



II-356 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA EM TERMOS DE REDUÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EM DIFERENTES TIPOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Miriam Patrícia Loureiro⁽¹⁾

Química Industrial pela Universidade Vale do Rio Doce - UNIVALE/MG (1999). Suporte de Operação da Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN.

Luciana da Silva Canuto

Química Industrial pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (2005). Especialista em Engenharia do Meio Ambiente – UFES (2008). Analista da Qualidade de Esgoto da Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN.

Endereço⁽¹⁾: Av. Gelú Vervloet dos Santos, 395 - Aeroporto - Vitória - ES - CEP: 29075-660 - Brasil - Tel: (27) 2127-6763 - e-mail: patricia.loureiro@cesan.com.br.

RESUMO

A decisão sobre a implantação da desinfecção de esgotos não é simples, devido aos custos envolvidos, eficácia com relação à efetiva remoção dos microorganismos de interesse da saúde pública, possível geração de compostos tóxicos, usos do corpo receptor, visão integrada da bacia hidrográfica e outros aspectos.

Este trabalho apresenta uma avaliação da eficiência, em termos de redução de coliformes termotolerantes, em diferentes tipos de tratamento de esgoto que são operados e monitorados pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN). São eles: lagoa facultativa, lagoa anaeróbia seguida de facultativa, lagoa aerada seguida de facultativa, lodo ativado, lodo ativado seguido de desinfecção por ultravioleta e reator anaeróbio seguido de lagoa facultativa.

Dentre os tipos de tratamento, o que apresentou melhor resultado foi o de lodo ativado seguido de desinfecção por ultravioleta, que pode ser classificado como um processo artificial de desinfecção.

PALAVRAS-CHAVE: Desinfecção, Coliformes.

INTRODUÇÃO

O objetivo principal da desinfecção é sem dúvida a proteção da saúde pública, de acordo com os possíveis usos da água. Os organismos capazes de transmitir uma doença de veiculação hídrica são denominados organismos patogênicos, e estão sempre presentes nas fezes de indivíduos e animais infectados (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

O ambiente ideal para os organismos patogênicos, é o trato intestinal humano. Fora deste, quer na rede de esgotos, no tratamento de esgotos, ou no corpo receptor, os organismos patogênicos tendem a morrer. Diversos fatores contribuem para remoção dos organismos patogênicos:

- Bactérias e vírus: temperatura, insolação, pH, escassez de alimento, organismos predadores, competição, compostos tóxicos;
- Cistos de protozoários e ovos de helmintos: sedimentação (VON SPERLING, 2002).
-

A detecção dos agentes patogênicos em uma amostra d'água é extremamente difícil, em razão das suas baixas concentrações, o que demandaria o exame de grandes volumes da amostra para que fossem detectados os poucos seres patogênicos. Os organismos mais comumente utilizados com tal finalidade são as bactérias do grupo coliforme (VON SPERLING, 2005).

O grau necessário a ser alcançado em um determinado tratamento de esgotos sanitários varia de um lugar para outro e depende dos seguintes requisitos:

- Usos preponderantes das águas receptoras a jusante do ponto de lançamento dos esgotos;
- Capacidade do corpo de água em assimilar, por diluição e alta depuração, o líquido tratado;
- Exigências legais estabelecidas pelos órgãos de controle de poluição para o corpo receptor; e
- Usos específicos do efluente tratado (reuso industrial, agrícola, recarga de aquíferos etc.) (BRAGA *et al*, 2006).



Segundo a Resolução CONAMA 357/2005 os padrões de lançamento não explicitam limites para coliformes. No entanto há padrões para o corpo receptor, que são função da classe a que o mesmo pertence (VON SPERLING, 2002).

Dentre os tipos de tratamento apresentados neste trabalho, a maioria pode ser classificado como processos naturais de desinfecção, que são aqueles compostos por lagoas de estabilização. Há apenas um processo artificial que é o ultravioleta.

A Tabela 1 apresenta as faixas de concentrações e eficiência de remoção de coliformes termotolerantes para cada tipo de tratamento mencionado neste trabalho.

Tabela 1: Concentrações efluentes e eficiências típicas de remoção de coliformes termotolerantes no esgoto doméstico.

Tipo de Tratamento	Qualidade média do efluente(NMP/100ml)	Eficiência média de remoção (unid. Log)
Lagoa Facultativa	$10^6 - 10^7$	1 - 2
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	$10^6 - 10^7$	1 - 2
Lagoa aerada seguida de lagoa sedimentação	$10^6 - 10^7$	1 - 2
Reator anaeróbio seguido de lagoa facultativa	$10^2 - 10^4$	3 - 5
Lodo ativado	$10^6 - 10^7$	1 - 2
Lodo ativado com desinfecção por ultravioleta	$<10^3$	

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005).

A tabela 2 informa os custos de implantação e de operação e manutenção por tipo de tratamento citados neste trabalho.

Tabela 2: Custos de implantação e de operação e manutenção por tipo de tratamento.

Tipo de Tratamento	Custo de Implantação (R\$/hab)	Custo de operação e Manutenção (R\$/hab.ano)
Lagoa Facultativa	40 - 80	2 - 4
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	30 - 75	2 - 4
Lagoa aerada seguida de lagoa sedimentação	50 - 90	5 - 9
Reator anaeróbio seguido de lagoa facultativa	40 - 70	4,5 - 7
Lodo ativado	90 - 120	10 - 20
Lodo ativado com desinfecção por ultravioleta	117 - 177	11 - 23

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram escolhidos os seguintes tipos de tratamento: lagoa facultativa, lagoa anaeróbia seguida de facultativa, lagoa aerada seguida de facultativa, lodo ativado, lodo ativado seguido de desinfecção por ultravioleta e reator anaeróbio seguido de lagoa facultativa.

Foram selecionadas as estações de tratamento de esgoto (ETEs) que não apresentaram, durante o período de estudo, alguma anormalidade que pudesse influenciar na avaliação dos dados.

A tabela 3 apresenta o número de ETEs selecionadas para cada tipo de tratamento.

**Tabela 3: Número de ETEs selecionadas em cada tipo de tratamento.**

Tipo de Tratamento	Número de ETE's
Lagoa Facultativa	1
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	4
Lagoa aerada seguida de lagoa sedimentação	1
Reator anaeróbio seguido de lagoa facultativa	1
Lodo ativado	1
Lodo ativado com desinfecção por ultravioleta	3

Foram utilizadas médias geométricas anuais dos resultados de coliformes termotolerantes no afluente e efluente de cada ETE e, também, média geométrica para cada tipo de tratamento no período de 2005 a 2008. Foi utilizado como parâmetro de eficiência, na remoção de coliformes termotolerantes, a redução de ordens logarítmicas por ser mais significativo.

De acordo com Jordão (2005) a redução de organismos patogênicos e seus indicadores nos vários processos de tratamento é relativamente desprezível, uma vez que os processos secundários de tratamento, como lodos ativados, por exemplo, mesmo reduzindo 90 a 99% os coliformes, ainda mantêm um efluente com altíssima densidade de organismos (a redução é de apenas 1 ou 2 ordens logarítmicas). Gonçalves (2003) reforça que mais do que os valores de eficiência de remoção de coliformes fecais, a densidade de microrganismos no efluente tratado deve ser considerada balizadora.

O gráfico foi traçado através do programa excel.

RESULTADOS

A figura 1 apresenta os resultados de concentração de coliformes termotolerantes no afluente e efluente para cada tipo de tratamento. Os valores no afluente estão entre 10^6 e 10^8 NMP/100mL, que de acordo com Jordão (2005), o esgoto bruto contém cerca de 10^5 a 10^8 NMP/100mL, ou cerca de 10^8 a 10^{11} org./hab.dia.

Os valores do efluente variaram muito por tipo de tratamento, estão entre 10^2 NMP/100mL, para lodo ativado com desinfecção ultravioleta e 10^6 NMP/100mL para lodo ativado.

A Organização Mundial da Saúde – OMS (1989) estabelece que a qualidade microbiológica de efluentes tratados usados em irrigação de culturas consumidas cruas, bem como em campos esportivos ou parques públicos, com grupos de trabalhadores ou consumidores expostos, deva ser inferior a 1.000 CF/ 100 ml, como média geométrica, e o número de ovos Nematóides intestinais deve ser de no máximo 2/litro, como média aritmética. Sendo assim, haveria potencial de se utilizar o efluente do tipo lodo ativado com desinfecção ultravioleta para o reuso.

Já para os outros tipos de tratamento que possuem lagoa de estabilização, o que apresentou melhor qualidade do efluente foi o reator anaeróbio seguido de lagoa facultativa e depois lagoa anaeróbia seguida de facultativa e por último, lagoa aerada seguida de sedimentação.

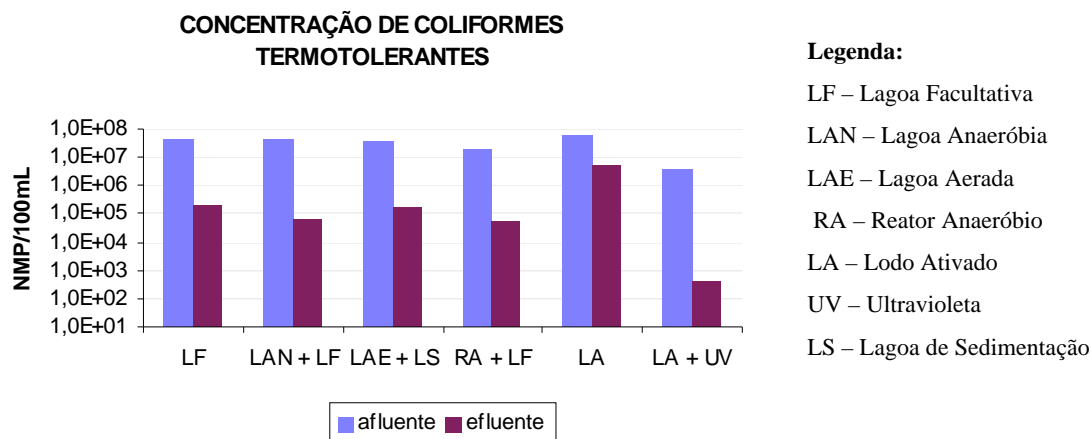


Figura 1: Concentração de coliformes termotolerantes no afluente e efluente da ETE por tipo de tratamento.

Na figura 2 observa-se que a maior e a menor eficiência de remoção foi para sistemas de lodo ativados, sendo que a melhor eficiência apresenta desinfecção por UV, e a pior sem desinfecção. No sistema lodo ativado o tempo de detenção é de 6 – 8h (< 0,3 dia) de acordo com Von Sperling (2005). Esse tempo não é suficiente para eliminação de microrganismos patogênicos, necessitando assim de desinfecção para melhor qualidade do efluente.

Os sistemas LF e LAE + LS apresentaram a mesma eficiência de remoção, ou seja, redução de 2 ordens logarítmicas e os sistemas LAN + LF e RA + LF redução de 3 ordens logarítmicas, sendo mais eficientes que o primeiro.

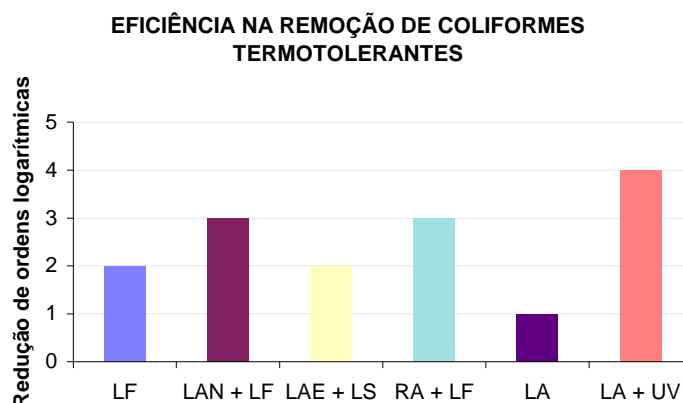


Figura 2: Eficiência na remoção de coliformes termotolerantes por tipo de tratamento.

CONCLUSÕES

Através da análise dos dados constatamos que o tipo de tratamento lodo ativado com desinfecção foi o que apresentou melhor desempenho, e o de pior desempenho foi o de lodo ativado sem tratamento terciário. Estes resultados demonstraram o descrito em literatura.

Apesar do processo de desinfecção por ultravioleta apresentar o melhor resultado, possui desvantagens como o custo elevado, em relação aos demais, como por exemplo, na manutenção das lâmpadas importadas, e também é um processo sensível à turbidez e sólidos suspensos totais, o que faz com que seja requerido um tipo de tratamento mais eficiente e controlado na redução de sólido, para que o sistema seja eficaz.



Já os sistemas compostos por lagoas de estabilização, dependendo do número de unidades e da geometria (dados do projeto de dimensionamento), podem ser alcançadas elevadas eficiências de remoção de organismos. É um processo natural de desinfecção e de operação simples, mas influenciado diretamente por condições climáticas entre outros.

O sistema de lagoa facultativa, composto por apenas uma unidade, possui uma razoável eficiência na remoção de patógenos, assim como o sistema de lagoa anaeróbia seguida de facultativa. Já o de lagoa aerada seguida por lagoa de sedimentação possui baixa eficiência na remoção de coliformes. O sistema composto somente por reator anaeróbio possui baixa eficiência na remoção de coliformes, mas quando é seguido por lagoa facultativa, como pós-tratamento, a eficiência aumenta. O processo de lodo ativado possui, também, baixa eficiência na remoção de coliformes, devido ao baixo tempo de detenção hidráulica. Entretanto, quando seguido de sistema de desinfecção ultravioleta, que é um processo físico, tem sua eficiência aumentada consideravelmente.

Quando comparado o sistema de lodo ativado com lagoas de estabilização, este último apresenta maior eficiência na remoção de patógenos devido ao longo tempo de detenção hidráulico, vários dias. Isso possibilita que os fatores ambientais, temperatura e insolação, tenham maior influência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, B. *et al.* Introdução à Engenharia Ambiental. 2 Edição. São Paulo, 2006.
2. GONÇALVES, R. F. Desinfecção de efluentes sanitários. 1ª Edição. Rio de Janeiro, 2003. Projeto PROSAB.
3. JORDÃO, E. P., PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 4ª Edição. Rio de Janeiro, 2005.
4. VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 3. Lagoas de Estabilização. 2a.Ed. 2. ed. BELO HORIZONTE: DESA-UFMG, 2002. v. 1. 196 p.
5. VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005. v. 1. 452 p.
6. OMS. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Genebra, 1989.