

II-441 – CONFORMIDADE DO EFLUENTE FINAL DA ETE – MALVAS EM JUAZEIRO DO NORTE – CE, FRENTE À LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

José Cirlânio da Cruz Ferreira⁽¹⁾

Graduado em Tecnologia dos Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC- Cariri). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

José Willams Nogueira da Costa

Graduado em Tecnologia dos Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC- Cariri). Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Germário Marcos Araújo

Graduado em Tecnologia dos Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental (CENTEC Cariri). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Doutorando em Saneamento Ambiental na UFC. Professor do IFCE Campus Sobral.

Endereço⁽¹⁾: Rua Raimundo Daniel de Freitas, 240 – Juazeiro do Norte - CE - CEP: 30013-015 - Brasil - Tel: (88) 3572-2498 - e-mail: cirlas.sanear@gmail.com

RESUMO

O lançamento sem controle de efluentes de estação de tratamento de esgoto causa inúmeros prejuízos ao meio ambiente, principalmente, ao ecossistema aquático, neste contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar a conformidade do efluente final do sistema de lagoas de estabilização de Juazeiro do Norte - Ceará (ETE Malvas). Durante o monitoramento foram realizadas análises do afluente e do efluente do sistema aonde foram analisadas as variáveis de pH, Condutividade Elétrica, Sólidos Suspensos, DBO, DQO, Amônia, Sólidos Totais Dissolvidos e Coliformes Fecais, conforme metodologias sugeridas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Através das variáveis analisadas foi possível analisar a conformidade do efluente final da ETE-Malvas com os padrões de lançamento de efluente estabelecidos pela resolução nº 357/05 do CONAMA e a portaria nº 154/02 da SEMACE. Os dados de qualidade físico-química e microbiológica do esgoto afluente e efluente à ETE Malvas não apresentou diferenças significativas em relação aos valores usuais abordados na literatura para esgoto doméstico, assim como, em relação à eficiência esperada para o sistema de tratamento. A análise da distribuição de frequência dos dados mostrou que apesar da ETE ter apresentado boa eficiência e atingir valores médios de DBO e DQO, para o efluente final, próximos aos padrões de descarte, o percentual de dados que atenderam a esses padrões não seguiram a mesma tendência. Ressalta-se ainda o baixo percentual de atendimento para os padrões de amônia.

PALAVRAS-CHAVE: Conformidade do efluente, Legislação ambiental, Lagoas de estabilização.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade dos recursos hídricos tem diminuído em todas as regiões do mundo, tanto no sentido quantitativo quanto qualitativo, havendo indícios de que por volta de 2025, em várias regiões do planeta haverá sérios problemas de escassez de água potável. Um dos fatores que impactam essa estimativa é o crescimento demográfico desordenado, que demanda um volume maior de água potável no planeta, e o outro, é a poluição desenfreada dos nossos mananciais.

Como consequência da maior utilização de água para os diversos fins, há a geração de esgotos. Os esgotos domésticos gerados, para que não venha a degradar o meio ambiente, devem ser coletados e destinados para estações de tratamento de efluentes, caso não seja dado esse devido fim, acabam poluindo o solo, contaminando as águas superficiais e subterrâneas, escoando a céu aberto se tornando em um foco perigoso de disseminação de doenças.

Pensando na qualidade e na saúde ambiental do meio ambiente, é necessária a utilização das tecnologias de tratamentos de esgoto, que sejam eficazes e economicamente viáveis, para que possamos reverter essa situação. Além das tecnologias de tratamento de efluentes é necessária uma legislação vigente e atuante nas questões

ambientais. Com o intuito de garantir a integridade dos corpos hídricos no Brasil, foram criados instrumentos legais que visam estabelecer padrões e diretrizes a serem cumpridos para uma adequada destinação dos resíduos líquidos gerados no país, com destaque, podemos citar a resolução nº 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. No estado do Ceará destaca-se a portaria nº 154/02 da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), que estabelece padrões de lançamento de efluentes domésticos e industriais, assim como, estabelece as condições dos efluentes para que estes sejam lançados nos corpos hídricos sem causar desequilíbrio ecológico aquático e danos para a população.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no sistema tratamento de efluentes do município de Juazeiro do Norte – CE, no bairro Malvas. A cidade de Juazeiro do Norte está situada ao extremo sul do estado do Ceará a 600 Km da capital, Fortaleza, com coordenadas geográficas latitude (S) 7° 12' 46" e longitude (N) 39° 18' 54", e população de aproximadamente 249,829 mil hab. A área territorial é de 249 Km², aproximadamente. O sistema estudado era constituído por cinco (05) lagoas de estabilização. As amostras, afluente e efluente à ETE, eram coletadas na entrada da lagoa anaeróbia e na lagoa de maturação, respectivamente, no período de janeiro de 2005 a setembro de 2007, e foram analisadas as seguintes variáveis: pH, Condutividade Elétrica, Sólidos Suspensos, DBO, DQO, Amônia, Sólidos Totais Dissolvidos e Coliformes Fecais. Vale salientar que todas as análises foram realizadas de acordo o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.



Figura 1: Vista aérea da ETE – Malvas em Juazeiro do Norte – CE.

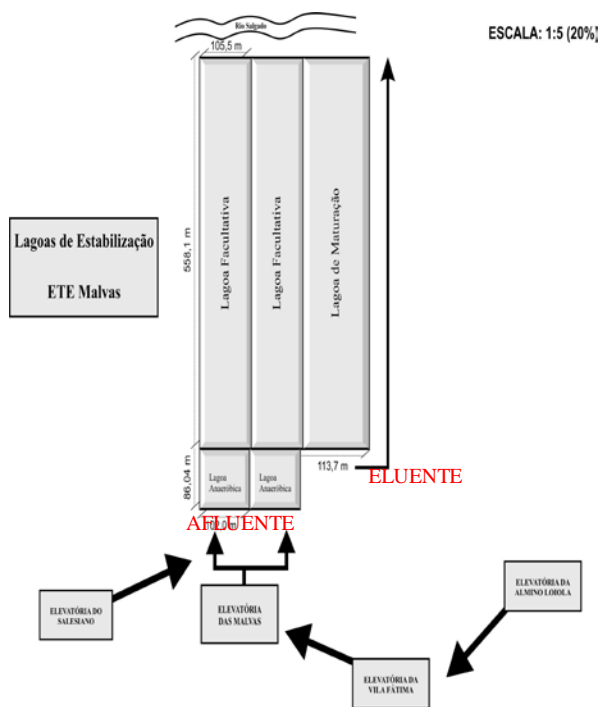


Figura 2: Esquema detalhado da ETE – Malvas em Juazeiro do Norte – CE. (Adaptado de SOUZA, 2005).

ELIMINAÇÃO DE INCONSISTÊNCIAS OU OUTLIERS

Foram removidos os valores extremos ou não usuais, mais conhecidos como outliers. Para isso foi utilizado um teste que determina limites inferior e superior, a partir dos quais o valor é considerado outlier. Esses limites são calculados utilizando o primeiro quartil (Q₁) e o terceiro quartil (Q₃) da série de dados.

Foram calculados limites para cada parâmetro monitorado na ETE da seguinte forma:

- Limite inferior = $Q_1 - 3 \cdot (Q_3 - Q_1)$
- Limite superior = $Q_3 + 3 \cdot (Q_3 - Q_1)$

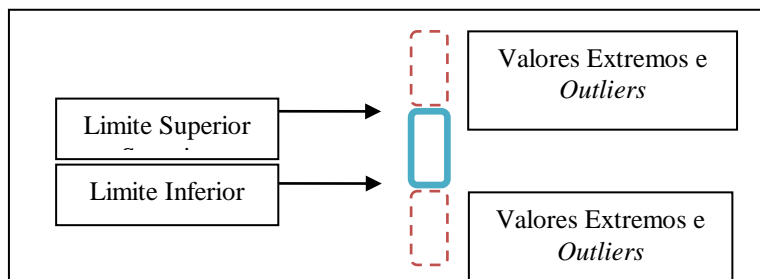


Figura 3: Identificação dos valores extremos e outliers em relação ao conjunto de dados.

Caso o valor observado fique abaixo do limite inferior ou acima do limite superior, ele é considerado um outlier e, desse modo, eliminado do conjunto de dados a ser analisado.

PADRÕES DE DESCARTE DE ESGOTOS TRATADOS NO ESTADO DO CEARÁ

A qualidade final do efluente tratado na ETE foi avaliada quanto aos padrões estabelecidos na Portaria 154/2002 da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), no que tange a sistemas de tratamento por Lagoas de Estabilização. A Tabela 2 mostra os parâmetros analisados nesse estudo e seus limites contidos na portaria estadual.

Tabela 1: Padrões de lançamento de esgotos de acordo com a Portaria 154/02 da SEMACE.

Variáveis	Padrão - Sistemas de Lagoas de estabilização
pH	7,5 – 10
DQO (mg/L)	200
DBO (mg/L)	60
Amônia (mg/L)	5
CF (NMP/100 mL)	5000

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva dos dados afluente e efluente à ETE Malvas referentes ao monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Para o afluente, observa-se que a concentração média das variáveis DBO e DQO foram respectivamente, 450 e 925mg/L.

Os valores máximos e mínimos obtidos para essas variáveis indicam uma elevada variação nas características do efluente bruto. Segundo Von Sperling (2005) os valores usuais de DBO e DQO em esgotos domésticos são respectivamente, 200 – 500mg/L e 400 – 800mg/L. Além dessas variáveis, destaca-se que a amônia e coliformes fecais apresentaram médias dentro da faixa de concentrações usuais, 35 – 70 mg/L e 10^6 – 10^9 NMP/100ml respectivamente (Von Sperling, 2005).

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis físico-químicos e microbiológicos do afluente e efluente à ETE Malvas.

<i>Esgoto</i>	Variáveis analisadas						
	Variável Estatística	pH	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	STD (mg/L)	Amônia (mg/L)	CF (NMP/100L)
<i>Afluente</i>	<i>Nº dados</i>	50	51	49	47	49	18
	<i>Média</i>	7,0	450,5	925,4	751,7	41,6	4,0E+06*
	<i>Mínimo</i>	6,2	117,8	474,5	145,0	0,3	2,0E+05
	<i>Máximo</i>	7,9	973,5	1875	1741,0	97,6	9,3E+06
	<i>DP</i>	0,35	170,4	335,0	340,5	24,4	4,0E+06
	<i>CV</i>	0,05	0,38	0,36	0,45	0,59	1,1
<i>Efluente</i>	<i>Nº dados</i>	51	51	50	51	50	19
	<i>Média</i>	8,3	62,9	163,0	453	12,2	1,6E+03*
	<i>Mínimo</i>	7,5	18,8	54,7	41	0,2	1,5E+02
	<i>Máximo</i>	9,7	141,0	393,7	1800	36,2	4,3E+03
	<i>DP</i>	0,42	25,5	86,2	378,4	7,4	1,4E+04
	<i>CV</i>	0,05	0,41	0,53	0,84	0,61	6,12

DP - Desvio padrão; CV- Coef. de variação; STD - Sólidos totais dissolvidos; CF - Coliformes fecais. * Média geométrica.

Quanto à qualidade final do efluente e eficiência do sistema de lagoas, verifica-se a remoção média de 84,5% da DBO e um residual médio de 62,9mg/L. Para a DQO foi encontrada uma remoção média de aproximadamente 80% e cerca de 160mg/L em residual. Esses resultados estão de acordo com os esperados para sistemas de tratamento composto por Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação.

A remoção média de amônia foi de apenas 62%, de forma que o efluente final apresentou em média 12mg/L de nitrogênio amoniacal. Apesar da baixa eficiência, esses resultados estão dentro do esperado, quando se trabalha com sistema de lagoas, nos quais, em geral, são atingidas remoções entre 50 e 60%, e ainda concentrações efluentes entre 10 e 15mg/L.

Relativo a coliformes fecais, foi observado uma remoção média de 3 unidades logarítmicas, e uma concentração final pouco acima de 10^3 NMP/100mL. Em geral, sistemas de lagoas semelhantes ao avaliado nesse trabalho, apresentam remoções de 3 a 5 unidades logarítmicas e concentrações efluentes variando entre 10^2 e 10^3 NMP/100mL.

Nas Figuras 3 até a 7 são mostradas as distribuições de frequência acumulada das variáveis pH, DBO, DQO, Amônia e Coliformes fecais respectivamente, dos quais são possíveis determinar os percentuais de dados do efluente final que atendem aos padrões estabelecidos pela portaria 154 da SEMACE.

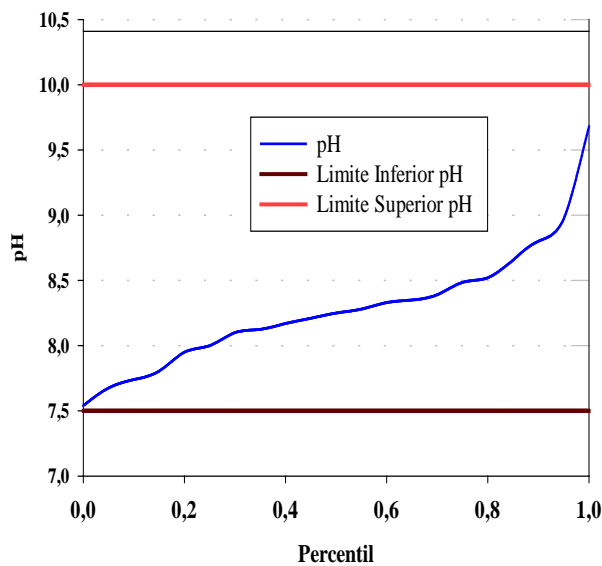


Figura 4 – Distribuição de frequência acumulada para pH

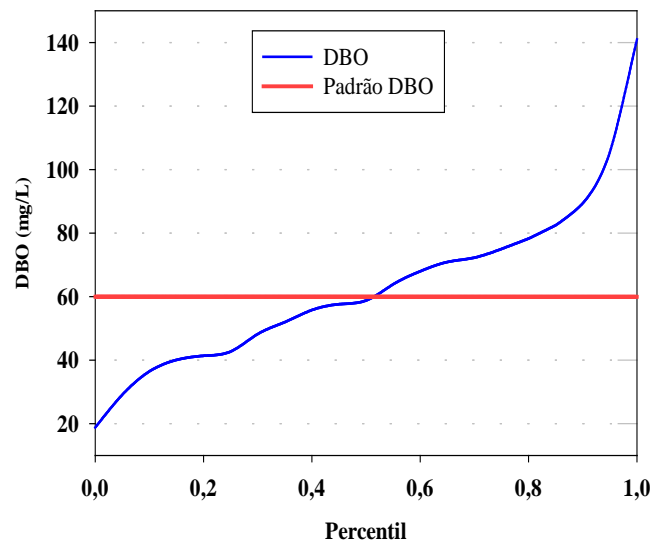


Figura 5 – Distribuição de frequência acumulada para DBO

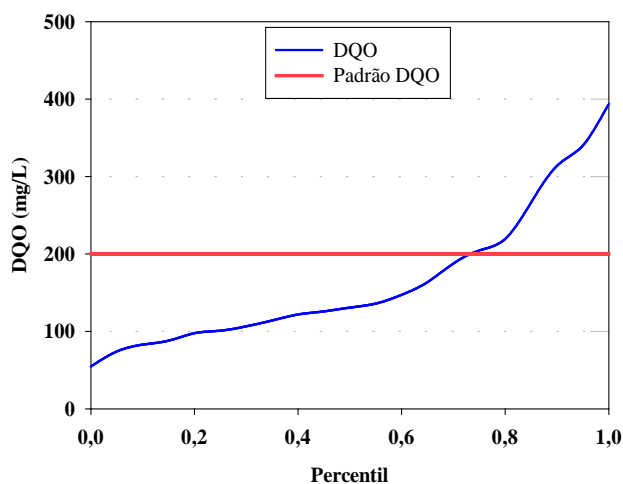


Figura 6 – Distribuição de frequência acumulada para DQO

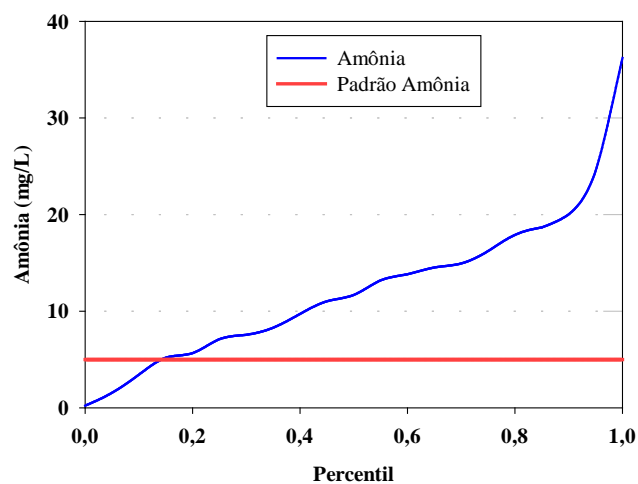


Figura 7 – Distribuição de frequência acumulada para amônia

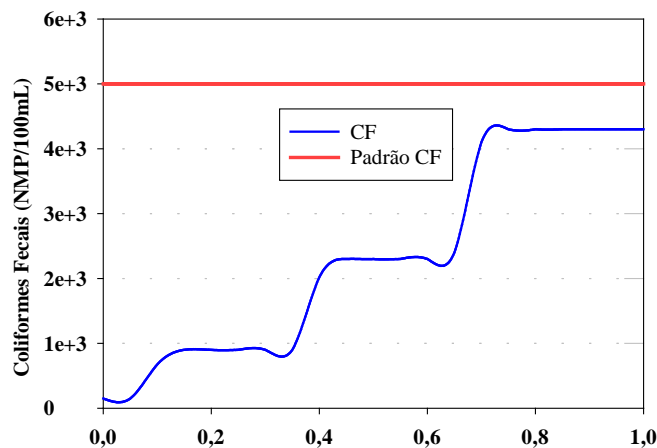


Figura 8 – Distribuição de frequência acumulada para coliformes fecais

Assim, percebe-se que 100% dos dados de pH (Figura 4), analisados para o efluente da ETE em estudo, estiveram dentro dos limites de 7,5 e 10 reportados pela legislação. O mesmo ocorrendo em relação aos coliformes fecais (Figura 8), em que todos os dados obtidos encontraram-se abaixo de 5000 coliformes fecais no efluente para descarte.

A partir da análise das Figuras 5 e 6, verifica-se que os percentuais de dados que atendem as variáveis DBO e DQO foram relativamente reduzidos. Para DBO cerca 50% dos resultados atenderam ao padrão de 60mg/L, enquanto que aproximadamente 75% dos dados de DQO do efluente final do sistema de lagoas foram inferiores a 200mg/L. Outra variável que apresentou baixo percentual de atendimento foi à amônia. Para essa variável encontrou-se que pouco mais de 10% dos dados estiveram abaixo de 5mg/L.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados é possível concluir que:

Os dados de qualidade físico-química e microbiológica do esgoto afluente e efluente à ETE Malvas não apresentou diferenças significativas em relação aos valores usuais abordados na literatura para esgoto doméstico, assim como em relação à eficiência esperada para o sistema de tratamento.

A análise da distribuição de frequência dos dados mostrou que apesar da ETE ter apresentado boa eficiência e atingir valores médios de DBO e DQO, para o efluente final, próximos aos padrões de descarte, o percentual de dados que atenderam a esses padrões não seguiram a mesma tendência. Ressalta-se ainda o baixo percentual de atendimento para os padrões de amônia.

Finalmente, o estudo detalhado da qualidade do efluente final, assim como a análise do percentual de dados que atendem aos padrões de descarte, é de suma importância no controle operacional das ETEs e na tomada de decisões quanto a possíveis melhorias no sistema de tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – AWWA- WEF (1995). Standard methods for water and wastewater, 19ª ed.; 1995.
2. CEARÁ, Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Portaria 154 de 22 de julho de 2002. Dispõe sobre padrões e condições para o lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Publicada no Diário Oficial do Estado em 1 de outubro de 2002.
3. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes e dá outras providências.
4. SOUZA, F.A.F. Avaliação da eficiência do sistema de lagoas de estabilização da cidade de Juazeiro do Norte-Ceará, após adição de cultura de microrganismos, 2005. Monografia do curso de Recursos hídricos/Saneamento Ambiental-Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, 2005.
5. von SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Vol. 1; Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 3ª Ed. 2005.