

A UTILIZAÇÃO DO LODO ATIVADO NAS ETE's

Diogo Inácio Silva

Graduando em Tecnologia em Processos Químicos,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Raissa Lorena Lembranci Oliveira Bomfim

Graduanda em Tecnologia em Processos Químicos,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Jéssica Pereira Nacfur

Graduanda em Tecnologia em Processos Químicos,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Willian Pereira Gomes

Químico, Mestre e Doutorando em Ciência dos Materiais – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

A crescente demanda de água doce, para os mais diversos usos, provocou um aumento na preocupação e conseqüentemente nos estudos e pesquisas relacionados ao tratamento de efluentes. Sendo o sistema de lodo ativado, de grande uso e importância em tal processo. Este sistema é um processo biológico no qual o esgoto afluente e o lodo ativado são intimamente misturados, agitados e aerados, em um tanque de aeração, ocorrendo a decomposição da matéria orgânica pelo metabolismo das bactérias e outros microrganismos presentes. Devolvendo ao corpo d'água, uma carga poluidora menor, ou desconsiderável. Nesse sentido este trabalho objetivou realizar uma revisão bibliográfica acerca de lodo ativado, considerando, a importância do reuso dessa água, bem como as características desse tipo de sistema e os parâmetros utilizados para o controle do sistema. Salienta-se, que para um resultado satisfatório, é necessário conhecer a fonte geradora deste efluente, direcionando as técnicas mais adequadas, para cada situação.

PALAVRAS-CHAVE: ETE; microrganismos; reuso da água.

INTRODUÇÃO

Atualmente há uma crescente preocupação relacionada ao grau de tratamento e qualidade da água, e seus usos (FERREIRA; CORAIOLA, 2008). Sendo que a poluição da água indica que um ou mais de seus usos foram prejudicados, atingindo assim o homem de forma direta, pois ela é usada, para ser bebida, alimentação e higiene, bem como para outros fins de forma indireta (MACHADO, 2010). Sendo a indústria um dos maiores consumidores de água doce.

Os principais usos da água na indústria estão relacionados à utilização como matéria prima, onde a água pode ser incorporada ao produto final, utilizada como fluido auxiliar, na preparação de soluções, reagentes e compostos químicos, bem

como para geração de energia, havendo transformação da energia acumulada na água em energia mecânica e/ou elétrica, em geral; uso como fluido para sistemas de refrigeração e aquecimento, onde a demanda é bastante alta e ainda, em instalações sanitárias, lavagem de equipamentos, entre outros (MACHADO, 2010).

A poluição dos corpos hídricos que recebem rejeitos industriais tem aumentado significativamente, o que pode causar além de impactos ambientais, problemas patológicos para a saúde humana com reflexo na qualidade de vida da população, tornado o recurso da água mais escasso (STACHIW, 2005). Fazendo necessário o tratamento desses resíduos industriais e domésticos em estação de tratamento de efluentes (ETE), a fim de remover a maior quantidade possível de poluentes (LAMBOLEZ et al., 1994).

Freire et al. (2000) e Motta et al. (2003), afirmam que os tratamentos baseados em processos biológicos permitem tratar grandes volumes de efluente, apresentando menor custo de funcionamento e simplicidade operacional. Para efluentes complexos, o processo biológico mais amplamente usado é o tratamento por lodos ativados, cujo nível de eficiência é elevado, embora o processo anaeróbico tenha mostrado bom desempenho (JENKINS et al., 2003).

O sistema de lodo ativado é um processo biológico no qual o esgoto afluente e o lodo ativado são intimamente misturados, agitados e aerados, em um tanque de aeração, ocorrendo a decomposição da matéria orgânica pelo metabolismo das bactérias presentes. Devolvendo ao corpo d'água, uma carga poluidora menor, ou desprezível. Nesse sentido este trabalho objetivou realizar uma revisão bibliográfica acerca da utilização do lodo ativado nas ETE's.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado a partir material já elaborado, seguindo princípios de um estudo de revisão bibliográfica (GIL, 2008). No qual foram utilizados livros, artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso, e para seleção das fontes foram consideradas as bibliografias que versassem a respeito do lodo ativado, e consequentemente temas relacionados, excluindo as que não atenderem o tema.

Após a leitura exploratória, que se caracteriza por uma leitura rápida, que objetiva verificar a utilidade da obra consultada para o trabalho, foi realizada uma leitura seletiva, caracterizada por ser uma leitura mais aprofundada das partes que

realmente interessam. E finalmente foi realizado o registro de todas as informações extraídas das fontes em instrumento específico.

3 EFLUENTES, PROCESSOS E NÍVEIS DO TRATAMENTO DE EFLUENTES

Os efluentes, então, são variáveis de acordo com a fonte geradora, ou seja, conforme Braga (2005) é necessário que se conheça profundamente as características do efluente industrial para determinar o tipo de tratamento adequado e atender os padrões de lançamento estabelecidos.

Uma estação de tratamento de efluentes envolve processos químicos, físicos e biológicos objetivando a remoção da carga poluidora do efluente, visando atingir uma qualidade de tratamento eficiente. Os processos físicos são responsáveis pela separação e remoção de substâncias sólidas do líquido susceptíveis a essa ação física. Os processos químicos ocorrem com a adição de produtos químicos para desencadear certas reações e remover compostos em que os processos físicos não conseguiram atuar. Os processos biológicos dependem da ação de microrganismos no meio para a remoção da carga poluidora. Sendo os níveis de tratamento categorizado em quatro níveis (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis de tratamento de efluentes industriais.

Níveis de tratamento de efluentes industriais	Definição
Tratamento preliminar	Objetiva a remoção de sólidos grosseiros, gorduras e areia.
Tratamento primário	Consiste na remoção de sólidos suspensos, sedimentáveis e não sedimentáveis.
Tratamento secundário	Remoção de matéria orgânica por ação de microrganismos.
Tratamento terciário	Aplicado para remover poluentes que não foram removidos nas etapas anteriores.

Fonte: Amorim et al. (2014).

3.1 Sistema de lodo ativado

O sistema de lodo ativado é utilizado para o tratamento de efluentes sanitários e industriais principalmente quando o efluente possui alta carga poluidora e se deseja que haja uma elevada qualidade no efluente tratado (VON SPERLING, 1997).

Segundo Bento et al. (2005), o sistema de lodos ativados consiste em uma complexa associação de microrganismos composta por bactérias, protozoários e fungos que oxidam os compostos orgânicos e inorgânicos presentes nos efluentes.

A comunidade estabelecida nesse sistema é dinâmica e fundamental ao tratamento, sendo que cada espécie tem sua importância para o bom funcionamento do sistema (AMMAN et al., 1997), sendo que de acordo com Vazollér et al. (1989) a estrutura dessa comunidade apresenta forte relação com as condições operacionais e com a qualidade e quantidade de efluente que alimenta o processo, desta forma a avaliação microbiológica do lodo é capaz de fornecer informações sobre o desempenho da ETE (POOLE, 1984).

Mudanças nas condições ambientais provenientes da composição do afluente do reator, ou mesmo da operação da estação, podem levar a alterações na comunidade do lodo, influenciando os processos de biodegradação e, portanto, reduzindo a qualidade do efluente tratado (DALZELL et al, 2002).

Segundo Von Sperling (1997) o princípio básico do processo de lodo ativado é a depuração da matéria orgânica por microrganismos aeróbicos. Existem muitas variantes no processo de lodos ativados e os sistemas podem ser classificados de acordo com a idade do lodo (lodo ativado convencional ou aeração prolongada); de acordo com o fluxo (fluxo contínuo ou intermitente) ou ainda de acordo com objetivos do tratamento (remoção de carbono ou remoção de carbono e nutrientes).

3.2 Parâmetros físico-químicos de remoção da carga poluidora para controle do sistema de lodos ativados

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária aos microrganismos na estabilização da matéria orgânica em decomposição em condições anaeróbias. Quando maior a quantidade de matéria biodegradável no efluente maior será sua DBO (NUVOLARI et al, 2003). Para verificar a eficiência de remoção de DBO é necessário avaliar o efluente de entrada e saída do reator biológico.

A demanda química de oxigênio (DQO) determina o consumo de oxigênio pelos microrganismos para oxidar compostos orgânicos, biodegradáveis ou não, exclusivamente pela oxidação química (NUVOLARI et al, 2003). Para verificar a eficiência de remoção de DQO deve proceder-se da mesma maneira da DBO.

Tanto a DBO como a DBQ, são parâmetros que indicam o grau de carga poluidora, ou seja, de matéria orgânica, em um efluente.

Segundo Von Sperling (1997) a relação F/M é a quantidade de alimento ou substrato disponível por unidade de massa dos microrganismos, ou seja, representa a carga disponível, e estabelece relação direta com a eficiência do sistema. Quanto menor a disponibilidade de DBO fornecida às bactérias (baixa relação F/M) a busca pelo alimento é maior e a remoção de DBO se torna mais eficiente. De modo inverso, quanto maior a disponibilidade de DBO fornecida às bactérias (alta relação F/M), menor será a remoção de DBO.

Para a constatação da sedimentabilidade do lodo é realizada a verificação do índice volumétrico de lodo (IVL) que é definido como o volume ocupado por grama de lodo após uma decantação de 30 minutos (SD30). Quando maior o IVL, maior será a sedimentabilidade do lodo. É possível determinar a qualidade da sedimentabilidade do lodo de acordo com o valor de IVL obtido (Tabela 2).

Tabela 2. Interpretação aproximada do resultado do Índice volumétrico do Lodo.

Sedimentabilidade	Faixas de Valores de IVL (mL/g)
Ótima	0 – 50
Boa	50 – 100
Média	100 – 200
Ruim	200 – 300
Péssima	➤ – 300

Fonte: Amorin et al., 2014.

O parâmetro idade do lodo (IL) mede o tempo, em dias (residência celular) que os microrganismos são mantidos no sistema. O tempo deve ser suficiente para que os microrganismos degradem a matéria orgânica, se esse tempo for ultrapassado pode resultar em uma concentração alta de material biológico (CLAAS, 2007).

3.3 Variáveis que interferem no sistema de lodos ativados

Algumas variáveis influenciam diretamente neste sistema de lodo ativado. O teor de oxigênio dissolvido (OD) é de extrema importância no controle do sistema de lodos ativados, pois em excesso pode causar perdas e em falta pode resultar em um fator limitante no crescimento dos microrganismos.

A temperatura influencia diretamente as reações químicas e biológicas, uma vez que esta variável afeta o metabolismo dos microrganismos, afetando as taxas de oxidação da matéria orgânica. Já o pH desempenha importante papel neste sistema, necessitando de constante monitoramento, caso haja mudanças bruscas de valores de pH no sistema, isto ocasiona efeito tóxico para os microrganismos (AMORIM et al., 2014).

Os microrganismos necessitam de nutrientes para se desenvolverem e os elementos nitrogênio e fósforo, proporcionam essa condição. Segundo Claas (2007), a proporção ideal de nutrientes para lodos ativados que operam em faixas de crescimento ativo é dada por $DBO: N:P = 100:5:1$. É necessário verificar periodicamente a disponibilidade de nutrientes no efluente de entrada do reator para contatar se há ou não necessidade de dosagem de nutrientes no sistema de lodos ativados.

Ferreira e Coraiola (2008) estudando a eficiência do lodo ativado em uso contínuo para tratamento de esgoto, concluíram que este tipo de processo apresenta-se altamente eficiente, principalmente na remoção da DBO/DQO, e com baixo custo. Devido à parte de a matéria orgânica ser mineralizada, transformando-se em gás carbônico e água, e parte em biomassa microbiana, possibilitando sua reutilização no próprio sistema, garantindo assim uma economia.

De acordo com Oliveira et al., (2009) que estudando a diversidade microbiológica em tanques de aeração de diferentes capacidade volumétricas e DBO, perceberam que tanques menores com capacidade em torno de 39.600 m^3 , e 25 Kg/dia de carga de DBO, a diversidade microbiológica foi maior que em tanques com capacidade para 50.000 m^3 e 33 Kg/dia de carga de DBO. Sendo que no tanque menor o sistema era do tipo carrossel e no tanque maior era do tipo mistura completa. Evidenciando que o tipo de sistema e tamanho do tanque proporcionou ao efluente um maior contato com a biota encontrada no tanque, promovendo também uma maior diversificação desta.

Além destes autores percebe-se que este é o sistema mais utilizado atualmente, devido a diversas características, pois permite que seja alterado conforme suas necessidades, indo de sistemas mais simples até sistemas mais complexos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente têm-se percebido uma maior realização de ensaios e pesquisas com a finalidade de se conhecer o comportamento de diferentes sistemas de lodo ativado ou utilização de diferentes microrganismos, ou a combinação deste, proporciona melhores resultados em cada situação de tratamento de efluentes. Desta forma, recomenda-se que antes da utilização do sistema de lodo ativado, seja realizada uma análise do tipo de efluente em questão, e que sejam realizados ensaios com estes, objetivando determinar o processo e variáveis no processo, otimizando assim o sistema.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. L. G.; VARGAS, K. P.; JESUS, E. H. A. análise de eficiência do sistema de lodo ativado no tratamento de efluentes de um curtume na cidade de Uberlândia – MG. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte/MG – 2014.

AMMAN, R.; GLÖCKNER, F.O.; NEEF, A. Modern methods in subsurface microbiology: in situ identification of microorganisms with nucleic acid probes. FEMS Microbiology Reviews, v. 20, n. 3-4, p. 191-200, 1997.

BENTO, A.P. et al. Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 4, p. 329-338, 2005.

BRAGA, B. et al. Introdução à Engenharia Ambiental. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CLAAS, I. C. Lodos ativados: Princípios teóricos fundamentais, operação e controle. Porto Alegre: Evangraf, 2007.

DALZELL, D.J.B. et al. A comparison of five rapid direct toxicity assessment methods to determine toxicity of pollutants to activated sludge. Chemosphere, v. 47, n. 5, p. 535-545, 2002.

FERREIRA, F.D., CORAIOLA, M. Eficiência do lodo ativado em uso contínuo para tratamento de esgoto. Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais. Curitiba, v 6, n 2, p. 259 – 279, 2008.

FREIRE, R.S. et al. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. Química Nova, v. 23, n. 4, p. 504-511, 2000.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JENKINS, D.; RICHARD, M.G.; DAIGGER, G.T. Manual on the causes and control of activated sludge bulking, foaming, and other solids separation problems. 3. ed. Boca Raton: Lewis Publishers, 2003.

LAMBOLEZ, L. et al. The environmental risks of industrial waste disposal: an experimental approach including acute and chronic toxicity studies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 28, n. 3, p. 317-328, 1994.

MACHADO, C. R. A. Avaliação do processo de lodos ativados combinado com carvão ativado em pó no tratamento de efluente de refinaria de petróleo. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2010.

MOTTA, M. et al. Estudo do funcionamento de estações de tratamento de esgotos por análise de imagem: validações e estudo de caso. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 8, n. 3, p. 170-181, 2003.

NUVOLARI, A. et al. Esgoto sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

OLIVEIRA, G.S.S.; ARAÚJO, C.V.M.; FERNANDES, J.G.S. Microbiologia de sistema de lodos ativados e sua relação com o tratamento de efluentes industriais: a experiência da Cetrel. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v.14 n.2, p. 183-192, 2009.

POOLE, J.E.P. A study of the relationship between the mixed liquor fauna and plant performance for a variety of activated sludge sewage treatment works. *Water Research*, v. 18, n. 3, p. 281-287, 1984.

STACHIW, R. Modelagem e simulação do processo de adsorção de compostos orgânicos em xisto, catalisador exaurido de FCC e carvão ativado em pó. 2008. 207 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

VAZOLLÉR, R.F. et al. Microbiologia de lodos ativados. São Paulo: Cetesb, 1989.

VON SPERLING, M. Princípio do tratamento biológico de águas residuárias: lodos ativados. Minas Gerais: UFMG, 1997.