

II-063 – APLICAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO VISANDO OTIMIZAR O DESEMPENHO DE UM REATOR OPERANDO EM BATELADAS SEQUENCIAIS APLICADO NO TRATAMENTO DE EFLUENTE DE UM ABATEDOURO DE BOVINOS

Francisco Javier Cuba Teran⁽¹⁾

Professor da Universidade Estadual Paulista em Presidente Prudente SP.

Tiago Osório da Silva⁽²⁾

Aluno do curso de engenharia ambiental da Universidade Estadual Paulista em Presidente Prudente SP.

André William Soares Rocha⁽³⁾

Aluno do curso de engenharia ambiental da Universidade Estadual Paulista em Presidente Prudente SP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Roberto Simonsen, 305 – Presidente Prudente - SP - CEP: 19060-900 - Brasil - Tel: (18) 32295388 - e-mail: fteran@fct.unesp.br

RESUMO

A maioria das estações de tratamento encontra-se trabalhando acima de sua capacidade e requerendo um aumento de vazão em função da demanda que aumenta dia após dia. Uma grande parte dessas estações utiliza tradicionalmente o sulfato de alumínio como coagulante primário e poucas vezes usam algum tipo de polímero como auxiliar de floculação. Na escolha desses produtos nem sempre a qualidade da água a ser tratada é levada em consideração. Procurando atender aos padrões de qualidade exigidos e a sobrecarga que muitas vezes é inevitável, observa-se que em cada caso haverá um coagulante e/ou um auxiliar de floculação mais adequado a essas situações. De posse de tal constatação, faz-se necessário que se investigue em laboratório por meio novas metodologias, os vários produtos que aplicados à água bruta possibilitam obter água tratada com qualidade, em quantidade satisfatória, visando sempre o menor custo.

Sendo assim, o presente trabalho vem relatar um estudo realizado em uma estação de tratamento de água projetada para a vazão nominal de 120 L/s porém, funcionando com 158 L/s, apresentando por esse motivo, água decantada com altos valores de turbidez e cor, o que sobrecarrega os filtros.

Os estudos realizados nessa estação resultaram não só a melhoria da qualidade da água decantada e filtrada como também possibilitou o aumento de sua capacidade com razoável economia dos produtos químicos que atuam na coagulação. A estação trata atualmente a vazão de até 280 L/s, mantendo a qualidade da água conforme os padrões exigidos pela portaria 36/GM, de 1990.

PALAVRAS-CHAVE: Aumento de Capacidade, Melhoria da Qualidade, Água com Alcalinidade, Coagulante Adequado, Auxiliares de Floculação.

INTRODUÇÃO

Segundo a literatura, para o tratamento aeróbio, como lodos ativados e suas possíveis variações, as remoções de matéria orgânica e nutrientes, atingem valores maiores que 90% e 80% respectivamente e remoção de fósforo menor que 35%. Entretanto esses reatores apresentam variações trabalhando em escala real devido ao tipo de afluente, ao pH, ao tempo de retenção celular e ao tempo de retenção hidráulica, entre outros.

Por esses e outros motivos os sistemas de lodos ativos se tornam complexos. No entanto, caso o projeto seja bem feito e o equilíbrio encontrado, observam-se remoções relevantes. Este trabalho sugere a adição de coagulantes dentro do próprio Reator Sequencial em Batela (RSB), a fim de otimizar parâmetros como Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), fósforo, turbidez e sólidos.

A idéia principal deste reator é promover o tratamento biológico da matéria carbonácea, nutrientes e série de sólidos num reator operando em bateladas sequenciais (RSB) e a otimização da remoção de tais parâmetros por meio da aplicação sulfato de alumínio. A atividade bacteriana foi verificada por meio de análise respirométrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sistema piloto

O experimento foi utilizando um RSB alimentado com o efluente de uma lagoa de estabilização anaeróbia implantada em um abatedouro de bovinos.

O reator estava constituído por um reservatório de vidro com base quadrada de 0,4 m de lado e 0,5 m de altura, que foi operado com volume útil de 48 L onde 1/3 era ocupado por biomassa e os outros 2/3 abastecidos com afluente para tratamento. A aeração foi feita com cortinas de ar localizadas na base inferior do reator, conectadas a um compressor de ar com potencia de 2 HP.

De forma a promover a mistura em ocasiões em que o líquido precisava ser agitado em ausência de oxigênio, foi instalado um agitador provido de motor elétrico de 60 W de potência com eixo prolongado dotado de uma hélice na extremidade inferior. Os períodos de agitação e aeração foram controlados por meio de temporizadores analógicos.

A etapa de enchimento do reator foi realizada por uma bomba da marca Ferrari com 1/4 CV de potência, a qual retirava o efluente industrial de um reservatório, de 50 L, já a retirada do efluente era feita através de torneiras instaladas em diferentes alturas do RSB. Conforme pode-se ver na Figura 1.



Figura 1 – Disposição do RSB

Os ciclos de operação foram divididos em 5 etapas: enchimento, aeração, agitação, sedimentação e descarte, totalizando um período de 8 horas conforme a Tabela 1.

Tabela 1- Ciclo operacional

Etapa	Tempo
Enchimento	10 min
Aeração	4 h
Agitação	2 h
Sedimentação	1 h e 30 min
Descarte	20 min

O reator foi inoculado com lodo proveniente do fundo da lagoa de estabilização do mesmo abatedouro de onde o efluente a ser tratado foi retirado. O volume de lodo inoculado inicialmente foi de 16 L.

O experimento foi monitorado por meio de análises físico-químicas a partir de amostras coletadas uma vez por semana. Os seguintes parâmetros foram analisados: DQO, DBO, Sólidos Totais, Sólidos Totais Fixos, Sólidos Totais Voláteis, Sólidos Suspensos Totais, NTK, Nitrogênio Amônia, Nitritos, Nitratos e Fósforo inorgânico. Todas as análises foram feitas seguindo os procedimentos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995). Parâmetros como pH e OD foram monitorados diariamente.

A dosagem de coagulante a ser aplicada no reator foi definida a partir de ensaios de Jar Test desenvolvidos a partir de amostras do afluente aplicando procedimento baseado em Guimarães (1987), Mendes (1989) e Di Bernardo (2002) apud Santos (2006), com algumas modificações para as práticas laboratoriais. O tempo de mistura rápida foi de 30 segundos, de mistura lenta de 15 minutos e de sedimentação de 5 minutos sendo que estes parâmetros foram mantidos fixos só variando a dosagem do coagulante, no caso sulfato de alumínio.

O coagulante foi aplicado no reator através de uma solução de sulfato de alumínio e seu pH corrigido com solução de hidróxido de sódio, um potenciômetro foi ligado ao agitador mecânico para simular as mistura rápida e lenta, conforme ensaios de Jar-Test. A aplicação do coagulante se deu nas duas últimas horas do ciclo que corresponde a fase de sedimentação e descarte.

Análises respirométricas

A respirometria utilizada para avaliar o efeito da aplicação de coagulante sobre a biomassa foi desenvolvida seguindo o método respirométrico de Bartha (NORMA ABNT 14283) e aplicado por Pereira *et al* (2009).

O respirômetro é um sistema fechado, formado por duas câmaras conectadas, onde, por uma delas, ocorre a biodegradação dos compostos orgânicos por microrganismos nativos ou introduzidos e, conseqüentemente, a produção do gás carbônico (CO_2), que é transferido para a segunda câmara, dissolvendo-se numa solução de hidróxido de potássio (KOH). A quantificação do CO_2 foi feita regularmente pela retirada e titulação da solução de KOH com uma solução de HCl, caracterizando o comportamento da respiração microbiana. Ver Figura 2.

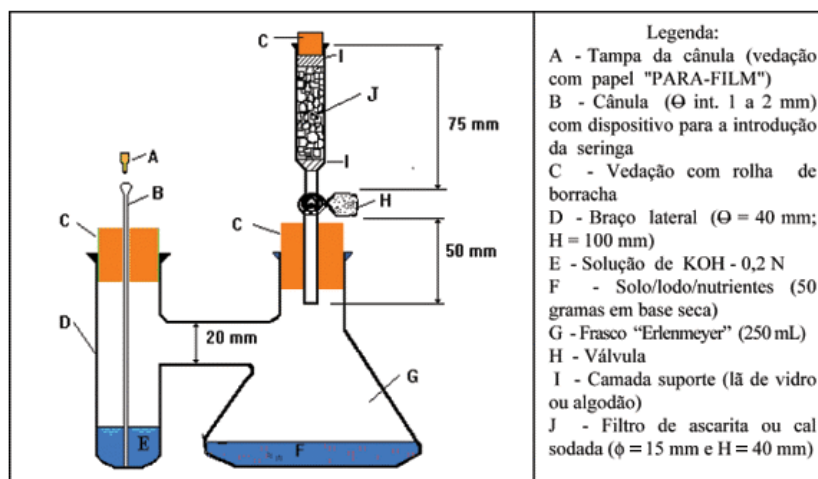


Figura 2 - Esquema de um respirômetro de Bartha

As amostras utilizadas neste experimento foram colhidas em três etapas (ver Tabela 2). Primeiramente, coletaram-se porções de lodo virgem (controle) no dia 04 de fevereiro, após o período de sedimentação do último ciclo do reator sem a adição do coagulante, sendo armazenadas a 4°C até que se retirassem as amostras da biomassa referentes ao primeiro ciclo com a adição de coagulantes. Sucedeu esta fase, 50 mL das amostras foram adicionadas nos respirômetros, sendo que para cada uma foram montados réplicas em triplicatas, na estufa de DBO a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas.

A terceira etapa de coleta foi realizada no dia 08 de fevereiro, no 8º ciclo de operação do reator sob adição de coagulantes, para verificar o efeito acumulativo do mesmo sobre a atividade metabólica da biomassa. Estes respirômetros de Bartha foram incubados nas mesmas condições citadas anteriormente.

Tabela 2 - Descrição do experimento respirométrico com a biomassa.

Ensaio	Amostras	Origem
1	Lodo virgem (controle)	Última batelada sem adição de coagulantes
2	Lodo + coagulante	1ª Batelada
3	Lodo + coagulante	8ª Batelada

RESULTADOS

O reator foi operado durante um período de quatro meses, compreendido entre os meses de novembro de 2009 a fevereiro de 2010. Os resultados médios obtidos nesse período podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados médios

Parâmetros	Afluente	Efluente sem aplicação de coagulante ¹	Efluente com aplicação de coagulante ²	Remoção sem aplicação de coagulante (%)	Remoção com aplicação de coagulante (%)
pH	7,4	6,3	7,2	-	-
DQO (mg/L)	1582,3	955	478,9	40	70
DBO (mg/L)	390	269	213	31	46
Nitrogênio Total (mg/L)	251,9	58,6	-	66,7	-
Nitrogênio Orgânico (mg/L)	51,2	-	-	-	-
Amônia (mgNH ₃ -N/L)	200,4	67,2	51,2	66,5	74,4
Nitrato (mgNO ₃ -N/L)	0,12	88,7	93,3	-	-
Nitrito (NO ₂ -N/L)	2,1	114,8	100,3	-	-
Ortofosfato (mgPO ₄ -P/L)	2,0	1,6	0,5	20,1	75,1
ST (mg/L)	1784	1718	1388	3,7	22,2
STV (mg/L)	991	1018	715	0	27,8
SST (mg/L)	815	502	325	38,4	60,1
SSV (mg/L)	575	350	215	39,1	62,6

1 – Trata-se do tratamento biológico do RSB;

2 – Trata-se da aplicação de coagulante para verificação de possíveis melhoras nos parâmetros estudados no RSB

A adição de sulfato de alumínio trouxe uma melhora em todos os parâmetros analisados, a dosagem 180 mg/L foi escolhida segundo ensaios de Jar-Test feito em laboratório levando em relação pH, remoção de turbidez e DQO, apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos do efluente

Efluente ¹	pH	Turbidez (NTU)	DQO (mg/L)
Efluente1	6,97	>1000	1262,42

1 – Dados de entrada para os ensaios de Jar-Test (ensaio 1)

Tabela 5 – Parâmetros físico-químicos do efluente

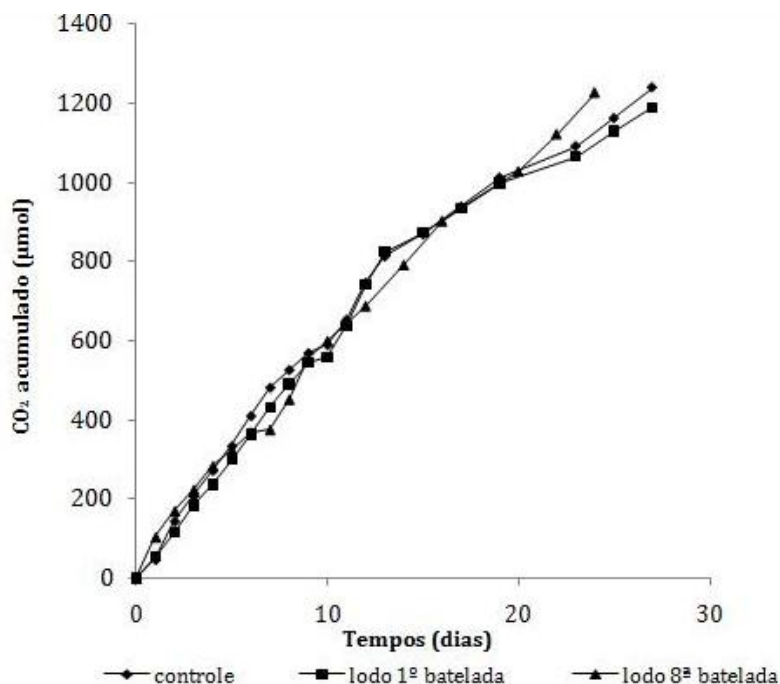
Efluente ²	pH	Turbidez (NTU)	DQO (mg/L)
Efluente2	6,3	521	928,88

2 – Dados de entrada para os ensaios de Jar-Test (ensaio 2)

Tabela 6 – Resultados dos ensaios preliminares de coagulação-floculação-sedimentação com o efluente do RSB

Ensaio	Tempo de Mistura Rápida a 150 rpm (segundos)	Tempo de Mistura Lenta a 40 rpm (minutos)	Tempo de Sedimentação (minutos)	Dosagem de Sulfato de Alumínio (mg/L)	pH	Turbidez (NTU)	DQO (mg/L)
1	30	15	5	40	6,49	84,1	1244,89
	30	15	5	60	6,25	74,7	876,22
	30	15	5	80	6,03	58,5	770,86
	30	15	5	100	5,73	39,8	595,35
	30	15	5	120	5,42	26,7	577,79
	30	15	5	140	4,96	18	525,13
2	30	15	5	160	4,09	6,64	233,32
	30	15	5	180	4,03	5,78	235,08
	30	15	5	200	3,91	2,88	222,79
	30	15	5	220	3,87	2,79	214,01
	30	15	5	240	3,83	2,73	201,73
	30	15	5	260	3,8	2,97	215,77

A produção de CO₂ do lodo sem coagulante (controle) nos respirômetros apresenta pequena diferença, quando comparada com o lodo da 1ª e 8ª batelada com adição de coagulante (ver figura 3). Pode-se inferir que o efeito acumulativo de coagulante presente na biomassa até o período analisado, 27º dia, é inexpressivo, não interferindo na atividade bacteriana.

Figura 3 - Produção de CO₂ acumulado do lodo biológico durante o período de 27 dias.

CONCLUSÕES

O processo nitrificação foi satisfatório, com remoção em média em torno de 66% já a desnitrificação não ocorreu, possivelmente devido à falta de fonte de carbono necessária para a ocorrência da desnitrificação ou ao reduzido tempo percorrido depois da fase de aeração.

A remoção biológica de fósforo se dá através de zonas anaeróbias e aeróbias necessariamente, o que não ocorreu na prática, e é importante uma concentração mínima de DQO ou DBO solúvel para o sucesso desse processo, como visto em literatura.

A aplicação de sulfato de alumínio no RSB, por mais que possa causar um abaixamento no pH, não causou aparentemente efeitos prejudiciais ao lodo. A aplicação de coagulante no reator trouxe uma melhora significativa em todos os parâmetros levados em consideração, com dosagem baixa de coagulante. Podendo ser uma aplicação útil em escala real.

As análises respirométricas mostraram que a adição de coagulante não interfere na atividade das bactérias, sendo possível a aplicação de coagulante juntamente com a biomassa no mesmo reator.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos em solo - Determinação da biodegradação pelo método respirométrico. Norma NBR 14283. São Paulo, 1999.
2. APHA/AWWA/WEF (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., Washington, D.C., USA.
3. PEREIRA, N. ; CAMARGO, J. A. ; CABELLO, P. R. ; TERAN, F. J. C. VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DO MÉTODO RESPIROMÉTRICO DE BARTHA PARA A ANÁLISE DA ATIVIDADE MICROBIANA DE SOLOS SOB APLICAÇÃO DE VINHAÇA. Engenharia Ambiental (online) **JCR**, v. 6, p. 264-271, 2009.
5. Santos, H. R. (2006). COAGULAÇÃO/PRECIPITAÇÃO DE EFLUENTES DE REATOR ANAERÓBIO DE LEITO EXPANDIDO E DE SISTEMA DE LODO ATIVADO PRECEDIDO DE REATOR UASB, COM REMOÇÃO DE PARTÍCULAS POR SEDIMENTAÇÃO OU FLOTAÇÃO. São Carlos, São Paulo, Brasil: Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade