004	0,03–0,2	0,0002–0,001	0,45–0,50
Aço	28.000–30.000	190–210	10.800–11.800	75–80	0,27–0,30
Ligas de titânio	15.000–17.000	100–120	5.600–6.400	39–44	0,33
Tungstênio	50.000–55.000	340–380	21.000–23.000	140–160	0,2
Madeira (flexão)					
Douglas fir	1.600–1.900	11–13			
Carvalho	1.600–1.800	11–12			
Pinho	1.600–2.000	11–14			

MECÂNICA DOS MATERIAIS

TABELA H.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS

Material	Tensão de escoamento σ_y		Tensão última σ_U		Alongamento percentual (extensômetro de 2 in.)
	ksi	MPa	ksi	MPa	
Ligas de alumínio	5-70	35-500	15-80	100-550	1-45
2014-T6	60	410	70	480	13
6061-T6	40	270	45	310	17
7075-T6	70	480	80	550	11
Latão	10-80	70-550	30-90	200-620	4-60
Bronze	12-100	82-690	30-120	200-830	5-60
Ferro fundido (tração)	17-42	120-290	10-70	69-480	0-1
Ferro fundido (compressão)			50-200	340-1,400	
Concreto (compressão)			1,5-10	10-70	
Cobre e ligas de cobre	8-110	55-760	33-120	230-830	4-50
Vidro			5-150	30-1.000	0
Placas de vidro			10	70	
Fibras de vidro			1.000-3.000	7.000-20.000	
Ligas de magnésio	12-40	80-280	20-50	140-340	2-20
Monel (67% Ni, 30% Cu)	25-160	170-1.100	65-170	450-1.200	2-50
Níquel	15-90	100-620	45-110	310-760	2-50
Plásticos					
Náilon			6-12	40-80	20-100
Polietileno			1-4	7-28	15-300
Rocha (Compressão)					
Granito, mármore, quartzo			8-40	50-280	
Calcário, arenito			3-30	20-200	
Borracha	0,2-1,0	1-7	1-3	7-20	100-800
Aço					
Alta resistência	50-150	340-1.000	80-180	550-1.200	5-25
Usinado	50-100	340-700	80-125	550-860	5-25
Mola	60-240	400-1.600	100-270	700-1.900	3-15
Inoxidável	40-100	280-700	60-150	400-1.000	5-40
de ferramental	75	520	130	900	8
Aço estrutural	30-100	200-700	50-120	340-830	10-40
ASTM-A36	36	250	60	400	30
ASTM-A572	50	340	70	500	20
ASTM-A514	100	700	120	830	15

(continua)

TABELA H.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS (Continuação)

Material	Tensão de escoamento σ_y		Tensão última σ_U		Alongamento percentual (extensômetro de 2 in.)
	ksi	MPa	ksi	MPa	
Fios de aço	40–150	280–1.000	80–200	550–1.400	5–40
Ligas de titânio	110–150	760–1.000	130–170	900–1.200	10
Tungstênio			200–600	1.400–4.000	0–4
Madeira (flexão)					
Douglas fir	5–8	30–50	8–12	50–80	
Carvalho	6–9	40–60	8–14	50–100	
Pinho	6–9	40–60	8–14	50–100	
Madeira (compressão paralela ao grão)					
Douglas fir	4–8	30–50	6–10	40–70	
Carvalho	4–6	30–40	5–8	30–50	
Pinho	4–8	30–50	6–10	40–70	

TABELA H.4 COEFICIENTES DE EXPANSÃO TÉRMICA

Material	Coeficiente de expansão térmica α		Material	Coeficiente de expansão térmica α	
	$10^{-6}/^{\circ}\text{F}$	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$		$10^{-6}/^{\circ}\text{F}$	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Ligas de alumínio	13	23	Plásticos		
Latão	10,6–11,8	19,1–21,2	Náilon	40–80	70–140
Bronze	9,9–11,6	18–21	Polietileno	80–160	140–290
Ferro fundido	5,5–6,6	9,9–12	Rocha	3–5	5–9
Concreto	4–8	7–14	Borracha	70–110	130–200
Cobre e ligas de cobre	9,2–9,8	16,6–17,6	Aço	5,5–9,9	10–18
Vidro	3–6	5–11	Alta resistência	8,0	14
Ligas de magnésio	14,5–16,0	26,1–28,8	Inoxidável	9,6	17
Monel (67% Ni, 30% Cu)	7,7	14	Estrutural	6,5	12
Níquel	7,2	13	Liga de titânio	4,5–6,0	8,1–11
			Tungstênio	2,4	4,3