

Que altura devem ter os Filtros Biológicos?

MAX LOTHAR HESS

Engenheiro consultor — S. Paulo

1. O OCASO DO FILTRO BIOLÓGICO

Apesar dos repetidos melhoramentos sofridos pelos filtros biológicos desde o seu aparecimento na Inglaterra, em 1893, é forçoso reconhecer que êstes, dia a dia, perdem terreno para outros processos de tratamento secundário de efluentes, especialmente para os lodos ativados, tanto naquilo que se refere ao custo inicial da obra, quanto no que concerne às despesas de operação e manutenção. Já ninguém mais discute o grau de depuração que é possível obter com cada um desses processos: os resultados alcançados com os filtros biológicos estão muito aquém dos conseguidos com os lodos ativados, e por mais que se tenha pesquisado e tentado neste sentido, presentemente não há esperanças de que se possa melhorar significativamente a atual eficiência dos filtros.

Ao que indicam as tendências do desenvolvimento da moderna técnica de tratamento de esgotos nos países mais avançados no campo do saneamento urbano, deve-se acreditar que os filtros biológicos estão fadados a irem ocupar em futuro não muito distante um lugar muito apagado entre os processos de tratamento secundário, assim como o são hoje os filtros intermitentes de areia, os leitos de contacto e as rodas de Sheffield.

Entretanto, mesmo que isto aconteça, é de se esperar que os filtros biológicos continuem a ser adotados com

prêdileção por muitos sanitaristas, principalmente em certos casos específicos. Em cidades muito pequenas, de menos de 5000 habitantes, dar-se-á preferência às lagoas de estabilização, ou aos valos de oxidação; em cidades maiores, bafejadas pelo progresso, em que se possa contar com a compreensão das autoridades municipais, com mais de 20 ou 30 000 habitantes, deverão imperar as novas modalidades de lodos ativados. E entre êsses dois limites terão boa oportunidade de subsistir os filtros biológicos, ao lado dos demais processos. É ainda em terrenos acidentados, onde sejam impraticáveis as lagoas, e onde se poderá prescindir de operações de recalque, que os filtros biológicos levarão a palma por muito tempo às outras modalidades de tratamento por oxidação bioquímica.

Assim sendo, não é demais abordar um ponto controvertido da técnica de dimensionamento dessas unidades: a determinação da altura do meio filtrante.

2. VOLUME DO MATERIAL FILTRANTE.

A determinação dêste dado não tem apresentado maiores dificuldades, mormente em se tratando de despejos domésticos. Encontrada a quantidade total diária de BOD do efluente primário, basta dividi-la pela taxa volumétrica de aplicação para obter o volume de material filtrante. Como expusemos

em artigo anterior*), esta taxa varia entre 500 e 1500 gramas de BOD por m^3 de meio filtrante e por dia, sendo comum a de $875 \text{ g}/m^3/\text{dia}$, equivalente a 25 habitantes por m^3 .

Encontrado o volume, resta determinar a área do filtro, em planta, e conseqüentemente a altura do meio.

3. TAXA DE APLICAÇÃO SUPERFICIAL

Este valor permite que se determine a área que o filtro deverá ocupar em planta, uma vez conhecida a vazão do efluente primário. A taxa de aplicação por unidade de superfície é, entretanto, um dos dados que maior dispersão tem apresentado na literatura especializada, variando de autor para autor entre limites amplos, traduzindo com isso a incerteza que há no assunto. Ainda hoje são empregadas nos Estados Unidos da América do Norte taxas com uma tal variedade de valores, que obrigam o projetista menos avisado a adotar alguma delas ou por simpatia pessoal ou por sorteio. Babbit, por exemplo, cita valores entre 0,15 e $4,88 \text{ m}^3/m^2/\text{hora}$ (estamos sempre referindo-nos apenas a filtros biológicos de alta capacidade), recomendando, entretanto, que seja escolhida uma taxa mínima de $0,4 \text{ m}^3/m^2/\text{hora}$. Keefer fala em taxas entre 0,4 e $1,2 \text{ m}^3/m^2/\text{hora}$. Hardenbergh cita taxas entre 0,4 e $1,2 \text{ m}^3/m^2/\text{hora}$, fazendo ainda distinção entre Bio-, Accelo- e Aero-filtros.

E agora?

Vejamos inicialmente qual a importância dessa indecisa taxa de aplicação de efluente primário por unidade de superfície do filtro. Já sabemos que, pelo metabolismo dos microrganismos, se formam no interior do filtro, entre outros, sólidos sedimentáveis que vão ser

retidos no decantador secundário. A tendência desses sólidos, todavia, é de se depositarem já no próprio lugar de sua formação, ou seja, sobre a película gelatinosa que recobre as pedras do meio filtrante. Como é sabido de sobejo, é o que acontece sempre nos filtros biológicos de baixa capacidade, cujo efluente é relativamente pobre em sólidos sedimentáveis na maior parte do tempo, apresentando o fenômeno de descargas periódicas desse material, por meio de um mecanismo já conhecido, mas que não cabe discutir aqui. Isto explica porque os filtros biológicos de baixa capacidade costumam ser pelo menos cinco vezes maiores do que os de alta capacidade: é que devem abarcar uma quantidade de interstícios capaz de armazenar durante muitos meses o lodo formado, e que não consegue ser carregado para o exterior.

A técnica da "lavagem" desses filtros de baixa capacidade trouxe à luz, há pouco mais de 20 anos, os filtros biológicos de alta capacidade. Esta "lavagem", inicialmente feita por alguns pesquisadores com jatos de água limpa, hoje costuma ser feita através do distribuidor rotativo por quantidades mais ou menos volumosas de efluente final da estação, ou mesmo por efluente primário ou pelo próprio efluente do filtro, mediante recirculação, quando necessário, de tal forma que se precipite no interior do meio filtrante uma chuva de intensidade suficiente para haver erosão, isto é, para que os sólidos sejam arrastados para o fundo do filtro, e daí para fora do mesmo.

Os filtros alemães são representativos da lavagem com efluente primário, sem recirculação; os Bio-filtros americanos, o são da lavagem com efluente primário e recirculação do efluente do filtro através do decantador primário; os Aero-filtros, da lavagem pela recirculação de parte do efluente final; e os Accelo-filtros, da lavagem com recircu-

(*) Max Lothar Hess: "Principais diferenças entre filtros biológicos de alta capacidade americanos e alemães". Revista DAE, n.º 35 (outubro de 1959).

lação de uma parte do efluente não decantado do próprio filtro.

Isto pôsto, podemos definir a taxa de aplicação a ser adotada, como sendo a intensidade de uma chuva suficiente para manter o filtro desobstruído, e em lugar de medi-la como os meteorologistas, em litros por hectare por segundo, expressá-la-emos em metros cúbicos por metro quadrado por hora. Mas quantos? É o que veremos a seguir.

Em 1936, o sanitarista norte-americano H. O. Halvorson chegou à conclusão de que, conquanto a taxa de aplicação por unidade de superfície não alterasse significativamente a eficiência do filtro biológico, deveria ser adotado um valor mínimo de $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hora}$, a fim de que se mantivessem vazios os interstícios entre as pedras do meio. Outros autores fixam êste valor em $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hora}$, mas está provado à saciedade que a razão pertence a Halvorson, pois na maioria dêstes casos em que são adotadas taxas menores, há aparecimento de fenômenos indesejáveis, como a formação de poças superficiais, mau cheiro devido à decomposição de sólidos não eliminados, efluente de côr escura, com materiais não sedimentáveis em suspensão, e outros inconvenientes menores.

Analisando os bons resultados obtidos no mundo inteiro, pode-se afirmar categoricamente que a taxa de Halvorson, de $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hora}$ é o mínimo valor desejável, e daí para cima não há mais limitação. Afirma Imhoff, em consequência de experiências feitas por Schulz em Leipzig, que, quanto maior a taxa, tanto melhor o resultado.

4. ALTURA DO FILTRO

Uma vez admitida a taxa de aplicação superficial, é óbvio que, dividindo-se por esta a vazão do efluente primário, obter-se-á a área do filtro em planta, e dividindo-se por esta última

o volume já determinado, do meio filtrante, resultará a altura dêste.

Nos filtros em que se emprega a recirculação, a vazão recirculada deve ser somada à vazão do efluente primário, seja qual fôr a origem do líquido nela empregado, donde se depreende que, quanto maior a relação de recirculação, maior poderá ser a área, e portanto menor a altura. Inversamente, se por qualquer razão fôr limitada a altura do filtro, a taxa mínima de aplicação poderá ser alcançada mediante a recirculação.

5. APLICAÇÃO PRÁTICA

Se denominarmos de V o volume do filtro, de s a taxa de aplicação por unidade de superfície, e de Q a vazão do efluente, a área do filtro será dada por

$$A = \frac{Q}{s}$$

e a altura, por

$$h = \frac{V}{A} = \frac{Vs}{Q}$$

Adotando-se uma taxa de aplicação volumétrica de n habitantes por unidade de volume de meio filtrante, o volume dêste será, para a população P :

$$V = \frac{P}{n}$$

A vazão média horária Q será, admitindo-se um consumo q de água por habitante e por dia, dos quais a fração c volta aos coletores de esgôto:

$$Q = \frac{qcP}{24}$$

Finalmente a altura do meio será dada por

$$h = \frac{Ps}{n} \cdot \frac{24}{qcP} = \frac{24s}{nqc}$$

Em particular, se:

$$s = 0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$$

$$n = 25 \text{ habitantes}/\text{m}^3 \text{ de material filtrante}$$

$$q = 0,2 \text{ m}^3/\text{habitante}/\text{dia}$$

$$c = 0,85,$$

então

$$h = \frac{24 \times 0,8}{25 \times 0,2 \times 0,85} = 4,5 \text{ metros.}$$

Quando se adota a recirculação com relação r entre a vazão recirculada e a vazão sem recirculação, a expressão da altura será, evidentemente

$$h = \frac{24s}{nq(1+r)c}$$

Com os dados anteriormente adotados, e mais a relação de recirculação igual à unidade (vazão recirculada igual à vazão sem recirculação, isto é, vazão duplicada), a altura do meio será de apenas 2,25m.

Quando entre os dados figura a carga diária de BOD em lugar da população servida, n indicará o número de equivalentes-habitante, sendo um equivalente-habitante igual a 35 g BOD/dia.

Abster-nos-emos de discutir aqui a expressão de h acima encontrada, pois as conclusões interessantes que se podem deduzir são imediatas.

6. CONCLUSÕES.

Pelo visto, não se justifica adotar uma altura arbitrária para o meio filtrante, quando há recursos para calculá-la a partir de dados comuns. A altura do meio, nas condições brasileiras, deverá estar em volta de 4 metros quando

se quiser evitar a recirculação — solução esta que deverá ser sempre preferida em benefício da economia de construção e da simplicidade de operação — podendo entretanto ser diminuída à vontade por meio da recirculação, caso seja necessário ou conveniente.

RESUMO

É deduzida uma expressão com a qual é possível determinar a altura do meio filtrante de filtros biológicos de alta capacidade. É discutida a taxa de aplicação de efluente por unidade de superfície. Dá-se um exemplo prático.

SUMMARY

A formula is presented which enables the determination of high-rate trickling filter media depth from data commonly found. The dosing rate is discussed. An example of computation is given.

7. BIBLIOGRAFIA.

- K. Imhoff: "Wie hoch macht man biologische Tropfkörper?" — Gesundheits-Ingenieur, n.º 3/4 (1953).
- K. Imhoff: Taschenbuch der Stadtentwässerung, 17.ª edição (1958).
- H. E. Babbit: Sewerage and Sewage Treatment, 7.ª edição (1953).
- W. A. Hardenbergh: Sewerage and Sewage Treatment, 3.ª edição (1950).
- C. E. Keefer: Sewage Treatment Works, 1.ª edição (1940).