

Capítulo 18
Grades, tela, peneiras e filtros

Índice

Capítulo 18- Grades, telas, peneiras e filtros

Seção	Título
18.1	Introdução
18.2	Grades
18.3	Eficiência da grade
18.4	Área livre da grade
18.5	Largura do canal
18.6	Perda de carga na grade
18.7	Peneiras
18.8	Aplicação em aproveitamento de água de chuva
18.9	Filtros
18.10	Caixa feita in loco
18.11	Caixa do first flush
18.12	Bibliografia e livros consultados

Capítulo 18- Grades, telas, peneiras e filtros

18.1 Introdução

Com objetivo de reter materiais sólidos que estão no corpo de água usam-se grades, telas, peneiras e filtros. Há muita confusão sobre o uso de tais termos motivo pelo qual é sempre oportuno esclarecer alguns pontos obscuros.

Primeiramente relembramos que irá passar pelas grades e peneiras a água de chuva captada em telhados.

18.2 Grades

As grades podem ser classificadas em quatro tipos conforme Tabela (18.1).

Tabela 18.1- Espaçamento entre as barras de grades

Tipo de grade	Polegadas	Milímetros
Grades grosseiras	Acima de 1 1/2"	40 a 100
Grades médias	3/4 a 1/2	20 a 40
Grades finas	3/8 a 3/4	10 a 20
Grades ultrafinas	1/4 a 3/4	3 a 10

Fonte: Jordão et al, 2005

As barras devem ser robustas para suportar os impactos e geralmente as seções transversais são retangulares e são instaladas em posição inclinada acima de 45°, sendo o mais recomendado inclinação entre 70° e 85° principalmente para grades finas e ultrafinas.

As grades que trataremos serão fixas e que poderão ser retiradas para limpeza. A manutenção prevista é sempre manual.

Velocidade

Nas grades temos dois tipos de velocidade. A velocidade no canal à montante da grade (V) e a velocidade da água na própria grade (v) que geralmente é maior que V .

A grade deve ser projetada para a máxima vazão de projeto Q_{max} e a velocidade na grade deve ser mínima de $v=0,60\text{m/s}$ e máxima de $v=1,00\text{m/s}$ conforme Jordão, 2005, mas segundo Dacach, 1991 as velocidades mínimas são $v=0,40\text{m/s}$ a $v=0,75\text{m/s}$.

Como suporemos que a limpeza da grade será manual, a perda de carga a ser considerada nos cálculos deve ser no mínimo de 0,15m, mesmo que encontremos nos cálculos perdas menores.

Dica: a perda de carga mínima de uma grade ou peneira é de 0,15m.

18.3 Eficiência da grade

O termo eficiência E da grade é definido por:

$$E = a / (a + t)$$

Sendo:

E = eficiência da grade (varia de 0 a 1)

a = espaçamento entre as barras (cm)

t = espessura das barras (cm)

A eficiência nada mais é que a área livre da grade ou peneira. Assim uma peneira que tem eficiência de 0,40, quer dizer que tem 40% da área livre.

Exemplo 18.1

Achar a eficiência de uma grade de 3/8" (t=0,95cm) com espaçamento a=1"=2,54cm.

$$E = 2,54 / (2,54 + 0,95) = 0,728$$

Portanto, temos 72,8% de área livre.

18.4 Área livre da grade

Sendo Dacach, 1991 temos:

$$A_u = Q_{\max} / v$$

Sendo:

A_u = área da seção da grade (m²)

Q_{\max} = vazão máxima de projeto (m³/s)

v = vazão máxima na grade (m/s). Adotado entre 0,40m/s a 1,00m/s.

A área S da grade será:

$$S = A_u / E$$

Sendo:

S = área da grade (m²)

$A_u = Q_{\max} / v$

18.5 Largura do canal

$$B = S / H$$

Sendo:

B = largura do canal (m)

S = área da seção transversal (m²)

H = altura do nível de água (m)

Exemplo 18.2

Calcular um canal para vazão máxima de 50 litros/segundo, considerando que será usada grade com espaçamento de 9,5mm e que a área livre da grade é de 42%.

$$Q_{\max} = 50 \text{ litros/s} = 0,050 \text{ m}^3/\text{s}$$

Admitindo-se velocidade na grade de 0,50m/s teremos:

$$A_u = Q_{\max} / v$$

$$A_u = 0,050 / 0,50 = 0,1 \text{ m}^2$$

A área S da grade será:

$$E = 42\% = 0,42$$

$$A_u = 0,1 \text{ m}^2$$

$$S = A_u / E = 0,1 / 0,42 = 0,24 \text{ m}^2$$

Largura do canal

$$B = S / H = 0,24 / H$$

Admitindo H = 0,25m

$$B = 0,24 / 0,25 = 0,96 \text{ m}$$

Portanto, o canal terá 0,96m de largura com 0,25m de altura.

Como $Q = S \times V$

$$V = Q / S = 0,050 / 0,24 = 0,21 \text{ m/s}$$

18.6 Perda de carga na grade

Metcalf & eddy, 1991 recomenda para a estimativa da perda de carga na grade a seguinte equação:

$$H_f = 1,43 (v^2 - V^2) / 2g$$

Sendo;

H_f = perda de carga na grade (m)

1,43 = fator empírico determinado devido a turbulência

v = velocidade na grade (m/s), sendo $v > V$

V = velocidade à montante da grade (m/s)

g = aceleração da gravidade = $9,81 \text{ m/s}^2$

Exemplo 18.3

Determinar a perda de carga em uma grade que tem velocidade à montante $V = 0,21 \text{ m/s}$ e velocidade na grade $v = 0,50 \text{ m/s}$

$$H_f = 1,43 (v^2 - V^2) / 2g$$

$$H_f = 1,43 (0,50^2 - 0,21^2) / (2 \times 9,81) = 0,02 \text{ m}$$

Portanto, a perda de carga será de $0,02 \text{ m}$ mas será admitido o mínimo de $0,15 \text{ m}$, devido a limpeza ser manual.

18.7 Peneiras

Jordão et al, 2005 define peneira pela dimensão de $0,25 \text{ mm}$ a $6,00 \text{ mm}$. Iremos tratar somente de peneiras estáticas.

O dimensionamento de uma peneira é semelhante ao de uma grade, podendo a perda de carga ser calculada usando a equação do orifício com $C_d = 0,60$ conforme Metcalf & Eddy, 1991.

$$H_f = Q^2 / (C_d \times 2 \times g \times A^2)$$

Sendo:

H_f = perda de carga localizada na peneira (m)

Q = vazão máxima de projeto (m^3/s)

$C_d = 0,60$

g = aceleração da gravidade = $9,81 \text{ m/s}^2$

A = área efetiva aberta da peneira que está submersa (m^2)

Exemplo 18.4

Calcular a perda de carga localizada numa peneira feita de chapa metálica galvanizada com furos de $1,58 \text{ mm}$ com área livre de 40% ($0,40$) fornecido pelo fabricante e vazão máxima de projeto de $0,050 \text{ m}^3/\text{s}$. O canal tem seção retangular de $0,96 \text{ m}$ por $0,25 \text{ m}$ de altura.

$$A = 0,96 \times 0,25 \times 0,40 = 0,096 \text{ m}^2$$

$$H_f = Q^2 / (C_d \times 2 \times g \times A^2)$$

$$H_f = 0,050^2 / (0,60 \times 2 \times 9,81 \times 0,096^2) = 0,02 \text{ m}$$

18.8 Aplicação em aproveitamento de água de chuva

As peneiras usadas em aproveitamento de água de chuva nos Estados Unidos para uso de água não potável variam de 6,5mm a 13mm.

Quando se tem um lugar por onde possa entrar mosquitos, usa-se peneira de 0,955mm.

Existem dispositivos encontrados no Brasil de patente alemã que tem objetivo de retenção de sólidos maiores que 0,27mm e apresentam a vantagem da compactação do dispositivo, da limpeza automática e facilidade de manutenção, porém o alto custo o torna proibitivo em alguns casos.

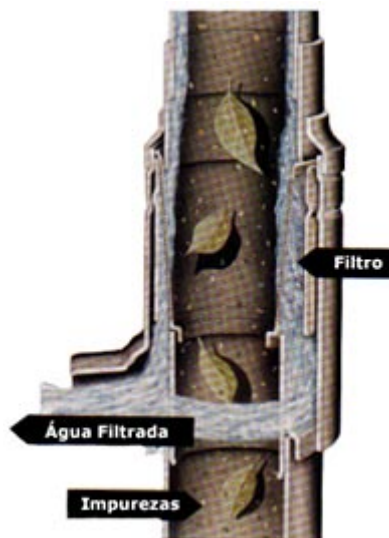


Figura 18.1– Dispositivo automático para autolimpeza da água de chuva com peneiras da firma Aquastock para área até 150m² que retém partículas acima de 0,28mm nos diâmetros de 75mm , 80mm e 100mm.

Fonte: Aquastock



Figura 18.2- Dispositivo automático para autolimpeza da água de chuva com peneiras Vortex da Aquastock para área de 200m², 500m² e 3000m³.

18.9 Filtros

Os filtros de pressão são aparelhos destinados a melhoria da qualidade da água para uso doméstico (NBR 14908/2002).

A água que passará no filtro tem que ser potável obedecendo a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.

O objetivo dos filtros são basicamente três:

1. retenção de partículas,
2. redução de cloro livre e
3. redução de bactérias.

Para redução de partículas as mesmas variam de 0,5µm a 80µm que geralmente os filtros instalados no ponto de entrada (cavalete) são de 20 µm e os instalados dentro da casa na cozinha são de 3µm a 5µm.

18.10 Caixa feita in loco com telas

Caso haja problema de custo ou de nível para a instalação do filtro pré-fabricado, a solução é fazer uma caixa com telas para a remoção dos sólidos grosseiros.

A sugestão é usar duas telas, sendo a primeira com 9,5mm de vão livre, para reter folhas e os materiais mais grosseiros e outra com 1,58mm de abertura.

1. Grade fina- primeira tela com chapa perfurada com furos redondos de 3/8" (9,5mm). Tamanho 2,00m x 1,00m com custo da peça de R\$ 268,00, espessura de 2mm e peso de 19kg.

A galvanização elétrica custa R\$ 1,50/kg. Abertura livre de 42%.

Deverá estar ligeiramente inclinada de 70° a 85°.



Figura 18.3- Peneira

2. Segunda peneira de chapa comm abertura de 1,58mm no tamanho de 2,00m x 1,00m com custo da peça de R\$ 140,00, espessura de 0,7mm e vão livre de 40%. Deverá estar ligeiramente inclinada de 70° a 85°.

Catumbi Telas
Rua Catumbi, 861 Belenzinho São Paulo
(11) 6291-4000

FERRO

FUROS REDONDOS

FURO (mm)	ESPESSURA		E.C. (mm)	Área Aberta
	MSG	(mm)		
0,80	22	0,76	1,60	23%
	26	0,46	1,60	
1,00	22	0,76	1,80	25%
	24	0,61	1,80	
1,20	26	0,46	1,80	27%
	22	0,76	2,20	
1,58	24	0,61	2,20	26%
	26	0,46	2,20	
1,80	20	0,91	3,00	33%
	22	0,76	3,00	
2,00	22	0,76	3,00	29%
	24	0,61	3,00	
2,50	16	1,52	3,40	35%
	20	0,91	3,40	
1/8"	16	1,52	4,00	36%
	20	0,91	4,00	
3/16"	14	1,90	5,00	42%
	16	1,52	5,00	
1/4"	20	0,91	7,00	45%
	14	1,90	7,00	
5/16"	16	1,52	9,00	40%
3/8"	14	1,90	12,00	48%
1/2"	16	1,52	13,00	40%
	14	1,90	19,00	

Fornecidas em chapas de 2,00 x 1,00 m. Outros furos e espessuras mediante consulta

Exemplo 18.5 Caixa de alvenaria com as peneiras

A velocidade na caixa admitida conforme Daccar: 0,40m/s a 0,75m/s, mas pode estar entre 0,60m/s a 1,00m/s.

Adoto: $V = 0,40\text{m/s}$ antes de atingir a peneira.

Vazão = 50 litros/segundo (3000 litros/min)

Diâmetro de entrada = 300mm

$Q = S \times V$

$S = Q / V = 0,050\text{m}^3/\text{s} / 0,40\text{m/s} = 0,13\text{m}^2$ (seção do canal)

Para a segunda tela

Mas como 40% é abertura livre para o menor furo da peneira:

$S = 0,13\text{m}^2 / 0,40 = 0,33\text{m}^2$

Altura adotada: 300mm + 200mm = 500mm = 0,50m

Area = 0,50 x largura = 0,33m²

Largura = 0,33/0,5m = 0,70m

Adoto: 1,00m de largura da caixa.

Perda de carga na segunda tela:

Conforme fórmula de Metcalf e Eddy temos:

$$H_f = 1,43 \times (V^2 - v^2) / 2g$$

$Q = S \times v$

$v = Q/S = 0,050\text{m}^3/\text{s} / (1,00\text{m} \times 0,50\text{m}) = 0,1\text{m/s}$

Área útil = Q / V

$V = Q/\text{área útil} = 0,050\text{m}^3/\text{s} / (0,50 \times 1,00 \times 0,40) = 0,25\text{m/s}$

$H_f = 1,43 \times (V^2 - v^2) / 2g$

$H_f = 1,43 \times (0,25^2 - 0,1^2) / (2 \times 9,81) = 0,05\text{m}$

Portanto a perda de carga na segunda tela é de 0,05m.

Perda de carga na primeira tela

Conforme fórmula de Metcalf e Eddy temos:

$$H_f = 1,43 \times (V^2 - v^2) / 2g$$

$Q = S \times v$

$v = Q/S = 0,050\text{m}^3/\text{s} / (1,00\text{m} \times 0,50\text{m}) = 0,1\text{m/s}$

Área útil = Q / V

$V = Q/\text{area útil} = 0,050\text{m}^3/\text{s} / (0,50 \times 1,00 \times 0,42) = 0,24\text{m/s}$

$H_f = 1,43 \times (V^2 - v^2) / 2g$

$H_f = 1,43 \times (0,24^2 - 0,1^2) / (2 \times 9,81) = 0,04\text{m}$

Portanto a perda de carga na primeira tela é de 0,04m.

A perda de carga na primeira tela é de 0,04cm e na segunda de 0,05m e teremos no total perda de 0,09m.

Como a limpeza deverá ser manual consideramos a perda de carga mínima de 0,15m, conforme recomendado por Jordão, 2005.

Comprimento da caixa

Devido a evitar turbilhonamento deveremos ter antes e depois da peneira ou grade $2 \times D_m$ Sendo:

$D_m =$ altura média do nível de água (m)

Assim sendo a altura $D_m = 0,50\text{m}$ deveremos ter:

$2 \times D_m = 2 \times 0,50\text{m} = 1,00\text{m}$ antes da peneira e depois da peneira.

Então teremos para as duas peneiras o comprimento de $3,00\text{m}$.

Orifício

$$Q = C_d \times A (2 \times g \times h)^{0,5}$$

$D = 0,30\text{m}$

$C_d = 0,62$

$A = \text{PI} \times D^2 / 4 = 0,071\text{m}^2$

A altura h começa no eixo do tubo até a superfície considerando a perda nas duas peneiras de $0,15\text{m}$.

$$h = 0,30/2 + 0,20 - 0,15 = 0,336\text{m} = 0,20\text{cm}$$

$$Q = 0,63 \times 0,071\text{m}^2 \times (2 \times 9,81 \times 0,2)^{0,5} = 0,089\text{m}^3/\text{s} > 0,050\text{m}^3/\text{s} \text{ OK.}$$

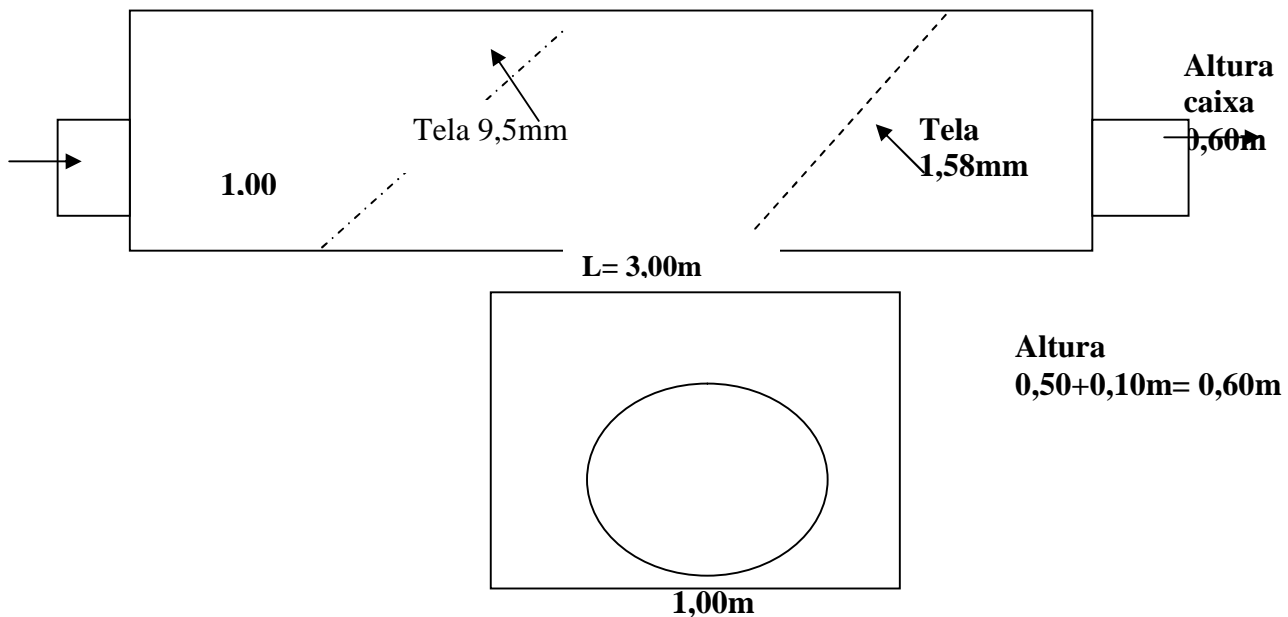


Figura 18.4- Esquema de instalação das peneiras

18.11 Caixa do first flush

Consideramos que para 1mm de precipitação, ou seja, 1 litro/m² de área de telhado seja lançado fora juntamente com a poeira que fica no telhado.

Taxa adotada: 1,00 litro/m² de telhado

Área do telhado para captação de chuva: 820m²

Volume do first flush = 820m² x 1,00litro/m² = 820litros = 0,82m³

Admitimos caixa com 0,50m de altura, largura de 1,00m e comprimento será de:

$0,82\text{m}^3 / (0,50\text{m} \times 1,00\text{m}) = 1,70\text{m}$ (comprimento da caixa do first flush)

Portanto, a caixa do first flush terá 1,00m de largura, profundidade de 0,50m abaixo da geratriz inferior da tubulação de PVC de 300mm e comprimento de 1,70m com volume de 0,85m³ de água de chuva.

A água de chuva com a poeira do telhado, isto é, o first flush ocupará um volume de 0,85m³ e deverá ser escoada em aproximadamente 10min, que é o tempo estimado geralmente para a retirada do first flush.

A vazão de escoamento médio deverá ser:

$$Q = 0,85\text{m}^3 / 10\text{min} = 0,00142\text{m}^3/\text{s}$$

Usando a equação do orifício temos:

$$Q = C_d \times A \times (2 \times g \times h)^{0,5}$$

$$C_d = 0,62$$

$$\text{A altura } h = 0,50/2 = 0,25\text{m}$$

$$0,00142\text{m}^3/\text{s} = 0,62 \times A \times (2 \times 9,81 \times 0,25\text{m})^{0,5}$$

Onde achamos o valor de A.

$$A = 0,00103\text{m}^2$$

$$A = \text{PI} \times D^2 / 4$$

$$0,00103 = 3,1416 \times D^2 / 4$$

$$D = 0,036\text{m}$$

O que equivale a um diâmetro de 1 ½"

Portanto, a tubulação de saída deverá ser de 1 ½" .

A saída de 1 ½" deverá estar sempre aberta e levada para o sistema de águas pluviais por uma tubulação de diâmetro mínimo de 100mm.

Portanto, temos duas caixas, sendo a primeira separadora do first flush e a segunda para retenção de partículas sólidas através de peneiras.

As duas poderão ser feitas numa única caixa.

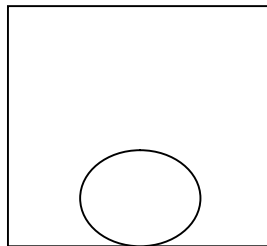
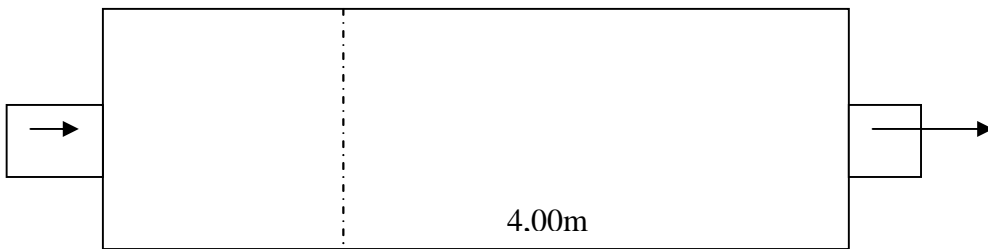
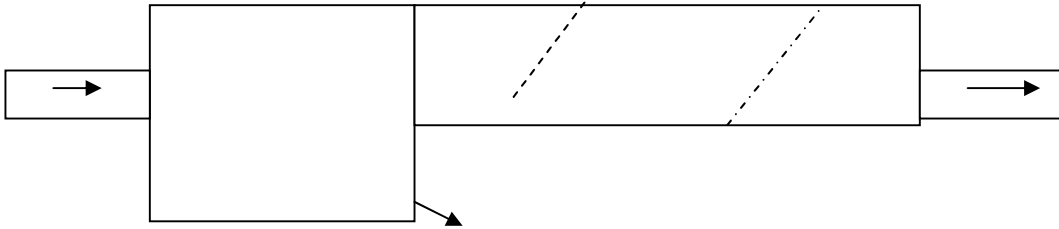


Figura 18.5- Esquema de peneiras e caixa de first flush

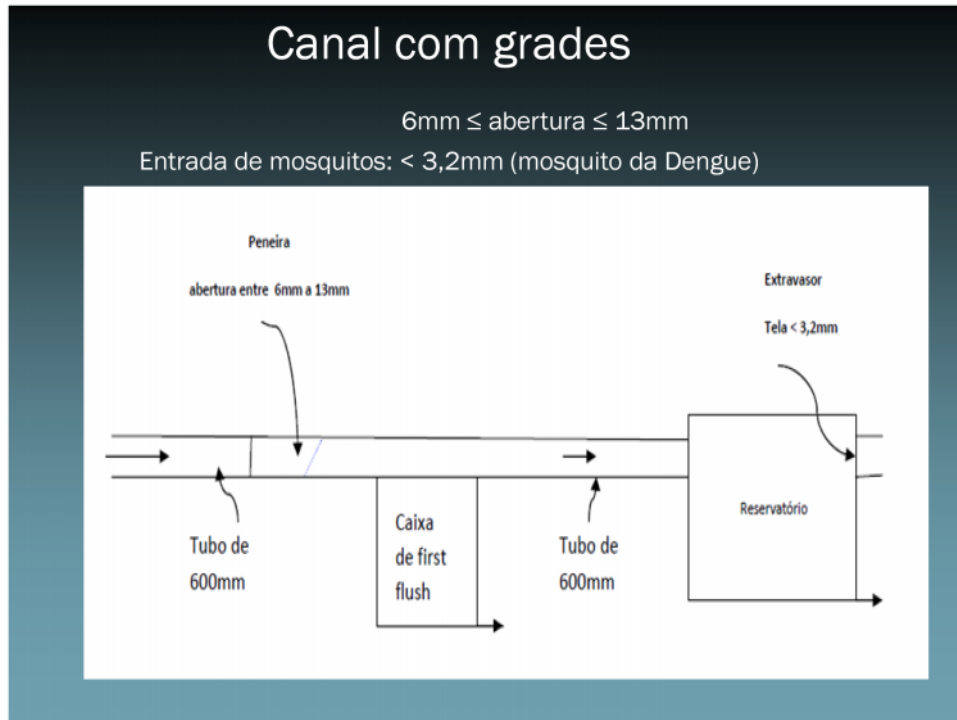


Figura 18.6- Esquema de peneira e caixa de first flush

18.12 Bibliografia e livros consultados

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Aparelho para melhoria da qualidade da água para uso doméstico- aparelho por pressão*. NBR 14908 de novembro de 2002.

DACACH, NELSON GANDUR. *Tratamento primário de esgoto*. ISBN 85-7190-032-9. 106 páginas, 1991.

JORDAO, EDUARDO PACHECO E PESSÔA, CONSTANTINO ARRUDA. *Tratamento de Esgotos domésticos*. 4ª ed., 2005, ISBN 854-905545-1-1 , 906 páginas.

METCALF&EDDY. *Wastewater Engineering- Treatment Disposal Reuse*. McGraw-Hiull, Singapore, 1991, ISBN 0-07-100824-1, 1334 páginas.