

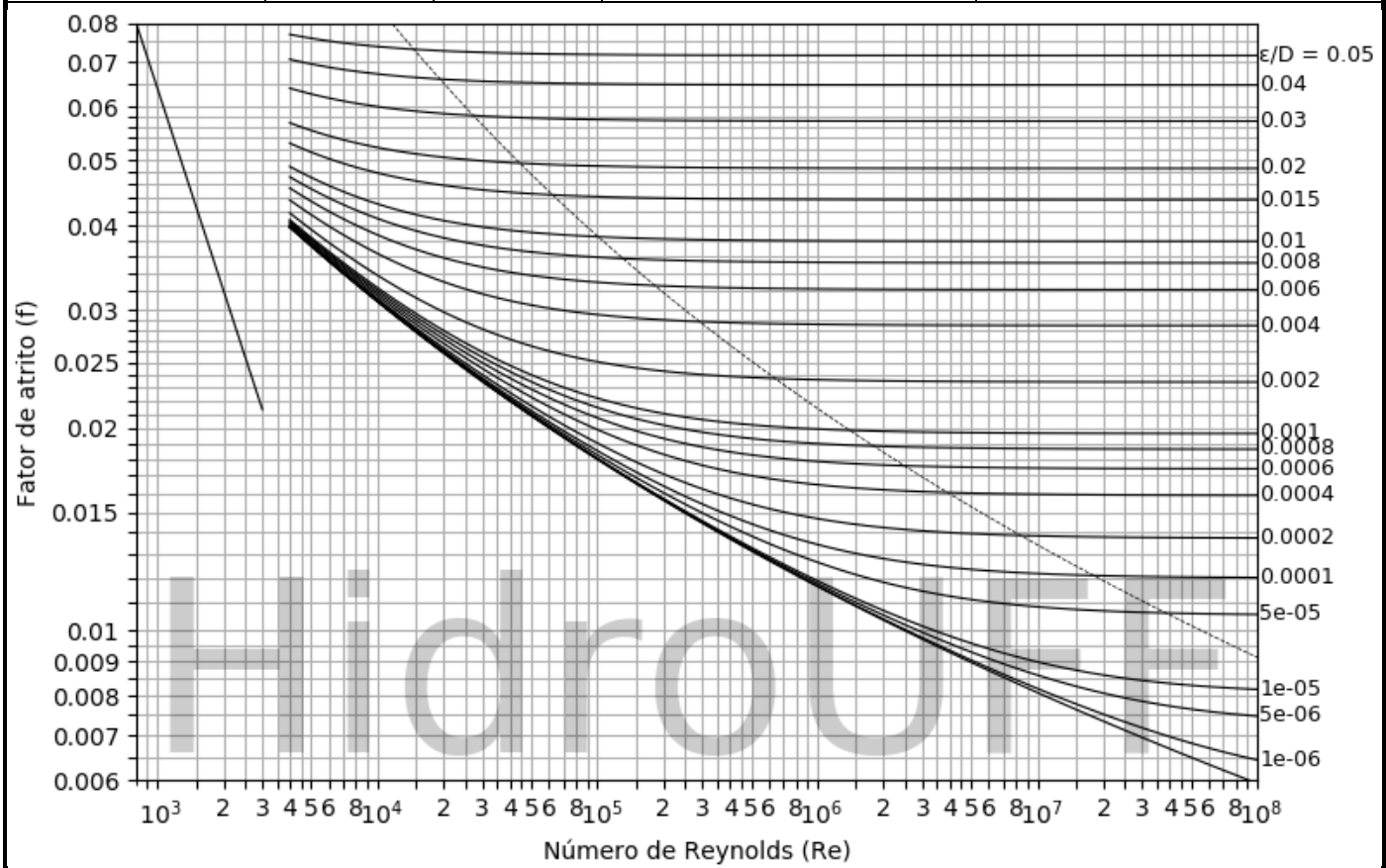
HIDRÁULICA BÁSICA	FORMULÁRIO (revisado em 09/01/2020)	Profs.: Gabriel Nascimento (Depto. de Eng. Agrícola e Meio Ambiente) Elson Nascimento (Depto. de Eng. Civil)
--------------------------	---	---

CONDUTOS FORÇADOS

Energia	$H_i = p_i/\gamma + \alpha_i V_i^2/2g + z_i$	$H_A = H_B + \Delta H_{AB}$	$\Delta H_{AB} = h_T - h_B + h_p$
----------------	--	-----------------------------	-----------------------------------

Perda de Carga Distribuída (equações baseadas no diâmetro interno – TABELA E)

Darcy-Weisbach	$J = \frac{h_p}{L} = \frac{f V^2}{D 2g} = \frac{8 f Q^2}{\pi^2 g D^5}$	$D_h = 4R_h$ $R_h = A/P$	Colebrook-White:	Swamee-Jain: ($10^{-6} \leq \epsilon/D \leq 10^{-2}$ e $5 \times 10^3 \leq Re \leq 10^8$)
$u^* = \frac{\tau_p}{\rho} = \sqrt{\frac{f}{8}} V$	$\epsilon^+ = \frac{\epsilon u^*}{\nu}$ $\nu = \mu/\rho$	$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2,0 \log \left(\frac{\epsilon/D}{3,71} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$	$f \cong \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon/D}{3,71} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$



Material	ϵ (μm)	Material	ϵ (μm)
Aço comercial novo	45	Ferro fundido com leve oxidação	300
Aço laminado novo	40 a 100	Ferro fundido velho	3×10^3 a 5×10^3
Aço soldado novo	50 a 100	Ferro fundido centrifugado	50
Aço soldado limpo, usado	150 a 200	Ferro fundido em uso com cimento centrifugado	100
Aço soldado moderadamente oxidado	400	Ferro fundido com revestimento asfáltico	120 a 200
Aço soldado revestido de cimento centrifugado	100	Ferro fundido oxidado	$1,0 \times 10^3$ a $1,5 \times 10^3$
Aço laminado revestido de asfalto	50	Cimento amianto novo	25
Aço rebitado novo	10^3 a 3×10^3	Concreto centrifugado novo	160
Aço rebitado em uso	$6,0 \times 10^3$	Concreto armado liso, vários anos de uso	200 a 300
Aço galvanizado, com costura	150 a 200	Concreto com acabamento normal	1×10^3 a 3×10^3
Aço galvanizado, sem costura	60 a 150	Concreto protendido Freyssinel	40
Ferro forjado	50	PVC	30
Ferro fundido novo	250 a 500	Latão, cobre, vidro, acrílico	3

Hazem-Williams (S.I.)		$J = \frac{h_p}{L} = 6,812 \frac{V^{1,85}}{C^{1,85} D^{1,17}} = 10,65 \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,87}}$										
Material	C	Material	C									
Aço corrugado (chapa ondulada)	60	Aço com juntas lock-bar, tubos novos	130									
Aço com juntas lock-bar, em serviço	90	Aço galvanizado	125									
Aço rebilado, tubos novos	110	Aço rebitado, em uso	85									
Aço soldado, tubos novos	130	Aço soldado, cm uso	90									
Aço soldado com revestimento especial	130	Cobre	130									
Concreto, bom acabamento	130	Concreto, acabamento comum	120									
Ferro fundido, novos	130	Ferro fundido, após 15-20 anos de uso	100									
Ferro fundido, usados	90	Ferro fundido revestido de cimento	130									
Madeiras cm aduelas	120	Tubos extrudados, P.V.C.	150									
Fair-Whipple-Hsiao $J = \frac{h_p}{L} = K \frac{Q^n}{D^m}$	Material		K (S.I.)	m	n							
	Aço galvanizado novo (água fria)		0,002021	4,88	1,88							
	PVC rígido (água fria)		0,0008695	4,75	1,75							
	Cobre ou latão (água fria)		0,000874	4,75	1,75							
Cobre ou latão (água quente)		0,000704	4,75	1,75								
Perda de Carga Localizada		$h_{pl} = K V^2 / 2g$		Comprimentos equivalentes: TABELA D								
Acessório	K	Acessório	K	Acessório	K							
Cotovelo de 90° raio curto	0,9	Tê, saída bilateral	1,8*	Válvula de pé	1,75							
Cotovelo de 90° raio longo	0,6	Alargamento gradual	0,30*	Válvula de pé com crivo	10							
Cotovelo de 45°	0,4	Redução gradual	0,15*	Válvula de retenção	3,0							
Curva 90°	0,4	Medidor Venturi	2,5	Válvula de bóia	6,0							
Curva de 45°	0,2	Válvula de gaveta aberta	0,20	Entrada normal (aresta viva)	0,5							
Curva de retorno (180°)	2,2	Válvula de ângulo aberta	5,0	Entrada com flanges	0,8							
Tê, passagem direta	0,9	Válvula de globo aberta	10	Saída	1,0							
Tê, saída lateral	2,0	Válvula borboleta aberta	0,30	* referente à maior velocidade								
Condutos Equivalentes			Condutos em paralelo	$\frac{D^{2,5}}{\sqrt{fL}} = \sum \frac{D_i^{2,5}}{\sqrt{f_i L_i}}$	$\frac{C D^{2,63}}{L^{0,54}} = \sum \frac{C_i D_i^{2,63}}{L_i^{0,54}}$							
Condutos em série	$\frac{fL}{D^5} = \sum \frac{f_i L_i}{D_i^5}$	$\frac{L}{C^{1,85} D^{4,87}} = \sum \frac{L_i}{C_i^{1,85} D_i^{4,87}}$										
Redes de Distribuição		$Q_f = \sqrt{\frac{Q_m^2 + Q_m Q_j + Q_j^2}{3}} \begin{cases} \cong \frac{Q_m + Q_j}{2} & ; \text{ se } Q_j \neq 0 \\ \cong \frac{Q_m}{\sqrt{3}} & ; \text{ se } Q_j = 0 \end{cases}$			$\Delta Q = \frac{-\sum \Delta H_{ai}}{n \sum \frac{\Delta H_{ai}}{Q_{ai}}}$							
$Q_d = \frac{k_1 k_2 P \bar{q}}{3600 h}$	$q_m = \frac{Q_d}{\Sigma L}$											
D (mm)	50	60	75	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Q _{máx} (L/s)	1,34	1,95	3,14	5,89	9,69	14,67	28,27	47,86	74,22	108,72	150,80	265,10
Bombas		Dois reservatórios		$Pot = \frac{10^3 \cdot Q h_B}{75 \eta} (cv)$	$\Pi_1 = \frac{g h_B}{(\omega R)^2}$	$\Pi_2 = \frac{Q}{\omega R^3}$	$\Pi_3 = \frac{W}{\rho \omega^3 R^5}$					
Carga entre bocais		$h_B = h_g + \Delta H_S + \Delta H_r$										
$h_B = \frac{p_r}{\gamma} - \frac{p_s}{\gamma} + \frac{V_r^2}{2g} - \frac{V_s^2}{2g}$		$NPSH_d = (p_a - p_v) / \gamma \mp Z - \Delta H_s$		$Z_{max} = (p_a - p_v) / \gamma - \Delta H_s - NPSH_r$								
Escoamento quase-estático em reservatório(s)		$t = \frac{2A_r}{\beta A_t} (\sqrt{a} - \sqrt{z})$	$\beta = \sqrt{\frac{2g}{1 + \Sigma K + \frac{fL}{D}}}$	$t = \frac{2A_1}{\alpha A_t (1 + \frac{A_1}{A_2})} (\sqrt{h_0} - \sqrt{h})$	$\alpha = \sqrt{\frac{2g}{\Sigma K + \frac{fL}{D}}}$							
Transiente Hidráulico	$C = \sqrt{\frac{1}{\rho (\frac{1}{K} + \frac{D}{Ee})}}$	(c/ juntas de expansão) $K_{\text{água}} = 2,2 \text{ GPa}$ $E_{\text{aço}} = 207 \text{ GPa}$ $E_{PVC} \cong 3 \text{ GPa}$	$\tau = \frac{2L}{C}$	Joukowsky $h_a = \frac{CV}{g}$	Michaud $h_a = \frac{CV}{g} \cdot \frac{\tau}{t}$							
PROPRIEDADES DE ALGUNS FLUIDOS (20° e 1 atm)												
Fluido	μ (Pa.s)	ρ (kg/m³)	Fluido	μ (Pa.s)	ρ (kg/m³)	Fluido	μ (Pa.s)	ρ (kg/m³)				
Hidrogênio	9,05x10 ⁻⁶	0,0839	Álcool etílico	1,20x10 ⁻³	789	Água do mar	1,07x10 ⁻³	1.025				
Ar	1,80x10 ⁻⁵	1,20	Mercúrio	1,56x10 ⁻³	13.550	Glicerina	1,49	1260				
Gasolina	2,92x10 ⁻⁴	680	Óleo SAE 10W	1,04x10 ⁻¹	870	Gás carbônico	1,48x10 ⁻⁵	1,82				
Água	1,00x10 ⁻³	998	Óleo SAE 30W	2,90x10 ⁻¹	891	Azeite de oliva	84,0x10 ⁻³	890				

CONDUTOS LIVRES									
$R_h = A/P$	$H_m = \frac{A}{B}$	$Fr = \frac{V}{\sqrt{gH_m}} = \sqrt{\frac{Q^2 B}{gA^3}}$	$D_h = 4R_h$	$Re = \frac{\rho V D_h}{\mu}$	Distribuição hidrostática de pressão:		$H_i = z_i + y_i + \alpha_i \frac{V_i^2}{2g}$		
$\tau_0 = \gamma R_h I_0$							$E_i = y_i + \alpha_i \frac{V_i^2}{2g}$		
Chézy $Q = CA\sqrt{R_h I_0}$		Manning $V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} I_0^{1/2}$		$\frac{nQ}{\sqrt{I_0}} = A R_h^{2/3}$					
Material	Valor de n em condição				Material	Valor de n em condição			
	Muito boa	Boa	Regular	Ruim		Muito boa	Boa	Regular	Ruim
Alvenaria de pedra argamassada	0,017	0,020	0,025	0,030	Gabião	0,022	0,030	0,035	-
Alvenaria de pedra aparelhada	0,013	0,014	0,015	0,017	Superfícies de argamassa de cimento	0,011	0,012	0,013	0,015
Alvenaria de pedra seca	0,025	0,033	0,033	0,035	Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Alvenaria de tijolos	0,012	0,013	0,015	0,017	Tubos de concreto	0,012	0,013	0,015	0,016
Calhas metálicas lisas (semicirculares)	0,011	0,012	0,013	0,015	Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Canais abertos em rocha (irregular)	0,035	0,040	0,045	-	Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
Canais c/ fundo em terra e talude c/ pedras	0,028	0,030	0,033	0,035	Tubo de ferro fundido revestido c/ alcatrão	0,011	0,012	0,013	-
Canais c/ leito pedregoso e talude vegetado	0,025	0,030	0,035	0,040	Tubo de ferro fundido sem revestimento	0,012	0,013	0,014	0,015
Canais com revestimento de concreto	0,012	0,014	0,016	0,018	Córregos e rios limpos, retílineos e uniformes	0,025	0,028	0,030	0,033
Canais de terra (retílineos e uniformes)	0,017	0,020	0,023	0,025	Igual ao anterior, porém c/ pedras e vegetação	0,030	0,033	0,035	0,040
Canais dragados	0,025	0,028	0,030	0,033	Com meandros, bancos e poços, limpos	0,035	0,040	0,045	0,050
Condutos de barro (drenagem)	0,011	0,012	0,014	0,017	Margens espriadas, pouca vegetação	0,050	0,060	0,070	0,080
Condutos de barro vitrificado (esgoto)	0,011	0,013	0,015	0,017	Margens espriadas, muita vegetação	0,075	0,100	0,125	0,150
Condutos de prancha de madeira aplainada	0,010	0,012	0,013	0,014					
Canais trapezoidais	$A = (m + Z)y_0^2$			Canais circulares	$A = D^2 \frac{(\theta - \text{sen } \theta)}{8}$		$P = \theta D/2$		
	$P = b + 2y_0\sqrt{1 + Z^2}$				$y_0 = \frac{D}{2} \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)$		$B = D \text{sen}(\theta/2)$		
						$\theta = 2 \arccos(1 - 2y_0/D)$			
Cálculo da altura d' água	Parâmetros				Solução por Tabela	Solução Iterativa			
	y	m	b	D					
	?	✓	?	-	$y_0 = \frac{M}{K_A} ; K_A = \left[\frac{(m + Z)^5}{(m + 2\sqrt{1 + Z^2})^2} \right]^{0,125}$ (solução direta)				
	✓	?	?	-	$K_A = \frac{M}{y_0}$ TABELA A $m = f(K_A, Z)$	$m_{i+1} = \frac{M m_i}{y K_{A_i}}$	$K_{A_i} = \left[\frac{(m_i + Z)^5}{(m_i + 2\sqrt{1 + Z^2})^2} \right]^{0,125}$		
	?	?	✓	-	$K_B = \frac{nQ}{b^{8/3}\sqrt{I_0}}$ TABELA B $y_0/b = f(K_B, Z)$	$y_{i+1} = \frac{M}{K_{A_i}}$			
?	-	-	✓	$K_C = \frac{M}{D}$ TABELA C $y_0/D = f(K_C)$	$\theta_{i+1} = \theta_i^{2/5} \left[2^{13} \left(\frac{M}{D}\right)^{87} \right]^{1/5} + \text{sen } \theta_i$				
$M = \left(\frac{nQ}{\sqrt{I_0}}\right)^{3/8}$		$m = \frac{b}{y_0}$	$y_0 = \frac{D}{2} \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)$	Mínimo perímetro molhado (trapézio): $m = 2(\sqrt{1 + Z^2} - Z)$					
Valores máximos em seção circular:				$V = V_{\text{máx}} \rightarrow y_0/D = 0,81$			$Q = Q_{\text{máx}} \rightarrow y_0/D = 0,94$		
Canal retangular		$q_{\text{max}} = \sqrt{\frac{8g}{27}} \sqrt{E^3}$		$y_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3}$	$E_c = \frac{3}{2} y_c$	$V_c = \sqrt{g y_c}$	$I_c = \frac{g n^2}{y_c^{1/3}}$	$\frac{E}{y_c} = \frac{y}{y_c} + \frac{1}{2 \left(\frac{y}{y_c}\right)^2}$	
$q = \frac{Q}{b}$	$E = y + \frac{q^2}{(2g y^2)}$								
Ressalto hidráulico	$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 Fr_1^2} - 1\right)$			$\frac{y_1}{y_2} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 Fr_2^2} - 1\right)$		$\Delta E = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4 y_2 y_1}$		$\eta = \frac{\Delta E}{E_1}$	

CONVERSÃO DE UNIDADES				
1" (polegada) = 25,4 mm	1 atm \cong 101,3 kPa	1 L = 0,001 m ³	1 b (barril) \cong 159 L	API = 141,5/d - 131,5
1 ft (pé) = 0,3048 m = 12"	1 psi \cong 6,89 kPa	1 gal (galão) \cong 3,79 L	1 ft ³ (pé cúbico) \cong 28,3 L	
1 mi (milha) \cong 1,61 km	1 bar = 100 kPa	1 oz (onça fluida) \cong 0,0284 L	1 P (Poise) = 0,1 Pa.s	
1 yd (jarda) \cong 0,914 m	1 kgf/cm ² \cong 98,1 kPa	1 cv \cong 735,5 W	1 St (Stoke) = 10 ⁻⁴ m ² /s	

TABELA A																			
m	Z									m	Z								
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,0	0,000	0,530	0,771	0,935	1,061	1,164	1,253	1,332	1,404	6,4	1,874	1,951	2,004	2,046	2,083	2,116	2,148	2,179	2,209
0,2	0,300	0,640	0,850	0,998	1,113	1,210	1,294	1,370	1,438	6,6	1,899	1,975	2,027	2,068	2,104	2,137	2,168	2,198	2,228
0,4	0,453	0,735	0,921	1,056	1,163	1,254	1,334	1,406	1,472	6,8	1,924	1,998	2,050	2,090	2,125	2,157	2,188	2,218	2,247
0,6	0,572	0,818	0,986	1,110	1,211	1,297	1,373	1,442	1,505	7,0	1,948	2,021	2,072	2,111	2,145	2,177	2,207	2,236	2,265
0,8	0,672	0,893	1,046	1,162	1,256	1,337	1,410	1,476	1,537	7,2	1,972	2,043	2,093	2,132	2,166	2,197	2,226	2,255	2,283
1,0	0,760	0,961	1,103	1,210	1,299	1,376	1,446	1,509	1,568	7,4	1,995	2,066	2,115	2,153	2,186	2,216	2,245	2,274	2,301
1,2	0,838	1,023	1,155	1,257	1,341	1,414	1,481	1,542	1,598	7,6	2,018	2,087	2,136	2,173	2,205	2,235	2,264	2,292	2,319
1,4	0,909	1,082	1,205	1,301	1,380	1,451	1,514	1,573	1,628	7,8	2,041	2,109	2,156	2,193	2,225	2,254	2,282	2,310	2,337
1,6	0,974	1,136	1,253	1,343	1,419	1,486	1,547	1,604	1,657	8,0	2,063	2,130	2,177	2,213	2,244	2,273	2,301	2,328	2,354
1,8	1,034	1,187	1,298	1,383	1,455	1,520	1,579	1,634	1,685	8,2	2,084	2,151	2,197	2,232	2,263	2,291	2,319	2,345	2,371
2,0	1,091	1,236	1,340	1,422	1,491	1,553	1,610	1,663	1,713	8,4	2,106	2,171	2,216	2,251	2,282	2,310	2,336	2,363	2,388
2,2	1,143	1,282	1,382	1,459	1,526	1,585	1,640	1,691	1,740	8,6	2,127	2,191	2,236	2,270	2,300	2,328	2,354	2,380	2,405
2,4	1,193	1,326	1,421	1,495	1,559	1,616	1,669	1,719	1,766	8,8	2,148	2,211	2,255	2,289	2,318	2,345	2,371	2,397	2,422
2,6	1,241	1,368	1,459	1,530	1,592	1,647	1,698	1,746	1,792	9,0	2,168	2,231	2,274	2,307	2,336	2,363	2,389	2,414	2,438
2,8	1,286	1,408	1,495	1,564	1,623	1,677	1,726	1,773	1,818	9,2	2,188	2,250	2,293	2,325	2,354	2,380	2,406	2,430	2,454
3,0	1,329	1,446	1,531	1,597	1,654	1,705	1,754	1,799	1,843	9,4	2,208	2,269	2,311	2,343	2,372	2,398	2,422	2,447	2,470
3,2	1,370	1,484	1,565	1,629	1,684	1,734	1,780	1,825	1,867	9,6	2,227	2,288	2,329	2,361	2,389	2,414	2,439	2,463	2,486
3,4	1,410	1,519	1,598	1,660	1,713	1,761	1,807	1,850	1,891	9,8	2,247	2,306	2,347	2,379	2,406	2,431	2,455	2,479	2,502
3,6	1,448	1,554	1,630	1,690	1,741	1,788	1,832	1,874	1,915	10,0	2,266	2,325	2,365	2,396	2,423	2,448	2,472	2,495	2,518
3,8	1,484	1,588	1,661	1,719	1,769	1,815	1,858	1,899	1,938	10,2	2,284	2,343	2,383	2,413	2,440	2,464	2,488	2,511	2,533
4,0	1,520	1,620	1,692	1,748	1,796	1,841	1,882	1,922	1,961	10,4	2,303	2,360	2,400	2,430	2,456	2,481	2,504	2,526	2,549
4,2	1,554	1,652	1,721	1,776	1,823	1,866	1,907	1,946	1,983	10,6	2,321	2,378	2,417	2,447	2,473	2,497	2,520	2,542	2,564
4,4	1,587	1,682	1,750	1,803	1,849	1,891	1,931	1,969	2,005	10,8	2,339	2,395	2,434	2,464	2,489	2,513	2,535	2,557	2,579
4,6	1,619	1,712	1,778	1,829	1,874	1,915	1,954	1,991	2,027	11,0	2,357	2,413	2,451	2,480	2,505	2,528	2,551	2,573	2,594
4,8	1,651	1,741	1,805	1,855	1,899	1,939	1,977	2,013	2,048	11,2	2,375	2,430	2,467	2,496	2,521	2,544	2,566	2,588	2,609
5,0	1,681	1,770	1,832	1,881	1,923	1,963	2,000	2,035	2,070	11,4	2,392	2,446	2,484	2,512	2,537	2,559	2,581	2,603	2,623
5,2	1,711	1,797	1,858	1,906	1,947	1,986	2,022	2,057	2,090	11,6	2,409	2,463	2,500	2,528	2,552	2,575	2,596	2,617	2,638
5,4	1,740	1,824	1,884	1,930	1,971	2,008	2,044	2,078	2,111	11,8	2,426	2,480	2,516	2,544	2,568	2,590	2,611	2,632	2,652
5,6	1,768	1,851	1,909	1,954	1,994	2,030	2,065	2,099	2,131	12,0	2,443	2,496	2,532	2,559	2,583	2,605	2,626	2,647	2,667
5,8	1,795	1,876	1,933	1,978	2,017	2,052	2,086	2,119	2,151	12,2	2,460	2,512	2,548	2,575	2,598	2,620	2,641	2,661	2,681
6,0	1,822	1,902	1,958	2,001	2,039	2,074	2,107	2,139	2,171	12,4	2,476	2,528	2,563	2,590	2,613	2,635	2,655	2,675	2,695
6,2	1,848	1,926	1,981	2,024	2,061	2,095	2,128	2,159	2,190	12,6	2,493	2,544	2,579	2,605	2,628	2,649	2,670	2,689	2,709

TABELA B (1ª parte)

$\frac{y_0}{b}$	Z								$\frac{y_0}{b}$	Z							
	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,02	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,68	0,297	0,611	0,743	0,867	0,986	1,103	1,219	1,334
0,04	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,70	0,308	0,645	0,788	0,922	1,051	1,178	1,303	1,427
0,06	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010	0,010	0,010	0,010	0,72	0,319	0,681	0,835	0,979	1,119	1,255	1,390	1,523
0,08	0,013	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016	0,017	0,017	0,74	0,330	0,718	0,884	1,039	1,189	1,335	1,480	1,624
0,10	0,019	0,021	0,022	0,023	0,023	0,024	0,025	0,025	0,76	0,342	0,756	0,933	1,100	1,261	1,419	1,574	1,729
0,12	0,025	0,029	0,030	0,031	0,032	0,033	0,034	0,035	0,78	0,353	0,795	0,985	1,164	1,336	1,505	1,672	1,838
0,14	0,032	0,038	0,039	0,041	0,043	0,044	0,046	0,047	0,80	0,365	0,835	1,038	1,229	1,414	1,595	1,773	1,950
0,16	0,039	0,047	0,050	0,052	0,055	0,057	0,059	0,061	0,82	0,376	0,876	1,093	1,297	1,494	1,687	1,878	2,068
0,18	0,047	0,057	0,061	0,065	0,068	0,071	0,074	0,077	0,84	0,388	0,918	1,150	1,367	1,577	1,783	1,987	2,189
0,20	0,055	0,069	0,074	0,078	0,083	0,087	0,091	0,095	0,86	0,399	0,962	1,208	1,439	1,663	1,883	2,099	2,314
0,22	0,063	0,081	0,087	0,093	0,099	0,104	0,110	0,115	0,88	0,411	1,006	1,268	1,514	1,752	1,985	2,216	2,444
0,24	0,071	0,094	0,102	0,110	0,117	0,124	0,131	0,137	0,90	0,422	1,052	1,329	1,591	1,843	2,091	2,336	2,579
0,26	0,080	0,108	0,118	0,127	0,136	0,145	0,153	0,162	0,92	0,434	1,098	1,393	1,670	1,938	2,200	2,460	2,718
0,28	0,089	0,123	0,135	0,146	0,157	0,168	0,178	0,189	0,94	0,446	1,146	1,458	1,751	2,035	2,313	2,588	2,861
0,30	0,098	0,138	0,153	0,167	0,180	0,193	0,205	0,218	0,96	0,457	1,196	1,524	1,835	2,135	2,429	2,720	3,009
0,32	0,108	0,155	0,173	0,189	0,204	0,220	0,235	0,250	0,98	0,469	1,246	1,593	1,921	2,238	2,549	2,856	3,161
0,34	0,117	0,172	0,193	0,212	0,231	0,249	0,267	0,284	1,00	0,481	1,297	1,664	2,010	2,344	2,672	2,997	3,319
0,36	0,127	0,190	0,215	0,237	0,259	0,280	0,301	0,321	1,02	0,493	1,350	1,736	2,101	2,453	2,799	3,141	3,481
0,38	0,137	0,210	0,238	0,264	0,289	0,313	0,337	0,361	1,04	0,504	1,404	1,810	2,194	2,566	2,930	3,290	3,648
0,40	0,147	0,230	0,262	0,292	0,321	0,349	0,376	0,404	1,06	0,516	1,459	1,886	2,290	2,681	3,064	3,443	3,819
0,42	0,157	0,251	0,288	0,322	0,354	0,386	0,418	0,449	1,08	0,528	1,515	1,964	2,388	2,799	3,202	3,601	3,996
0,44	0,167	0,273	0,314	0,353	0,390	0,426	0,462	0,498	1,10	0,540	1,573	2,044	2,489	2,921	3,344	3,762	4,178
0,46	0,177	0,296	0,342	0,386	0,428	0,469	0,509	0,549	1,12	0,552	1,632	2,125	2,593	3,045	3,490	3,929	4,364
0,48	0,188	0,319	0,372	0,421	0,468	0,513	0,559	0,604	1,14	0,564	1,692	2,209	2,699	3,173	3,639	4,099	4,556
0,50	0,198	0,344	0,403	0,457	0,509	0,561	0,611	0,661	1,16	0,575	1,753	2,294	2,807	3,305	3,792	4,274	4,753
0,52	0,209	0,370	0,435	0,495	0,553	0,610	0,666	0,722	1,18	0,587	1,816	2,382	2,919	3,439	3,950	4,454	4,955
0,54	0,220	0,396	0,468	0,535	0,600	0,663	0,725	0,787	1,20	0,599	1,880	2,471	3,033	3,577	4,111	4,639	5,162
0,56	0,231	0,424	0,503	0,577	0,648	0,717	0,786	0,854	1,22	0,611	1,945	2,563	3,149	3,718	4,276	4,828	5,375
0,58	0,241	0,453	0,540	0,621	0,698	0,775	0,850	0,925	1,24	0,623	2,011	2,656	3,269	3,862	4,445	5,021	5,593
0,60	0,252	0,482	0,577	0,666	0,751	0,835	0,918	1,000	1,26	0,635	2,079	2,752	3,391	4,010	4,619	5,220	5,816
0,62	0,263	0,513	0,617	0,713	0,807	0,898	0,988	1,078	1,28	0,647	2,148	2,849	3,516	4,162	4,796	5,423	6,045
0,64	0,274	0,544	0,657	0,763	0,864	0,964	1,062	1,159	1,30	0,659	2,219	2,949	3,643	4,317	4,978	5,631	6,280
0,66	0,285	0,577	0,699	0,814	0,924	1,032	1,139	1,245	1,32	0,671	2,291	3,051	3,774	4,475	5,163	5,844	6,520
0,68	0,297	0,611	0,743	0,867	0,986	1,103	1,219	1,334	1,34	0,683	2,364	3,155	3,907	4,637	5,353	6,062	6,765

TABELA B (2ª parte)

$\frac{y_0}{b}$	Z								$\frac{y_0}{b}$	Z							
	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
1,36	0,695	2,439	3,260	4,043	4,802	5,548	6,285	7,016	2,04	1,110	5,849	8,234	10,526	12,759	14,955	17,128	19,286
1,38	0,707	2,514	3,369	4,182	4,971	5,746	6,513	7,273	2,06	1,123	5,977	8,424	10,776	13,068	15,322	17,552	19,766
1,40	0,719	2,592	3,479	4,324	5,144	5,949	6,746	7,536	2,08	1,135	6,107	8,617	11,030	13,381	15,694	17,982	20,254
1,42	0,732	2,670	3,591	4,468	5,320	6,157	6,984	7,805	2,10	1,147	6,238	8,812	11,287	13,699	16,071	18,419	20,750
1,44	0,744	2,751	3,706	4,616	5,500	6,368	7,227	8,079	2,12	1,160	6,371	9,010	11,548	14,021	16,455	18,862	21,252
1,46	0,756	2,832	3,822	4,767	5,684	6,585	7,475	8,359	2,14	1,172	6,506	9,211	11,813	14,349	16,843	19,312	21,763
1,48	0,768	2,915	3,941	4,920	5,871	6,805	7,729	8,646	2,16	1,184	6,643	9,414	12,081	14,681	17,238	19,768	22,281
1,50	0,780	2,999	4,063	5,077	6,063	7,031	7,988	8,938	2,18	1,197	6,781	9,620	12,353	15,017	17,638	20,231	22,806
1,52	0,792	3,085	4,186	5,237	6,258	7,260	8,252	9,236	2,20	1,209	6,921	9,829	12,629	15,359	18,044	20,701	23,340
1,54	0,804	3,172	4,312	5,400	6,456	7,495	8,522	9,541	2,22	1,221	7,063	10,041	12,909	15,705	18,456	21,178	23,881
1,56	0,816	3,261	4,440	5,565	6,659	7,734	8,797	9,852	2,24	1,234	7,206	10,255	13,192	16,056	18,873	21,661	24,429
1,58	0,829	3,351	4,570	5,734	6,866	7,978	9,077	10,169	2,26	1,246	7,351	10,473	13,480	16,412	19,296	22,151	24,986
1,60	0,841	3,443	4,702	5,906	7,076	8,226	9,363	10,492	2,28	1,258	7,498	10,693	13,771	16,772	19,726	22,648	25,550
1,62	0,853	3,536	4,837	6,082	7,291	8,479	9,655	10,821	2,30	1,271	7,647	10,916	14,066	17,138	20,161	23,152	26,123
1,64	0,865	3,630	4,975	6,260	7,509	8,737	9,952	11,157	2,32	1,283	7,797	11,141	14,365	17,508	20,602	23,663	26,703
1,66	0,877	3,727	5,114	6,441	7,732	9,000	10,254	11,500	2,34	1,296	7,950	11,370	14,668	17,884	21,049	24,181	27,291
1,68	0,890	3,824	5,256	6,626	7,958	9,268	10,563	11,848	2,36	1,308	8,104	11,602	14,975	18,264	21,501	24,705	27,887
1,70	0,902	3,923	5,400	6,814	8,189	9,540	10,877	12,204	2,38	1,320	8,260	11,836	15,285	18,649	21,960	25,237	28,491
1,72	0,914	4,024	5,547	7,005	8,424	9,818	11,197	12,565	2,40	1,333	8,418	12,073	15,600	19,040	22,425	25,776	29,104
1,74	0,926	4,126	5,696	7,200	8,663	10,100	11,522	12,934	2,42	1,345	8,577	12,314	15,919	19,435	22,897	26,322	29,724
1,76	0,938	4,230	5,848	7,398	8,906	10,388	11,854	13,309	2,44	1,357	8,739	12,557	16,241	19,836	23,374	26,875	30,353
1,78	0,951	4,335	6,002	7,599	9,153	10,680	12,191	13,691	2,46	1,370	8,902	12,803	16,568	20,242	23,857	27,436	30,990
1,80	0,963	4,442	6,158	7,804	9,404	10,978	12,534	14,079	2,48	1,382	9,067	13,052	16,899	20,652	24,347	28,003	31,635
1,82	0,975	4,550	6,317	8,011	9,660	11,280	12,883	14,475	2,50	1,395	9,234	13,304	17,234	21,068	24,843	28,578	32,288
1,84	0,987	4,660	6,479	8,223	9,920	11,588	13,238	14,877	2,52	1,407	9,403	13,559	17,573	21,489	25,345	29,160	32,950
1,86	1,000	4,772	6,643	8,437	10,184	11,901	13,600	15,286	2,54	1,419	9,574	13,817	17,916	21,915	25,853	29,750	33,620
1,88	1,012	4,885	6,809	8,655	10,452	12,219	13,967	15,702	2,56	1,432	9,746	14,078	18,263	22,347	26,367	30,347	34,299
1,90	1,024	5,000	6,978	8,877	10,725	12,542	14,340	16,125	2,58	1,444	9,921	14,342	18,614	22,784	26,888	30,951	34,986
1,92	1,037	5,117	7,150	9,102	11,002	12,871	14,720	16,555	2,60	1,457	10,097	14,610	18,970	23,226	27,416	31,563	35,682
1,94	1,049	5,235	7,324	9,331	11,284	13,205	15,105	16,992	2,62	1,469	10,275	14,880	19,329	23,673	27,949	32,182	36,386
1,96	1,061	5,354	7,501	9,563	11,570	13,544	15,497	17,436	2,64	1,481	10,456	15,153	19,693	24,126	28,489	32,809	37,099
1,98	1,073	5,476	7,680	9,798	11,861	13,889	15,896	17,888	2,66	1,494	10,638	15,430	20,062	24,584	29,036	33,443	37,820
2,00	1,086	5,599	7,862	10,037	12,156	14,239	16,300	18,347	2,68	1,506	10,822	15,709	20,434	25,047	29,589	34,085	38,551
2,02	1,098	5,723	8,047	10,280	12,455	14,594	16,711	18,812	2,70	1,519	11,008	15,992	20,811	25,516	30,149	34,735	39,290

TABELA C

y_0/D	K_c	y_0/D	K_c	y_0/D	K_c
0.01	0.024	0.34	0.383	0.67	0.591
0.02	0.042	0.35	0.391	0.68	0.596
0.03	0.058	0.36	0.399	0.69	0.600
0.04	0.073	0.37	0.407	0.70	0.604
0.05	0.087	0.38	0.415	0.71	0.608
0.06	0.101	0.39	0.422	0.72	0.612
0.07	0.114	0.40	0.430	0.73	0.616
0.08	0.127	0.41	0.437	0.74	0.620
0.09	0.139	0.42	0.444	0.75	0.624
0.10	0.151	0.43	0.451	0.76	0.627
0.11	0.163	0.44	0.458	0.77	0.631
0.12	0.175	0.45	0.465	0.78	0.634
0.13	0.186	0.46	0.472	0.79	0.637
0.14	0.197	0.47	0.479	0.80	0.640
0.15	0.208	0.48	0.485	0.81	0.643
0.16	0.218	0.49	0.492	0.82	0.646
0.17	0.229	0.50	0.498	0.83	0.649
0.18	0.239	0.51	0.504	0.84	0.651
0.19	0.249	0.52	0.511	0.85	0.653
0.20	0.259	0.53	0.517	0.86	0.655
0.21	0.269	0.54	0.523	0.87	0.657
0.22	0.279	0.55	0.528	0.88	0.659
0.23	0.288	0.56	0.534	0.89	0.660
0.24	0.297	0.57	0.540	0.90	0.661
0.25	0.306	0.58	0.546	0.91	0.662
0.26	0.316	0.59	0.551	0.92	0.663
0.27	0.324	0.60	0.556	0.93	0.664
0.28	0.333	0.61	0.562	0.94	0.664
0.29	0.342	0.62	0.567	0.95	0.664
0.30	0.350	0.63	0.572	0.96	0.663
0.31	0.359	0.64	0.577	0.97	0.661
0.32	0.367	0.65	0.582	0.98	0.659
0.33	0.375	0.66	0.586	0.99	0.656

TABELA D – Comprimentos equivalente

Comprimentos equivalentes (em metros) para tubos de **PVC, cobre ou liga de cobre.**

D_{ext} - Ref. (mm) – (pol)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° direto	Tê 90° lateral	Tê 90° Bilateral	Entrada normal	Entrada de Borda	Saída de canalização	Válvula de pé com crivo	Válvula retenção leve	Válvula de retenção pesada	Registro globo aberto	Registro gaveta aberto	Registro de ângulo aberto
? - ½	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,5	11,1	0,1	5,9
25 - ¾	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32 - 1	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40 - 1 ¼	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50 - 1 ½	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
60 - 2	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75 - 2 ½	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
85 - 3	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
110 - 4	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
140 - 5	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	25,2
160 - 6	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Comprimentos equivalentes (em metros) para tubos de **aço-carbono, galvanizado ou não.**

Diâmetro Nominal (DN) (mm) - (pol)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° direto	Tê 90° lateral	Tê 90° Bilateral	Entrada normal	Entrada de Borda	Saída de canalização	Válvula de pé com crivo	Válvula retenção leve	Válvula de retenção pesada	Registro globo aberto	Registro gaveta aberto	Registro de ângulo aberto
13 - ½	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,7	0,8	0,2	0,4	0,4	3,6	1,1	1,6	4,9	0,1	2,6
19 - ¾	0,7	0,3	0,5	0,3	0,1	1,0	1,3	0,2	0,5	0,5	5,6	1,6	2,4	6,7	0,1	3,6
25 - 1	0,9	0,4	0,7	0,4	0,2	1,4	1,7	0,3	0,7	0,7	7,3	2,1	3,2	8,2	0,2	4,6
32 - 1 ¼	1,2	0,5	0,8	0,5	0,2	1,7	2,1	0,4	0,9	0,9	10,0	2,7	4,0	11,3	0,2	5,6
38 - 1 ½	1,4	0,7	1,0	0,6	0,3	2,1	2,5	0,5	1,0	1,0	11,6	3,2	4,8	13,4	0,3	6,7
50 - 2	1,9	0,9	1,4	0,8	0,3	2,7	3,3	0,7	1,5	1,5	14,4	4,2	6,4	17,4	0,4	8,5
63 - 2 ½	2,4	1,1	1,7	1,0	0,4	3,4	4,2	0,9	1,9	1,9	17,0	5,2	8,1	21,0	0,4	10,0
75 - 3	2,8	1,3	2,0	1,2	0,5	4,1	5,0	1,1	2,2	2,2	20,0	6,3	9,7	26,0	0,5	13,0
100 - 4	3,8	1,7	2,7		0,7	5,5	6,7	1,6	3,2	3,2	23,0	8,4	12,9	34,0	0,7	17,0
125 - 5	4,7	2,2			0,8	6,9	8,3	2,0	4,0	4,0	30,0	10,4	16,1	43,0	0,9	21,0
150 - 6	5,6	2,6	4,0		1,0	8,2	10,0	2,5	5,0	5,0	39,0	12,5	19,3	51,0	1,1	26,0

Fonte: NBR 05626:1982

TABELA E – Diâmetro interno (D_i)

Dimensões de tubos de **PVC 6,3, PN 750 kPa** para sistemas prediais de água fria – NBR 5648:1999

DN	15 (½")	20 (¾")	25 (1")	32 (1 ¼")	40 (1 ½")	50 (2")	65 (2 ½")	75 (3")	100 (4")
D _e (mm)	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	60,0	75,0	85,0	110,0
e (mm)	1,5	1,7	2,1	2,4	3,0	3,3	4,2	4,7	6,1
D _i (mm)	17,0	21,6	27,8	35,2	44,0	53,4	66,6	75,6	97,8

Dimensões de tubos de **PVC DEFoFo PN 1,0 MPa** para adução e distribuição de água – NBR 7665:1999

DN	D _e (mm)	e (mm)	D _i (mm)
100	118	4.8	108.4
150	170	6.8	156.4
200	222	8.9	204.2
250	274	11	252
300	326	13.1	299.8
350	378	15.2	347.6
400	429	17.2	394.6
500	532	21.3	489.4

Dimensões de tubos de **aço-carbono para usos comuns (5 MPa)** – NBR 5580:2002

DN (mm)	D _e (")	DN (mm)	e (mm)			D _i (mm)		
			Classe			Classe		
			L	M	P	L	M	P
6	(1/8)	10,2	1,8	2	2,7	6,6	6,2	4,9
8	(1/4)	13,5	2	2,3	3	9,5	9	7,5
10	(3/8)	17,2	2	2,3	3	13,2	12,7	11,2
15	(1/2)	21,3	2,3	2,7	3	16,8	16	15,3
20	(3/4)	26,9	2,3	2,7	3	22,4	21,6	20,9
25	(1)	33,7	2,7	3,4	3,8	28,4	27	26,2
32	(1¼)	42,4	2,7	3,4	3,8	37,1	35,7	34,9
40	(1½)	48,3	3	3,4	3,8	42,3	41,6	40,8
50	(2)	60,3	3	3,8	4,5	54,3	52,8	51,3
65	(2½)	76,1	3,4	3,8	4,5	69,4	68,6	67,1
80	(3)	88,9	3,4	4	4,5	82,2	80,9	79,9
90	(3½)	102	3,8	4,3	5	94,1	93,1	91,6
100	(4)	114	3,8	4,5	5,6	107	105	103
125	(5)	140	X	4,8	5,6	X	130	129
150	(6)	165	X	5	5,6	X	155	154