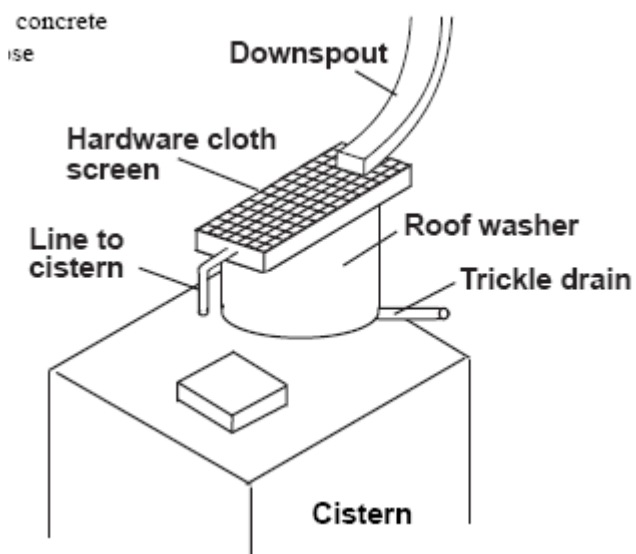


Capítulo 7

Dispositivos de autolimpeza

“A água quando percola por uma fratura de uma rocha se expande ao se congelar gerando uma pressão de 207.000 kPa (30.000 psi) suficiente para romper a mais dura das rochas”
David Maidment, 1993



Índice

Capítulo 7- Reservatório de autolimpeza

Seção	Título
7.1	Dispositivos para autolimpeza
7.2	Determinação do tamanho do reservatório de autolimpeza

Capítulo 7- Dispositivos de autolimpeza

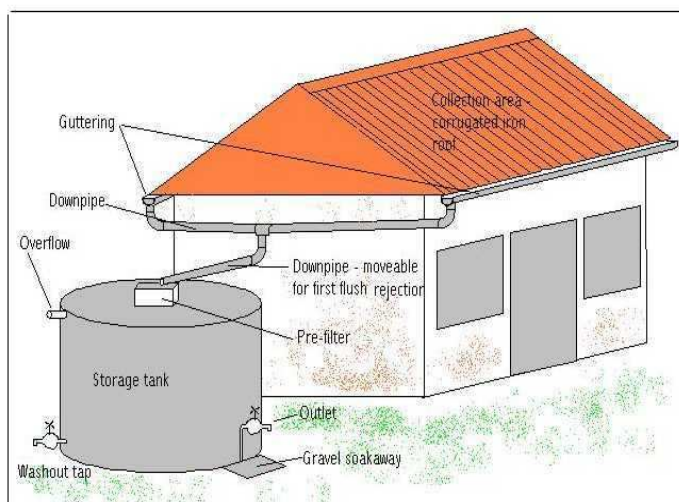
7.1 Introdução

Existem diversos dispositivos para autolimpeza. Podem ser automáticos ou não. Na Figura (7.1) temos um dispositivo de limpeza manual, que quando chove durante alguns minutos a água coletada no telhado é desviada manualmente através de tubulação móvel.

Geralmente o dispositivo de autolimpeza é uma peneira. Não confundir com filtro, devido a abertura da peneira ser grande.

Alguns chamam a autolimpeza erroneamente como um pré-tratamento.

Existem dispositivos baseados no peso da água, em bóia e no volume.



1.

Figura 7.1- Mostra a área de captação de água de chuva, as calhas, os coletores, o reservatório apoiado.

Fonte: Lanka Rainwater Harvesting Forum, Sri Lanka, 1998

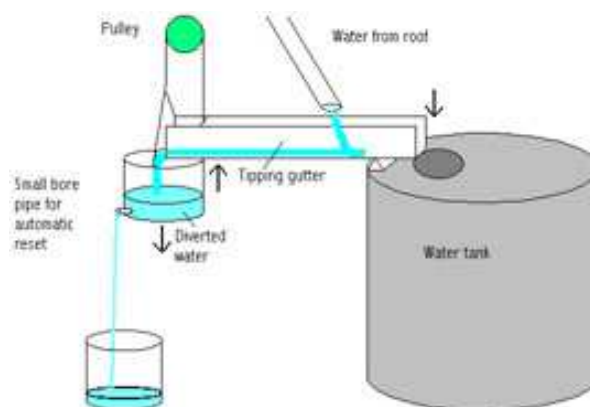


Figura 7.2- Dispositivo para autolimpeza baseado no peso

Fonte: Lanka Rainwater Harvesting Forum, Sri Lanka, 1998

Na Figura (7.2) podemos ver que quando o vasilhame a esquerda enche, a água de chuva vai para o tanque a direita.

Na Figura (7.3) quando o reservatório a esquerda enche, a bóia tapa a entrada de água e a água da chuva passa para o reservatório do lado direito.

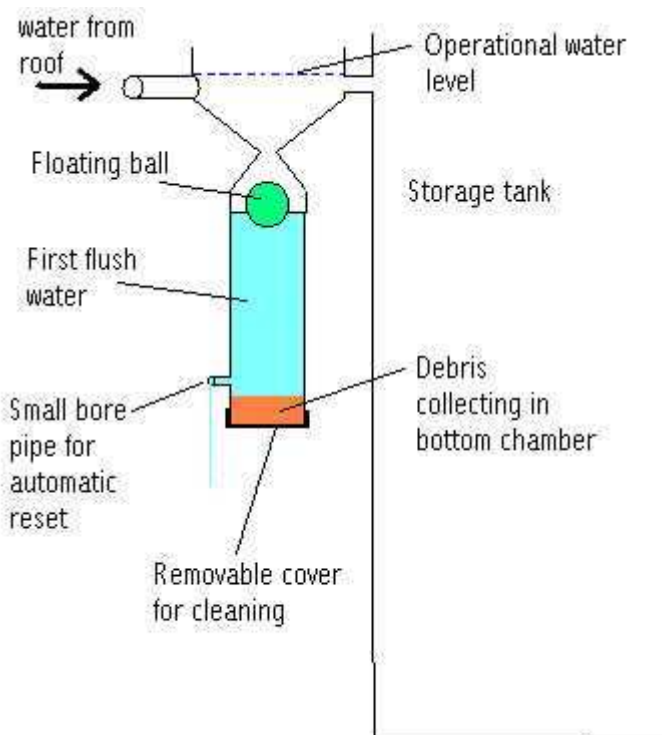


Figura 7.3- Dispositivo para autolimpeza baseado em bóia
Fonte: Lanka Rainwater Harvesting Forum, Sri Lanka, 1998

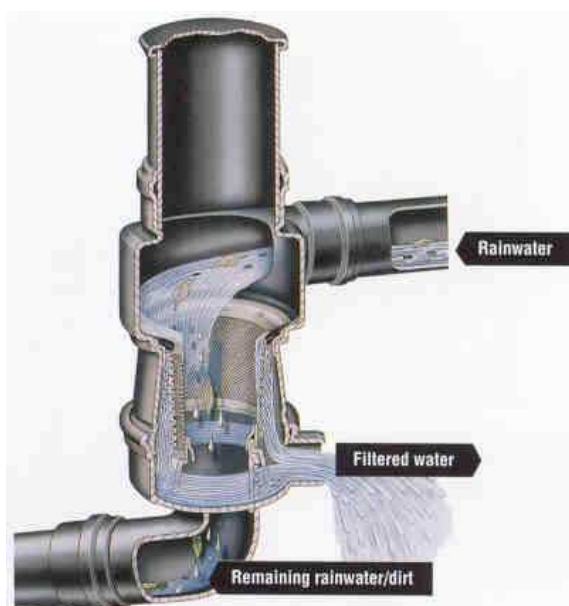


Figura 7.4 Dispositivo automático para autolimpeza da água de chuva com peneiras
Fonte: Lanka Rainwater Harvesting Forum, Sri Lanka, 1998

No dispositivo da Figura (7.4) existe uma tela na tubulação que automaticamente joga para fora as folhas e outros materiais indesejáveis.

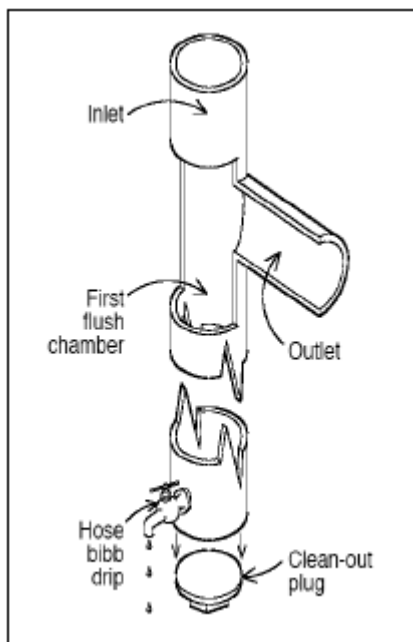


Figura 7.5- Dispositivo para *first flush*
Fonte: Texas, 2005

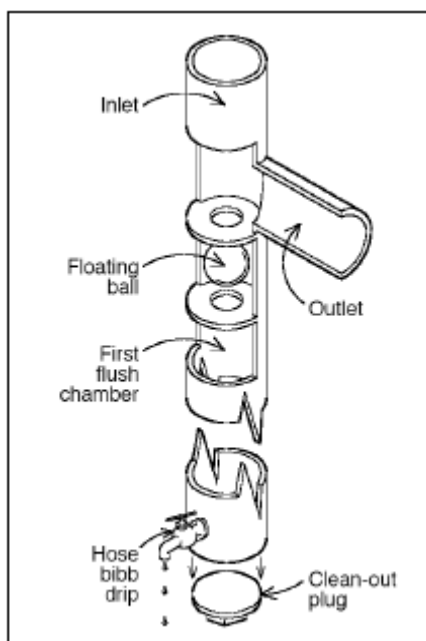


Figura 7.6- Dispositivo para *first flush* com bola
Fonte: Texas, 2005

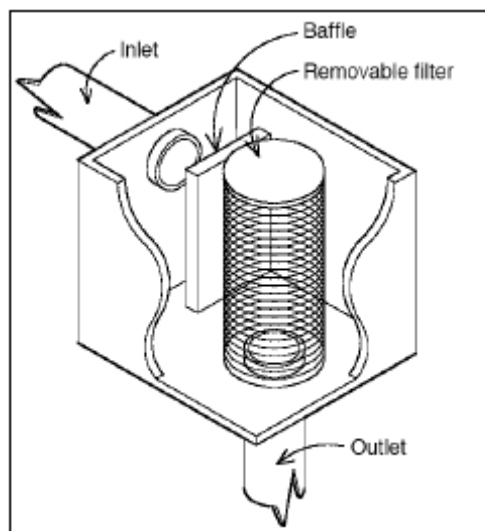


Figura 7.7- Caixa para limpeza da água do telhado com filtro de 30µm
Fonte: Texas, 2005

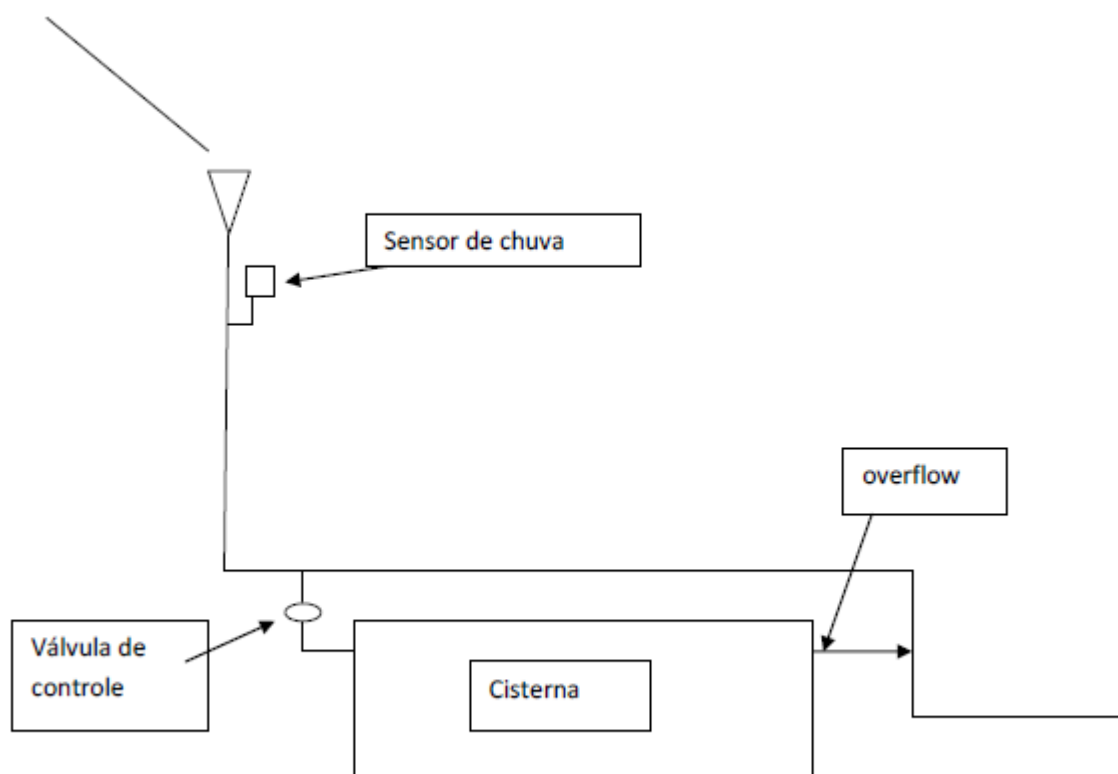


Figura 7.8- First flush com sensor de chuva e válvula de controle.
Fonte: Kinkade-Levario, Heather, 2009.

A Figura (7.8) mostra um sistema moderno para eliminar o *first flush*. É instalado um sensor de chuva que mede a quantidade de milímetros de chuva estipulada pela projetista. No começo da chuva a válvula de

controle está fechada e toda a água de chuva que lava o telhado vai ser lançada no sistema de galerias de águas pluviais. Quando o nível de água atinge, por exemplo, 2mm de precipitação a válvula de controle é aberta e toda a água de chuva vai para a cisterna.

Vamos supor que deu uma chuva e foi jogado fora o *first flush* e antes de 3 dias dê uma nova chuva, não precisa mais ser acionado o *first flush* pois o telhado já foi limpo.

Foi considerado que em 3 dias sem chuva é necessário novo *first flush*.

7.2 Determinação do tamanho do reservatório de autolimpeza

Para autolimpeza, isto é, o não aproveitamento da água de lavagem do telhado devido a impurezas, é utilizada regra prática.

Na Flórida, se utiliza 40 litros para cada 100m² para volume do reservatório de autolimpeza, ou seja, 0,4 l/m².

Segundo Dacach (1990), o reservatório de auto-limpeza deva ter capacidade para armazenar 0,8 a 1,5 L/m² de telhado.

Exemplo 7.1-

Seja um telhado com área de captação de 1600m². Considerando a intensidade de 200mm/h calcular a vazão máxima de escoamento de água pluvial que chegará ao reservatório de autolimpeza.

$$Q = I \cdot A / 60$$

$$Q = I \cdot A / 60 = 200 \text{ mm/h} \cdot 1.600 \text{ m}^2 / 60 = 5.333,33 \text{ L/min} = 88,9 \text{ L/s}$$

Portanto, a vazão máxima que chegará até a caixa de autolimpeza será de 88,9 L/s.

Nota: o exemplo não é real, pois na prática as vazões não são concentradas por diversos motivos sendo um deles a segurança de extravasamento por entupimento.

Exemplo 7.2-

Dimensionar o tamanho de um reservatório de autolimpeza para 1600m² de área de coleta de chuva.

Como adotamos 2,00L/m² de área de telhado temos que o reservatório de autolimpeza deverá possuir 3200litros ou seja 3,2m³.

Exemplo 7.3

Dimensionar o diâmetro da tubulação de saída do reservatório de autolimpeza que tem 1600litros de volume (1,6m³). Supor que a altura do reservatório seja de 1,00m.

Consideremos a equação do orifício:

$$Q = C_d A_0 (2 g h)^{0,5}$$

sendo:

Q= vazão de descarga (m³/s);

A₀ = área da seção transversal do orifício (m²);

g= aceleração da gravidade g=9,81 m/s² ;

h= altura da água sobre a geratriz superior da galeria ou da tubulação (m);

C_d= 0,62 =coeficiente de descarga do orifício (adimensional).

Consideremos que como o diâmetro da tubulação de saída será pequeno, h é praticamente a altura do reservatório de autolimpeza que é de 1,00m.

Sendo o volume do reservatório de autolimpeza de 1.600litros e considerando que este volume deverá ser esvaziado em 10min achamos:

$$Q = 1,6 \text{ m}^3 / (10 \text{ min} \times 60 \text{ s}) = 0,00266 \text{ m}^3/\text{s}$$

Há dois critérios para o calculo do orifício.

No primeiro critério tomamos a altura média= 1,00/2=0,5

Sendo a vazão Q= 0,0026673 m³/s= 0,62 . A₀ . (2 x 9,81 x 0,50)^{0,5}

Fazendo-se as contas obtemos:

$$A_0 = 0,001374\text{m}^2$$

Como Área= $\pi \cdot D^2 / 4$
 $D = (\text{área} \cdot 4 / \pi)^{0,5}$
 $D = (0,001374 \times 4 / 3,1416)^{0,5} = 0,042\text{m} = 4,2\text{cm}$
Adotamos, portanto, um tubo de saída de 1 ½ " ou de 2"

No segundo critério conservamos a altura h, mas dobramos a vazão Q.

$$Q = 2 \times 0,0026673 \text{ m}^3/\text{s} = 0,62 \cdot A_0 \cdot (2 \times 9,81 \times 1,00)^{0,5}$$
$$0,00533 \text{ m}^3/\text{s} = 0,62 \cdot A_0 \cdot (2 \times 9,81 \times 1,00)^{0,5}$$
$$A_0 = 0,00194\text{m}^2$$

Como Área= $\pi \cdot D^2 / 4$
 $D = (\text{área} \cdot 4 / \pi)^{0,5}$
 $D = (0,00194 \times 4 / 3,1416)^{0,5} = 0,05\text{m} = 5,0\text{cm}$
Adotamos, portanto, um tubo de saída de 2"
Portanto, no fundo do reservatório de autolimpeza deverá ter orifício com 2" que ficará sempre aberto.

O reservatório de autolimpeza poderá ter grades removíveis para retiradas de materiais indesejáveis no reservatório.

Para o dimensionamento do extravasor do reservatório de autolimpeza poderá ser usado fórmula de extravasor de seção circular em conduto horizontal. O extravasor deverá ter condições de conduzir a vazão máxima de acordo com a intensidade de 200mm/h.

Para o dimensionamento da tubulação de saída poderá ser usada a fórmula do orifício com $C_d=0,62$.

Exemplo 7.4-

Determinar o diâmetro da tubulação que sai do reservatório de autolimpeza e vai para o reservatório com área de captação de 1600m^2 e intensidade de chuva de 200mm/h.

Já foi determinado no Exercício (7.1) que a vazão máxima é 88,9 L/s da água de chuva que chega até o reservatório de autolimpeza. A tubulação que sai deverá ter capacidade para conduzir a mesma vazão.

Vamos usar a equação do vertedor circular em parede vertical

São raramente empregados e a fórmula é a seguinte (Vianna,1997, p. 539), tem como vantagem dispensar o nivelamento da soleira.

$$Q = 1,518 \cdot D^{0,693} H^{1,807}$$

Sendo Q em m^3/s , D e H em metros.

Considerando que $H=0,75 \cdot D$ teremos:

$$Q = 0,9 \cdot D^{2,5}$$

Sendo $Q=0,0889\text{m}^3/\text{s}$

$$D = (Q/0,9)^{0,4} = 0,396\text{m}$$

Adotamos, portanto $D=0,40\text{m}$. Portanto, a tubulação que sai do reservatório de autolimpeza deverá ser de diâmetro de 0,40m. Poder-se-ia pensar em colocar duas tubulações em paralelos, que não haveria problemas, bastando recalcular novamente para a metade da vazão.

Exemplo 7.5-

Determinar as dimensões do reservatório de autolimpeza para área de coleta de chuva de 1600m^2 , intensidade de chuva de 200mm/h, sendo adotada a taxa de um litro por metro quadrado de volume para o reservatório de autolimpeza.

Como já foi verificado o reservatório terá $1,6\text{m}^3$ de capacidade, altura de 1,00m adotada e saída de 1 ½" para a primeira água e extravasor de diâmetro de 0,40m.

Adotando seção retangular com base y e comprimento 1,68y teremos o volume:

$$\text{Volume} = 1,6 \text{ m}^3 = y \cdot 1,68 y = 1,68 y^2$$

Fazendo-se as contas obtemos $y = 0,98\text{m}$

Portanto o reservatório de autolimpeza terá 0,98m de um lado e 1,68. 0,98 = 1,65m de outro

Nota: o exemplo é só demonstrativo e não prática, pois a vazão concentrada é muito alta.

Dica: a largura da caixa de autolimpeza deverá ter no mínimo 2x D e o comprimento no mínimo de 3D.

Exemplo 7.6-

Determinar o diâmetro da tubulação de um extravasor sendo a vazão máxima de entrada no reservatório de 100 L/s.

$$Q = 1,518 \cdot D^{0,693} H^{1,807}$$

No Exercício (7.4) achamos o seguinte valor para $H=0,75.D$

$$D = (Q/0,9)^{0,4} = (0,1/0,9)^{0,4} = 0,42m.$$

Adotamos tubo de 0,40m.

Exemplo 7.7-

Determinar o diâmetro da tubulação de descarga de um reservatório com $200m^3$, altura do nível de água de 1,60m.

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

Sendo $C_d = 0,62$

$h = 1,60/2 = 0,80m$

$$Q = 0,62 \cdot A_o \cdot (2 \cdot 9,81 \cdot 0,80)^{0,5}$$

$$Q = 2,46A_o = 2,46\pi D^2/4 = 1,93.D^2$$

Considerando um esvaziamento de uma hora. Teremos, portanto:

$$Q = 200m^3 / 3600s = 0,056 L/s$$

$$Q = 1,93.D^2$$

$$0,056 = 1,93.D^2$$

$$D^2 = 0,056 / 1,93$$

$$D = 0,17m$$

Donde achamos o valor de $D = 0,20m$. Adotamos, portanto que a tubulação de descarga deverá ter diâmetro de 0,20m.

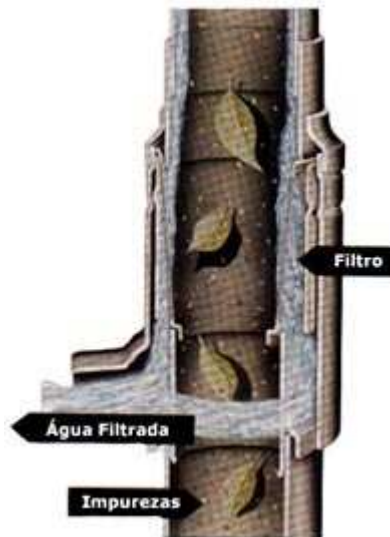


Figura 7.8 – Dispositivo automático para autolimpeza da água de chuva com peneiras da firma Aquastock para área até $150m^2$ que retêm partículas acima de 0,28mm nos diâmetros de 75mm , 80mm e 100mm.

Fonte: Aquastock



Figura 7.9- Dispositivo automático para autolimpeza da água de chuva com peneiras Vortex da Aquastock para área de 200m², 500m² e 3000m³.

Exemplo 7.8

Dada a vazão no coletor horizontal de PVC com declividade de 0,5% e diâmetro de 300mm e vazão de 3.333 L/min ($0,056\text{m}^3/\text{s}$). Achar a altura h_1 do tubo de saída de diâmetro de 300mm.

Aplicando a equação do orifício chegamos na equação:

$$h_1 = (0,22 \times Q^2 / D^4)$$

Sendo:

h_1 = altura sobre a geratriz superior do tubo (m)

Q = vazão no tubo (m^3/s)

D = diâmetro do tubo (m)

$$h_1 = (0,22 \times Q^2 / D^4)$$

$$h_1 = (0,22 \times 0,056^2 / 0,30^4) = 0,09\text{m}$$

Portanto, o nível de água de saída deverá estar acima do tubo em 0,09m.

Exemplo 7.9

Calcular o diâmetro do orifício de saída d_s para a altura $h=1,00\text{m}$ para área de telhado de 1000m^2 e *first flush* de $P=2\text{mm}$.

$$V = A \times P / 1000 = 1000\text{m}^2 \times 2\text{mm} / 1000 = 2\text{m}^3$$

$$Q_o = V / (10\text{min} \times 60\text{s}) = 2\text{m}^3 / (10\text{min} \times 60\text{s}) = 0,0033\text{m}^3/\text{s}$$

$$d_s = (0,81 \times Q_o^{0,5}) / h^{0,25}$$

Sendo:

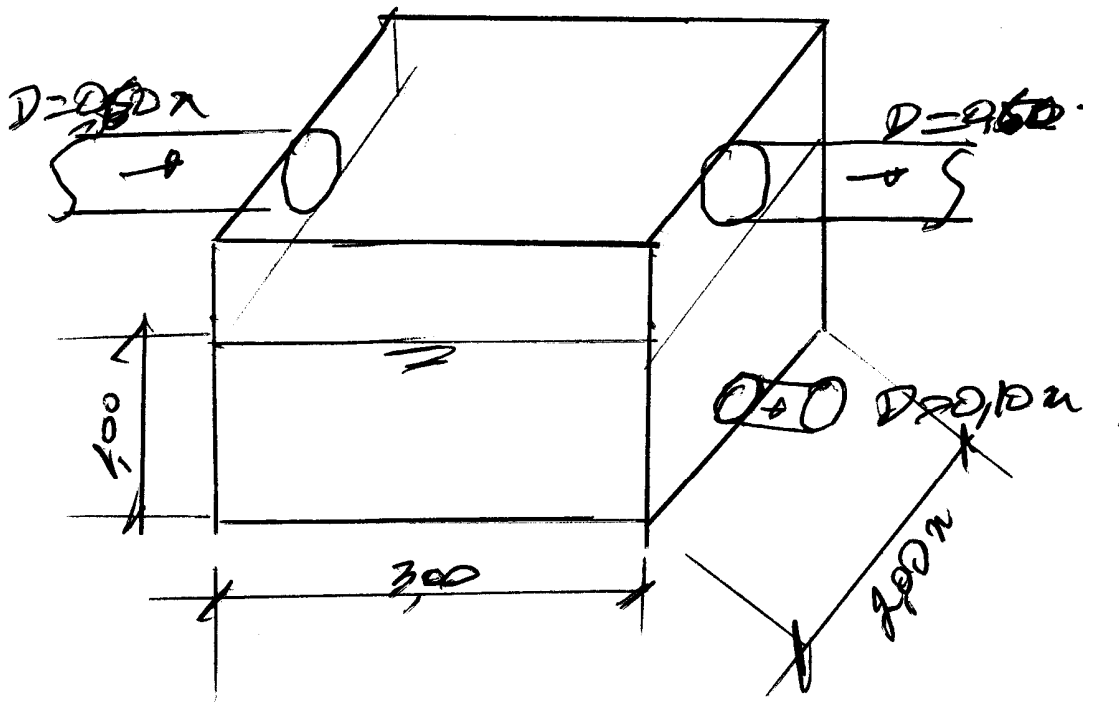
d_s = diâmetro do orifício de saída (m)

Q_o = vazão de saída (m^3/s)

h = altura do nível de água máximo do reservatório (m)

$$d_s = (0,81 \times Q_o^{0,5}) / h^{0,25}$$

$$d_s = (0,81 \times 0,0033^{0,5}) / 1,0^{0,25} = 0,06\text{m}. \text{ Adoto } d_s = 0,05\text{m}$$



7.3 Bibliografia e livros consultados

-KINKADE-LEVARIO, HEATHER. *Design for water*. New Society Publishers, Canada, 2009, 234 páginas.