

LAGOAS DE MATURAÇÃO

ASPECTOS GERAIS

Tipo de lagoa que recebe um afluente cuja DBO está praticamente estabilizada e o oxigênio dissolvido se faz em toda a massa líquida.

⇒ Objetivos

- ⇒ Remoção de patogênicos
- ⇒ Remoção de nitrogênio e fósforo

⇒ Principais elementos atuantes

- ⇒ Oxigênio dissolvido
- ⇒ Temperatura e insolação
- ⇒ Grande zona fótica – radiação UV todo perfil vertical
- ⇒ Altos valores de pH
- ⇒ Escassez de alimentos
- ⇒ Predatismo

LAGOAS DE MATURAÇÃO

DESCRIÇÃO DO PROCESSO

As lagoas de maturação constituem um pós-tratamento de processos que objetivem a remoção da DBO, sendo usualmente projetadas como uma série de lagoas, ou como uma lagoa única com divisões por chincanas. A eficiência na remoção de coliformes é bastante elevada frente aos principais elementos atuantes.

⇒ Microorganismos patogênicos

- ⇒ ambiente ideal é o trato intestinal humano
- ⇒ tendência de morte – rede, sistema tratamento, no corpo receptor
- ⇒ eliminação total: helmintos, cistos

⇒ Profundidade

- ⇒ Baixa → favorecer mecanismos atuantes

LAGOAS DE MATURAÇÃO

ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO EFLUENTE DE COLIFORMES

⇒ Cálculo da contagem de coliformes no efluente

Mod. Hidráulico	Fórmula	Onde:
Fluxo em pistão	$N = N_0 e^{-k_b \cdot t}$	N_0 = contagem de coliformes afluente (NPM/100 mL) N = contagem de coliformes efluente (NPM/100 mL)
Mistura completa	$N = \frac{N_0}{1 + k_b \cdot t}$	K_b = constante de decaimento bacteriano (d^{-1}) t = tempo de detenção total (d) n = número de lagoas em série
Mistura completa em série	$N = \frac{N_0}{\left(1 + k_b \cdot \frac{t}{n}\right)^n}$	d = número de dispersão D = coeficiente de dispersão longitudinal (m^2/d) U = velocidade média de percurso no reator (m/d) L = comprimento do percurso longitudinal no reator (m)
Fluxo disperso	$N = N_0 \cdot \frac{4ae^{\frac{1}{2}d}}{(1+a)^2 e^{\frac{3}{2}d} - (1-a)^2 e^{-\frac{3}{2}d}}$ $a = \sqrt{1 + 4k_b \cdot t \cdot d}$ $d = \frac{D}{U \cdot L} = \frac{D \cdot t}{L^2}$	

Eficiência: fluxo pistão > lagoas em série > fluxo disperso > mistura completa

LAGOAS DE MATURAÇÃO

ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO EFLUENTE DE COLIFORMES

⇒ Elevadas remoções

- ⇒ Adoção de células (lagoas) em séries
- ⇒ Fluxo em pistão

⇒ Regimes hidráulicos idealizados

Volumes relativos necessários para se atingir uma determinada eficiência de remoção, em função do número de reatores de mistura completa em série.

Lagoas série (#)	Volume relativo ($k_b \cdot t$)			
	E = 90 %	E = 99 %	E = 99,9 %	E = 99,99 %
1	9,0	99	999	9999
2	4,3	18	61	198
3	3,5	11	27	62
4	3,1	8,6	18	36
5	2,9	7,6	15	27
∞ (f. pistão)	2,3	4,6	6,9	9,2

$K_b \rightarrow$ Volume total (cálculo de $t \rightarrow V = t \cdot Q$) Exemplo: $k_b = 1,5 d^{-1}$

LAGOAS DE MATURAÇÃO

5

ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO EFLUENTE DE COLIFORMES

⇒ Regime hidráulico de fluxo disperso

- ⇒ Elevadas eficiências (> 99,9) – t não excessivos
- Número de dispersão (d) < 0,3 (preferencialmente < 0,1)



Relação (L/B) superior a 5

- ⇒ Relação L/B para lagoas com divisórias internas
- Divisórias paralelas à largura (B) $\frac{L}{B} = \frac{B}{L}(n+1)^2$
- Divisórias paralelas ao comprimento (L) $\frac{L}{B} = \frac{L}{B}(n+1)^2$

L = comprimento da lagoa (m)

B = Largura da lagoa (m)

N = número de divisórias internas

LAGOAS DE MATURAÇÃO

6

ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO EFLUENTE DE COLIFORMES

⇒ Coeficiente de decaimento bacteriano - k_b

- ⇒ Valores apresentados na literatura 0,5 – 2,6 d⁻¹
- ⇒ Evidências valores sejam mais próximos a 1,0 d⁻¹
- ⇒ Valores sugeridos em função regime hidráulico

Lagoa	Faixa profundidade (m)	K_b (d ⁻¹) Mistura completa	K_b (d ⁻¹) Fluxo disperso
Facultativa	1,5 – 2,5	0,4 – 1,0	0,2 – 0,4
Maturação	0,8 – 1,4	0,5 – 2,5	0,3 – 0,8

Valores expressos para 20° C (temperatura do líquido)

- ⇒ Mistura completa **menos indicado** (apenas L/B = 1)

$$\Rightarrow k_{bT} = K_{b20} \cdot \theta^{(T-20)} \quad \theta = 1,07$$

LAGOAS DE MATURAÇÃO

7

CRITÉRIOS DE PROJETO

⇒ Regime hidráulico indicado – (elevadas eficiências)

- ⇒ Fluxo em pistão: percurso predominantemente longitudinal, que pode ser alcançado numa lagoa com chicanas através de defletores que fornecem um percurso em zig-zag.
- ⇒ Lagoas em série: preferencialmente 3 ou mais.

⇒ Profundidade

- ⇒ Baixas (radiação solar, fotossíntese, elevação pH)
- ⇒ Faixa: 0,8 – 1,5 m

⇒ Observância de outros critérios

- ⇒ Tempo de detenção mínimo de 3 dias em cada lagoa
- ⇒

LAGOAS DE MATURAÇÃO

8

DIMENSIONAMENTO

- ⇒ Adotar configuração (n lagoas em série, uma lagoa chicanas)



$$V = t \cdot Q$$

- ⇒ Adotar um tempo de detenção
- ⇒ Adotar profundidade → Cálculo da área

Exemplo:

Dimensionar um sistema de lagoas de maturação para tratar os efluentes de um sistema de lagoas facultativas, com as seguintes características:

- ⇒ População: 20.000 habitantes
- ⇒ Vazão afluente: 3000 m³/dia
- ⇒ Temperatura: 23° C (líquido)
- ⇒ Lagoa facultativa
 - Número de lagoas: 2
 - Comprimento de cada lagoa: L = 269 m
 - Largura: B = 108 m
 - Profundidade: H = 2,0 m