

Coeficientes para o cálculo de perdas de carga unitária em tubagens

1. Rugosidade absoluta equivalente

Material	ϵ (mm)		
	inferior	superior	normal
Betão			
Muito rugoso (de cofragens de madeira, com desgastes de erosão e juntas mal alinhadas)	0.6	3	1.5
Rugoso (marcas de cofragens visíveis)	0.4	0.6	0.5
Liso (de cofragens metálicas, novo ou quase novo, acabamento médio com juntas cuidadas)	0.06	0.18	0.1
Muito liso (novo, de cofragens metálicas de acabamento muito bom, com juntas cuidadas)	0.015	0.06	0.03
Aço laminado			
Novo	-	-	0.05
Enferrujado	0.15	0.3	0.2
Incrustado	2.4	12.2	7
Revestido de betume	-	-	0.042
Revestido de esmalte	0.01	0.3	0.06
Revestido de betão	0.05	0.15	0.1
Aço soldado			
Novo	0.03	0.1	0.08
enferrujado	-	-	0.4
Materiais lisos			
Latão, cobre, chumbo, vidro	0.04	0.01	0.007
Alumínio	0.0015	0.005	0.004
Fibrocimento	0.006	0.025	0.015
Ferro			
Forjado enferrujado	0.15	3	0.6
Galvanizado, forjado revestido	0.06	0.3	0.15
Fundido não revestido, novo	0.25	1	0.5
Fundido com corrosão	1	3	1.5
Madeira			
Vegetação excessiva nas paredes	0.3	3.5	3.2
Usada, em boas condições	0.12	0.3	0.2
Nova, construção de 1ª classe	0.03	0.12	0.07
Materiais extra lisos			
Plástico, PVC, vidro			0.001

Adaptado de:

Lencastre, A. 1996. *Hidráulica Geral*.

Quintela, A.C. 2000. *Hidráulica*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa



2. Coeficientes de rugosidade para as formulas empíricas

Fórmulas de Bazin, Kutter e Gauckler - Manning

Material	γ ($m^{1/2}$)	m ($m^{1/2}$)	k ($m^{1/3} s^{-1}$)
Cimento muito liso, fibrocimento, madeira aplainada, chapa metálica sem soldaduras salientes	0;0.06	0.1	100;90
Aço laminado	0.1	-	-
Ferro fundido novo	0.16	0.2	80
Ferro fundido com muito uso	0.3; 0.45	0.3; 0.5	70
Betão liso, ferro fundido com uso corrente	0.23	0.25	75

Fórmula de Hazen-Williams

Material	C (adim)
Fibrocimento	140
Betão	140
Cobre	130-140
Ferro galvanizado	120
Ferro fundido novo	130
Ferro fundido com 20 anos	89-100
Vidro	140
Chumbo	130-140
Plástico	140-150
Alumínio	145-150
Manga de plástico flexível	135

Fórmula de Scobbey

Material	K_1
PE	0.478
PVC	0.452

Fórmulas específicas para um determinado material:

Condutas de fibrocimento	$Q = 48.3 D^{2.68} j^{0.56}$
Condutas de ferro estirado	$Q = 52.6 D^{2.752} j^{0.54}$
Condutas de aço sem soldadura	$Q = 36.4 D^{2.59} j^{0.55}$
Condutas novas de ferro fundido	$Q = 35 D^{2.625} j^{0.535}$
Condutas de chapa de aço rebitado	$Q = 22.32 D^{2.7} j^{0.53}$
Condutas novas de betão liso	$Q = 38.77 D^{2.67} j^{0.53}$

Tabelas adaptadas de:

Lencastre, A. 1996. *Hidráulica Geral*.

Quintela, A.C. 2000. *Hidráulica*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa

Scimemi, E. 1955. *Compêndio de hidráulica*

Raposo, J.R. *A rega localizada*. Edições correio agrícola.

