

Novos aspectos na operação de filtros biológicos(*)

Sandra Maria Furiam Dias (**)
Amadeu da Rocha Freitas (***)
Luiz Olinto Monteggia (****)

RESUMO

Operou-se um filtro biológico piloto usando esgoto doméstico proveniente de um decanto-digestor. Na primeira fase de operação o afluente ao filtro passou por um processo de aeração. Foram usadas quatro taxas de aplicação e verificada a influência da temperatura sobre a remoção de DBO e a possibilidade de ser o oxigênio o fator limitante na remoção do substrato. Na segunda fase de operação o filtro biológico piloto foi operado com duas taxas de recirculação e três taxas de aplicação, e verificado seu desempenho. Outras informações como a influência do tempo de detenção, das taxas de recirculação, da presença de ABS, das taxas de aplicação sobre o desempenho do filtro, foram também encontradas nas duas fases de operação.

1 — INTRODUÇÃO

No estudo do efeito da temperatura na remoção do substrato em filtros biológicos (6) foram encontrados resultados que não iam ao encontro da afirmação clássica do aumento da eficiência com o aumento da temperatura. Como os esgotos tratados eram provenientes de um tanque Imhoff, com concentrações de oxigênio próximas de zero, foi sugerido o enriquecimento dos esgotos com oxigênio para que em condições de clima tropical houvesse maior eficiência dos filtros biológicos.

Nesse sentido os esgotos foram aerados antes da alimentação da coluna-piloto e verificada a influência da temperatura na remoção de DBO₅ bem como o seu desempenho a quatro taxas de aplicação.

(*) Trabalho apresentado ao 12.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental — Camboriú, SC, 25 a 30-11-83 - Abes.

(**) Mestre em engenharia civil - IPH/UFRGS.

(***) Doutor em engenharia sanitária — IPH/UFRGS.

(****) Mestre em engenharia civil - IPH/UFRGS.
IPH/UFRGS: Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Caixa Postal 530 - Porto Alegre, RS.

Em outra etapa distinta foi realizado o estudo do desempenho do filtro biológico com recirculação.

2 — MECANISMO DE REMOÇÃO DE DBO PELOS FILTROS BIOLÓGICOS

A redução de DBO em um filtro biológico pode ser considerada como três

atividades simultâneas (4):

1. A transferência do oxigênio da fase gasosa para e através do líquido para a colônia de bactérias da superfície do meio.

2. A transferência dos componentes orgânicos da fase líquida para a colônia de bactérias da superfície do meio.

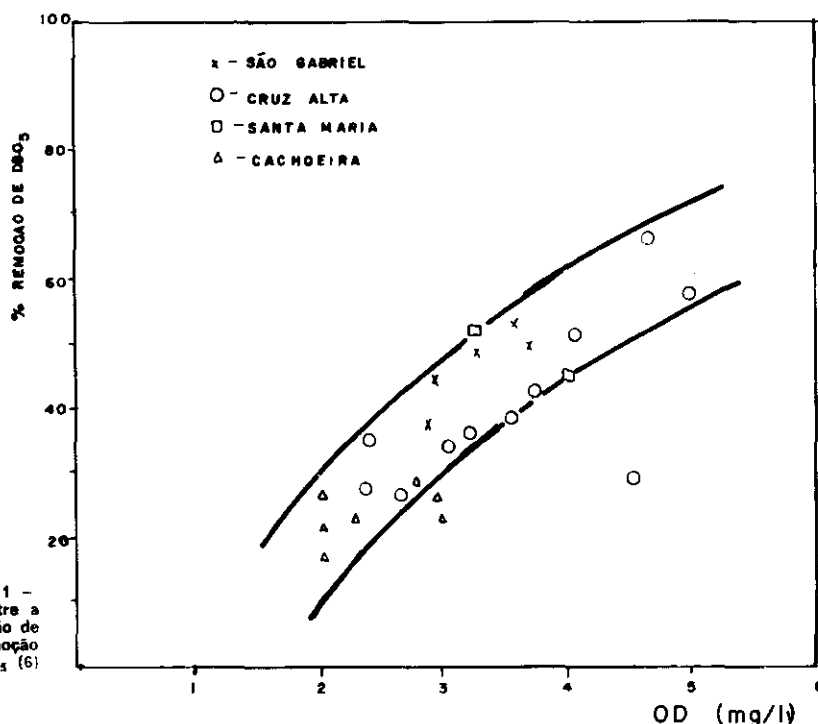


Figura 1 - Relação entre a concentração de OD e a remoção de DBO₅ (6)

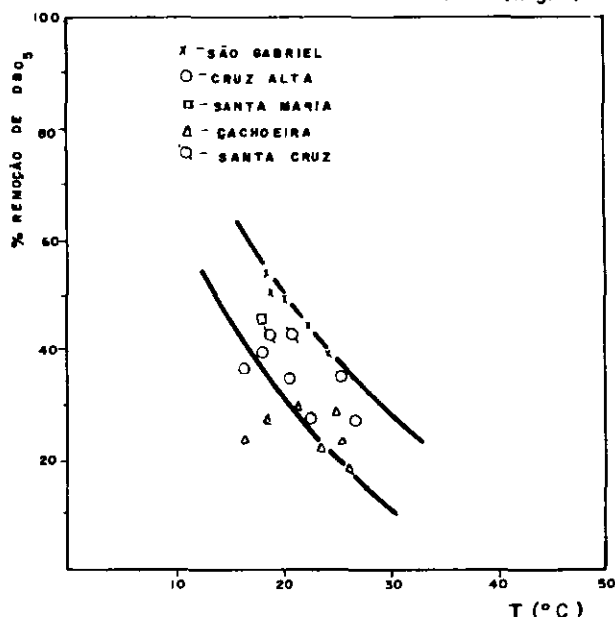


Figura 2 - Efeitos da temperatura sobre a remoção de DBO₅ (6)

3. A cinética das reações bioquímicas que reduzem a DBO do esgoto.

Vários autores tentam explicar o mecanismo da purificação dos esgotos nos filtros biológicos. Modelos matemáticos com reações de primeira e segunda ordem têm sido desenvolvidos, bem como a combinação desses com o conceito de transporte de massa.

Alguns autores encontraram que o oxigênio é o fator que limita o processo. Outros defendem a hipótese de que o transporte de massa é o fator limitante.

No levantamento dos filtros biológicos do Rio Grande do Sul e estudo em escala-piloto de filtros biológicos realizado por Suschka e Correa (6) foi encontrada uma diminuição da remoção da DBOs com o aumento da temperatura, figuras 2 e 4. Nas figuras 5 e 6 é mostrado o efeito da temperatura sobre a concentração de oxigênio e nas figuras 1 e 2 a correlação entre a concentração do oxigênio e a remoção de DBOs.

Com base nesses resultados os autores concluíram que o oxigênio era o fator limitante na remoção do substrato. O reforço à sua afirmativa é de que os esgotos tratados em todos os casos eram efluentes de tanque Imhoff com concentrações de oxigênio próximas a zero e com produtos reduzidos como sulfetos e nitrogênio amoniacal.

3 — INFLUÊNCIA DA RECIRCULAÇÃO

A razão de recirculação é expressa através da seguinte relação:

$$r = \frac{Q_r}{Q_a}$$

r = taxa de recirculação;

Q_r = vazão de esgoto recirculado;

Q_a = vazão do esgoto afluente.

Segundo Jordão (3), as vantagens proporcionadas pela recirculação são:

— a matéria orgânica recirculada é portadora de material ativado no filtro por mais de uma vez. Isso aumenta o tempo de contato e semeia o filtro completamente, ao longo de sua profundidade, com uma variedade de microorganismos;

— quando a vazão recirculada passa através do decantador, amortece as variações de carga aplicada ao filtro, e tem um papel diluente;

— a recirculação através de decantador primário tende a tornar o esgoto mais fresco e reduz a formação de escumas;

— a recirculação diminui a possibilidade de acúmulo de esgoto e colmatção do filtro;

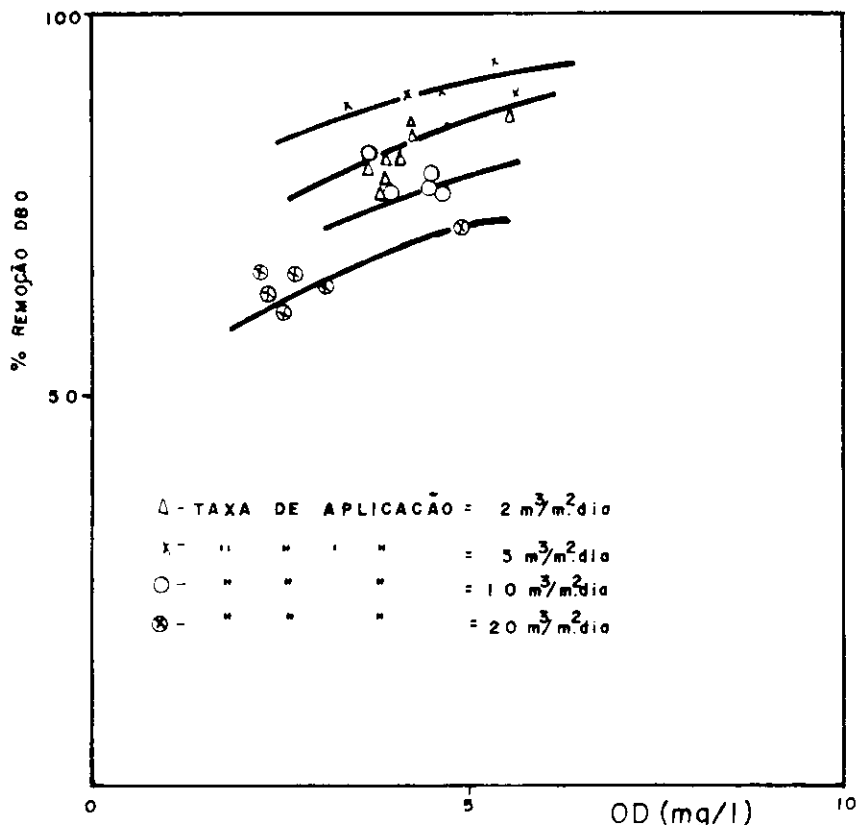


Figura 3 — Relação entre concentração de OD e remoção de DBO₅(6)

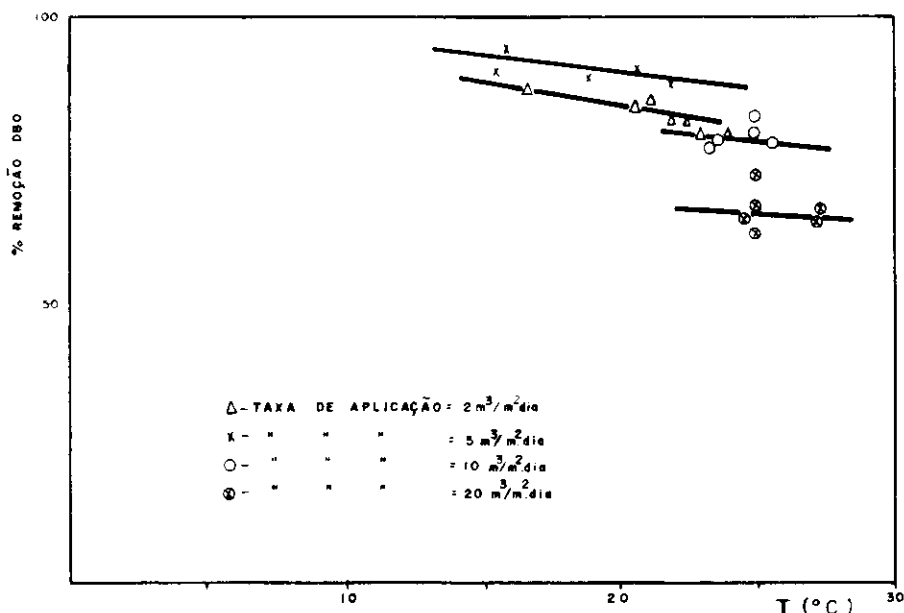


Figura 4 — Efeito da temperatura sobre a remoção de DBO₅ em escala-piloto (6)

Os problemas de odor desagradável são minimizados.

Segundo Suschka (5):

— elevação da taxa hidráulica até onde se faz necessário;

— diminuição da concentração do substrato afluente;

— intensificação da aeração dos filtros biológicos;

— diminuição da altura necessária;

— correção do pH dos esgotos.

A quantidade de reciclo, em geral, é vista em termos econômicos.

Galler e Gotaas (2) na sua análise de regressão encontraram que recirculação tem um efeito significativo na remoção de DBO. Contudo observaram que aumentando a taxa de recirculação além de 4 não há efeito benéfico. Pelo seu estudo concluíram que a recirculação ótima econômica é bem abaixo desse limite. Isso está em concordância com a informação da NRC

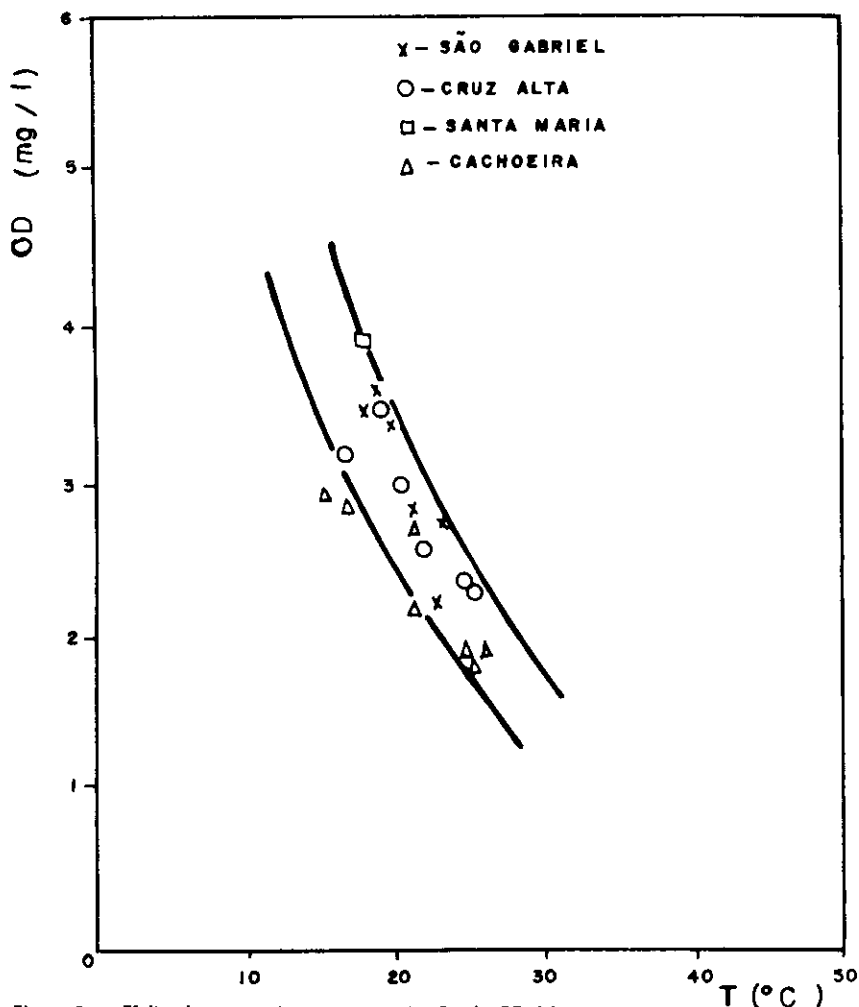


Figura 5 — Efeito da temperatura na concentração de OD (6)

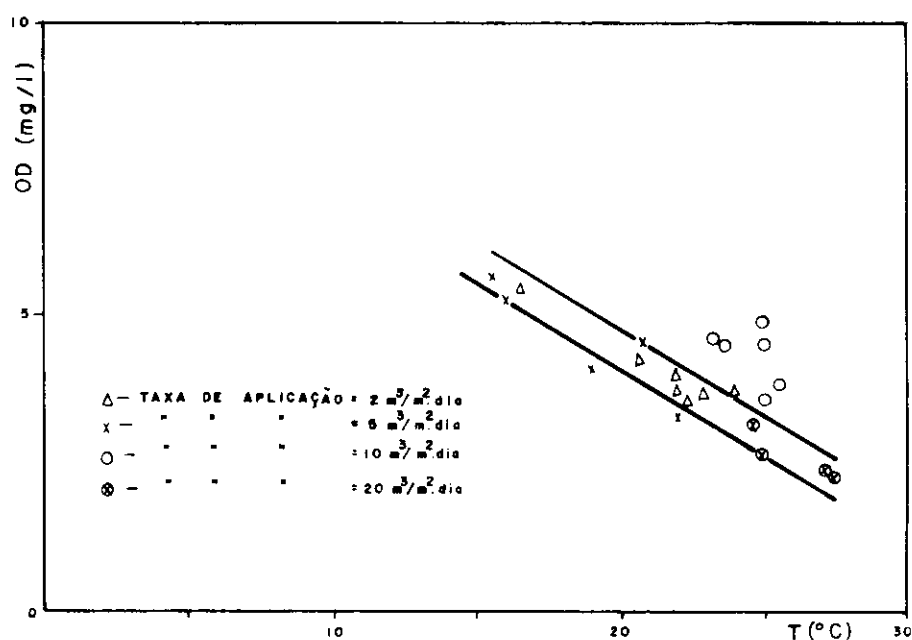


Figura 6 — Efeito da temperatura na concentração de OD em escala-piloto (6)

(National Research Council) (7) sobre a quantidade a ser reciclada, diz que a faixa de recirculação, para filtros a baixa taxa, é de 0% a 50% e a alta taxa de 25% a 300%.

Em geral, observa-se entre os autores sobre a seleção da quantidade de reciclo a idéia de que dependerá da decisão econômica do projetista compatível com os benefícios desejados.

4 — METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho foi operada uma coluna-piloto construída na ETE da Vila Iapi, pertencente ao Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), em Porto Alegre.

Para a coluna foi usado tubo de concreto de 1 m de diâmetro interno disposto verticalmente, com altura de 4 m.

Como leito suporte utilizou-se fragmentos de tijolos cerâmicos, sustentados por vigas de concreto armado.

A distribuição dos esgotos sobre a camada suporte foi através de um gradeado de madeira, de forma circular com um disco central, logo abaixo da alimentação.

Os esquemas de tratamento da etapa com pré-aeração e da etapa com recirculação são apresentados nas figuras 7 e 8.

Com pré-aeração

A aeração visou apenas elevar o nível de O_2 do esgoto proveniente do decantodigestor.

O esgoto derivado da canaleta de saída do decantador primário fluía de forma contínua para um reservatório de 250 l de capacidade nominal, colocado acima do filtro biológico piloto. No interior desse reservatório processava-se a aeração.

O sistema de aeração era constituído por dois tubos de PVC de diâmetro de 12,5 mm com furos de diâmetro de 2 mm a cada 10 cm, colocado próximo ao fundo do reservatório.

O ar para a unidade de aeração foi fornecido por um compressor tipo pistão de 7,5 hp e introduzido no sistema pela conexão de uma mangueira plástica ao tubo de PVC. Para controle da vazão de ar aduzida foi utilizado um rotômetro conectado à respectiva tubulação.

Com recirculação

O efluente do filtro biológico foi bombeado de forma contínua para o disco central do gradeamento de distribuição da coluna piloto por uma bomba centrífuga de 1/3 cv a uma vazão de acordo com a taxa de recirculação desejada.

A canalização de sucção de 20 mm de diâmetro foi colocada no decantador secundário (em escala-piloto). Na canalização de recalque de 15 mm de diâmetro foi colocado um rotômetro para o controle da vazão recirculada.

Operação do filtro biológico piloto

A operação do filtro foi de forma contínua de modo que para cada mudança na taxa de aplicação ou de recirculação o ciclo operacional ficasse em torno de cinco semanas.

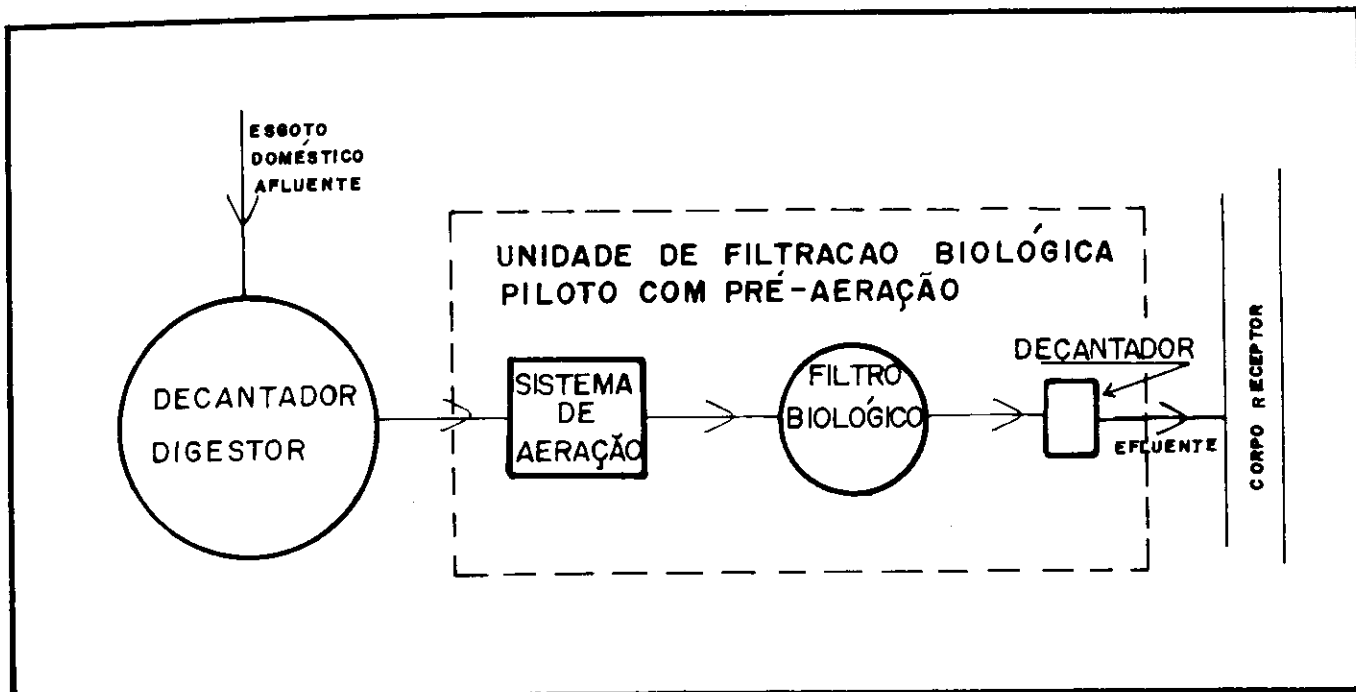


Figura 7 — Esquema do sistema de tratamento com pré-aeração

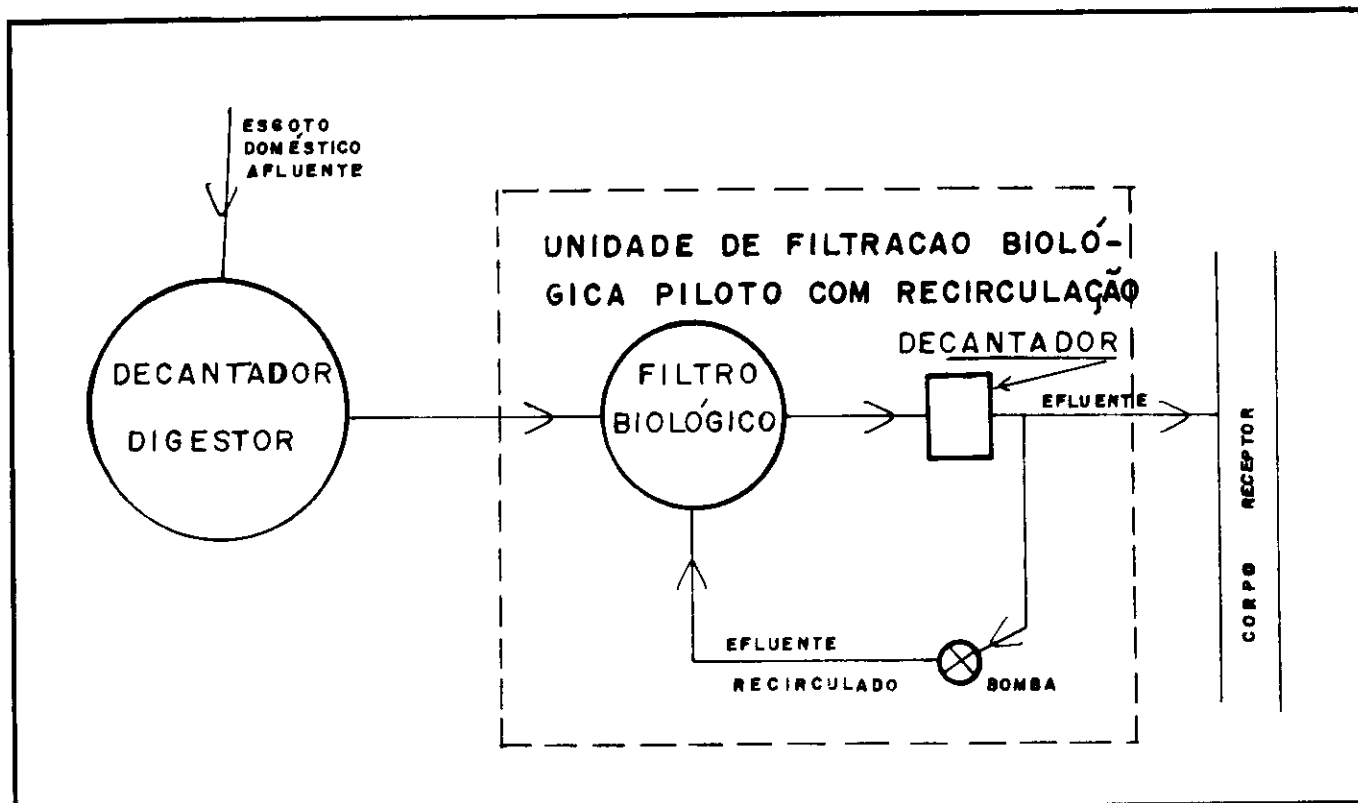


Figura 8 — Esquema do sistema de tratamento com recirculação

O modelo experimental foi operado em duas etapas.

Na primeira etapa com pré-aeração foram utilizadas taxas de aplicação de 2; 5; 10 e 20 m³/m²/dia.

Na segunda etapa com recirculação foram utilizadas taxas de aplicação de 5; 10 e 20 m³/m²/dia de esgoto provenientes do decantodigestor, sendo usado para cada uma dessas taxas de aplicação recirculação de 70% e 150%

As amostras para análise foram coletadas em geral entre as sete e oito horas.

Os pontos de coleta foram:

Na 1.ª etapa — Esgoto aerado (AA) e efluente (E).

Na 2.ª etapa — Esgoto proveniente do decantodigestor (AB) e do efluente (E).

As determinações de DBO₅ foram

efetuadas pelo método de DBO₅ manométrico.

Além da determinação da DBO₅ foram determinados outros parâmetros como, temperatura, pH, condutividade elétrica, alcalinidade, sólidos, DQO, ABS, oxigênio dissolvido, alguns metais como Cu, Zn, Pb (1). A metodologia seguiu o Standard Methods da Apha.

Tabela 1 — Dados obtidos com o afluente pré-aerado

DATA	Temperatura (°C)		OD (mg/l)		DBO (mg/l)		Ef. %	DQO (mg/l)		TAXA DE APLICAÇÃO m ³ /m ² .dia
	AA	E	AA	E	AA	E		AA	E	
11/01/82	24,0	21,8	5,4	4,0	150	45	70	-	-	2
13/01	23,5	20,2	5,4	4,2	130	50	61,5	350	143	
16/01	24,8	19,9	5,2	3,8	140	40	71,4	-	-	
19/01	24,5	21,5	6,1	4,7	175	50	71,4	-	-	
20/01	23,2	21,1	5,8	4,2	210	58	72,4	285	130	
22/01	24,2	23,1	6,0	2,2	140	20	85,7	-	-	
28/01	25,1	23,9	5,2	2,4	180	40	77,8	-	-	
29/01	25,7	24,2	5,3	1,9	175	55	68,6	460	105	
01/02	26,5	24,9	5,1	2,9	130	25	80,8	302	128	
02/02	25,9	25,0	5,1	2,7	180	32	82,2	315	115	
08/02	25,0	22,7	5,1	3,4	142	18	87,3	-	-	
09/02	25,0	23,7	6,1	3,4	200	20	90	440	105	
10/02	25,0	23,9	6,2	3,4	115	20	82,6	235	90	
11/02	24,9	24,8	5,4	3,2	120	18	85,0	440	125	
13/02	25,5	24,5	4,6	3,1	120	30	75,0	-	-	
24/09/81	16,1	15,5	8,0	6,8	100	35	65	220	135	5
26/09/81	18,0	18,0	7,7	4,8	85	30	64,7	201	128	
30/09/81	12,0	12,0	8,4	7,6	110	50	54,5	234	155	
01/10	16,5	14,5	7,4	6,8	125	40	68,0	253	142	
03/10	19,8	17,5	5,6	2,8	185	55	70,3	332	161	
07/10	17,4	17,2	6,8	3,9	120	32	73,3	247	131	
10/10	14,8	13,5	7,6	5,0	115	40	65,2	240	142	
13/10	17,0	16,0	7,4	5,0	162	58	64,2	302	165	
15/10	18,5	17,2	6,8	3,8	165	50	69,7	306	155	
19/10	18,5	16,5	7,4	4,6	152	30	80,3	289	128	
21/10	17,0	17,2	7,2	2,7	375	90	76,0	582	207	
26/10	20,5	21,0	7,0	2,6	195	40	79,5	345	142	
28/10	19,0	19,8	6,7	2,2	150	60	60,0	286	168	
29/10	20,5	20,0	7,6	5,1	132	40	69,7	263	142	
03/11/81	23,3	23,3	5,2	4,4	180	60	66,7	326	168	10
05/11/81	23,0	22,0	5,0	4,6	150	65	56,7	286	174	
08/11/81	24,0	22,0	5,0	4,6	200	70	65,0	352	181	
09/11	23,0	22,8	5,9	4,2	130	40	69,2	260	142	
11/11	22,5	21,8	6,6	4,0	110	48	56,4	234	152	
12/11	22,2	21,2	6,2	4,0	120	55	54,2	247	161	
13/11	22,8	21,8	6,2	3,8	148	70	52,7	284	181	
14/11	25,5	24,0	5,2	3,5	285	95	66,7	464	214	
16/11	23,0	22,8	6,0	4,0	95	25	73,7	214	122	
18/11	22,7	20,0	5,8	4,6	135	65	51,8	266	174	
19/11	22,9	22,2	5,5	3,6	90	35	61,1	207	135	
21/11	22,1	20,0	5,9	4,2	120	50	58,3	247	155	
24/11/81	23,2	22,0	4,4	4,4	148	55	62,8	-	-	20
26/11	22,0	21,0	4,6	4,4	225	95	57,8	-	-	
27/11	22,5	21,2	5,0	4,4	250	110	56,0	-	-	
30/11	23,0	22,0	3,3	4,3	160	60	62,5	287	151	
02/12	22,2	19,8	5,5	4,8	185	100	45,9	-	-	
04/12	22,3	20,9	4,8	4,4	172	95	44,8	-	-	
05/12	23,3	22,9	4,7	3,8	195	95	51,3	-	-	
08/12	22,8	21,1	4,6	4,2	225	70	68,9	-	-	
09/12	23,0	21,8	4,8	4,5	125	82	34,4	-	-	
10/12	22,9	21,8	4,6	4,9	165	90	45,4	233	168	
17/12	23,8	22,8	4,6	4,6	130	78	40	232	150	
18/12	24,5	24,0	4,2	4,1	155	60	61,3	202	164	
21/12	25,2	25,0	4,2	4,1	216	142	34,3	-	-	
22/12	23,6	22,8	5,6	4,4	140	58	58,6	360	195	

5 — RESULTADOS

Com pré-aeração

A tabela 1 mostra os valores encontrados para a DBOs, temperatura, oxigênio dissolvido, DQO, para cada taxa de aplicação.

A figura 9 mostra a influência da temperatura na remoção do substrato e do oxigênio dissolvido na remoção do substrato.

Pode-se observar que, com filtro operado com pré-aeração, com o aumento da temperatura há tendência de maior remoção do substrato, com exceção da taxa de aplicação de 20 m³/

m²/dia em que os pontos ficaram dispersos, não observando-se tendência. A eficiência diminui com o aumento do OD no efluente.

Isso parece confirmar a hipótese de o oxigênio ser o fator limitante na remoção da DBO. A temperatura não influi no filtro a alta taxa.

As remoções médias do filtro biológico com pré-aeração foram de 77%, 70%, 56,5% e de 51,7% correspondentes às taxas de aplicação de 2, 5, 10 e 20 m³/m²/dia respectivamente. Há de se observar que o decantador secundário piloto não era bem dimensionado e foi o mesmo para todas as taxas de aplicação. Em algumas deter-

minações de DBOs do efluente filtrado em laboratório obteve-se uma grande melhora na eficiência do filtro. Por exemplo na taxa de aplicação de 5 m³/m² dia enquanto a concentração de DBOs no efluente não filtrado foi de 30, 90 e 60 mg/l, a do efluente filtrado foi de 10, 38 e 40 mg/l. Portanto, em decantadores secundários bem projetados espera-se uma melhoria considerável na eficiência da remoção de DBO.

Observa-se que o aumento da taxa de aplicação provoca a diminuição da eficiência.

A remoção de DQO também decresceu com o aumento da taxa de aplicação. Os valores médios foram de 58,7%, 49,8%, 42,2% e 40,6% da menor para a maior taxa.

Com recirculação

A tabela 2 nos mostra os valores de DBO, DQO, OD, T, obtidos com o filtro biológico com recirculação.

As figuras 10 e 11 mostram a relação entre a temperatura e a remoção de DBOs e de OD com a remoção de DBOs. Não observa-se nenhuma tendência entre eles. Com isso parece que a temperatura não influencia o filtro com recirculação.

As remoções médias de DBOs obtidas foram de 78,2%, 72,2% e 50,7% nas taxas de aplicação de 5, 10 e 20 m³/m²/dia com taxa de recirculação de 0,70; e de 74,8%, 73,6% e 58,1% com taxa de recirculação de 1,50. Os resultados sugerem que deve existir uma taxa de recirculação compatível com a taxa de aplicação usada, não sendo apenas o critério econômico o fator de decisão em um projeto. Considerando-se a tendência obtida nas taxas de aplicação de 5 e 10 m³/m²/dia, é possível que na taxa de aplicação de 20 m³/m²/dia com uma recirculação maior obter-se-iam melhores resultados.

A mesma observação feita sobre o decantador secundário piloto (item 4.1) é válida aqui.

Em relação à DQO verifica-se uma remoção média decrescente com o aumento da taxa de aplicação, mas crescente com o aumento da taxa de recirculação. As remoções médias foram de 49,7%, 46,8% e 28,3% com taxa de recirculação de 0,70; e de 62,2%, 58,8% e 40,3% na taxa de recirculação de 1,50 respectivamente às taxas de aplicação de 5, 10 e 20 m³/m².dia.

6 — CONCLUSÃO

A pré-aeração do esgoto afluente ao filtro biológico provocou a inversão do efeito da temperatura sobre a remoção da DBOs, para as taxas de 2,5 e 10 m³/m²/dia, observado por Suschka e Correa (6) operando a mesma coluna pi-

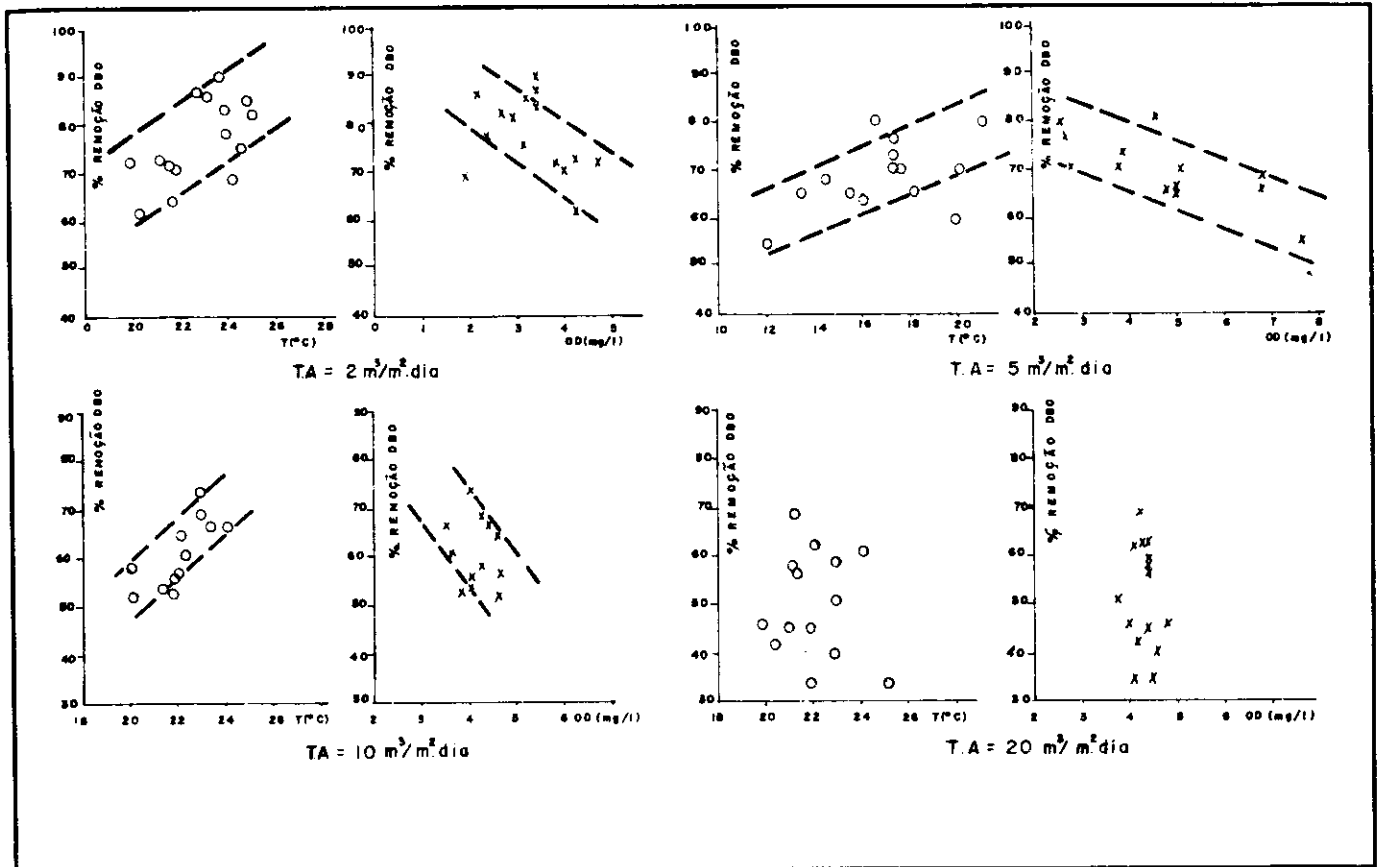


Figura 9 — Efeito da temperatura sobre a remoção de DBO₂ (O). Remoção de DBO₂ em relação ao OD (x)

Tabela 2 — Dados obtidos com filtro biológico operado com recirculação

DATA	Temperatura (°C)		OD (mg/l)		DBO (mg/l)		Ef. %	DQO (mg/l)		TAXA DE APLICAÇÃO/RECIRCULAÇÃO
	AB	E	AB	E	AB	E		AB	E	
03/03/82	24,0	22,9	3,2	6,2	150	40	73,3	-	-	20m ³ /m ² .dia 0,70
04/03	22,5	21,5	4,0	4,6	230	80	65,2	-	-	
05/03	24,9	23,8	1,8	4,9	85	50	41,2	-	-	
06/03	25,0	24,2	2,4	5,6	168	70	58,3	-	-	
09/03	25,0	24,5	2,2	4,4	140	65	53,6	304	142	
11/03	26,2	25,7	1,6	4,8	200	100	50,0	-	-	
17/03	24,8	24,2	1,5	3,5	110	70	36,4	180	166	
20/03	24,8	24,3	1,6	3,9	140	90	35,7	-	-	
22/03	24,5	24,0	1,7	5,4	128	55	57,0	-	-	
24/03	25,0	24,8	1,1	4,1	143	73	48,9	242	177	
26/03	25,2	24,2	1,6	4,8	150	95	36,7	260	244	
31/03	23,5	22,8	1,6	4,1	150	70	53,3	262	163	
01/04	24,0	23,0	1,7	3,8	120	55	54,2	217	139	
03/04	24,0	23,8	1,8	4,4	145	70	51,7	-	-	
05/04	24,2	23,8	1,8	4,8	145	90	37,9	273	211	
07/04	23,5	22,8	1,7	5,4	140	80	42,9	257	188	
08/04	23,0	21,7	1,7	6,0	155	80	48,4	-	-	

Tabela 2 — (Continuação)

DATA	Temperatura (°C)		OD (mg/l)		DBO (mg/l)		Ef. %	DQO (mg/l)		TAXA DE APLICAÇÃO/ CIRCULAÇÃO
	AB	E	AB	E	AB	E		AB	E	
15/04	22,2	19,5	1,7	7,5	120	50	58,3			20m ³ /m ² .dia 1,50
16/04	21,5	19,8	1,9	6,2	160	60	62,5	230	116	
20/04	21,0	21,8	1,6	5,0	162	87	46,3			
22/04	21,2	20,3	1,9	5,7	165	70	57,6	231	174	
26/04	23,0	23,0	1,5	4,9	167,5	72,5	56,7			
27/04	21,8	22,0	1,7	5,3	175,5	70	60,1			
28/04	22,0	20,5	1,7	5,5	155	68	56,1			
29/04	21,3	20,5	1,7	5,4	40	20	50	175	77	
03/05	20,9	20,0	1,5	5,5	148	65	56,1	330	177	
04/05	20,8	19,8	1,4	5,6	145	60	58,6	277	199	
05/05	20,8	19,8	1,7	6,0	135	40	70,4	306	166	
06/05	21,0	21,5	1,5	5,4	95	55	42,1	257	205	
07/05	21,3	20,0	1,5	5,2	170	70	58,8			
10/05	20,5	20,0	1,8	6,6	100	40	60,0	188	85	
11/05	20,5	20,0	1,6	6,3	70	20	71,4	136	109	
12/05	20,8	20,1	1,6	5,8	120	40	66,7	273	164	
13/05	21,0	21,5	0,8	5,7	80	22	72,5	197	87	
14/05	22,0	22,0	0,9	5,3	110	60	45,4	280	238	
20/05/82	18,5	16,5	3,3	7,7	115	50	56,5			10m ³ /m ² .dia 1,50
21/05/82	19,1	17,2	4,8	7,6	150	25	83,3			
24/05/82	19,5	18,0	4,8	7,0	108	28	74,1			
25/05	20,0	19,2	3,0	6,0	150	50	66,7			
26/05	19,5	19,0	2,5	6,2	125	40	68,0			
27/05	18,0	15,0	3,5	7,3	170	60	64,7	289	135	
28/05	17,0	15,0	3,3	6,9	105	15	85,7			
02/06	18,5	16,9	1,6	5,0	139	50	64,0			
03/06	18,0	16,5	2,9	6,0	117	10	91,4	181	68	
04/06	19,2	19,0	2,9	4,8	150	65	56,7			
05/06	19,5	18,5	2,4	4,9	200	65	67,5			
07/06	19,0	17,0	2,6	6,8	170	75	55,9	424	261	
08/06	19,0	18,5	2,7	5,7	120	22,5	81,2	136	32,0	
09/06	21,0	21,0	2,6	6,2	135	18,0	86,7	248	90,0	
11/06	18,8	18,2	3,0	6,1	73	12,0	83,6	196	87,0	
14/06	19,5	19,8	2,0	4,9	105	20,0	80,9	322	131	
16/06	17,5	14,0	3,6	7,7	42	13,0	69,0	178	58	
17/06	17,0	14,0	3,3	7,3	60	15,0	75	189	74	
18/06	18,2	17,3	2,8	6,1	75	14,0	81,3	187	57	
19/06	19,0	19,5	2,8	4,2	160	35	78,1	193	72	
22/06	17,8	16,3	3,6	7,4	110	12	89,1	220	67	10m ³ /m ² .dia 0,70
24/06	17,0	16,0	3,2	6,8	78	25	67,9	244	80	
29/06	14,8	11,2	5,6	8,8	22	16	27,3			
30/06	15,5	12,5	4,2	7,8	40	16	60,0	119	110	
01/07	15,5	15,3	2,8	6,5	195	39	80,0			
02/07	15,9	14,0	3,1	6,4	130	33	74,6			
06/07	17,2	17,0	3,1	6,8	53	20	62,3			
08/07	15,0	14,8	3,3	7,4	62,0	16	74,2	177	53	
09/07	16,0	14,3	2,6	7,0	92,0	40	56,5	221	135	
10/07	15,5	14,0	2,2	6,9	175	26	85,1			
12/07	16,0	15,8	3,9	6,7	95	24,5	74,2	167	127	
13/07	15,8	14,0	3,4	6,7	135	20	85,2	265	86	
14/07	15,1	14,0	2,8	6,7	150	33	78	471	210	
15/07	14,2	12,5	2,9	7,2	115	29	74,8	239	140	
19/07	16,2	15,5	2,8	6,0	140	43	69,3	265	168	
20/07	16,8	16,5	2,8	5,1	185	74	60,0			
21/07	18,2	17,5	2,8	5,2	140	60	57,1	240	194	
22/07	17,5	18,0	3,8	5,2	135	34	74,8	394	152	
23/07	17,5	17,2	4,8	7,0	35	27	22,9			
24/07	17,8	17,5	4,6	6,4	80	15	81,2			

Tabela 2 — (Continuação)

DATA	Temperatura (°C)		OD (mg/l)		DBO (mg/l)		Ef. %	DQO (mg/l)		TAXA DE APLICAÇÃO/CIRCULAÇÃO
	AB	E	AB	E	AB	E		AB	E	
27/07	18	18	3,4	6,4	100	25	75			
28/07	18	18	3,2	5,6	218	90	58,7			
29/07	16	16	3,2	6,3	100	27	73	292	152	
02/08	16,5	15,9	3,9	6,5	100	24	76			
04/08	16,8	15,2	3,4	5,9	161	48,5	69,9	395	157	
05/08	15,8	14,3	3,1	6,4	110	22,0	80	213	119	
06/08	16,7	16,2	2,8	6,1	180	24,0	86,7			
10/08	16,9	16,0	4,1	7,3	30	10,0	66,7	82	25	5m ³ /m ² .dia
11/08	16,1	15,8	3,2	7,3	110	24,0	78,2	247	109	1,5
12/08	15,9	14,7	3,4	6,9	80	30,0	62,5			
16/08	16,8	16,0	4,0	6,7	40	11	72,5			
17/08	16,9	16,0	3,2	6,5	70	15	78,6			
18/08	16,8	16,0	3,8	6,7	90	20	77,8	233	78	
19/08	15,0	13,1	3,7	7,3	90	14	84,4			
20/08	15,4	13,0	3,3	7,0	100	15	85	242	114	
21/08	16,2	15,9	2,9	6,2	122	27	77,9	238	98	
23/08	16,0	14,5	3,8	6,3	70	15,5	77,9			
24/08	17,2	16,7	3,7	6,7	140	28,5	79,6	326	110	
25/08	19,0	20,0	2,8	4,9	170	48	71,8	371	109	
26/08	18,0	19,7	3,1	4,8	140	32	77,1	278	112	
27/08	19,2	20,0	3,1	4,9	150	48	68	205	119	
01/09	18,1	16,7	4,0	6,8	56	21	62,5			
02/09	17,2	16,3	5,0	6,7	107	26	75,7	215	138	
03/09	19,0	18,0	3,3	6,3	140	40	71,4			
08/09	17,4	15,8	3,6	6,9	95	28,5	70,0			
09/09	18,0	17,0	4,0	7,4	120	23,0	80,8			
10/09	19,0	17,5	3,2	6,4	125	26,0	79,2			
13/09	20,0	19,5	2,9	5,6	130	19,5	85,0			5m ³ /m ² .dia
14/09	20,0	19,7	3,4	5,2	112	23	79,5			0,70
16/09	21	21	3,8	5,2	103	27	73,8	255	101	
17/09	21,8	22,1	3,6	5,1	102	23	77,4			
20/09	19,5	17	2,4	5,8	65	14,5	77,7			
21/09	20	17,5	2,0	5,9	112	19,7	82,4			
22/09	20,1	18,7	2,1	5,3	92	17	81,5	140	64	
24/09	19,9	19,5	3,1	6,0	105	22	79	180	69	
27/09	18,9	18,5	5,1	6,4	85	23	72,9	106	38	
29/09	18,0	15,3	3,3	6,3	68	18,5	72,8	161	89	
30/09	18,0	16,0	3,3	6,0	65	11	83,1	106	38	
01/10	18,3	17,3	3,6	6,3	98	7,5	92,3	151	85	
02/10	18,5	19,0	3,2	6,0	90	20	77,8	145	83	
03/10	20,5	19,0	3,0	5,8	150	21	86	258	61	

loto usada no presente trabalho. Pelos resultados obtidos o oxigênio pode ser um fator limite na remoção do substrato. Portanto, em condições de clima tropical onde a temperatura do ar e do esgoto é relativamente alta parece essencial elevar os teores de oxigênio dos esgotos antes da alimentação do filtro biológico.

Não foi observada relação definida entre a variação da temperatura na coluna-piloto com recirculação e a remoção de DBO.

A recirculação proporcionou resultados ligeiramente superiores aos obtidos com pré-aeração com exceção na taxa de aplicação de 20 m³/m²/dia e recirculação de 70%.

Provavelmente existe uma taxa de recirculação compatível com a taxa de aplicação, além do critério econômico. Na taxa de 5 m³/m²/dia a taxa de recirculação de 0,70 é suficiente. Nas taxas de 10 e 20 m³/m²/dia a recirculação de 1,50 proporcionou resultado melhor, com a possibilidade de que na maior taxa de aplicação a taxa de recirculação poderia ter sido maior.

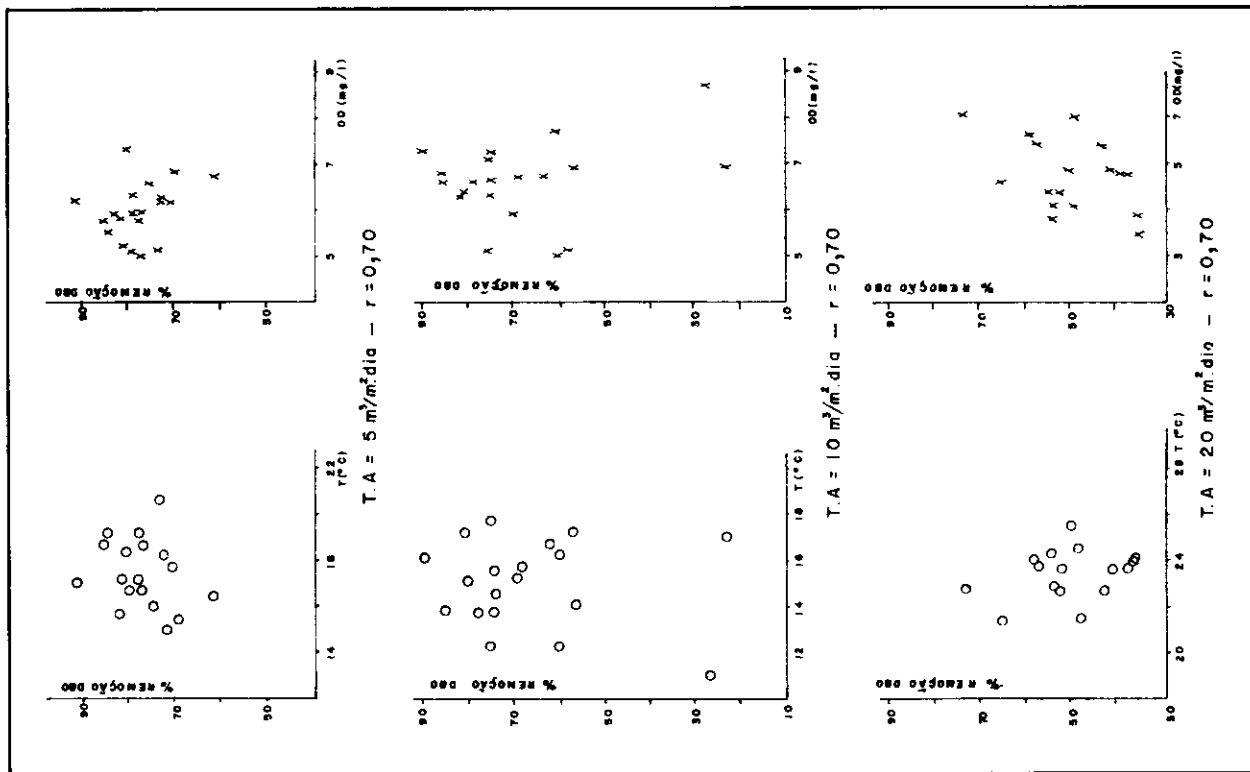


Figura 10 — Efeito da temperatura sobre a remoção de DBO_5 (O). Remoção de DBO_5 em relação ao OD (x)

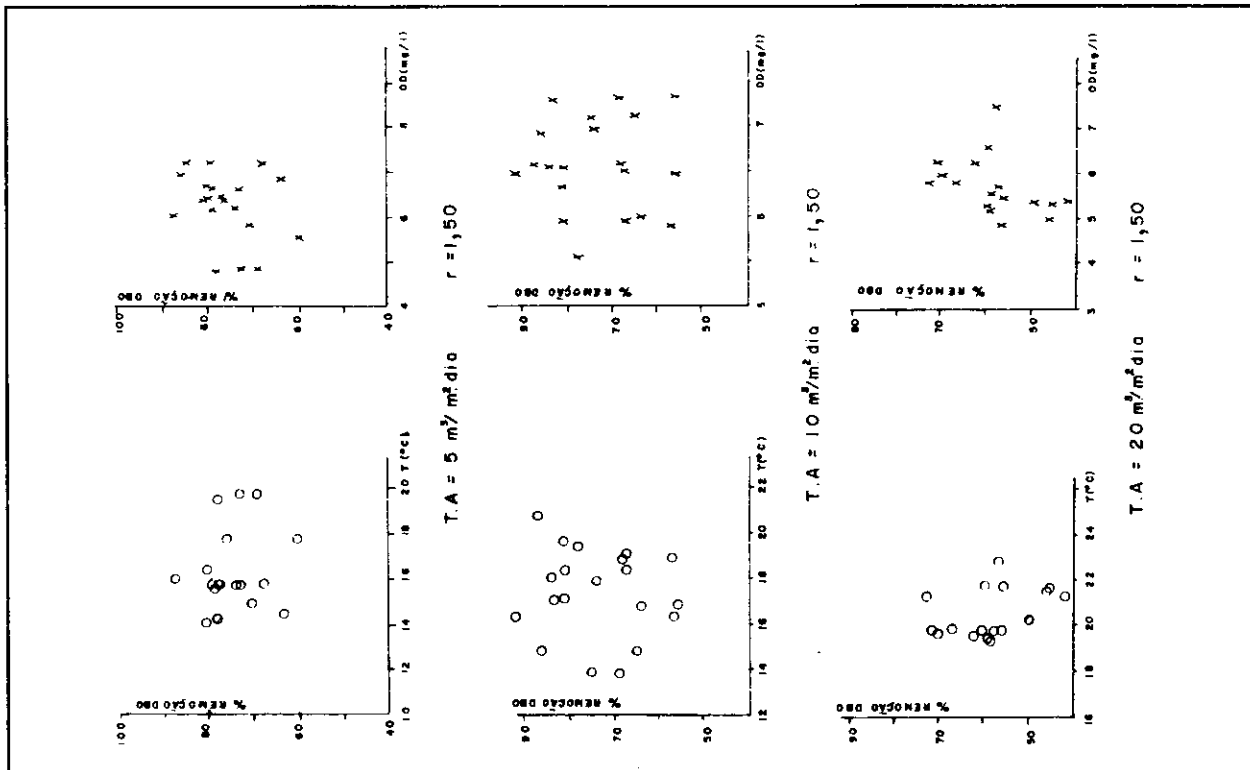


Figura 11 — Efeito da temperatura sobre a remoção de DBO (O). Remoção de DBO em relação ao OD (x)

7 — REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — DIAS, S.M.F.; FREITAS, A. F. "Novos aspectos na operação de filtros biológicos". Dissertação de mestrado em Recursos Hídricos. IPH/UFRGS. 1983.
- 2 — GALLER, W.S.; GOTAAS, H.B. "Analysis of Biological Filter Variables". Journal of the Sanitary Engineering Division. 90(6). December 1964, p. 59-79.
- 3 — JORDÃO, E.P. "Tratamento de esgotos". Projeto PNUD/Unesco BRA 75/007. Publicação n.º 3. Novembro de 1978.
- 4 — MEHTA, D.S. et alii. "Oxygen Theory in Biological Treatment Plant Design". Journal of the Sanitary Engineering Division, ASCE, vol. 98, SA 3. June 1972. p. 471-489.
- 5 — SUSCHKA, J. "Filtros Biológicos". Projeto PNUD/Unesco/BRA 75/007. Publicação n.º 19. Janeiro 1981.
- 6 — SUSCHKA, J.; CORRÊA, A. "Efeitos da temperatura na remoção de substrato com filtros biológicos". Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza, 1981.
- 7 — Trickling Filter Floor Institute, Handbook of Trickling Filter Design. 5.ª edição.