

II-430 - AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE POLÍMERO COMO COAGULANTE PRINCIPAL EM SISTEMA DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO: ESTUDO DE CASO EM ESCALA REAL EM UMA ETE NO MUNICÍPIO DE CAMPO LARGO - PR

Marino Kumegawa⁽¹⁾

Técnico químico da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) - PR.

Jacqueline Shirado⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Engenheira Ambiental da SANEPAR – PR. Mestranda em Meio Ambiente Urbano e Industrial pela UFPR.

Eduardo Sabino Pegorini⁽³⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Paraná. Mestre em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná. Coordenador Industrial da Unidade de Serviço de Esgoto da SANEPAR – PR.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dr. Celso Luiz Peixoto Ribas, s/n, - Bairro Campo Comprido - Curitiba - PR - CEP: 81220-312 - Brasil - Tel: +55 (41) 3274-4129 - e-mail: marinok@sanepar.com.br.

RESUMO

Estações de tratamento de esgoto que possuem reatores anaeróbios, geralmente necessitam de pós tratamento a fim de atenderem os padrões de lançamento do efluente nos corpos hídricos. O sistema de flotação por ar dissolvido é um dos tipos de pós tratamento de reatores anaeróbios empregados no Brasil. Sulfato de alumínio, cloreto férrico e polímeros podem ser utilizados como coagulantes nesse sistema. A ETE Cambuí, localizada no município de Campo Largo – PR, possui reatores anaeróbios seguidos de flotação por ar dissolvido e utiliza o cloreto férrico como coagulante. Devido às limitações e problemas operacionais visualizados com o uso do cloreto férrico, optou-se por testar o polímero como coagulante principal nessa estação. A dosagem polímero a ser aplicada em escala real foi escolhida por meio de ensaios em laboratório. A aplicação do produto resultou em remoção média no período de avaliação de 51% de DQO, de 62% de remoção de sólidos suspensos e 84% de remoção de sólidos sedimentáveis. Notou-se, portanto, boa eficiência na remoção de sólidos, principalmente dos sedimentáveis. Outras vantagens como economia no custo, menor produção de lodo flotado e maior operacionalidade também foram identificadas.

PALAVRAS-CHAVE: Reatores Anaeróbios, Pós Tratamento, Flotação por Ar Dissolvido, Polímero Catiônico, Cloreto Férrico.

INTRODUÇÃO

A utilização de reatores anaeróbios no Brasil tornou-se uma tecnologia viável no tratamento de esgoto doméstico, uma vez que aliou as condições ambientais favoráveis existentes no país à necessidade da redução de custos com a instalação, operação e manutenção das estações de tratamento de esgoto (DIAS, et. al., 2007). Entretanto, o efluente dos reatores anaeróbios geralmente não atende aos padrões ambientais de lançamento, requerendo um pós tratamento para melhoria da qualidade do efluente final da estação.

Uma das alternativas adotadas visando à complementação desse tratamento é o processo de flotação por ar dissolvido, que remove os sólidos em suspensão e, quando em combinação com agentes coagulantes, pode remover também nutrientes, principalmente o fósforo, e parcela da matéria orgânica dissolvida (AISSE, et. al., 2001). Apesar das vantagens deste tipo de pós tratamento, a escolha do coagulante ideal é essencial para garantir a qualidade do efluente e melhorar a operacionalidade do sistema.

A estação de tratamento de esgoto, objeto deste estudo, localiza-se no município de Campo Largo/PR e é composta por dois reatores anaeróbios e um sistema de flotação por ar dissolvido como pós tratamento. Diante das limitações e problemas operacionais decorrentes do uso do cloreto férrico como coagulante em seu sistema de flotação, observou-se a necessidade de se estudar a aplicação de outro produto que não produzisse os mesmos efeitos negativos vislumbrados com a aplicação desse sal de ferro.

O trabalho consistiu na avaliação da aplicação de polímero catiônico forte como coagulante principal, devido a sua propriedade em arrastar os flocos formados para a superfície. Inicialmente foram realizados ensaios de *Jar Test* em laboratório que, posteriormente, nortearam a aplicação do produto em escala real.

Deste trabalho, foi possível relacionar as vantagens e desvantagens da utilização do polímero como coagulante principal em comparação ao cloreto férrico anteriormente utilizado no sistema de flotação da estação estudada.

MATERIAIS E MÉTODOS

A ETE Cambuí é uma estação de pequeno porte, com capacidade nominal de tratamento de 100 L/s, composta por sistemas de: gradeamento, remoção de areia, reatores anaeróbios e flotação por ar dissolvido. A

Figura 1 apresenta o fluxograma do processo de tratamento. A ETE possui operação 24 horas e o trabalho contou com a colaboração dos operadores da estação.

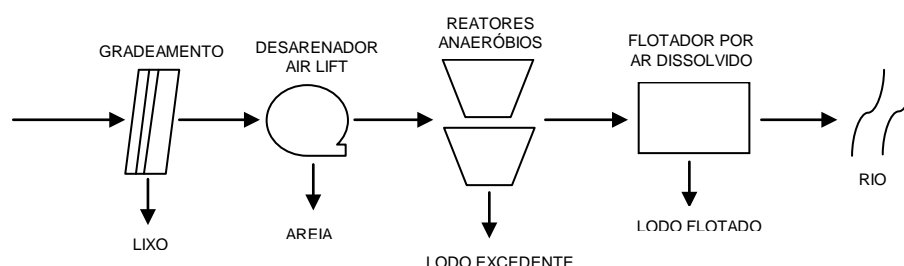


Figura 1: Fluxograma do processo de tratamento da ETE Cambuí

O trabalho consistiu na realização de testes de jarro (“jar-test”) para verificar em laboratório a eficiência da aplicação de polímero catiônico forte no efluente dos reatores da ETE Cambuí e selecionar a dosagem ideal do produto a ser aplicada no flotador em escala real. Adotou-se, para tanto, solução de polímero com concentração de 0,3% ou 3g de polímero/L. Para cada dosagem testada, foram avaliados: o aspecto visual do líquido, o pH e a turbidez.

Escolhida a dosagem ideal para o efluente dos reatores, a segunda etapa do trabalho correspondeu à aplicação do produto em planta. Optou-se pela aplicação do polímero por meio de bomba de diafragma na terceira câmara de mistura lenta. Foi solicitada à equipe de operadores da estação para que a dosagem do polímero fosse regulada duas vezes ao dia, de acordo com a vazão de esgoto na entrada da estação. O primeiro ajuste da dosagem deveria ocorrer no período da manhã quando a vazão da ETE aumenta significativamente e o outro no período noturno quando se registra queda acentuada na vazão.

Para acompanhamento do início da aplicação, coletas pontuais também foram realizadas. Caso fossem verificadas, por meio dos resultados, necessidades de ajustes na operação dos equipamentos, estas poderiam ser efetuadas.

O controle do processo com a aplicação de cloreto férrico era realizado diariamente por meio de análises operacionais dos seguintes parâmetros: pH, temperatura, alcalinidade total e sólidos sedimentáveis. Além disso, semanalmente eram realizadas coletas compostas para análises complementares de DQO, DBO e sólidos suspensos, além dos demais parâmetros citados. Neste trabalho, foram mantidos os mesmos parâmetros e frequências de análise na avaliação da eficiência do polímero.

Os dados analíticos da aplicação do polímero foram posteriormente comparados com os dados existentes para a aplicação do cloreto férrico na estação estudada para os mesmos meses do ano anterior ao início do teste, tentando respeitar a mesma condição climática e regime de chuvas.

Buscou-se, ainda, a coleta de informações com os operadores da estação com relação à operacionalidade do sistema com o uso do polímero como coagulante principal.

RESULTADOS OBTIDOS

Em jar test foi observado que todas as concentrações apresentaram bons resultados. Embora as de concentrações maiores tenham se apresentado levemente melhores, por questão de economia de produto químico, optou-se por aplicar em planta a concentração de 0,75mg de polímero/L ou 0,25mL/L de solução a 0,3%. A escolha da dosagem ideal para aplicação em planta baseou-se no melhor resultado obtido com a menor dosagem de produto químico possível.

Tabela 1: Escolha da melhor dosagem

Amostra	Dosagem de solução a 0,3%	Aspecto	pH	Turbidez
1	0,25 mL/L	Bom	6,6	34,1
2	0,50 mL/L	Bom	6,62	30,2
3	0,75 mL/L	Bom	6,63	25,3

A aplicação de polímero em escala real no flotor por ar dissolvido da ETE Cambuí foi iniciada no dia 01 de novembro de 2011. Foram realizadas coletas pontuais nos dias 03 e 04 para acompanhamento dos resultados e, a fim de verificar a eficiência da aplicação, a saída do reator também foi analisada. A partir dos resultados da primeira coleta, ajustes no sistema de aplicação foram realizados, o que permitiu visualizar uma melhora no dia seguinte, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados das coletas pontuais da saída do reator e efluente final

Data	Saída do reator			Efluente final		
	DQO (mg/L)	Sólidos suspensos (mg/L)	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	DQO (mg/L)	Sólidos suspensos (mg/L)	Sólidos sedimentáveis (mL/L)
03/11/11	224	106	2	135	18	<0,1
04/11/11	220	143	1,8	85	47	<0,1

Os resultados das coletas compostas realizadas semanalmente na estação nos meses de novembro e dezembro do ano de 2011 encontram-se relacionadas na Tabela 3.

Tabela 3: Coletas compostas realizadas durante o período de testes com polímero

Data	Vazão (L/s)	Saída do reator					Efluente final			
		DQO (mg/L)	DQO solúvel (mg/L)	DBO (mg/L)	Sol. Sed. (mL/L)	Sol. Susp. (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Sol. Sed. (mL/L)	Sol. Susp. (mg/L)
04/11	45	220	66	95	0,9	102	91	55	0,1	40
09/11	39	220	94	-	0,5	89	126	65	0,1	42
16/11	58	84	18	-	0,5	49	51	18	0,1	29
24/11	44	177	67	-	1	100	93	50	0,1	38
07/12	38	319	105	160	1,8	162	124	70	0,1	48
13/12	54	404	113	-	2,7	170	130	60	0,1	38
19/12	34	149	34	-	0,4	74	79	55	0,1	21
27/12	45	127	40	-	0,3	60	73	40	0,1	23

As vazões apresentadas na Tabela 3 representam a vazão média de entrada da estação no dia da coleta composta. Nos dias 16 de novembro e 27 de dezembro, quando se observa baixa carga orgânica de saída dos reatores, houve registro de chuva no dia, um indicativo de que a rede poderia estar com infiltração e consequentemente poderia estar diluindo o afluente.

Durante a aplicação de polímero no sistema de flotação, foi possível observar que o coagulante possui eficiência relevante na remoção de sólidos, tanto aqueles em suspensão quanto os sedimentáveis. A média de remoção da DQO em relação ao efluente do reator foi de 51%, de 62% de remoção de sólidos suspensos e 84% de remoção de sólidos sedimentáveis.

Em comparação aos resultados obtidos com o uso do cloreto férrico no mesmo período do ano anterior (2010), foi observado um ganho na eficiência com o uso de polímero principalmente na remoção de sólidos sedimentáveis. Isso porque com o uso de cloreto férrico, havia uma perda da eficiência do tratamento à medida que havia sedimentação do lodo no fundo do tanque de flotação. Ou seja, ocorria o arraste dos sólidos sedimentados junto ao efluente final. Observou-se que após aproximadamente 30 dias operação contínua do flotador com cloreto férrico, já se percebia prejuízo da qualidade do efluente final, exigindo limpezas mensais do tanque de flotação.

A média de remoção de DQO com o cloreto férrico foi de 38% e de 48% na remoção de sólidos suspensos nos meses de novembro e dezembro de 2010.

As vantagens da aplicação do polímero como coagulante principal no sistema de flotação por ar dissolvido não se limitaram à eficiência do tratamento. A produção de lodo flotado também mostrou ser menor em comparação ao cloreto férrico. Com a aplicação de FeCl_3 a produção de lodo diária observada era de no mínimo 16 m³, enquanto que com o uso de polímero a produção média diária reduziu pela metade, 8 m³, facilitando o gerenciamento do lodo gerado no processo de tratamento.

A altura do manto de lodo sedimentado no fundo da câmara de flotação manteve-se estável e variou entre 30 e 40 cm. Diferente do que se notava com o uso de cloreto férrico, que após 30 dias de aplicação acumulava-se entre 60 e 100 cm de lodo na câmara de flotação além do acúmulo nas câmaras de mistura lenta (coagulação-floculação). Observou-se que a principal causa desta condição é a consistência dos flocos formados com o polímero, que não se quebra tão facilmente como o floco formado com cloreto férrico.

A quantidade de produto requerida no processo de flotação nos mesmos meses analisados também divergiu significativamente entre o polímero e o cloreto férrico. Nos meses de novembro e dezembro de 2011 foram utilizados 75,0 e 85,0 kg de polímero, respectivamente, contra 31.340,0 kg de cloreto férrico em novembro de 2010 e 29.780,0 kg em dezembro do mesmo ano, o que representa não só economia no consumo de produto químico, mas também de custos para a empresa.

Conforme relato dos operadores da estação, em termos de ganhos operacionais, notou-se maior facilidade no ajuste de dosagem do coagulante devido à maior tolerância às flutuações de vazão da estação e por acumular menor quantidade de lodo no fundo do flotador, possibilitando limpezas mais espaçadas e, por consequência, menor desgaste operacional. As desvantagens da aplicação do polímero segundo os operadores da ETE diz respeito ao odor formado no lodo flotado e ao aspecto visual do efluente com maior turbidez do que o habitual com o uso de cloreto férrico, mas que, entretanto, encontravam-se dentro dos padrões de lançamento.

CONCLUSÕES

A aplicação de polímero catiônico forte em substituição ao coagulante cloreto férrico mostrou ser bastante promissora, pois por meio deste trabalho concluiu-se que:

O polímero apresenta boa eficiência na remoção de sólidos suspensos e sedimentáveis e, por consequência, reduz a carga orgânica do efluente final.

Em comparação à aplicação de cloreto férrico, há menor produção de lodo flotado, menor quantidade de lodo sedimentado no fundo do tanque de flotação e formação de flocos mais consistentes.

Houve boa aceitação dos operadores da ETE na aplicação do produto, devido à facilidade de aplicação, uma vez que possui um range considerável de tolerância em relação à dosagem em função das flutuações de vazão diária.

A quantidade de polímero requerida no processo de flotação da ETE é menor que a de cloreto férrico, que representa economia de produto químico e de custos para a empresa.

Recomendam-se estudos futuros com outros tipos polímeros, a fim de se definir aquele ideal para ser aplicado no sistema de flotação por ar dissolvido como coagulante principal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AISSE, M. M., JURGENSEN, D., REALI, M. A. P., PENETRA, R., FLORENCIO, L., SOBRINHO, P. A. Pós tratamento de efluente de reatores anaeróbios por sistemas de flotação. In: CHERNICHARO, C. A. L. (coordenador). Pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. [S.I.], 2001. cap. 6.
2. AISSE, M. M., JURGENSEN, D., LOBATO, M. B., SOBRINHO, P. A. Avaliação do sistema reator RALF e flotação por ar dissolvido, no tratamento de esgoto sanitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, Rio de Janeiro: ABES, 2001.
3. DIAS, M. S. O.; PEREIRA, J. A. R. Determinação da dosagem ótima de polímeros em sistema de flotação, em escala de laboratório, utilizado no pós-tratamento de efluente de reator UASB da ETE Sideral, Belém/PA. Revista Científica da UFPA; Ano 07, Vol 06, Nº 01. Disponível em: <http://www.ufpa.br/rcientifica/artigos_cientificos/ed_08/pdf/monique_dias.pdf>, acessado em: 21 de fevereiro de 2012.
4. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro, 2009. cap. 10, p. 218 – 227.
5. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. 3rd ed. New York, Mc Graw Hill, 1991. 1334p.
6. PINTO FILHO, A. C. T.; BRANDÃO, C. C. S. Avaliação do potencial da flotação por ar dissolvido sob pressão como pós-tratamento para efluentes de reatores anaeróbios de fluxo ascendente. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, Rio de Janeiro, Brasil: AIDIS, 2000.
7. REALI, M.A.P.; PENETRA, R.G. & CARVALHO, M. E. Flotation Technique With Coagulant and polymer application applied to the post-treatment of effluents from anaerobic reactor treating sewage. In: VI Latinamerican Workshop-Seminar on Anaerobic Digestion. Recife, Brasil. Novembro. Anais. 2000b