

VI-011 - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS FLUTUAÇÕES DO PARÂMETRO ALCALINIDADE EM TERMOS DE EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO EM UM REATOR BIOLÓGICO AERADO TRATANDO EFLUENTES DE ATERRO INDUSTRIAL

Lindomar Pereira⁽¹⁾

Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo SENAI Blumenau. Especialista em Águas e Efluentes pelo SENAI Blumenau.

Joel Dias da Silva

Engenheiro Sanitarista. Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Design da FURB, Professor HV-01 do SENAI Blumenau.

Endereço⁽¹⁾: Rua São Paulo, 3250 - Itoupava Seca - Blumenau - SC - CEP: 89030-000 - Brasil - Tel: (47) 3221-6077 - e-mail: lindomar.pereira@brturbo.com.br

RESUMO

As unidades de tratamentos de efluentes são compostas de processos físico-químicos e/ou biológicos aos quais se submete uma água contaminada, para modificar sua qualidade, tornando-a com características que atendam as especificações legais ou para uma determinada aplicação industrial. No tratamento biológico, por causa das comunidades de microrganismos envolvidos, ocorrem oscilações no processo, que na maioria das vezes, ocasionam desequilíbrio do sistema afetando a qualidade do efluente tratado, o que não tem sido diferente na estação de tratamento de efluentes da Central de Tratamento de Resíduos de Blumenau (CTR), localizada na cidade de Blumenau-SC, objeto deste trabalho. Destacou-se como objetivo maior, a correção dessas flutuações dentro do reator biológico, com acompanhamento especial da variável alcalinidade. A metodologia do trabalho foi desenvolvida através de base bibliográfica, documental, e exploratória de campo utilizando-se como ferramentas a coleta e análise de dados. O monitoramento da alcalinidade nas correntes de alimentação de entrada e de saída do reator biológico aerado foi efetuado, mostrando a oscilação que ocorre na alimentação da alcalinidade de entrada para o Reator Biológico, tornando necessária a adição de um alcalinizante para a correção da alcalinidade. Os ensaios realizados definiram a cal gel como alcalinizante, possibilitando a determinação de dosagem ótima, em relação ao grau de nitrificação ideal do efluente de entrada para o reator biológico. Com os resultados da pesquisa, a escolha do produto alcalinizante a ser implementado e dosado no reator biológico, juntamente com o monitoramento da dosagem aplicada ao sistema, proporcionou a melhora da nitrificação e com isto tendo mais controle sobre as variáveis do sistema de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Alcalinidade, reator biológico, efluentes, aterro industrial.

INTRODUÇÃO

A análise da problemática dos resíduos sólidos industriais no Brasil mostra uma tendência crescente na identificação das quantidades de resíduos industriais gerados, tendência esta detectada por um controle mais eficaz por parte das agências ambientais e pela implantação de sistemas de gestão ambiental por parte de empresas. Este cenário aponta a necessidade, urgente, de utilização de novas tecnologias que auxiliem no gerenciamento dos resíduos gerados pelo parque industrial brasileiro, eliminando ou minimizando passivos ambientais e, consequentemente, os riscos à saúde pública no que se refere à contaminação do solo e dos corpos d' água.

No entanto, parece ser ponto pacífico que nenhuma das tecnologias atualmente imaginadas é absoluta, ou seja, considerada como solução global para o problema dos resíduos gerados. Tanto isto é verdade, que em sua grande maioria, os resíduos continuam sendo dispostos em aterros sanitários, que ainda representa à alternativa mais econômica, apesar de suas inúmeras desvantagens, como por exemplo, a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas e das águas de superfície pelo líquido percolado resultante da degradação biológica e

da lixiviação dos resíduos dispostos nos aterros, com carga poluidora, várias vezes maiores que a do esgoto doméstico (HAMADA, 1997).

A produção dos lixiviados é função da precipitação e da disponibilidade de água no local (recirculação de líquidos gerados, irrigação da camada de cobertura, presença de lodos), das características da camada de cobertura (umidade, vegetação, declividades), das características dos resíduos depositados (composição, umidade, idade, massa específica, método de disposição) e do método de impermeabilização do local (EL-FADEL et al., 2002).

Os processos de decomposição dos resíduos dispostos em aterros acontecem em quatro fases sequenciais distintas (hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese). Em cada fase a suscetibilidade das substâncias químicas a lixiviação é modificada, alterando a composição do lixiviado (ALMEIDA; VILHENA, 2002).

Para o tratamento desse lixiviado, técnicas como o tratamento de efluentes por lodos ativados tem sido amplamente empregado, principalmente pela alta eficiência alcançada associada à pequena área de implantação requerida, quando comparado a outros sistemas de tratamento. O princípio do processo baseia-se na oxidação bioquímica dos compostos orgânicos e inorgânicos presentes nos efluentes, mediada por uma população microbiana diversificada e mantida em suspensão num meio aeróbio. A eficiência do processo depende, dentre outros fatores, da capacidade de floculação da biomassa ativa e da composição dos flocos formados.

É importante mencionar também que, a composição da microfauna do lodo ativado revela tendências do processo, quanto a eficiência da remoção da demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅); a eficiência da remoção de sólidos suspensos (SS); as condições de sedimentação do lodo; o nível de aeração empregado no sistema; a presença de compostos tóxicos, tais como metais pesados e amônia; além de poder indicar a ocorrência de sobrecargas orgânicas e de nitrificação (GERARDI, 1986; HOFFMANN; PLATZER, 2000).

Um processo eficiente deve remover principalmente cargas orgânicas e nutrientes (nitrogênio e fósforo), sendo realizado em duas etapas distintas. A primeira denominada de nitrificação acontece em condições de aerobiose (oxigênio como acceptor final de elétrons na cadeia respiratória) onde a amônia passa a ser oxidada a nitrato. A segunda etapa, designada desnitrificação, é realizada em baixas concentrações de oxigênio, ou seja, em ambiente anóxico, onde o nitrato aceita os elétrons oriundos de um material orgânico e este é reduzido a N₂ gasoso. Os possíveis intermediários desta etapa são o óxido nítrico e o óxido nitroso (METCALF; EDDY, 1991; ISOLD; KOETZ, 2003).

A alcalinidade desempenha um papel fundamental no processo de nitrificação, pois consiste na capacidade de as águas neutralizarem compostos ácidos, devido à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, quase sempre de metais alcalinos ou alcalinos terrosos (sódio, potássio, cálcio, magnésio, e outros) e, ocasionalmente boratos, silicatos e fosfatos. É expressa em miligrama por litro de carbonato de cálcio equivalente. (ABNT, 1993).

Destacou-se como objetivo principal do trabalho avaliar a influência das flutuações de alcalinidade durante o processo de nitrificação no reator biológico aerado de uma estação de tratamento de efluentes em um aterro industrial.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida através de base bibliográfica, documental e de campo utilizando-se como ferramentas a coleta e análise de dados, tendo como objeto de estudo as flutuações de alcalinidade no sistema de tratamento biológico de efluentes, que fora objeto de estudo por Gorigoitia (2011), da estação de tratamento de efluentes da Central de Tratamento de Resíduos de Blumenau, em operação desde 1999, recebe resíduos de todo o Estado de Santa Catarina, principalmente das regiões do Médio e Alto Vale do Itajaí, e é de propriedade particular.

O experimento desenvolvido na CTRB foi dividido em seis etapas:

- **Medição de variações de alcalinidade no efluente de alimentação, saída e no reator biológico aerado:** A medição da alcalinidade do efluente foi efetuada através de coletas do efluente de entrada (equalizado), saída e no interior do reator biológico. O efluente é proveniente do lixiviado do aterro classe II. As amostras foram encaminhadas e analisadas em laboratório externo credenciado. O referido laboratório é de credibilidade e segue padrões de análise de acordo com a normativa ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 e fornece laudos técnicos de acompanhamento da alcalinidade e outras variáveis acompanhadas no processo;
- **Metodologia para determinação da concentração alcalina em efluentes, águas subterrâneas e tratadas:** Para determinar a concentração alcalina no efluente usou-se o método descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1998). O método se aplica a águas resíduárias e sistemas de tratamento de efluentes;
- **Definição do produto químico a ser utilizado como alcalinizante, com base em ensaios de laboratório:** A escolha do produto químico alcalinizante a ser utilizado na correção da alcalinidade do efluente, deu-se a partir de monitoramento e ensaios em bancada. Foram realizadas análises, nas amostras dos efluentes coletadas e enviadas ao laboratório citado no item a, sendo testados produtos químicos com alta concentração hidróxido de cálcio (cal gel). Após obtenção dos resultados foi definido o alcalinizante ser adicionado no sistema para a correção da alcalinidade no reator biológico aerado;
- **Definição da dosagem do produto químico selecionado em relação ao grau de nitrificação de ideal:** A definição da dosagem e do produto químico selecionado em relação ao grau de nitrificação ideal foi obtida através dos ensaios de laboratório, onde foi considerado o grau de alcalinidade do efluente mais a alcalinidade necessária requerida para que ocorra o processo de nitrificação e desnitrificação no sistema biológico;
- **Implementação da dosagem do produto no reator biológico aerado:** Para implementar a dosagem do alcalinizante no reator biológico aerado foi instalado um sistema composto por moto bomba dosadora Netzsch acoplada a um tanque de preparo de produtos. A dosagem foi controlada por meio de inversor de frequência, o qual possibilita o controle da dosagem definida pelos ensaios de laboratório. Para implementar a dosagem do alcalinizante no reator biológico aerado foi instalado um sistema composto por moto bomba dosadora Netzsch acoplada a um tanque de preparo de produtos e dosando o produto no reator biológico.
- **Acompanhamento de variáveis de controle ambiental e de eficiência do sistema:** Foi realizado acompanhamento analítico diário do sistema com planilhas específicas nas quais foram registrados os resultados obtidos nos laudos de análises laboratoriais para os parâmetros controlados: temperatura, DBO, pH, alcalinidade e Nitrogênio Total. Outros parâmetros foram acompanhados a título de verificar se sofrem alguma interferência do processo de nitrificação. Para avaliar os resultados obtidos em termos de eficiência de nitrificação, efetuou-se o acompanhamento da eficiência do sistema de nitrificação e, comparada às correções efetuadas na alcalinidade.

RESULTADOS

O monitoramento da alcalinidade no efluente de entrada para o Reator Biológico começou a ser realizado em Maio de 2009, pois a problemática causada pela oscilação da alcalinidade de entrada para o reator biológico ocasionava variação no processo de nitrificação, interferindo diretamente nas condições de tratabilidade realizado pelos microrganismos que compõem o tratamento por lodos ativados.

Observou-se na época que houve grande variação na concentração da alcalinidade, os valores oscilaram na faixa entre 750 mgL^{-1} até 4200 mgL^{-1} , com valor médio de $2.801,16 \text{ mgL}^{-1}$. Quanto aos valores de nitrogênio de entrada, estes oscilaram na faixa entre 250 mgL^{-1} até 1550 mgL^{-1} . O nitrogênio total de e de saída do Reator Biológico, oscilaram entre 15 mgL^{-1} até 750 mgL^{-1} . A porcentagem de remoção de nitrogênio foi de 63,37%.

Após avaliação, optou-se por intensificar a adição de alcalinizante no reator biológico, com cal hidratada que é usada para este fim. Assim sendo também foi selecionado o carbonato de sódio se for necessário substituir o alcalinizante. Foi considerado o grau de alcalinidade do efluente mais a alcalinidade necessária requerida

para que ocorresse o processo de nitrificação e desnitrificação no sistema biológico. Com base nos dados apresentados anteriormente, fora calculada a quantidade de cal gel a ser dosada na estação de modo a garantir a estabilidade do pH em valores ideais para nitrificação do efluente à nitrato. A carga de NTK (nitrogênio passível de oxidação) calculada é de 5,25 kg/h, a partir desta informação chegou-se a uma alcalinidade necessária de 894,6 kg.alc/d.

Observou-se, porém, que nas medições mais recentes a alcalinidade já disponível no efluente é de cerca de 3000 mgL⁻¹, ou 504 kg/d. Subtraíndo a alcalinidade necessária pela já disponível chega-se finalmente a quantidade a ser dosada no tratamento, no caso, 390,6 kg/d. Como a proporção de cal no cal gel é de 20%, faz-se necessário então dosar 60,2 L/h para suprir as necessidades dos microrganismos e manter o pH estável nas condições ideais.

A dosagem foi iniciada em janeiro de 2010, após serem realizados os estudos acima descritos foi introduzida a dosagem de cal gel na entrada do tratamento biológico, suprindo assim a demanda de alcalinizante necessário para o processo de nitrificação ocorra normalmente dentro do reator. A partir desse incremento, verificou-se que a variação da alcalinidade do efluente de entrada para o biológico variou entre 1500 mgL⁻¹ a 4300 mgL⁻¹. Já os valores de alcalinidade de saída após o tratamento biológico mostraram variação na faixa de 50 mgL⁻¹ a 370 mgL⁻¹, resultando no consumo bom da alcalinidade de entrada no sistema. A média de eficiência na remoção da alcalinidade removida foi de 90,44% em relação à alcalinidade de entrada, mais a adicionada em relação à eficiência de remoção na saída. Em relação à redução do nitrogênio na saída pós-tratamento biológico variou entre 10 mgL⁻¹ a 1200 mgL⁻¹, com média de eficiência na remoção do nitrogênio removido no reator biológico foi de 68,53% em 2010, comparando o nitrogênio de entrada e na saída.

Dando continuidade ao monitoramento, a alcalinidade para o ano de 2011 também demonstrou variações, de 1350 mgL⁻¹ a 7100 mgL⁻¹, porém com eficiência na remoção da alcalinidade consumida e removida no reator biológico de 92,77% para o período estudado. O nitrogênio na entrada variou entre a faixa mínima de 400 mgL⁻¹ até 1900 mgL⁻¹, acompanhando a variação ocorrida na alcalinidade, com acréscimos e decréscimos. O nitrogênio na saída variou entre a faixa mínima de 10 mgL⁻¹ até 750 mgL⁻¹. A média de eficiência na remoção do nitrogênio removido nesta etapa do tratamento é de 61,95% em 2011, comparando o nitrogênio de entrada e eficiência de remoção na saída do reator biológico. Percebeu-se que, conforme ocorria oscilação na alcalinidade de entrada, também ocorriam variações no nitrogênio total de entrada e consequentemente também a dosagem de alcalinizante adicionada no reator biológico. O monitoramento das variáveis no reator biológico como a alcalinidade, nitrogênio total e dosagem de alcalinizante, tendia a baixar.

A dosagem diária foi calculada de modo a suprir a diferença de alcalinidade necessária a neutralizar o ácido formado pela oxidação do nitrogênio. Com a implementação da dosagem de alcalinizante (hidróxido de cálcio) no reator biológico, no intuito de corrigir a alcalinidade do efluente na corrente de alimentação do mesmo o sistema apresentou melhorias no processo de nitrificação. Os valores de nitrogênio total após o reator anóxico comprovam está melhoria quando comparados aos valores medidos nos mesmos pontos, porém no ano de 2009, o que ocorreu sem a dosagem do alcalinizante.

Vale ressaltar que todos os valores elencados neste trabalho, como resultados para nitrogênio total, referem-se somente à etapa de tratamento biológico aerado e que, portanto, não refletem as condições do efluente de saída final da referida estação e tratamento de efluentes. O efluente, após esta etapa, passa ainda por outras etapas de tratamento, como Reator Biológico Anóxico, Tratamento Físico-químico e Recirculação, se necessário, para que o mesmo atinja os valores exigidos na legislação vigente.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi avaliada a interferência causada pela variação de alcalinidade no desempenho do reator biológico no processo de nitrificação no tratamento de efluente de aterro industrial. A configuração desta pesquisa permitiu a avaliação do sistema biológico por lodos ativados. O monitoramento da alcalinidade nas correntes de alimentação de entrada e de saída do reator biológico aerado foi efetuado, mostrando a oscilação que ocorre na alimentação da alcalinidade de entrada para o reator biológico, fazendo que seja necessária a adição de um alcalinizante para a correção da alcalinidade.

Os ensaios realizados que definiram a cal gel com alcalinizante nos deram a determinação de dosagem ótima, em relação ao grau de nitrificação ideal do efluente de entrada para o reator biológico, esta dosagem é aplicada continuamente do sistema. Com os resultados dos estudos para a escolha do produto alcalinizante a ser implementado e dosado no reator biológico, juntamente com o monitoramento da dosagem aplicada ao sistema, proporcionou a melhora da nitrificação e com isto tendo mais controle sobre as variáveis do sistema de tratamento.

Visando à continuidade do estudo e a busca de mais soluções para a correção da interferência da alcalinidade no tratamento de efluente de aterro sugere-se estudo de uma variante que pode ser testada neste sentido de substituir a cal gel é a introdução de outro alcalinizante (carbonato de sódio) como a barrilha leve, proporcionando redução do aumento de sólidos no sistema biológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado. 2º ed., IPT/CEMPRE. São Paulo, 2002.
2. ARCEIVALA, S.I. Wastewater treatment and disposal. Marcel Dekker, New York. 1981. 892p.
3. BRASIL. Resolução CONAMA Nº 430 de 16 de maio de 2011. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF, 2005.
4. _____. Resolução CONAMA Nº 357/05 – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos de água, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005
5. EL FADEL, M.; DOUSEID, E.; CHAHINE, W.; ALAYLIC, B. Factors Influencing Solid Waste Generation And Management. Waste Management, v. 22, pp. 269-276, 2002.
6. GERARDI, M.H. An operator's guide to protozoa and their role in the activated sludge process. Public Works, p. 44-47/90-92, July. 1986.
7. GORIGOITÍA, A. P. Aplicação De Biorreator Com Membranas No Tratamento De Efluentes De Aterro Industrial. Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2011.
8. HAMADA, J. (1997). Estimativas de geração e caracterização do chorume em aterros sanitários. Foz do Iguaçú. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, p.1801-1810.
9. HOFFMANN, H., PLATZER, C. Aplicação de imagens microscópicas do lodo ativado para a detecção de problemas de funcionamento das estações de tratamento de esgotos na Alemanha. In: I SEMINÁRIO DE MICROBIOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO, Anais... Universidade Federal do Espírito Santo, p. 108-120. 2000.
10. ISOLDI, L. A.; KOETZ, P. R.. Tratamentos biológicos para remoção de matéria orgânica carbonada e nitrogenada. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. Fundação Universidade Federal do Rio Grande do Sul. v. 12, janeiro a junho. 2003.
11. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4 ed rev. U.S.A.: McGraw Hill, 2003.