

Capítulo 01-Remoção de sedimentos em bacias de detenção estendida conforme Papa, 1999.

1.1 Introdução

A bacia de detenção estendida é aquela projetada para deter vazões de pico de enchentes e só deixar passar a vazão de pré-desenvolvimento e melhorar a qualidade das águas pluviais. O reservatório se enche e depois esvazia num tempo determinado pelo projetista ficando depois vazio. O tempo de detenção de modo geral está entre 24h a 48h. e o período de retorno usado varia de 10anos a 25anos.

1.2 Eficiência da remoção

Para a eficiência vamos mostrar a conhecida equação de Fair e Geyer, 1954:

$$\eta = 1 - \left[\left(1 + \frac{V_s}{n \times Q/A} \right) \right]^{-n}$$

Sendo:

η = eficiência dinâmica da deposição para remoção de sólidos em suspensão (fração que varia de 0 a 1)

V_s = velocidade de sedimentação (m/h)

n = fator de turbulência de Fair e Geyer, 1954 sendo usualmente admitido $n=3$ para “boa performance”

Q = vazão no reservatório (m^3/h). Geralmente é a vazão de saída de pré-desenvolvimento.

A = área da superfície do reservatório (m^2)

Podemos ainda fazer:

$$Q/A = h_A / t_s$$

Sendo:

h_A = profundidade do reservatório (m)

t_s = tempo médio de detenção (h)

t_d = tempo de esvaziamento do reservatório quando está cheio e não há vazão de entrada até estar completamente vazio (h)

O t_s médio de detenção das águas pluviais no reservatório é aproximadamente a média de dois extremos ($t_s=0$ e t_{smax}):

$$t_s = (1/2) \times t_d$$

Fazendo as substituições temos:

$$\eta = 1 - \left[\left(1 + \frac{V_s}{n \times Q/A} \right) \right]^{-n}$$

$$\eta = 1 - \left[\left(1 + \frac{V_s}{n \times h_A / t_s} \right) \right]^{-n}$$

$$\eta = 1 - \left[\left(1 + \frac{V_s \times t_d}{2 \times n \times h_A} \right) \right]^{-n}$$

A última equação vale para uma determinada velocidade de sedimentação V_s , mas para todas temos que fazer a somatória para se obter a eficiência global E_d .

É importante observar que na equação abaixo já está multiplicada pela fração F_i .

$$E_d = \sum F_i \left\{ 1 - \left[\left(1 + \frac{V_{si} \times t_d}{2 \times n \times h_A} \right) \right]^{-n} \right\}$$

Sendo:

F_i = as frações da porcentagem das partículas (0,20; 0,10; 0,10;0,20;0,20;0,20)

Exemplo 1.1

Calcular a remoção de TSS de uma área de 100ha com dados de pesquisas do Canadá, 1994 com área impermeável de 60% onde se calculou um **reservatório de detenção estendido** com 14.800m³, diâmetro da tubulação de saída adotado de D=0,30m. Profundidade de 1,40m e área as superfície de 10.571m².

Tempo de esvaziamento

$$t = [2 \cdot A_s \cdot (y_1^{0,5} - y_2^{0,5})] / [C_d \cdot A_o \cdot (2 \cdot g)^{0,5}]$$

Cd=0,62

y₁=1,40m

A_o= π x D²/4= 3,1416/ 0,302/4=0,070686m²

A_s=10571m²

$$t = [2 \times 10571 (1,4^{0,5} - 0^{0,5})] / [0,62 \times 0,070686 \times (2 \times 9,81)^{0,5}] = 128,870s = 35,8h$$

Nota: achamos o tempo de esvaziamento t=35,8h que é maior que 24h. Caso queiramos valor mais próximo de 24h adotariamos D=0,35m.

$$E_{di} = F_i \{ 1 - [(1 + (V_{si} \times t_d) / (2 \times n \times h_A))]^{-n}$$

Para a primeira linha F_i=0,20 (20%)

$$E_{di} = 0,20 \{ 1 - [(1 + (0,000914 \times 35,8) / (2 \times 3 \times 1,40))]^{-3}$$

$$E_{di} = 0,0023$$

Tabela 1.1- Resumo dos cálculos baseado em dados de Ontário

Fração	(%) de massa de partículas	V _s velocidade de sedimentação	tempo de esvaziamento t _d	n	Profundidade reservatório h _A	Eficiência por fração
(mm)	(%)	(m/h)	(h)		(m)	TSS
≤ 20mm	20	0,000914	35,8	3	1,4	0,0023
20<x≤40	10	0,0468	35,8	3	1,4	0,0420
40<x≤ 60	10	0,0914	35,8	3	1,4	0,0627
60<x≤ 0,13	20	0,457	35,8	3	1,4	0,1922
0,13<x≤ 0,40	20	2,13	35,8	3	1,4	0,1998
0,40<x≤ 4,0	20	19,8	35,8	3	1,4	0,2000
Total=	100				Soma=Ed=	0,6991
					Eficiência=	69,91

Conclusão: a eficiência na remoção do reservatório de detenção estendido é a soma da eficiência das frações: 69,91%

Exemplo 1.2

Calcular a remoção de TSS de uma área de 100ha com dados de pesquisas nos Estados Unidos, 1986, com área impermeável de 60% onde se calculou um **reservatório de detenção estendido** com 14.800m^3 , diâmetro da tubulação de saída adotado de $D=0,30\text{m}$. Profundidade de $1,40\text{m}$ e área superfície $A_s=10.571\text{m}^2$.

Nota: a diferença entre este exemplo e o anterior são as velocidades de sedimentação.

Tabela 1.2- Resumo dos cálculos baseado em dados de USA, 1986

Fração	(%) de massa de partículas	Vs velocidade de sedimentação	tempo de esvaziamento td	n	h_A	Eficiência por fração
	(%)	(m/h)	(h)		(m)	
1	20	0,0009	35,8	3	1,4	0,0023
2	20	0,09	35,8	3	1,4	0,1245
3	20	0,45	35,8	3	1,4	0,1919
4	20	2,1	35,8	3	1,4	0,1998
5	20	19,5	35,8	3	1,4	0,2000
Total=	100				Soma=Ed=	0,7185
					Eficiência=	71,85

Conclusão: a eficiência na remoção do reservatório de detenção estendido é de 71,85%

1.3 Bibliografia e livros consultados

- HAAN, C.T. et al. *Design Hydrology and sedimentology for small catchments*. Academic Press, 1994, 588páginas, ISBN 13:978-0-12-312340-4
- PAPA, FABIAN et al. *Detention time selection for stormwater quality control ponds*. 31/july/1999. Can. J. Civ. Eng. 26:72-82 (1999).
- RINKER, 2004. *Particle size distribution (PSD) in stormwater runoff*.
http://www.rinkermaterials.com/ProdsServices/downloads/InfoBriefs_Series/IS%20601%20Particle%20Size%20Distribution%20_PSD_%20in%20Stormwater%20Run.pdf
- TOMAZ, PLINIO. *Poluição Difusa*. Navegar Editora, 2006.
- USEPA. *Methodology for analysis of detention basins for control for urban runoff quality*. EPA 440/5-87-001 setembro 1986. Coordenado por Eugene D. Driscoll baseado n as pesquisas de Dominic M. DeToro e Mitchell Small.
- USEPA. *Stormwater Best management practice design guide*. Volume 2- Vegetative biofilters. EPA/600/R-04/121A setembro 2004.
- USEPA. *Stormwater Best management practice design guide*. Volume 3- Basin Best management practices. EPA/600/R-04/121B setembro 2004.
- USEPA. *Stormwater Best management practice design guide*. Volume 1- General Considerations EPA/600/R-04/121 setembro 2004.