

## TABELAS E DIAGRAMAS DE PROPRIEDADES (EM UNIDADES SI)\*

- TABELA A-1** Massa molar, constante de gás e calores específicos dos gases de algumas substâncias
- TABELA A-2** Propriedades dos pontos de ebulição e congelamento
- TABELA A-3** Propriedades da água saturada
- TABELA A-4** Propriedades do refrigerante saturado 134a
- TABELA A-5** Propriedades da amônia saturada
- TABELA A-6** Propriedades do propano saturado
- TABELA A-7** Propriedades dos líquidos
- TABELA A-8** Propriedades dos metais líquidos
- TABELA A-9** Propriedades do ar à pressão de 1 atm
- TABELA A-10** Propriedades dos gases à pressão de 1 atm
- TABELA A-11** Propriedades da atmosfera a grandes altitudes
- FIGURA A-12** O diagrama de Moody para o fator de atrito do escoamento completamente desenvolvido em tubos circulares
- TABELA A-13** Funções de escoamento compressível isentrópico unidimensional de um gás ideal com  $k = 1,4$
- TABELA A-14** Funções de choque normal unidimensional para um gás ideal com  $k = 1,4$
- TABELA A-15** Funções de escoamento de Rayleigh para um gás ideal com  $k = 1,4$
- TABELA A-16** Funções de escoamento de Fanno para um gás ideal com  $k = 1,4$

\* A maioria das propriedades das tabelas foi obtida do banco de dados de propriedades do EES, e as fontes originais estão listadas abaixo das tabelas. As propriedades quase sempre são listadas até dígitos mais significativos do que a exatidão alegada, com a finalidade de minimizar o erro de arredondamento acumulado dos cálculos feitos à mão, e para garantir uma coincidência mais exata com os resultados obtidos com o EES.

TABELA A-1

Massa molar, constante de gás e calores específicos dos gases de algumas substâncias

Substância	Massa Molar $M$ , kg/kmol	Constante de Gás $R$ , kJ/kg · K*	Dados de Calor Específico a 25°C		
			$c_p$ , kJ/kg · K	$c_v$ , kJ/kg · K	$k = c_p/c_v$
Ar	28,97	0,2870	1,005	0,7180	1,400
Amônia, NH <sub>3</sub>	17,03	0,4882	2,093	1,605	1,304
Argônio, Ar	39,95	0,2081	0,5203	0,3122	1,667
Bromo, Br <sub>2</sub>	159,81	0,05202	0,2253	0,1732	1,300
Isobutano, C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,12	0,1430	1,663	1,520	1,094
<i>n</i> -Butano, C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,12	0,1430	1,694	1,551	1,092
Dióxido de carbono, CO <sub>2</sub>	44,01	0,1889	0,8439	0,6550	1,288
Monóxido de carbono, CO	28,01	0,2968	1,039	0,7417	1,400
Cloro, Cl <sub>2</sub>	70,905	0,1173	0,4781	0,3608	1,325
Clorodifluorometano (R-22), CHClF <sub>2</sub>	86,47	0,09615	0,6496	0,5535	1,174
Etano, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30,070	0,2765	1,744	1,468	1,188
Etileno, C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,054	0,2964	1,527	1,231	1,241
Flúor, F <sub>2</sub>	38,00	0,2187	0,8237	0,6050	1,362
Hélio, He	4,003	2,077	5,193	3,116	1,667
<i>n</i> -Heptano, C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	100,20	0,08297	1,649	1,566	1,053
<i>n</i> -Hexano, C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86,18	0,09647	1,654	1,558	1,062
Hidrogênio, H <sub>2</sub>	2,016	4,124	14,30	10,18	1,405
Criptônio, Kr	83,80	0,09921	0,2480	0,1488	1,667
Metano, CH <sub>4</sub>	16,04	0,5182	2,226	1,708	1,303
Néon, Ne	20,183	0,4119	1,030	0,6180	1,667
Nitrogênio, N <sub>2</sub>	28,01	0,2968	1,040	0,7429	1,400
Óxido nítrico, NO	30,006	0,2771	0,9992	0,7221	1,384
Dióxido de nitrogênio, NO <sub>2</sub>	46,006	0,1889	0,8060	0,6171	1,306
Oxigênio, O <sub>2</sub>	32,00	0,2598	0,9180	0,6582	1,395
<i>n</i> -Pentano, C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72,15	0,1152	1,664	1,549	1,074
Propano, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44,097	0,1885	1,669	1,480	1,127
Propileno, C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42,08	0,1976	1,531	1,333	1,148
Vapor, H <sub>2</sub> O	18,015	0,4615	1,865	1,403	1,329
Dióxido de enxofre, SO <sub>2</sub>	64,06	0,1298	0,6228	0,4930	1,263
Tetraclorometano, CCl <sub>4</sub>	153,82	0,05405	0,5415	0,4875	1,111
Tetrafluoretano (R-134a), C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	102,03	0,08149	0,8334	0,7519	1,108
Trifluoretano (R-143a), C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	84,04	0,09893	0,9291	0,8302	1,119
Xenônio, Xe	131,30	0,06332	0,1583	0,09499	1,667

\* A unidade kJ/kg · K equivale a kPa · m<sup>3</sup>/kg · K. A constante de gás é calculada de  $R = R_u/M$ , onde  $R_u = 8,31447$  kJ/kmol · K é a constante de gás universal e  $M$  é a massa molar.

Fonte: Os valores de calor específico são obtidos primariamente das rotinas de propriedades preparadas pelo The National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, MD.

TABELA A-2

Propriedades dos pontos de ebulição e congelamento

Substância	Dados de Ebulição a 1 atm		Dados de Congelamento		Propriedades Líquidas		
	Ebulição Normal Ponto, °C	Calor Latente de Vaporização $h_{fg}$ , kJ/kg	Congelamento Ponto, °C	Calor Latente de Fusão $h_{if}$ , kJ/kg	Temperatura, °C	Densidade $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	Calor Específico $c_p$ , kJ/kg · K
Amônia	-33,3	1357	-77,7	322,4	-33,3 -20 0 25	682 665 639 602	4,43 4,52 4,60 4,80
Argônio	-185,9	161,6	-189,3	28	-185,6	1394	1,14
Benzeno	80,2	394	5,5	126	20	879	1,72
Água salgada (20% de cloreto de sódio por massa)	103,9	—	-17,4	—	20	1150	3,11
<i>n</i> -Butano	-0,5	385,2	-138,5	80,3	-0,5	601	2,31
Dióxido de Carbono	-78,4*	230,5 (a 0°C)	-56,6	—	0	298	0,59
Etanol	78,2	838,3	-114,2	109	25	783	2,46
Álcool etílico	78,6	855	-156	108	20	789	2,84
Etileno glicol	198,1	800,1	-10,8	181,1	20	1109	2,84
Glicerina	179,9	974	18,9	200,6	20	1261	2,32
Hélio	-268,9	22,8	—	—	-268,9	146,2	22,8
Hidrogênio	-252,8	445,7	-259,2	59,5	-252,8	70,7	10,0
Isobutano	-11,7	367,1	-160	105,7	-11,7	593,8	2,28
Querosene	204-293	251	-24,9	—	20	820	2,00
Mercúrio	356,7	294,7	-38,9	11,4	25	13.560	0,139
Metano	-161,5	510,4	-182,2	58,4	-161,5 -100	423 301	3,49 5,79
Metanol	64,5	1100	-97,7	99,2	25	787	2,55
Nitrogênio	-195,8	198,6	-210	25,3	-195,8 -160	809 596	2,06 2,97
Octano	124,8	306,3	-57,5	180,7	20	703	2,10
Óleo (leve)	—	—	—	—	25	910	1,80
Oxigênio	-183	212,7	-218,8	13,7	-183	1141	1,71
Petróleo	—	230-384	—	—	20	640	2,0
Propano	-42,1	427,8	-187,7	80,0	-42,1 0 50	581 529 449	2,25 2,53 3,13
Refrigerante-134a	-26,1	216,8	-96,6	—	-50 -26,1 0 25	1443 1374 1295 1207	1,23 1,27 1,34 1,43
Água	100	2257	0,0	333,7	0 25 50 75 100	1000 997 988 975 958	4,22 4,18 4,18 4,19 4,22

\* Temperatura de sublimação. (A pressões abaixo da pressão do ponto triplo de 518 kPa, o dióxido de carbono existe como um sólido ou um gás. Da mesma forma, a temperatura de ponto de congelamento do dióxido de carbono é a temperatura de ponto triplo de -56,5°C.)

TABELA A-3

Propriedades da água saturada

Temp. T, °C	Pressão de Saturação P <sub>sat</sub> , kPa	Densidade ρ, kg/m <sup>3</sup>		Entalpia de Vaporização h <sub>fg</sub> , kJ/kg	Calor Específico c <sub>p</sub> , J/kg · K		Condutividade Térmica k, W/m · K		Viscosidade Dinâmica μ, kg/m · s		Número de Prandtl Pr		Coeficiente de Expansão Volumétrica β, 1/K
		Líquido	Vapor		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	
0,01	0,6113	999,8	0,0048	2501	4217	1854	0,561	0,0171	1,792 × 10 <sup>-3</sup>	0,922 × 10 <sup>-5</sup>	13,5	1,00	-0,068 × 10 <sup>-3</sup>
5	0,8721	999,9	0,0068	2490	4205	1857	0,571	0,0173	1,519 × 10 <sup>-3</sup>	0,934 × 10 <sup>-5</sup>	11,2	1,00	0,015 × 10 <sup>-3</sup>
10	1,2276	999,7	0,0094	2478	4194	1862	0,580	0,0176	1,307 × 10 <sup>-3</sup>	0,946 × 10 <sup>-5</sup>	9,45	1,00	0,733 × 10 <sup>-3</sup>
15	1,7051	999,1	0,0128	2466	4186	1863	0,589	0,0179	1,138 × 10 <sup>-3</sup>	0,959 × 10 <sup>-5</sup>	8,09	1,00	0,138 × 10 <sup>-3</sup>
20	2,339	998,0	0,0173	2454	4182	1867	0,598	0,0182	1,002 × 10 <sup>-3</sup>	0,973 × 10 <sup>-5</sup>	7,01	1,00	0,195 × 10 <sup>-3</sup>
25	3,169	997,0	0,0231	2442	4180	1870	0,607	0,0186	0,891 × 10 <sup>-3</sup>	0,987 × 10 <sup>-5</sup>	6,14	1,00	0,247 × 10 <sup>-3</sup>
30	4,246	996,0	0,0304	2431	4178	1875	0,615	0,0189	0,798 × 10 <sup>-3</sup>	1,001 × 10 <sup>-5</sup>	5,42	1,00	0,294 × 10 <sup>-3</sup>
35	5,628	994,0	0,0397	2419	4178	1880	0,623	0,0192	0,720 × 10 <sup>-3</sup>	1,016 × 10 <sup>-5</sup>	4,83	1,00	0,337 × 10 <sup>-3</sup>
40	7,384	992,1	0,0512	2407	4179	1885	0,631	0,0196	0,653 × 10 <sup>-3</sup>	1,031 × 10 <sup>-5</sup>	4,32	1,00	0,377 × 10 <sup>-3</sup>
45	9,593	990,1	0,0655	2395	4180	1892	0,637	0,0200	0,596 × 10 <sup>-3</sup>	1,046 × 10 <sup>-5</sup>	3,91	1,00	0,415 × 10 <sup>-3</sup>
50	12,35	988,1	0,0831	2383	4181	1900	0,644	0,0204	0,547 × 10 <sup>-3</sup>	1,062 × 10 <sup>-5</sup>	3,55	1,00	0,451 × 10 <sup>-3</sup>
55	15,76	985,2	0,1045	2371	4183	1908	0,649	0,0208	0,504 × 10 <sup>-3</sup>	1,077 × 10 <sup>-5</sup>	3,25	1,00	0,484 × 10 <sup>-3</sup>
60	19,94	983,3	0,1304	2359	4185	1916	0,654	0,0212	0,467 × 10 <sup>-3</sup>	1,093 × 10 <sup>-5</sup>	2,99	1,00	0,517 × 10 <sup>-3</sup>
65	25,03	980,4	0,1614	2346	4187	1926	0,659	0,0216	0,433 × 10 <sup>-3</sup>	1,110 × 10 <sup>-5</sup>	2,75	1,00	0,548 × 10 <sup>-3</sup>
70	31,19	977,5	0,1983	2334	4190	1936	0,663	0,0221	0,404 × 10 <sup>-3</sup>	1,126 × 10 <sup>-5</sup>	2,55	1,00	0,578 × 10 <sup>-3</sup>
75	38,58	974,7	0,2421	2321	4193	1948	0,667	0,0225	0,378 × 10 <sup>-3</sup>	1,142 × 10 <sup>-5</sup>	2,38	1,00	0,607 × 10 <sup>-3</sup>
80	47,39	971,8	0,2935	2309	4197	1962	0,670	0,0230	0,355 × 10 <sup>-3</sup>	1,159 × 10 <sup>-5</sup>	2,22	1,00	0,653 × 10 <sup>-3</sup>
85	57,83	968,1	0,3536	2296	4201	1977	0,673	0,0235	0,333 × 10 <sup>-3</sup>	1,176 × 10 <sup>-5</sup>	2,08	1,00	0,670 × 10 <sup>-3</sup>
90	70,14	965,3	0,4235	2283	4206	1993	0,675	0,0240	0,315 × 10 <sup>-3</sup>	1,193 × 10 <sup>-5</sup>	1,96	1,00	0,702 × 10 <sup>-3</sup>
95	84,55	961,5	0,5045	2270	4212	2010	0,677	0,0246	0,297 × 10 <sup>-3</sup>	1,210 × 10 <sup>-5</sup>	1,85	1,00	0,716 × 10 <sup>-3</sup>
100	101,33	957,9	0,5978	2257	4217	2029	0,679	0,0251	0,282 × 10 <sup>-3</sup>	1,227 × 10 <sup>-5</sup>	1,75	1,00	0,750 × 10 <sup>-3</sup>
110	143,27	950,6	0,8263	2230	4229	2071	0,682	0,0262	0,255 × 10 <sup>-3</sup>	1,261 × 10 <sup>-5</sup>	1,58	1,00	0,798 × 10 <sup>-3</sup>
120	198,53	943,4	1,121	2203	4244	2120	0,683	0,0275	0,232 × 10 <sup>-3</sup>	1,296 × 10 <sup>-5</sup>	1,44	1,00	0,858 × 10 <sup>-3</sup>
130	270,1	934,6	1,496	2174	4263	2177	0,684	0,0288	0,213 × 10 <sup>-3</sup>	1,330 × 10 <sup>-5</sup>	1,33	1,01	0,913 × 10 <sup>-3</sup>
140	361,3	921,7	1,965	2145	4286	2244	0,683	0,0301	0,197 × 10 <sup>-3</sup>	1,365 × 10 <sup>-5</sup>	1,24	1,02	0,970 × 10 <sup>-3</sup>
150	475,8	916,6	2,546	2114	4311	2314	0,682	0,0316	0,183 × 10 <sup>-3</sup>	1,399 × 10 <sup>-5</sup>	1,16	1,02	1,025 × 10 <sup>-3</sup>
160	617,8	907,4	3,256	2083	4340	2420	0,680	0,0331	0,170 × 10 <sup>-3</sup>	1,434 × 10 <sup>-5</sup>	1,09	1,05	1,145 × 10 <sup>-3</sup>
170	791,7	897,7	4,119	2050	4370	2490	0,677	0,0347	0,160 × 10 <sup>-3</sup>	1,468 × 10 <sup>-5</sup>	1,03	1,05	1,178 × 10 <sup>-3</sup>
180	1002,1	887,3	5,153	2015	4410	2590	0,673	0,0364	0,150 × 10 <sup>-3</sup>	1,502 × 10 <sup>-5</sup>	0,983	1,07	1,210 × 10 <sup>-3</sup>
190	1254,4	876,4	6,388	1979	4460	2710	0,669	0,0382	0,142 × 10 <sup>-3</sup>	1,537 × 10 <sup>-5</sup>	0,947	1,09	1,280 × 10 <sup>-3</sup>
200	1553,8	864,3	7,852	1941	4500	2840	0,663	0,0401	0,134 × 10 <sup>-3</sup>	1,571 × 10 <sup>-5</sup>	0,910	1,11	1,350 × 10 <sup>-3</sup>
220	2318	840,3	11,60	1859	4610	3110	0,650	0,0442	0,122 × 10 <sup>-3</sup>	1,641 × 10 <sup>-5</sup>	0,865	1,15	1,520 × 10 <sup>-3</sup>
240	3344	813,7	16,73	1767	4760	3520	0,632	0,0487	0,111 × 10 <sup>-3</sup>	1,712 × 10 <sup>-5</sup>	0,836	1,24	1,720 × 10 <sup>-3</sup>
260	4688	783,7	23,69	1663	4970	4070	0,609	0,0540	0,102 × 10 <sup>-3</sup>	1,788 × 10 <sup>-5</sup>	0,832	1,35	2,000 × 10 <sup>-3</sup>
280	6412	750,8	33,15	1544	5280	4835	0,581	0,0605	0,094 × 10 <sup>-3</sup>	1,870 × 10 <sup>-5</sup>	0,854	1,49	2,380 × 10 <sup>-3</sup>
300	8581	713,8	46,15	1405	5750	5980	0,548	0,0695	0,086 × 10 <sup>-3</sup>	1,965 × 10 <sup>-5</sup>	0,902	1,69	2,950 × 10 <sup>-3</sup>
320	11,274	667,1	64,57	1239	6540	7900	0,509	0,0836	0,078 × 10 <sup>-3</sup>	2,084 × 10 <sup>-5</sup>	1,00	1,97	
340	14,586	610,5	92,62	1028	8240	11,870	0,469	0,110	0,070 × 10 <sup>-3</sup>	2,255 × 10 <sup>-5</sup>	1,23	2,43	
360	18,651	528,3	144,0	720	14,690	25,800	0,427	0,178	0,060 × 10 <sup>-3</sup>	2,571 × 10 <sup>-5</sup>	2,06	3,73	
374,14	22,090	317,0	317,0	0	—	—	—	—	0,043 × 10 <sup>-3</sup>	4,313 × 10 <sup>-5</sup>			

Nota 1: A viscosidade cinemática  $\nu$  e a difusividade térmica  $\alpha$  podem ser calculadas de suas definições,  $\nu = \mu/\rho$  e  $\alpha = k/\rho c_p = \nu/Pr$ . As temperaturas 0,01°C, 100°C, e 374,14°C são as temperaturas tripla, de ebulição e de ponto crítico da água respectivamente. As propriedades listadas acima (exceto pela densidade do vapor) podem ser usadas a qualquer pressão com erro desprezível, exceto a temperaturas próximas do valor do ponto crítico.

Nota 2: A unidade kJ/kg · °C do calor específico é equivalente a kJ/kg · K, e a unidade W/m · °C da condutividade térmica é equivalente a W/m · K.

Fonte: Os dados de viscosidade e condutividade térmica são de J. V. Sengers e J. T. R. Watson, *Journal of Physical and Chemical Reference Data* 15 (1986), pp. 1291-1322. Os outros dados foram obtidos de diversas fontes ou foram calculados.

TABELA A-4

Propriedades do refrigerante saturado-134a

Temp. <i>T</i> , °C	Pressão de Saturação <i>P</i> , kPa	Densidade $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>		Entalpia de Vaporização $h_{fg}$ , kJ/kg	Calor Específico $c_p$ , J/kg · K		Condutividade Térmica $k$ , W/m · K		Viscosidade Dinâmica $\mu$ , kg/m · s		Número Prandtl <i>Pr</i>		Coeficiente de Expansão Volumétrica $\beta$ , 1/K	Tensão de Superfície, N/m
		Líquido	Vapor		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor		
-40	51,2	1418	2,773	225,9	1254	748,6	0,1101	0,00811	$4,878 \times 10^{-4}$	$2,550 \times 10^{-6}$	5,558	0,235	0,00205	0,01760
-35	66,2	1403	3,524	222,7	1264	764,1	0,1084	0,00862	$4,509 \times 10^{-4}$	$3,003 \times 10^{-6}$	5,257	0,266	0,00209	0,01682
-30	84,4	1389	4,429	219,5	1273	780,2	0,1066	0,00913	$4,178 \times 10^{-4}$	$3,504 \times 10^{-6}$	4,992	0,299	0,00215	0,01604
-25	106,5	1374	5,509	216,3	1283	797,2	0,1047	0,00963	$3,882 \times 10^{-4}$	$4,054 \times 10^{-6}$	4,757	0,335	0,00220	0,01527
-20	132,8	1359	6,787	213,0	1294	814,9	0,1028	0,01013	$3,614 \times 10^{-4}$	$4,651 \times 10^{-6}$	4,548	0,374	0,00227	0,01451
-15	164,0	1343	8,288	209,5	1306	833,5	0,1009	0,01063	$3,371 \times 10^{-4}$	$5,295 \times 10^{-6}$	4,363	0,415	0,00233	0,01376
-10	200,7	1327	10,04	206,0	1318	853,1	0,0989	0,01112	$3,150 \times 10^{-4}$	$5,982 \times 10^{-6}$	4,198	0,459	0,00241	0,01302
-5	243,5	1311	12,07	202,4	1330	873,8	0,0968	0,01161	$2,947 \times 10^{-4}$	$6,709 \times 10^{-6}$	4,051	0,505	0,00249	0,01229
0	293,0	1295	14,42	198,7	1344	895,6	0,0947	0,01210	$2,761 \times 10^{-4}$	$7,471 \times 10^{-6}$	3,919	0,553	0,00258	0,01156
5	349,9	1278	17,12	194,8	1358	918,7	0,0925	0,01259	$2,589 \times 10^{-4}$	$8,264 \times 10^{-6}$	3,802	0,603	0,00269	0,01084
10	414,9	1261	20,22	190,8	1374	943,2	0,0903	0,01308	$2,430 \times 10^{-4}$	$9,081 \times 10^{-6}$	3,697	0,655	0,00280	0,01014
15	488,7	1244	23,75	186,6	1390	969,4	0,0880	0,01357	$2,281 \times 10^{-4}$	$9,915 \times 10^{-6}$	3,604	0,708	0,00293	0,00944
20	572,1	1226	27,77	182,3	1408	997,6	0,0856	0,01406	$2,142 \times 10^{-4}$	$1,075 \times 10^{-5}$	3,521	0,763	0,00307	0,00876
25	665,8	1207	32,34	177,8	1427	1028	0,0833	0,01456	$2,012 \times 10^{-4}$	$1,160 \times 10^{-5}$	3,448	0,819	0,00324	0,00808
30	770,6	1188	37,53	173,1	1448	1061	0,0808	0,01507	$1,888 \times 10^{-4}$	$1,244 \times 10^{-5}$	3,383	0,877	0,00342	0,00742
35	887,5	1168	43,41	168,2	1471	1098	0,0783	0,01558	$1,772 \times 10^{-4}$	$1,327 \times 10^{-5}$	3,328	0,935	0,00364	0,00677
40	1017,1	1147	50,08	163,0	1498	1138	0,0757	0,01610	$1,660 \times 10^{-4}$	$1,408 \times 10^{-5}$	3,285	0,995	0,00390	0,00613
45	1160,5	1125	57,66	157,6	1529	1184	0,0731	0,01664	$1,554 \times 10^{-4}$	$1,486 \times 10^{-5}$	3,253	1,058	0,00420	0,00550
50	1318,6	1102	66,27	151,8	1566	1237	0,0704	0,01720	$1,453 \times 10^{-4}$	$1,562 \times 10^{-5}$	3,231	1,123	0,00456	0,00489
55	1492,3	1078	76,11	145,7	1608	1298	0,0676	0,01777	$1,355 \times 10^{-4}$	$1,634 \times 10^{-5}$	3,223	1,193	0,00500	0,00429
60	1682,8	1053	87,38	139,1	1659	1372	0,0647	0,01838	$1,260 \times 10^{-4}$	$1,704 \times 10^{-5}$	3,229	1,272	0,00554	0,00372
65	1891,0	1026	100,4	132,1	1722	1462	0,0618	0,01902	$1,167 \times 10^{-4}$	$1,771 \times 10^{-5}$	3,255	1,362	0,00624	0,00315
70	2118,2	996,2	115,6	124,4	1801	1577	0,0587	0,01972	$1,077 \times 10^{-4}$	$1,839 \times 10^{-5}$	3,307	1,471	0,00716	0,00261
75	2365,8	964	133,6	115,9	1907	1731	0,0555	0,02048	$9,891 \times 10^{-5}$	$1,908 \times 10^{-5}$	3,400	1,612	0,00843	0,00209
80	2635,2	928,2	155,3	106,4	2056	1948	0,0521	0,02133	$9,011 \times 10^{-5}$	$1,982 \times 10^{-5}$	3,558	1,810	0,01031	0,00160
85	2928,2	887,1	182,3	95,4	2287	2281	0,0484	0,02233	$8,124 \times 10^{-5}$	$2,071 \times 10^{-5}$	3,837	2,116	0,01336	0,00114
90	3246,9	837,7	217,8	82,2	2701	2865	0,0444	0,02357	$7,203 \times 10^{-5}$	$2,187 \times 10^{-5}$	4,385	2,658	0,01911	0,00071
95	3594,1	772,5	269,3	64,9	3675	4144	0,0396	0,02544	$6,190 \times 10^{-5}$	$2,370 \times 10^{-5}$	5,746	3,862	0,03343	0,00033
100	3975,1	651,7	376,3	33,9	7959	8785	0,0322	0,02989	$4,765 \times 10^{-5}$	$2,833 \times 10^{-5}$	11,77	8,326	0,10047	0,00004

Nota 1: A viscosidade cinemática  $\nu$  e a difusividade térmica  $\alpha$  podem ser calculadas de suas definições,  $\nu = \mu/\rho$  e  $\alpha = k/\rho c_p = \nu/Pr$ . As propriedades listadas acima (exceto pela densidade do vapor) podem ser usadas a qualquer pressão com erro desprezível, exceto a temperaturas próximas do valor do ponto crítico.

Nota 2: A unidade kJ/kg · °C do calor específico é equivalente a kJ/kg · K, e a unidade W/m · °C da condutividade térmica é equivalente a W/m · K.

Fonte: Dados gerados pelo software EES desenvolvido pela S. A. Klein e F. L. Alvarado. Fontes originais: R. Tillner-Roth e H. D. Baehr, "An International Standard Formulation for the Thermodynamic Properties of 1,1,1,2-Tetrafluoroethane (HFC-134a) for Temperatures from 170 K to 455 K and Pressures up to 70 MPa," *J. Phys. Chem. Ref. Data*, Vol. 23, No. 5, 1994; M. J. Assael, N. K. Dalaouti, A. A. Griva, e J. H. Dymond, "Viscosity and Thermal Conductivity of Halogenated Methane and Ethane Refrigerants," *IJR*, Vol. 22, pp. 525-535, 1999; programa NIST REFPROP 6 (M. O. McLinden, S. A. Klein, E. W. Lemmon e A. P. Peskin, Physical and Chemical Properties Division, National Institute of Standards and Technology, Boulder, CO 80303, 1995).

TABELA A-5

Propriedades da amônia saturada

Temp. T, °C	Pressão de Saturação P, kPa	Densidade $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>		Entalpia de Vaporização $h_{g}$ , kJ/kg	Calor Específico $c_p$ , J/kg · K		Condutividade Térmica k, W/m · K		Viscosidade Dinâmica $\mu$ , kg/m · s		Número Prandtl Pr		Coeficiente de Expansão Volumétrica $\beta$ , 1/K	Tensão de Superfície, N/m
		Líquido	Vapor		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor		
-40	71,66	690,2	0,6435	1389	4414	2242	—	0,01792	$2,926 \times 10^{-4}$	$7,957 \times 10^{-6}$	—	0,9955	0,00176	0,03565
-30	119,4	677,8	1,037	1360	4465	2322	—	0,01898	$2,630 \times 10^{-4}$	$8,311 \times 10^{-6}$	—	1,017	0,00185	0,03341
-25	151,5	671,5	1,296	1345	4489	2369	0,5968	0,01957	$2,492 \times 10^{-4}$	$8,490 \times 10^{-6}$	1,875	1,028	0,00190	0,03229
-20	190,1	665,1	1,603	1329	4514	2420	0,5853	0,02015	$2,361 \times 10^{-4}$	$8,669 \times 10^{-6}$	1,821	1,041	0,00194	0,03118
-15	236,2	658,6	1,966	1313	4538	2476	0,5737	0,02075	$2,236 \times 10^{-4}$	$8,851 \times 10^{-6}$	1,769	1,056	0,00199	0,03007
-10	290,8	652,1	2,391	1297	4564	2536	0,5621	0,02138	$2,117 \times 10^{-4}$	$9,034 \times 10^{-6}$	1,718	1,072	0,00205	0,02896
-5	354,9	645,4	2,886	1280	4589	2601	0,5505	0,02203	$2,003 \times 10^{-4}$	$9,218 \times 10^{-6}$	1,670	1,089	0,00210	0,02786
0	429,6	638,6	3,458	1262	4617	2672	0,5390	0,02270	$1,896 \times 10^{-4}$	$9,405 \times 10^{-6}$	1,624	1,107	0,00216	0,02676
5	516	631,7	4,116	1244	4645	2749	0,5274	0,02341	$1,794 \times 10^{-4}$	$9,593 \times 10^{-6}$	1,580	1,126	0,00223	0,02566
10	615,3	624,6	4,870	1226	4676	2831	0,5158	0,02415	$1,697 \times 10^{-4}$	$9,784 \times 10^{-6}$	1,539	1,147	0,00230	0,02457
15	728,8	617,5	5,729	1206	4709	2920	0,5042	0,02492	$1,606 \times 10^{-4}$	$9,978 \times 10^{-6}$	1,500	1,169	0,00237	0,02348
20	857,8	610,2	6,705	1186	4745	3016	0,4927	0,02573	$1,519 \times 10^{-4}$	$1,017 \times 10^{-5}$	1,463	1,193	0,00245	0,02240
25	1003	602,8	7,809	1166	4784	3120	0,4811	0,02658	$1,438 \times 10^{-4}$	$1,037 \times 10^{-5}$	1,430	1,218	0,00254	0,02132
30	1167	595,2	9,055	1144	4828	3232	0,4695	0,02748	$1,361 \times 10^{-4}$	$1,057 \times 10^{-5}$	1,399	1,244	0,00264	0,02024
35	1351	587,4	10,46	1122	4877	3354	0,4579	0,02843	$1,288 \times 10^{-4}$	$1,078 \times 10^{-5}$	1,372	1,272	0,00275	0,01917
40	1555	579,4	12,03	1099	4932	3486	0,4464	0,02943	$1,219 \times 10^{-4}$	$1,099 \times 10^{-5}$	1,347	1,303	0,00287	0,01810
45	1782	571,3	13,8	1075	4993	3631	0,4348	0,03049	$1,155 \times 10^{-4}$	$1,121 \times 10^{-5}$	1,327	1,335	0,00301	0,01704
50	2033	562,9	15,78	1051	5063	3790	0,4232	0,03162	$1,094 \times 10^{-4}$	$1,143 \times 10^{-5}$	1,310	1,371	0,00316	0,01598
55	2310	554,2	18,00	1025	5143	3967	0,4116	0,03283	$1,037 \times 10^{-4}$	$1,166 \times 10^{-5}$	1,297	1,409	0,00334	0,01493
60	2614	545,2	20,48	997,4	5234	4163	0,4001	0,03412	$9,846 \times 10^{-5}$	$1,189 \times 10^{-5}$	1,288	1,452	0,00354	0,01389
65	2948	536,0	23,26	968,9	5340	4384	0,3885	0,03550	$9,347 \times 10^{-5}$	$1,213 \times 10^{-5}$	1,285	1,499	0,00377	0,01285
70	3312	526,3	26,39	939,0	5463	4634	0,3769	0,03700	$8,879 \times 10^{-5}$	$1,238 \times 10^{-5}$	1,287	1,551	0,00404	0,01181
75	3709	516,2	29,90	907,5	5608	4923	0,3653	0,03862	$8,440 \times 10^{-5}$	$1,264 \times 10^{-5}$	1,296	1,612	0,00436	0,01079
80	4141	505,7	33,87	874,1	5780	5260	0,3538	0,04038	$8,030 \times 10^{-5}$	$1,292 \times 10^{-5}$	1,312	1,683	0,00474	0,00977
85	4609	494,5	38,36	838,6	5988	5659	0,3422	0,04232	$7,645 \times 10^{-5}$	$1,322 \times 10^{-5}$	1,338	1,768	0,00521	0,00876
90	5116	482,8	43,48	800,6	6242	6142	0,3306	0,04447	$7,284 \times 10^{-5}$	$1,354 \times 10^{-5}$	1,375	1,871	0,00579	0,00776
95	5665	470,2	49,35	759,8	6561	6740	0,3190	0,04687	$6,946 \times 10^{-5}$	$1,389 \times 10^{-5}$	1,429	1,999	0,00652	0,00677
100	6257	456,6	56,15	715,5	6972	7503	0,3075	0,04958	$6,628 \times 10^{-5}$	$1,429 \times 10^{-5}$	1,503	2,163	0,00749	0,00579

Nota 1: A viscosidade cinemática  $\nu$  e a difusividade térmica  $\alpha$  podem ser calculadas de suas definições,  $\nu = \mu/\rho$  e  $\alpha = k/\rho c_p = \nu/Pr$ . As propriedades listadas acima (exceto pela densidade do vapor) podem ser usadas a qualquer pressão com erro desprezível, exceto a temperaturas próximas do valor do ponto crítico.

Nota 2: A unidade kJ/kg · °C do calor específico é equivalente a kJ/kg · K, e a unidade W/m · °C da condutividade térmica é equivalente a W/m · K.

Fonte: Dados gerados pelo software EES desenvolvido pela S. A. Klein e F. L. Alvarado. Fontes originais: Tillner-Roth, Harms-Watzenberg e Baehr, "Eine neue Fundamentalgleichung für Ammoniak", DKV-Tagungsbericht 20:167-181, 1993; Liley e Desai, "Thermophysical Properties of Refrigerants" ASHRAE, 1993, ISBN 1-1883413-10-9.

TABELA A-6

Propriedades do propano saturado

Temp. <i>T</i> , °C	Pressão de Saturação <i>P</i> , kPa	Densidade $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>		Entalpia de Vaporização <i>h<sub>g</sub></i> , kJ/kg	Calor Específico <i>c<sub>p</sub></i> , J/kg · K		Condutividade Térmica <i>k</i> , W/m · K		Viscosidade Dinâmica $\mu$ , kg/m · s		Número Prandtl <i>Pr</i>		Coeficiente de Expansão Volumétrica $\beta$ , 1/K	Tensão de Superfície, N/m
		Líquido	Vapor		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor		
-120	0,4053	664,7	0,01408	498,3	2003	1115	0,1802	0,00589	6,136 × 10 <sup>-4</sup>	4,372 × 10 <sup>-6</sup>	6,820	0,827	0,00153	0,02630
-110	1,157	654,5	0,03776	489,3	2021	1148	0,1738	0,00645	5,054 × 10 <sup>-4</sup>	4,625 × 10 <sup>-6</sup>	5,878	0,822	0,00157	0,02486
-100	2,881	644,2	0,08872	480,4	2044	1183	0,1672	0,00705	4,252 × 10 <sup>-4</sup>	4,881 × 10 <sup>-6</sup>	5,195	0,819	0,00161	0,02344
-90	6,406	633,8	0,1870	471,5	2070	1221	0,1606	0,00769	3,635 × 10 <sup>-4</sup>	5,143 × 10 <sup>-6</sup>	4,686	0,817	0,00166	0,02202
-80	12,97	623,2	0,3602	462,4	2100	1263	0,1539	0,00836	3,149 × 10 <sup>-4</sup>	5,409 × 10 <sup>-6</sup>	4,297	0,817	0,00171	0,02062
-70	24,26	612,5	0,6439	453,1	2134	1308	0,1472	0,00908	2,755 × 10 <sup>-4</sup>	5,680 × 10 <sup>-6</sup>	3,994	0,818	0,00177	0,01923
-60	42,46	601,5	1,081	443,5	2173	1358	0,1407	0,00985	2,430 × 10 <sup>-4</sup>	5,956 × 10 <sup>-6</sup>	3,755	0,821	0,00184	0,01785
-50	70,24	590,3	1,724	433,6	2217	1412	0,1343	0,01067	2,158 × 10 <sup>-4</sup>	6,239 × 10 <sup>-6</sup>	3,563	0,825	0,00192	0,01649
-40	110,7	578,8	2,629	423,1	2258	1471	0,1281	0,01155	1,926 × 10 <sup>-4</sup>	6,529 × 10 <sup>-6</sup>	3,395	0,831	0,00201	0,01515
-30	167,3	567,0	3,864	412,1	2310	1535	0,1221	0,01250	1,726 × 10 <sup>-4</sup>	6,827 × 10 <sup>-6</sup>	3,266	0,839	0,00213	0,01382
-20	243,8	554,7	5,503	400,3	2368	1605	0,1163	0,01351	1,551 × 10 <sup>-4</sup>	7,136 × 10 <sup>-6</sup>	3,158	0,848	0,00226	0,01251
-10	344,4	542,0	7,635	387,8	2433	1682	0,1107	0,01459	1,397 × 10 <sup>-4</sup>	7,457 × 10 <sup>-6</sup>	3,069	0,860	0,00242	0,01122
0	473,3	528,7	10,36	374,2	2507	1768	0,1054	0,01576	1,259 × 10 <sup>-4</sup>	7,794 × 10 <sup>-6</sup>	2,996	0,875	0,00262	0,00996
5	549,8	521,8	11,99	367,0	2547	1814	0,1028	0,01637	1,195 × 10 <sup>-4</sup>	7,970 × 10 <sup>-6</sup>	2,964	0,883	0,00273	0,00934
10	635,1	514,7	13,81	359,5	2590	1864	0,1002	0,01701	1,135 × 10 <sup>-4</sup>	8,151 × 10 <sup>-6</sup>	2,935	0,893	0,00286	0,00872
15	729,8	507,5	15,85	351,7	2637	1917	0,0977	0,01767	1,077 × 10 <sup>-4</sup>	8,339 × 10 <sup>-6</sup>	2,909	0,905	0,00301	0,00811
20	834,4	500,0	18,13	343,4	2688	1974	0,0952	0,01836	1,022 × 10 <sup>-4</sup>	8,534 × 10 <sup>-6</sup>	2,886	0,918	0,00318	0,00751
25	949,7	492,2	20,68	334,8	2742	2036	0,0928	0,01908	9,702 × 10 <sup>-5</sup>	8,738 × 10 <sup>-6</sup>	2,866	0,933	0,00337	0,00691
30	1076	484,2	23,53	325,8	2802	2104	0,0904	0,01982	9,197 × 10 <sup>-5</sup>	8,952 × 10 <sup>-6</sup>	2,850	0,950	0,00358	0,00633
35	1215	475,8	26,72	316,2	2869	2179	0,0881	0,02061	8,710 × 10 <sup>-5</sup>	9,178 × 10 <sup>-6</sup>	2,837	0,971	0,00384	0,00575
40	1366	467,1	30,29	306,1	2943	2264	0,0857	0,02142	8,240 × 10 <sup>-5</sup>	9,417 × 10 <sup>-6</sup>	2,828	0,995	0,00413	0,00518
45	1530	458,0	34,29	295,3	3026	2361	0,0834	0,02228	7,785 × 10 <sup>-5</sup>	9,674 × 10 <sup>-6</sup>	2,824	1,025	0,00448	0,00463
50	1708	448,5	38,79	283,9	3122	2473	0,0811	0,02319	7,343 × 10 <sup>-5</sup>	9,950 × 10 <sup>-6</sup>	2,826	1,061	0,00491	0,00408
60	2110	427,5	49,66	258,4	3283	2769	0,0765	0,02517	6,487 × 10 <sup>-5</sup>	1,058 × 10 <sup>-5</sup>	2,784	1,164	0,00609	0,00303
70	2580	403,2	64,02	228,0	3595	3241	0,0717	0,02746	5,649 × 10 <sup>-5</sup>	1,138 × 10 <sup>-5</sup>	2,834	1,343	0,00811	0,00204
80	3127	373,0	84,28	189,7	4501	4173	0,0663	0,03029	4,790 × 10 <sup>-5</sup>	1,249 × 10 <sup>-5</sup>	3,251	1,722	0,01248	0,00114
90	3769	329,1	118,6	133,2	6977	7239	0,0595	0,03441	3,807 × 10 <sup>-5</sup>	1,448 × 10 <sup>-5</sup>	4,465	3,047	0,02847	0,00037

Nota 1: A viscosidade cinemática  $\nu$  e a difusividade térmica  $\alpha$  podem ser calculadas de suas definições,  $\nu = \mu/\rho$  e  $\alpha = k/\rho c_p = \nu/Pr$ . As propriedades listadas acima (exceto pela densidade do vapor) podem ser usadas a qualquer pressão com erro desprezível, exceto a temperaturas próximas do valor do ponto crítico.

Nota 2: A unidade kJ/kg · °C do calor específico é equivalente a kJ/kg · K, e a unidade W/m · °C da condutividade térmica é equivalente a W/m · K.

Fonte: Dados gerados pelo software EES desenvolvido pela S. A. Klein e F. L. Alvarado. Fontes originais: Reiner Tillner-Roth, "Fundamental Equations of State", Shaker, Verlag, Aachen, 1998; B. A. Younglove e J. F. Ely, "Thermophysical Properties of Fluids". II Methane, Ethane, Propane, Isobutane, and Normal Butane", *J. Phys. Chem. Ref. Data*, Vol. 16, No. 4, 1987; G.R. Somayajulu, "A Generalized Equation for Surface Tension from the Triple-Point to the Critical-Point," *International Journal of Thermophysics*, Vol. 9, No. 4, 1988.

TABELA A-7

Propriedades dos líquidos

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Densidade $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor Específico $c_p$ $\text{J/kg} \cdot \text{K}$	Condutividade Térmica $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividade Térmica $\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	Viscosidade Dinâmica $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidade Cinemática $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl Pr	Coefficiente de de Expansão Volumétrica $\beta, 1/\text{K}$
<i>Metano (CH<sub>4</sub>)</i>								
-160	420,2	3492	0,1863	$1,270 \times 10^{-7}$	$1,133 \times 10^{-4}$	$2,699 \times 10^{-7}$	2,126	0,00352
-150	405,0	3580	0,1703	$1,174 \times 10^{-7}$	$9,169 \times 10^{-5}$	$2,264 \times 10^{-7}$	1,927	0,00391
-140	388,8	3700	0,1550	$1,077 \times 10^{-7}$	$7,551 \times 10^{-5}$	$1,942 \times 10^{-7}$	1,803	0,00444
-130	371,1	3875	0,1402	$9,749 \times 10^{-8}$	$6,288 \times 10^{-5}$	$1,694 \times 10^{-7}$	1,738	0,00520
-120	351,4	4146	0,1258	$8,634 \times 10^{-8}$	$5,257 \times 10^{-5}$	$1,496 \times 10^{-7}$	1,732	0,00637
-110	328,8	4611	0,1115	$7,356 \times 10^{-8}$	$4,377 \times 10^{-5}$	$1,331 \times 10^{-7}$	1,810	0,00841
-100	301,0	5578	0,0967	$5,761 \times 10^{-8}$	$3,577 \times 10^{-5}$	$1,188 \times 10^{-7}$	2,063	0,01282
-90	261,7	8902	0,0797	$3,423 \times 10^{-8}$	$2,761 \times 10^{-5}$	$1,055 \times 10^{-7}$	3,082	0,02922
<i>Metanol (CH<sub>3</sub>(OH))</i>								
20	788,4	2515	0,1987	$1,002 \times 10^{-7}$	$5,857 \times 10^{-4}$	$7,429 \times 10^{-7}$	7,414	0,00118
30	779,1	2577	0,1980	$9,862 \times 10^{-8}$	$5,088 \times 10^{-4}$	$6,531 \times 10^{-7}$	6,622	0,00120
40	769,6	2644	0,1972	$9,690 \times 10^{-8}$	$4,460 \times 10^{-4}$	$5,795 \times 10^{-7}$	5,980	0,00123
50	760,1	2718	0,1965	$9,509 \times 10^{-8}$	$3,942 \times 10^{-4}$	$5,185 \times 10^{-7}$	5,453	0,00127
60	750,4	2798	0,1957	$9,320 \times 10^{-8}$	$3,510 \times 10^{-4}$	$4,677 \times 10^{-7}$	5,018	0,00132
70	740,4	2885	0,1950	$9,128 \times 10^{-8}$	$3,146 \times 10^{-4}$	$4,250 \times 10^{-7}$	4,655	0,00137
<i>Isobutano (R600a)</i>								
-100	683,8	1881	0,1383	$1,075 \times 10^{-7}$	$9,305 \times 10^{-4}$	$1,360 \times 10^{-6}$	12,65	0,00142
-75	659,3	1970	0,1357	$1,044 \times 10^{-7}$	$5,624 \times 10^{-4}$	$8,531 \times 10^{-7}$	8,167	0,00150
-50	634,3	2069	0,1283	$9,773 \times 10^{-8}$	$3,769 \times 10^{-4}$	$5,942 \times 10^{-7}$	6,079	0,00161
-25	608,2	2180	0,1181	$8,906 \times 10^{-8}$	$2,688 \times 10^{-4}$	$4,420 \times 10^{-7}$	4,963	0,00177
0	580,6	2306	0,1068	$7,974 \times 10^{-8}$	$1,993 \times 10^{-4}$	$3,432 \times 10^{-7}$	4,304	0,00199
25	550,7	2455	0,0956	$7,069 \times 10^{-8}$	$1,510 \times 10^{-4}$	$2,743 \times 10^{-7}$	3,880	0,00232
50	517,3	2640	0,0851	$6,233 \times 10^{-8}$	$1,155 \times 10^{-4}$	$2,233 \times 10^{-7}$	3,582	0,00286
75	478,5	2896	0,0757	$5,460 \times 10^{-8}$	$8,785 \times 10^{-5}$	$1,836 \times 10^{-7}$	3,363	0,00385
100	429,6	3361	0,0669	$4,634 \times 10^{-8}$	$6,483 \times 10^{-5}$	$1,509 \times 10^{-7}$	3,256	0,00628
<i>Glicerina</i>								
0	1276	2262	0,2820	$9,773 \times 10^{-8}$	10,49	$8,219 \times 10^{-3}$	84,101	
5	1273	2288	0,2835	$9,732 \times 10^{-8}$	6,730	$5,287 \times 10^{-3}$	54,327	
10	1270	2320	0,2846	$9,662 \times 10^{-8}$	4,241	$3,339 \times 10^{-3}$	34,561	
15	1267	2354	0,2856	$9,576 \times 10^{-8}$	2,496	$1,970 \times 10^{-3}$	20,570	
20	1264	2386	0,2860	$9,484 \times 10^{-8}$	1,519	$1,201 \times 10^{-3}$	12,671	
25	1261	2416	0,2860	$9,388 \times 10^{-8}$	0,9934	$7,878 \times 10^{-4}$	8,392	
30	1258	2447	0,2860	$9,291 \times 10^{-8}$	0,6582	$5,232 \times 10^{-4}$	5,631	
35	1255	2478	0,2860	$9,195 \times 10^{-8}$	0,4347	$3,464 \times 10^{-4}$	3,767	
40	1252	2513	0,2863	$9,101 \times 10^{-8}$	0,3073	$2,455 \times 10^{-4}$	2,697	
<i>Óleo de motor (novo)</i>								
0	899,0	1797	0,1469	$9,097 \times 10^{-8}$	3,814	$4,242 \times 10^{-3}$	46,636	0,00070
20	888,1	1881	0,1450	$8,680 \times 10^{-8}$	0,8374	$9,429 \times 10^{-4}$	10,863	0,00070
40	876,0	1964	0,1444	$8,391 \times 10^{-8}$	0,2177	$2,485 \times 10^{-4}$	2,962	0,00070
60	863,9	2048	0,1404	$7,934 \times 10^{-8}$	0,07399	$8,565 \times 10^{-5}$	1,080	0,00070
80	852,0	2132	0,1380	$7,599 \times 10^{-8}$	0,03232	$3,794 \times 10^{-5}$	499,3	0,00070
100	840,0	2220	0,1367	$7,330 \times 10^{-8}$	0,01718	$2,046 \times 10^{-5}$	279,1	0,00070
120	828,9	2308	0,1347	$7,042 \times 10^{-8}$	0,01029	$1,241 \times 10^{-5}$	176,3	0,00070
140	816,8	2395	0,1330	$6,798 \times 10^{-8}$	0,006558	$8,029 \times 10^{-6}$	118,1	0,00070
150	810,3	2441	0,1327	$6,708 \times 10^{-8}$	0,005344	$6,595 \times 10^{-6}$	98,31	0,00070

Fonte: Dados gerados pelo software EES desenvolvido pela S. A. Klein e F. L. Alvarado. Originalmente com base em diversas fontes.



TABELA A-8

Propriedades dos metais líquidos

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Densidade $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor Específico $c_p,$ $\text{J/kg} \cdot \text{K}$	Condutividade Térmica $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividade Térmica $\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	Viscosidade Dinâmica $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidade Cinemática $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl Pr	Coefficiente de Expansão Volumétrica $\beta, 1/\text{K}$
<i>Mercúrio (Hg) Ponto de Fusão: <math>-39^\circ\text{C}</math></i>								
0	13595	140,4	8,18200	$4,287 \times 10^{-6}$	$1,687 \times 10^{-3}$	$1,241 \times 10^{-7}$	0,0289	$1,810 \times 10^{-4}$
25	13534	139,4	8,51533	$4,514 \times 10^{-6}$	$1,534 \times 10^{-3}$	$1,133 \times 10^{-7}$	0,0251	$1,810 \times 10^{-4}$
50	13473	138,6	8,83632	$4,734 \times 10^{-6}$	$1,423 \times 10^{-3}$	$1,056 \times 10^{-7}$	0,0223	$1,810 \times 10^{-4}$
75	13412	137,8	9,15632	$4,956 \times 10^{-6}$	$1,316 \times 10^{-3}$	$9,819 \times 10^{-8}$	0,0198	$1,810 \times 10^{-4}$
100	13351	137,1	9,46706	$5,170 \times 10^{-6}$	$1,245 \times 10^{-3}$	$9,326 \times 10^{-8}$	0,0180	$1,810 \times 10^{-4}$
150	13231	136,1	10,07780	$5,595 \times 10^{-6}$	$1,126 \times 10^{-3}$	$8,514 \times 10^{-8}$	0,0152	$1,810 \times 10^{-4}$
200	13112	135,5	10,65465	$5,996 \times 10^{-6}$	$1,043 \times 10^{-3}$	$7,959 \times 10^{-8}$	0,0133	$1,815 \times 10^{-4}$
250	12993	135,3	11,18150	$6,363 \times 10^{-6}$	$9,820 \times 10^{-4}$	$7,558 \times 10^{-8}$	0,0119	$1,829 \times 10^{-4}$
300	12873	135,3	11,68150	$6,705 \times 10^{-6}$	$9,336 \times 10^{-4}$	$7,252 \times 10^{-8}$	0,0108	$1,854 \times 10^{-4}$
<i>Bismuto (Bi) Ponto de Fusão: <math>271^\circ\text{C}</math></i>								
350	9969	146,0	16,28	$1,118 \times 10^{-5}$	$1,540 \times 10^{-3}$	$1,545 \times 10^{-7}$	0,01381	
400	9908	148,2	16,10	$1,096 \times 10^{-5}$	$1,422 \times 10^{-3}$	$1,436 \times 10^{-7}$	0,01310	
500	9785	152,8	15,74	$1,052 \times 10^{-5}$	$1,188 \times 10^{-3}$	$1,215 \times 10^{-7}$	0,01154	
600	9663	157,3	15,60	$1,026 \times 10^{-5}$	$1,013 \times 10^{-3}$	$1,048 \times 10^{-7}$	0,01022	
700	9540	161,8	15,60	$1,010 \times 10^{-5}$	$8,736 \times 10^{-4}$	$9,157 \times 10^{-8}$	0,00906	
<i>Chumbo (Pb) Ponto de Fusão: <math>327^\circ\text{C}</math></i>								
400	10506	158	15,97	$9,623 \times 10^{-6}$	$2,277 \times 10^{-3}$	$2,167 \times 10^{-7}$	0,02252	
450	10449	156	15,74	$9,649 \times 10^{-6}$	$2,065 \times 10^{-3}$	$1,976 \times 10^{-7}$	0,02048	
500	10390	155	15,54	$9,651 \times 10^{-6}$	$1,884 \times 10^{-3}$	$1,814 \times 10^{-7}$	0,01879	
550	10329	155	15,39	$9,610 \times 10^{-6}$	$1,758 \times 10^{-3}$	$1,702 \times 10^{-7}$	0,01771	
600	10267	155	15,23	$9,568 \times 10^{-6}$	$1,632 \times 10^{-3}$	$1,589 \times 10^{-7}$	0,01661	
650	10206	155	15,07	$9,526 \times 10^{-6}$	$1,505 \times 10^{-3}$	$1,475 \times 10^{-7}$	0,01549	
700	10145	155	14,91	$9,483 \times 10^{-6}$	$1,379 \times 10^{-3}$	$1,360 \times 10^{-7}$	0,01434	
<i>Sódio (Na) Ponto de Fusão: <math>98^\circ\text{C}</math></i>								
100	927,3	1378	85,84	$6,718 \times 10^{-5}$	$6,892 \times 10^{-4}$	$7,432 \times 10^{-7}$	0,01106	
200	902,5	1349	80,84	$6,639 \times 10^{-5}$	$5,385 \times 10^{-4}$	$5,967 \times 10^{-7}$	0,008987	
300	877,8	1320	75,84	$6,544 \times 10^{-5}$	$3,878 \times 10^{-4}$	$4,418 \times 10^{-7}$	0,006751	
400	853,0	1296	71,20	$6,437 \times 10^{-5}$	$2,720 \times 10^{-4}$	$3,188 \times 10^{-7}$	0,004953	
500	828,5	1284	67,41	$6,335 \times 10^{-5}$	$2,411 \times 10^{-4}$	$2,909 \times 10^{-7}$	0,004593	
600	804,0	1272	63,63	$6,220 \times 10^{-5}$	$2,101 \times 10^{-4}$	$2,614 \times 10^{-7}$	0,004202	
<i>Potássio (K) Ponto de Fusão: <math>64^\circ\text{C}</math></i>								
200	795,2	790,8	43,99	$6,995 \times 10^{-5}$	$3,350 \times 10^{-4}$	$4,213 \times 10^{-7}$	0,006023	
300	771,6	772,8	42,01	$7,045 \times 10^{-5}$	$2,667 \times 10^{-4}$	$3,456 \times 10^{-7}$	0,004906	
400	748,0	754,8	40,03	$7,090 \times 10^{-5}$	$1,984 \times 10^{-4}$	$2,652 \times 10^{-7}$	0,00374	
500	723,9	750,0	37,81	$6,964 \times 10^{-5}$	$1,668 \times 10^{-4}$	$2,304 \times 10^{-7}$	0,003309	
600	699,6	750,0	35,50	$6,765 \times 10^{-5}$	$1,487 \times 10^{-4}$	$2,126 \times 10^{-7}$	0,003143	
<i>Sódio-Potássio (%22Na-%78K) Ponto de Fusão: <math>-11^\circ\text{C}</math></i>								
100	847,3	944,4	25,64	$3,205 \times 10^{-5}$	$5,707 \times 10^{-4}$	$6,736 \times 10^{-7}$	0,02102	
200	823,2	922,5	26,27	$3,459 \times 10^{-5}$	$4,587 \times 10^{-4}$	$5,572 \times 10^{-7}$	0,01611	
300	799,1	900,6	26,89	$3,736 \times 10^{-5}$	$3,467 \times 10^{-4}$	$4,339 \times 10^{-7}$	0,01161	
400	775,0	879,0	27,50	$4,037 \times 10^{-5}$	$2,357 \times 10^{-4}$	$3,041 \times 10^{-7}$	0,00753	
500	751,5	880,1	27,89	$4,217 \times 10^{-5}$	$2,108 \times 10^{-4}$	$2,805 \times 10^{-7}$	0,00665	
600	728,0	881,2	28,28	$4,408 \times 10^{-5}$	$1,859 \times 10^{-4}$	$2,553 \times 10^{-7}$	0,00579	

Fonte: Dados gerados pelo software EES desenvolvido pela S. A. Klein e F. L. Alvarado. Originalmente com base em diversas fontes.

TABELA A-9

Propriedades do ar à pressão de 1 atm

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Densidade $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor Específico $c_p, \text{J/kg} \cdot \text{K}$	Condutividade Térmica $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividade Térmica $\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	Viscosidade Dinâmica $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidade Cinemática $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl Pr
-150	2,866	983	0,01171	$4,158 \times 10^{-6}$	$8,636 \times 10^{-6}$	$3,013 \times 10^{-6}$	0,7246
-100	2,038	966	0,01582	$8,036 \times 10^{-6}$	$1,189 \times 10^{-6}$	$5,837 \times 10^{-6}$	0,7263
-50	1,582	999	0,01979	$1,252 \times 10^{-5}$	$1,474 \times 10^{-5}$	$9,319 \times 10^{-6}$	0,7440
-40	1,514	1002	0,02057	$1,356 \times 10^{-5}$	$1,527 \times 10^{-5}$	$1,008 \times 10^{-5}$	0,7436
-30	1,451	1004	0,02134	$1,465 \times 10^{-5}$	$1,579 \times 10^{-5}$	$1,087 \times 10^{-5}$	0,7425
-20	1,394	1005	0,02211	$1,578 \times 10^{-5}$	$1,630 \times 10^{-5}$	$1,169 \times 10^{-5}$	0,7408
-10	1,341	1006	0,02288	$1,696 \times 10^{-5}$	$1,680 \times 10^{-5}$	$1,252 \times 10^{-5}$	0,7387
0	1,292	1006	0,02364	$1,818 \times 10^{-5}$	$1,729 \times 10^{-5}$	$1,338 \times 10^{-5}$	0,7362
5	1,269	1006	0,02401	$1,880 \times 10^{-5}$	$1,754 \times 10^{-5}$	$1,382 \times 10^{-5}$	0,7350
10	1,246	1006	0,02439	$1,944 \times 10^{-5}$	$1,778 \times 10^{-5}$	$1,426 \times 10^{-5}$	0,7336
15	1,225	1007	0,02476	$2,009 \times 10^{-5}$	$1,802 \times 10^{-5}$	$1,470 \times 10^{-5}$	0,7323
20	1,204	1007	0,02514	$2,074 \times 10^{-5}$	$1,825 \times 10^{-5}$	$1,516 \times 10^{-5}$	0,7309
25	1,184	1007	0,02551	$2,141 \times 10^{-5}$	$1,849 \times 10^{-5}$	$1,562 \times 10^{-5}$	0,7296
30	1,164	1007	0,02588	$2,208 \times 10^{-5}$	$1,872 \times 10^{-5}$	$1,608 \times 10^{-5}$	0,7282
35	1,145	1007	0,02625	$2,277 \times 10^{-5}$	$1,895 \times 10^{-5}$	$1,655 \times 10^{-5}$	0,7268
40	1,127	1007	0,02662	$2,346 \times 10^{-5}$	$1,918 \times 10^{-5}$	$1,702 \times 10^{-5}$	0,7255
45	1,109	1007	0,02699	$2,416 \times 10^{-5}$	$1,941 \times 10^{-5}$	$1,750 \times 10^{-5}$	0,7241
50	1,092	1007	0,02735	$2,487 \times 10^{-5}$	$1,963 \times 10^{-5}$	$1,798 \times 10^{-5}$	0,7228
60	1,059	1007	0,02808	$2,632 \times 10^{-5}$	$2,008 \times 10^{-5}$	$1,896 \times 10^{-5}$	0,7202
70	1,028	1007	0,02881	$2,780 \times 10^{-5}$	$2,052 \times 10^{-5}$	$1,995 \times 10^{-5}$	0,7177
80	0,9994	1008	0,02953	$2,931 \times 10^{-5}$	$2,096 \times 10^{-5}$	$2,097 \times 10^{-5}$	0,7154
90	0,9718	1008	0,03024	$3,086 \times 10^{-5}$	$2,139 \times 10^{-5}$	$2,201 \times 10^{-5}$	0,7132
100	0,9458	1009	0,03095	$3,243 \times 10^{-5}$	$2,181 \times 10^{-5}$	$2,306 \times 10^{-5}$	0,7111
120	0,8977	1011	0,03235	$3,565 \times 10^{-5}$	$2,264 \times 10^{-5}$	$2,522 \times 10^{-5}$	0,7073
140	0,8542	1013	0,03374	$3,898 \times 10^{-5}$	$2,345 \times 10^{-5}$	$2,745 \times 10^{-5}$	0,7041
160	0,8148	1016	0,03511	$4,241 \times 10^{-5}$	$2,420 \times 10^{-5}$	$2,975 \times 10^{-5}$	0,7014
180	0,7788	1019	0,03646	$4,593 \times 10^{-5}$	$2,504 \times 10^{-5}$	$3,212 \times 10^{-5}$	0,6992
200	0,7459	1023	0,03779	$4,954 \times 10^{-5}$	$2,577 \times 10^{-5}$	$3,455 \times 10^{-5}$	0,6974
250	0,6746	1033	0,04104	$5,890 \times 10^{-5}$	$2,760 \times 10^{-5}$	$4,091 \times 10^{-5}$	0,6946
300	0,6158	1044	0,04418	$6,871 \times 10^{-5}$	$2,934 \times 10^{-5}$	$4,765 \times 10^{-5}$	0,6935
350	0,5664	1056	0,04721	$7,892 \times 10^{-5}$	$3,101 \times 10^{-5}$	$5,475 \times 10^{-5}$	0,6937
400	0,5243	1069	0,05015	$8,951 \times 10^{-5}$	$3,261 \times 10^{-5}$	$6,219 \times 10^{-5}$	0,6948
450	0,4880	1081	0,05298	$1,004 \times 10^{-4}$	$3,415 \times 10^{-5}$	$6,997 \times 10^{-5}$	0,6965
500	0,4565	1093	0,05572	$1,117 \times 10^{-4}$	$3,563 \times 10^{-5}$	$7,806 \times 10^{-5}$	0,6986
600	0,4042	1115	0,06093	$1,352 \times 10^{-4}$	$3,846 \times 10^{-5}$	$9,515 \times 10^{-5}$	0,7037
700	0,3627	1135	0,06581	$1,598 \times 10^{-4}$	$4,111 \times 10^{-5}$	$1,133 \times 10^{-4}$	0,7092
800	0,3289	1153	0,07037	$1,855 \times 10^{-4}$	$4,362 \times 10^{-5}$	$1,326 \times 10^{-4}$	0,7149
900	0,3008	1169	0,07465	$2,122 \times 10^{-4}$	$4,600 \times 10^{-5}$	$1,529 \times 10^{-4}$	0,7206
1000	0,2772	1184	0,07868	$2,398 \times 10^{-4}$	$4,826 \times 10^{-5}$	$1,741 \times 10^{-4}$	0,7260
1500	0,1990	1234	0,09599	$3,908 \times 10^{-4}$	$5,817 \times 10^{-5}$	$2,922 \times 10^{-4}$	0,7478
2000	0,1553	1264	0,11113	$5,664 \times 10^{-4}$	$6,630 \times 10^{-5}$	$4,270 \times 10^{-4}$	0,7539

Nota: Para os gases ideais, as propriedades  $c_p$ ,  $k$ ,  $\mu$ , e Pr não dependem da pressão. As propriedades  $\rho$ ,  $\nu$ , e  $\alpha$  a uma pressão  $P$  (em atm) diferente de 1 atm são determinadas pela multiplicação dos valores de  $\rho$  a determinada temperatura por  $P$  e dividindo  $\nu$  e  $\alpha$  por  $P$ .

Fonte: Dados gerados pelo software EES desenvolvido pela S. A. Klein e F. L. Alvarado. Fontes originais: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 198; e "Thermophysical Properties of Matter", Vol. 3: "Thermal Conductivity", Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: "Viscosity", Y. S. Touloukian, S. C. Saxena e P. Hestermans, IFI/Plenum, NY, 1970, ISBN 0-306067020-8.

TABELA A-10

Propriedades dos gases à pressão de 1 atm

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Densidade $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor Específico $c_p$ $\text{J/kg} \cdot \text{K}$	Condutividade Térmica $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividade Térmica $\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	Viscosidade Dinâmica $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidade Cinemática $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl Pr
<i>Dióxido de Carbono, CO<sub>2</sub></i>							
-50	2,4035	746	0,01051	$5,860 \times 10^{-6}$	$1,129 \times 10^{-5}$	$4,699 \times 10^{-6}$	0,8019
0	1,9635	811	0,01456	$9,141 \times 10^{-6}$	$1,375 \times 10^{-5}$	$7,003 \times 10^{-6}$	0,7661
50	1,6597	866,6	0,01858	$1,291 \times 10^{-5}$	$1,612 \times 10^{-5}$	$9,714 \times 10^{-6}$	0,7520
100	1,4373	914,8	0,02257	$1,716 \times 10^{-5}$	$1,841 \times 10^{-5}$	$1,281 \times 10^{-5}$	0,7464
150	1,2675	957,4	0,02652	$2,186 \times 10^{-5}$	$2,063 \times 10^{-5}$	$1,627 \times 10^{-5}$	0,7445
200	1,1336	995,2	0,03044	$2,698 \times 10^{-5}$	$2,276 \times 10^{-5}$	$2,008 \times 10^{-5}$	0,7442
300	0,9358	1060	0,03814	$3,847 \times 10^{-5}$	$2,682 \times 10^{-5}$	$2,866 \times 10^{-5}$	0,7450
400	0,7968	1112	0,04565	$5,151 \times 10^{-5}$	$3,061 \times 10^{-5}$	$3,842 \times 10^{-5}$	0,7458
500	0,6937	1156	0,05293	$6,600 \times 10^{-5}$	$3,416 \times 10^{-5}$	$4,924 \times 10^{-5}$	0,7460
1000	0,4213	1292	0,08491	$1,560 \times 10^{-4}$	$4,898 \times 10^{-5}$	$1,162 \times 10^{-4}$	0,7455
1500	0,3025	1356	0,10688	$2,606 \times 10^{-4}$	$6,106 \times 10^{-5}$	$2,019 \times 10^{-4}$	0,7745
2000	0,2359	1387	0,11522	$3,521 \times 10^{-4}$	$7,322 \times 10^{-5}$	$3,103 \times 10^{-4}$	0,8815
<i>Monóxido de Carbono, CO</i>							
-50	1,5297	1081	0,01901	$1,149 \times 10^{-5}$	$1,378 \times 10^{-5}$	$9,012 \times 10^{-6}$	0,7840
0	1,2497	1048	0,02278	$1,739 \times 10^{-5}$	$1,629 \times 10^{-5}$	$1,303 \times 10^{-5}$	0,7499
50	1,0563	1039	0,02641	$2,407 \times 10^{-5}$	$1,863 \times 10^{-5}$	$1,764 \times 10^{-5}$	0,7328
100	0,9148	1041	0,02992	$3,142 \times 10^{-5}$	$2,080 \times 10^{-5}$	$2,274 \times 10^{-5}$	0,7239
150	0,8067	1049	0,03330	$3,936 \times 10^{-5}$	$2,283 \times 10^{-5}$	$2,830 \times 10^{-5}$	0,7191
200	0,7214	1060	0,03656	$4,782 \times 10^{-5}$	$2,472 \times 10^{-5}$	$3,426 \times 10^{-5}$	0,7164
300	0,5956	1085	0,04277	$6,619 \times 10^{-5}$	$2,812 \times 10^{-5}$	$4,722 \times 10^{-5}$	0,7134
400	0,5071	1111	0,04860	$8,628 \times 10^{-5}$	$3,111 \times 10^{-5}$	$6,136 \times 10^{-5}$	0,7111
500	0,4415	1135	0,05412	$1,079 \times 10^{-4}$	$3,379 \times 10^{-5}$	$7,653 \times 10^{-5}$	0,7087
1000	0,2681	1226	0,07894	$2,401 \times 10^{-4}$	$4,557 \times 10^{-5}$	$1,700 \times 10^{-4}$	0,7080
1500	0,1925	1279	0,10458	$4,246 \times 10^{-4}$	$6,321 \times 10^{-5}$	$3,284 \times 10^{-4}$	0,7733
2000	0,1502	1309	0,13833	$7,034 \times 10^{-4}$	$9,826 \times 10^{-5}$	$6,543 \times 10^{-4}$	0,9302
<i>Metano, CH<sub>4</sub></i>							
-50	0,8761	2243	0,02367	$1,204 \times 10^{-5}$	$8,564 \times 10^{-6}$	$9,774 \times 10^{-6}$	0,8116
0	0,7158	2217	0,03042	$1,917 \times 10^{-5}$	$1,028 \times 10^{-5}$	$1,436 \times 10^{-5}$	0,7494
50	0,6050	2302	0,03766	$2,704 \times 10^{-5}$	$1,191 \times 10^{-5}$	$1,969 \times 10^{-5}$	0,7282
100	0,5240	2443	0,04534	$3,543 \times 10^{-5}$	$1,345 \times 10^{-5}$	$2,567 \times 10^{-5}$	0,7247
150	0,4620	2611	0,05344	$4,431 \times 10^{-5}$	$1,491 \times 10^{-5}$	$3,227 \times 10^{-5}$	0,7284
200	0,4132	2791	0,06194	$5,370 \times 10^{-5}$	$1,630 \times 10^{-5}$	$3,944 \times 10^{-5}$	0,7344
300	0,3411	3158	0,07996	$7,422 \times 10^{-5}$	$1,886 \times 10^{-5}$	$5,529 \times 10^{-5}$	0,7450
400	0,2904	3510	0,09918	$9,727 \times 10^{-5}$	$2,119 \times 10^{-5}$	$7,297 \times 10^{-5}$	0,7501
500	0,2529	3836	0,11933	$1,230 \times 10^{-4}$	$2,334 \times 10^{-5}$	$9,228 \times 10^{-5}$	0,7502
1000	0,1536	5042	0,22562	$2,914 \times 10^{-4}$	$3,281 \times 10^{-5}$	$2,136 \times 10^{-4}$	0,7331
1500	0,1103	5701	0,31857	$5,068 \times 10^{-4}$	$4,434 \times 10^{-5}$	$4,022 \times 10^{-4}$	0,7936
2000	0,0860	6001	0,36750	$7,120 \times 10^{-4}$	$6,360 \times 10^{-5}$	$7,395 \times 10^{-4}$	1,0386
<i>Hidrogênio, H<sub>2</sub></i>							
-50	0,11010	12635	0,1404	$1,009 \times 10^{-4}$	$7,293 \times 10^{-6}$	$6,624 \times 10^{-5}$	0,6562
0	0,08995	13920	0,1652	$1,319 \times 10^{-4}$	$8,391 \times 10^{-6}$	$9,329 \times 10^{-5}$	0,7071
50	0,07603	14349	0,1881	$1,724 \times 10^{-4}$	$9,427 \times 10^{-6}$	$1,240 \times 10^{-4}$	0,7191
100	0,06584	14473	0,2095	$2,199 \times 10^{-4}$	$1,041 \times 10^{-5}$	$1,582 \times 10^{-4}$	0,7196
150	0,05806	14492	0,2296	$2,729 \times 10^{-4}$	$1,136 \times 10^{-5}$	$1,957 \times 10^{-4}$	0,7174
200	0,05193	14482	0,2486	$3,306 \times 10^{-4}$	$1,228 \times 10^{-5}$	$2,365 \times 10^{-4}$	0,7155
300	0,04287	14481	0,2843	$4,580 \times 10^{-4}$	$1,403 \times 10^{-5}$	$3,274 \times 10^{-4}$	0,7149
400	0,03650	14540	0,3180	$5,992 \times 10^{-4}$	$1,570 \times 10^{-5}$	$4,302 \times 10^{-4}$	0,7179
500	0,03178	14653	0,3509	$7,535 \times 10^{-4}$	$1,730 \times 10^{-5}$	$5,443 \times 10^{-4}$	0,7224
1000	0,01930	15577	0,5206	$1,732 \times 10^{-3}$	$2,455 \times 10^{-5}$	$1,272 \times 10^{-3}$	0,7345
1500	0,01386	16553	0,6581	$2,869 \times 10^{-3}$	$3,099 \times 10^{-5}$	$2,237 \times 10^{-3}$	0,7795
2000	0,01081	17400	0,5480	$2,914 \times 10^{-3}$	$3,690 \times 10^{-5}$	$3,414 \times 10^{-3}$	1,1717

(Continuação)

TABELA A-10

Propriedades dos gases à pressão de 1 atm (Continuação)

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Densidade $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor Específico $c_p$ $\text{J/kg} \cdot \text{K}$	Condutividade Térmica $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividade Térmica $\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	Viscosidade Dinâmica $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidade Cinemática $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl Pr
<i>Nitrogênio, N<sub>2</sub></i>							
-50	1,5299	957,3	0,02001	$1,366 \times 10^{-5}$	$1,390 \times 10^{-5}$	$9,091 \times 10^{-6}$	0,6655
0	1,2498	1035	0,02384	$1,843 \times 10^{-5}$	$1,640 \times 10^{-5}$	$1,312 \times 10^{-5}$	0,7121
50	1,0564	1042	0,02746	$2,494 \times 10^{-5}$	$1,874 \times 10^{-5}$	$1,774 \times 10^{-5}$	0,7114
100	0,9149	1041	0,03090	$3,244 \times 10^{-5}$	$2,094 \times 10^{-5}$	$2,289 \times 10^{-5}$	0,7056
150	0,8068	1043	0,03416	$4,058 \times 10^{-5}$	$2,300 \times 10^{-5}$	$2,851 \times 10^{-5}$	0,7025
200	0,7215	1050	0,03727	$4,921 \times 10^{-5}$	$2,494 \times 10^{-5}$	$3,457 \times 10^{-5}$	0,7025
300	0,5956	1070	0,04309	$6,758 \times 10^{-5}$	$2,849 \times 10^{-5}$	$4,783 \times 10^{-5}$	0,7078
400	0,5072	1095	0,04848	$8,727 \times 10^{-5}$	$3,166 \times 10^{-5}$	$6,242 \times 10^{-5}$	0,7153
500	0,4416	1120	0,05358	$1,083 \times 10^{-4}$	$3,451 \times 10^{-5}$	$7,816 \times 10^{-5}$	0,7215
1000	0,2681	1213	0,07938	$2,440 \times 10^{-4}$	$4,594 \times 10^{-5}$	$1,713 \times 10^{-4}$	0,7022
1500	0,1925	1266	0,11793	$4,839 \times 10^{-4}$	$5,562 \times 10^{-5}$	$2,889 \times 10^{-4}$	0,5969
2000	0,1502	1297	0,18590	$9,543 \times 10^{-4}$	$6,426 \times 10^{-5}$	$4,278 \times 10^{-4}$	0,4483
<i>Oxigênio, O<sub>2</sub></i>							
-50	1,7475	984,4	0,02067	$1,201 \times 10^{-5}$	$1,616 \times 10^{-5}$	$9,246 \times 10^{-6}$	0,7694
0	1,4277	928,7	0,02472	$1,865 \times 10^{-5}$	$1,916 \times 10^{-5}$	$1,342 \times 10^{-5}$	0,7198
50	1,2068	921,7	0,02867	$2,577 \times 10^{-5}$	$2,194 \times 10^{-5}$	$1,818 \times 10^{-5}$	0,7053
100	1,0451	931,8	0,03254	$3,342 \times 10^{-5}$	$2,451 \times 10^{-5}$	$2,346 \times 10^{-5}$	0,7019
150	0,9216	947,6	0,03637	$4,164 \times 10^{-5}$	$2,694 \times 10^{-5}$	$2,923 \times 10^{-5}$	0,7019
200	0,8242	964,7	0,04014	$5,048 \times 10^{-5}$	$2,923 \times 10^{-5}$	$3,546 \times 10^{-5}$	0,7025
300	0,6804	997,1	0,04751	$7,003 \times 10^{-5}$	$3,350 \times 10^{-5}$	$4,923 \times 10^{-5}$	0,7030
400	0,5793	1025	0,05463	$9,204 \times 10^{-5}$	$3,744 \times 10^{-5}$	$6,463 \times 10^{-5}$	0,7023
500	0,5044	1048	0,06148	$1,163 \times 10^{-4}$	$4,114 \times 10^{-5}$	$8,156 \times 10^{-5}$	0,7010
1000	0,3063	1121	0,09198	$2,678 \times 10^{-4}$	$5,732 \times 10^{-5}$	$1,871 \times 10^{-4}$	0,6986
1500	0,2199	1165	0,11901	$4,643 \times 10^{-4}$	$7,133 \times 10^{-5}$	$3,243 \times 10^{-4}$	0,6985
2000	0,1716	1201	0,14705	$7,139 \times 10^{-4}$	$8,417 \times 10^{-5}$	$4,907 \times 10^{-4}$	0,6873
<i>Vapor d'água, H<sub>2</sub>O</i>							
-50	0,9839	1892	0,01353	$7,271 \times 10^{-6}$	$7,187 \times 10^{-6}$	$7,305 \times 10^{-6}$	1,0047
0	0,8038	1874	0,01673	$1,110 \times 10^{-5}$	$8,956 \times 10^{-6}$	$1,114 \times 10^{-5}$	1,0033
50	0,6794	1874	0,02032	$1,596 \times 10^{-5}$	$1,078 \times 10^{-5}$	$1,587 \times 10^{-5}$	0,9944
100	0,5884	1887	0,02429	$2,187 \times 10^{-5}$	$1,265 \times 10^{-5}$	$2,150 \times 10^{-5}$	0,9830
150	0,5189	1908	0,02861	$2,890 \times 10^{-5}$	$1,456 \times 10^{-5}$	$2,806 \times 10^{-5}$	0,9712
200	0,4640	1935	0,03326	$3,705 \times 10^{-5}$	$1,650 \times 10^{-5}$	$3,556 \times 10^{-5}$	0,9599
300	0,3831	1997	0,04345	$5,680 \times 10^{-5}$	$2,045 \times 10^{-5}$	$5,340 \times 10^{-5}$	0,9401
400	0,3262	2066	0,05467	$8,114 \times 10^{-5}$	$2,446 \times 10^{-5}$	$7,498 \times 10^{-5}$	0,9240
500	0,2840	2137	0,06677	$1,100 \times 10^{-4}$	$2,847 \times 10^{-5}$	$1,002 \times 10^{-4}$	0,9108
1000	0,1725	2471	0,13623	$3,196 \times 10^{-4}$	$4,762 \times 10^{-5}$	$2,761 \times 10^{-4}$	0,8639
1500	0,1238	2736	0,21301	$6,288 \times 10^{-4}$	$6,411 \times 10^{-5}$	$5,177 \times 10^{-4}$	0,8233
2000	0,0966	2928	0,29183	$1,032 \times 10^{-3}$	$7,808 \times 10^{-5}$	$8,084 \times 10^{-4}$	0,7833

Nota: Para os gases ideais, as propriedades  $c_p$ ,  $k$ ,  $\mu$ , e Pr não dependem da pressão. As propriedades  $\rho$ ,  $\nu$ , e  $\alpha$  a uma pressão  $P$  (em atm) diferente de 1 atm são determinadas pela multiplicação dos valores de  $\rho$  a determinada temperatura por  $P$  e dividindo  $\nu$  e  $\alpha$  por  $P$ .

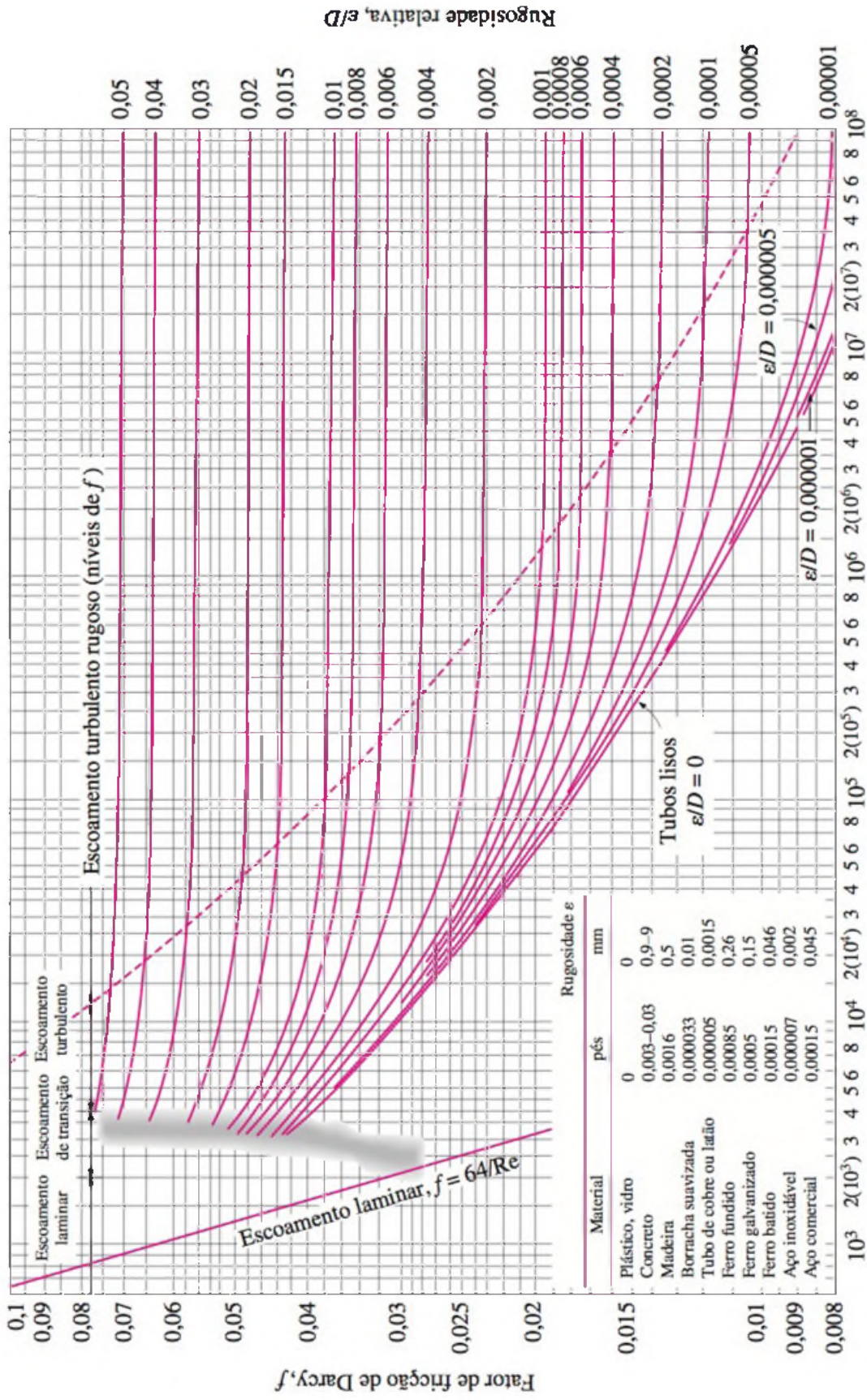
Fonte: Dados gerados pelo software EES desenvolvido pela S. A. Klein e F. L. Alvarado. Originalmente com base em diversas fontes.

TABELA A-11

Propriedades da atmosfera a grandes altitudes

Altitude, m	Temperatura, °C	Pressão, kPa	Gravidade $g$ , $m/s^2$	Velocidade do Som, m/s	Densidade, $kg/m^3$	Condutividade Viscosidade $\mu$ , $kg/m \cdot s$	Térmica, $W/m \cdot K$
0	15,00	101,33	9,807	340,3	1,225	$1,789 \times 10^{-5}$	0,0253
200	13,70	98,95	9,806	339,5	1,202	$1,783 \times 10^{-5}$	0,0252
400	12,40	96,61	9,805	338,8	1,179	$1,777 \times 10^{-5}$	0,0252
600	11,10	94,32	9,805	338,0	1,156	$1,771 \times 10^{-5}$	0,0251
800	9,80	92,08	9,804	337,2	1,134	$1,764 \times 10^{-5}$	0,0250
1000	8,50	89,88	9,804	336,4	1,112	$1,758 \times 10^{-5}$	0,0249
1200	7,20	87,72	9,803	335,7	1,090	$1,752 \times 10^{-5}$	0,0248
1400	5,90	85,60	9,802	334,9	1,069	$1,745 \times 10^{-5}$	0,0247
1600	4,60	83,53	9,802	334,1	1,048	$1,739 \times 10^{-5}$	0,0245
1800	3,30	81,49	9,801	333,3	1,027	$1,732 \times 10^{-5}$	0,0244
2000	2,00	79,50	9,800	332,5	1,007	$1,726 \times 10^{-5}$	0,0243
2200	0,70	77,55	9,800	331,7	0,987	$1,720 \times 10^{-5}$	0,0242
2400	-0,59	75,63	9,799	331,0	0,967	$1,713 \times 10^{-5}$	0,0241
2600	-1,89	73,76	9,799	330,2	0,947	$1,707 \times 10^{-5}$	0,0240
2800	-3,19	71,92	9,798	329,4	0,928	$1,700 \times 10^{-5}$	0,0239
3000	-4,49	70,12	9,797	328,6	0,909	$1,694 \times 10^{-5}$	0,0238
3200	-5,79	68,36	9,797	327,8	0,891	$1,687 \times 10^{-5}$	0,0237
3400	-7,09	66,63	9,796	327,0	0,872	$1,681 \times 10^{-5}$	0,0236
3600	-8,39	64,94	9,796	326,2	0,854	$1,674 \times 10^{-5}$	0,0235
3800	-9,69	63,28	9,795	325,4	0,837	$1,668 \times 10^{-5}$	0,0234
4000	-10,98	61,66	9,794	324,6	0,819	$1,661 \times 10^{-5}$	0,0233
4200	-12,3	60,07	9,794	323,8	0,802	$1,655 \times 10^{-5}$	0,0232
4400	-13,6	58,52	9,793	323,0	0,785	$1,648 \times 10^{-5}$	0,0231
4600	-14,9	57,00	9,793	322,2	0,769	$1,642 \times 10^{-5}$	0,0230
4800	-16,2	55,51	9,792	321,4	0,752	$1,635 \times 10^{-5}$	0,0229
5000	-17,5	54,05	9,791	320,5	0,736	$1,628 \times 10^{-5}$	0,0228
5200	-18,8	52,62	9,791	319,7	0,721	$1,622 \times 10^{-5}$	0,0227
5400	-20,1	51,23	9,790	318,9	0,705	$1,615 \times 10^{-5}$	0,0226
5600	-21,4	49,86	9,789	318,1	0,690	$1,608 \times 10^{-5}$	0,0224
5800	-22,7	48,52	9,785	317,3	0,675	$1,602 \times 10^{-5}$	0,0223
6000	-24,0	47,22	9,788	316,5	0,660	$1,595 \times 10^{-5}$	0,0222
6200	-25,3	45,94	9,788	315,6	0,646	$1,588 \times 10^{-5}$	0,0221
6400	-26,6	44,69	9,787	314,8	0,631	$1,582 \times 10^{-5}$	0,0220
6600	-27,9	43,47	9,786	314,0	0,617	$1,575 \times 10^{-5}$	0,0219
6800	-29,2	42,27	9,785	313,1	0,604	$1,568 \times 10^{-5}$	0,0218
7000	-30,5	41,11	9,785	312,3	0,590	$1,561 \times 10^{-5}$	0,0217
8000	-36,9	35,65	9,782	308,1	0,526	$1,527 \times 10^{-5}$	0,0212
9000	-43,4	30,80	9,779	303,8	0,467	$1,493 \times 10^{-5}$	0,0206
10,000	-49,9	26,50	9,776	299,5	0,414	$1,458 \times 10^{-5}$	0,0201
12,000	-56,5	19,40	9,770	295,1	0,312	$1,422 \times 10^{-5}$	0,0195
14,000	-56,5	14,17	9,764	295,1	0,228	$1,422 \times 10^{-5}$	0,0195
16,000	-56,5	10,53	9,758	295,1	0,166	$1,422 \times 10^{-5}$	0,0195
18,000	-56,5	7,57	9,751	295,1	0,122	$1,422 \times 10^{-5}$	0,0195

Fonte: U.S. Standard Atmosphere Supplements, U.S. Government Printing Office, 1966. Com base em condições de média anual a 45° de latitude e variações com a época do ano e os padrões meteorológicos. As condições no nível do mar ( $z = 0$ ) foram assumidas como  $P = 101,325$  kPa,  $T = 15^\circ\text{C}$ ,  $\rho = 1,2250$   $kg/m^3$ ,  $g = 9,80665$   $m/s^2$ .



Número de Reynolds, Re

FIGURA A-12

O diagrama de Moody para o fator de atrito do escoamento completamente desenvolvido em tubos circulares para uso na relação de perda de carga  $h_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$ . Os fatores de atrito do escoamento turbulento são avaliados com a equação de Colebrook  $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{\epsilon/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$ .

$$Ma^* = Ma \sqrt{\frac{k+1}{2+(k-1)Ma^2}}$$

$$\frac{A}{A^*} = \frac{1}{Ma} \left[ \left( \frac{2}{k+1} \right) \left( 1 + \frac{k-1}{2} Ma^2 \right) \right]^{0,5(k+1)/(k-1)}$$

$$\frac{P}{P_0} = \left( 1 + \frac{k-1}{2} Ma^2 \right)^{-k/(k-1)}$$

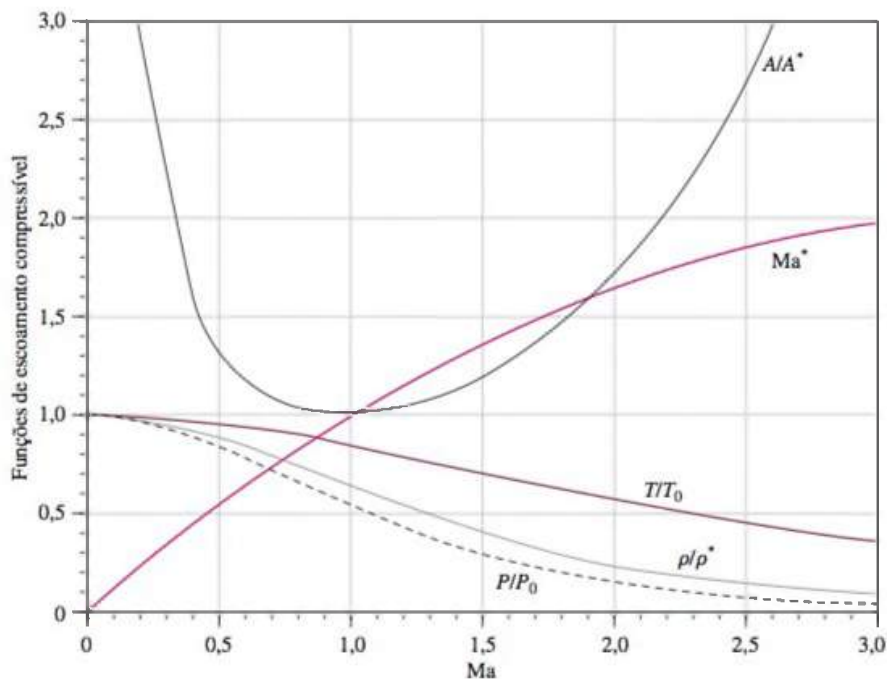
$$\frac{\rho}{\rho_0} = \left( 1 + \frac{k-1}{2} Ma^2 \right)^{-1/(k-1)}$$

$$\frac{T}{T_0} = \left( 1 + \frac{k-1}{2} Ma^2 \right)^{-1}$$

TABELA A-13

Funções de escoamento compressível isentrópico unidimensional para um gás ideal com  $k = 1,4$

Ma	Ma*	A/A*	P/P <sub>0</sub>	ρ/ρ <sub>0</sub>	T/T <sub>0</sub>
0	0	∞	1,0000	1,0000	1,0000
0,1	0,1094	5,8218	0,9930	0,9950	0,9980
0,2	0,2182	2,9635	0,9725	0,9803	0,9921
0,3	0,3257	2,0351	0,9395	0,9564	0,9823
0,4	0,4313	1,5901	0,8956	0,9243	0,9690
0,5	0,5345	1,3398	0,8430	0,8852	0,9524
0,6	0,6348	1,1882	0,7840	0,8405	0,9328
0,7	0,7318	1,0944	0,7209	0,7916	0,9107
0,8	0,8251	1,0382	0,6560	0,7400	0,8865
0,9	0,9146	1,0089	0,5913	0,6870	0,8606
1,0	1,0000	1,0000	0,5283	0,6339	0,8333
1,2	1,1583	1,0304	0,4124	0,5311	0,7764
1,4	1,2999	1,1149	0,3142	0,4374	0,7184
1,6	1,4254	1,2502	0,2353	0,3557	0,6614
1,8	1,5360	1,4390	0,1740	0,2868	0,6068
2,0	1,6330	1,6875	0,1278	0,2300	0,5556
2,2	1,7179	2,0050	0,0935	0,1841	0,5081
2,4	1,7922	2,4031	0,0684	0,1472	0,4647
2,6	1,8571	2,8960	0,0501	0,1179	0,4252
2,8	1,9140	3,5001	0,0368	0,0946	0,3894
3,0	1,9640	4,2346	0,0272	0,0760	0,3571
5,0	2,2361	25,000	0,0019	0,0113	0,1667
∞	2,2495	∞	0	0	0



$$T_{01} = T_{02}$$

$$Ma_2 = \sqrt{\frac{(k-1)Ma_1^2 + 2}{2kMa_1^2 - k + 1}}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1 + kMa_1^2}{1 + kMa_2^2} = \frac{2kMa_1^2 - k + 1}{k + 1}$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2/P_1}{T_2/T_1} = \frac{(k+1)Ma_1^2}{2 + (k-1)Ma_1^2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2 + Ma_1^2(k-1)}{2 + Ma_2^2(k-1)}$$

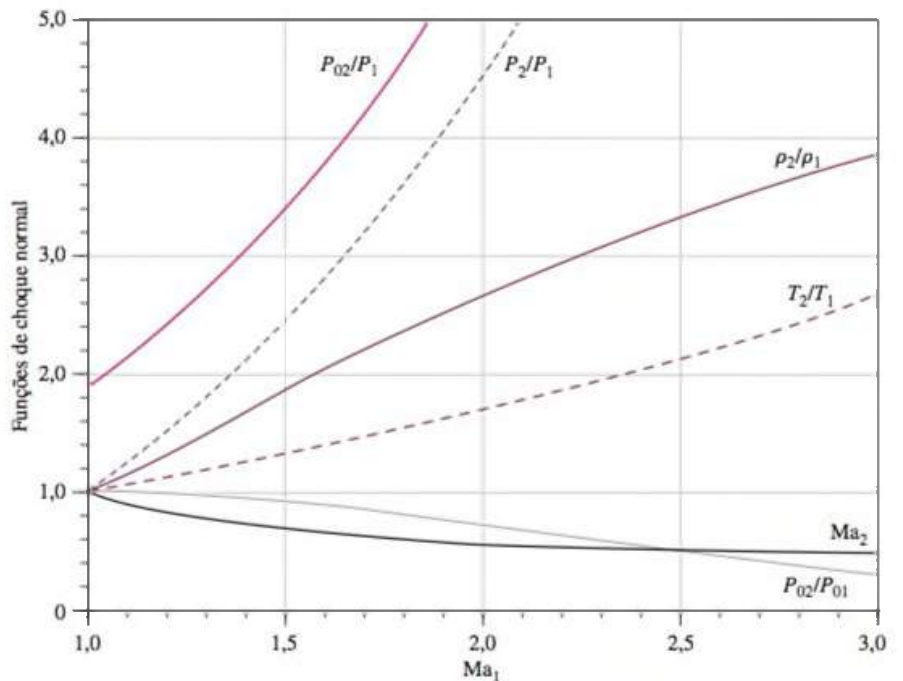
$$\frac{P_{02}}{P_{01}} = \frac{Ma_1 \left[ 1 + Ma_2^2(k-1)/2 \right]^{(k+1)/(2(k-1))}}{Ma_2 \left[ 1 + Ma_1^2(k-1)/2 \right]}$$

$$\frac{P_{02}}{P_1} = \frac{(1 + kMa_1^2) \left[ 1 + Ma_2^2(k-1)/2 \right]^{k/(k-1)}}{1 + kMa_2^2}$$

TABELA A-14

Funções de choque normal unidimensional para um gás ideal com  $k = 1,4$

$Ma_1$	$Ma_2$	$P_2/P_1$	$\rho_2/\rho_1$	$T_2/T_1$	$P_{02}/P_{01}$	$P_{02}/P_1$
1,0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,8929
1,1	0,9118	1,2450	1,1691	1,0649	0,9989	2,1328
1,2	0,8422	1,5133	1,3416	1,1280	0,9928	2,4075
1,3	0,7860	1,8050	1,5157	1,1909	0,9794	2,7136
1,4	0,7397	2,1200	1,6897	1,2547	0,9582	3,0492
1,5	0,7011	2,4583	1,8621	1,3202	0,9298	3,4133
1,6	0,6684	2,8200	2,0317	1,3880	0,8952	3,8050
1,7	0,6405	3,2050	2,1977	1,4583	0,8557	4,2238
1,8	0,6165	3,6133	2,3592	1,5316	0,8127	4,6695
1,9	0,5956	4,0450	2,5157	1,6079	0,7674	5,1418
2,0	0,5774	4,5000	2,6667	1,6875	0,7209	5,6404
2,1	0,5613	4,9783	2,8119	1,7705	0,6742	6,1654
2,2	0,5471	5,4800	2,9512	1,8569	0,6281	6,7165
2,3	0,5344	6,0050	3,0845	1,9468	0,5833	7,2937
2,4	0,5231	6,5533	3,2119	2,0403	0,5401	7,8969
2,5	0,5130	7,1250	3,3333	2,1375	0,4990	8,5261
2,6	0,5039	7,7200	3,4490	2,2383	0,4601	9,1813
2,7	0,4956	8,3383	3,5590	2,3429	0,4236	9,8624
2,8	0,4882	8,9800	3,6636	2,4512	0,3895	10,5694
2,9	0,4814	9,6450	3,7629	2,5632	0,3577	11,3022
3,0	0,4752	10,3333	3,8571	2,6790	0,3283	12,0610
4,0	0,4350	18,5000	4,5714	4,0469	0,1388	21,0681
5,0	0,4152	29,0000	5,0000	5,8000	0,0617	32,6335
$\infty$	0,3780	$\infty$	6,0000	$\infty$	0	$\infty$





$$\frac{T_0}{T_0^*} = \frac{(k+1)Ma^2[2+(k-1)Ma^2]}{(1+kMa^2)^2}$$

$$\frac{P_0}{P_0^*} = \frac{k+1}{1+kMa^2} \left( \frac{2+(k-1)Ma^2}{k+1} \right)^{k/(k-1)}$$

$$\frac{T}{T^*} = \frac{(Ma(1+k))^2}{(1+kMa^2)^2}$$

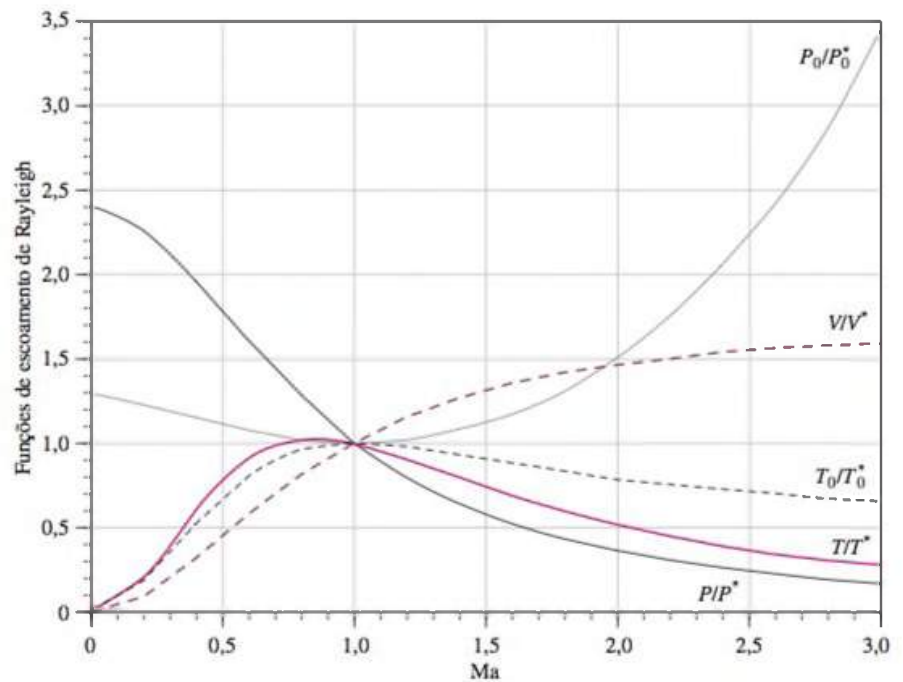
$$\frac{P}{P^*} = \frac{1+k}{1+kMa^2}$$

$$\frac{V}{V^*} = \frac{\rho^*}{\rho} = \frac{(1+k)Ma^2}{1+kMa^2}$$

**TABELA A-15**

Funções de escoamento de Rayleigh para um gás ideal com  $k = 1,4$

Ma	$T_0/T_0^*$	$P_0/P_0^*$	$T/T^*$	$P/P^*$	$V/V^*$
0,0	0,0000	1,2679	0,0000	2,4000	0,0000
0,1	0,0468	1,2591	0,0560	2,3669	0,0237
0,2	0,1736	1,2346	0,2066	2,2727	0,0909
0,3	0,3469	1,1985	0,4089	2,1314	0,1918
0,4	0,5290	1,1566	0,6151	1,9608	0,3137
0,5	0,6914	1,1141	0,7901	1,7778	0,4444
0,6	0,8189	1,0753	0,9167	1,5957	0,5745
0,7	0,9085	1,0431	0,9929	1,4235	0,6975
0,8	0,9639	1,0193	1,0255	1,2658	0,8101
0,9	0,9921	1,0049	1,0245	1,1246	0,9110
1,0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1,2	0,9787	1,0194	0,9118	0,7958	1,1459
1,4	0,9343	1,0777	0,8054	0,6410	1,2564
1,6	0,8842	1,1756	0,7017	0,5236	1,3403
1,8	0,8363	1,3159	0,6089	0,4335	1,4046
2,0	0,7934	1,5031	0,5289	0,3636	1,4545
2,2	0,7561	1,7434	0,4611	0,3086	1,4938
2,4	0,7242	2,0451	0,4038	0,2648	1,5252
2,6	0,6970	2,4177	0,3556	0,2294	1,5505
2,8	0,6738	2,8731	0,3149	0,2004	1,5711
3,0	0,6540	3,4245	0,2803	0,1765	1,5882



$$T_0 = T_0^*$$

$$\frac{P_0}{P_0^*} = \frac{\rho_0}{\rho_0^*} = \frac{1}{\text{Ma}} \left( \frac{2 + (k-1)\text{Ma}^2}{k+1} \right)^{(k+1)/2(k-1)}$$

$$\frac{T}{T^*} = \frac{k+1}{2 + (k-1)\text{Ma}^2}$$

$$\frac{P}{P^*} = \frac{1}{\text{Ma}} \left( \frac{k+1}{2 + (k-1)\text{Ma}^2} \right)^{1/2}$$

$$\frac{V}{V^*} = \frac{\rho^*}{\rho} = \text{Ma} \left( \frac{k+1}{2 + (k-1)\text{Ma}^2} \right)^{1/2}$$

$$\frac{fL^*}{D} = \frac{1 - \text{Ma}^2}{k\text{Ma}^2} + \frac{k+1}{2k} \ln \frac{(k+1)\text{Ma}^2}{2 + (k-1)\text{Ma}^2}$$

**TABELA A-16**

Funções de escoamento de Fanno para um gás ideal com  $k = 1,4$

Ma	$P_0/P_0^*$	$T/T^*$	$P/P^*$	$V/V^*$	$fL^*/D$
0,0	$\infty$	1,2000	$\infty$	0,0000	$\infty$
0,1	5,8218	1,1976	10,9435	0,1094	66,9216
0,2	2,9635	1,1905	5,4554	0,2182	14,5333
0,3	2,0351	1,1788	3,6191	0,3257	5,2993
0,4	1,5901	1,1628	2,6958	0,4313	2,3085
0,5	1,3398	1,1429	2,1381	0,5345	1,0691
0,6	1,1882	1,1194	1,7634	0,6348	0,4908
0,7	1,0944	1,0929	1,4935	0,7318	0,2081
0,8	1,0382	1,0638	1,2893	0,8251	0,0723
0,9	1,0089	1,0327	1,1291	0,9146	0,0145
1,0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000
1,2	1,0304	0,9317	0,8044	1,1583	0,0336
1,4	1,1149	0,8621	0,6632	1,2999	0,0997
1,6	1,2502	0,7937	0,5568	1,4254	0,1724
1,8	1,4390	0,7282	0,4741	1,5360	0,2419
2,0	1,6875	0,6667	0,4082	1,6330	0,3050
2,2	2,0050	0,6098	0,3549	1,7179	0,3609
2,4	2,4031	0,5576	0,3111	1,7922	0,4099
2,6	2,8960	0,5102	0,2747	1,8571	0,4526
2,8	3,5001	0,4673	0,2441	1,9140	0,4898
3,0	4,2346	0,4286	0,2182	1,9640	0,5222

