

II-332 - CONFORMIDADE DA QUALIDADE DO EFLUENTE FINAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE JUAZEIRO DO NORTE – CE (ETE-MALVAS)

José Willams Nogueira da Costa⁽¹⁾

Graduado em Tecnologia dos Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental (CENTEC Cariri). Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (DEC/UFCG).

José Cirlânio da Cruz Ferreira⁽²⁾

Graduado em Tecnologia dos Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental (CENTEC Cariri). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (DEC/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 Maria Alacoque Bezerra, 312 - Salesianos – Juazeiro do Norte -CE - CEP: 63050-125 - Brasil - Tel: (88) 96230199 - e-mail: josep_willams@yahoo.com.br

RESUMO

Devido às vantagens territoriais e climáticas que a região nordeste do Brasil apresenta, foram instalados vários sistemas de tratamento de esgoto doméstico composto por lagoas de estabilização. Com o intuito de avaliar a conformidade de efluentes desse tipo de sistema, foi realizado o monitoramento do sistema de lagoas de estabilização ETE – Malvas localizado no município de Juazeiro do Norte-CE. Durante o monitoramento foram realizadas análises do efluente do sistema em 4 pontos (P₁, P₂, P₃ e P₄), a onde foram analisadas as variáveis: pH, Temperatura, OD, DBO, DQO, Fósforo Total, Ortófosfato Solúvel e Nitrogênio Amoniacal, conforme metodologias sugeridas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. A eficiência de remoção do material orgânico em termos de DBO e DQO foi de 88% e 75%, respectivamente, quanto que para as variáveis fósforo total e nitrogênio amoniacal foram de 25% e 81%, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas de estabilização, material orgânico, nutrientes.

INTRODUÇÃO

Lagoas de Estabilização é um sistema de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas (PESSOA & JORDÃO, 1982).

Dentre os diversos tipos de tecnologias de tratamento de águas residuárias, atualmente existente, o sistema de lagoas de estabilização se destaca, particularmente, em região de clima quente. No Brasil, principalmente na Região Nordeste, onde são bastante comuns temperaturas elevadas, a utilização de sistemas de lagoas de estabilização para o tratamento de esgotos domésticos tornou-se uma ótima alternativa. Durante a década de 90 vários sistemas de lagoas de estabilização foram instalados no Brasil, com destaque para a região nordestes, por ser um sistema de baixos custos de instalação e operação, e pela simplicidade operacional, quando comparado a outros sistemas, favoreceu para que esse tipo de sistema fosse instalado em várias cidades nordestinas (VON SPERLING, 1996). Outro fator que contribuiu para sua difusão foi à disponibilidade de área que muitas cidades nordestina na época detinham, além das vantagens climáticas para os mecanismos biológicos de estabilização do material orgânico.

As lagoas de estabilização são sistemas que desencadeiam processos inteiramente biológicos, com o objetivo de estabilizar a matéria orgânica carbonácea, como também, quando bem projetadas, remover parcialmente nutrientes, em particular nitrogênio e fósforo, além de microrganismos patogênicos.

O lançamento de esgotos com elevadas concentrações de material orgânico e nutrientes nos cursos de água superficiais causa de forma indireta a diminuição dos níveis de oxigênio e o aumento da biomassa algal no

corpo hídrico, decorrentes dos processos de estabilização do material carbonáceo e do processo de eutrofização.

Com o intuito de analisar a conformidade do efluente do sistema de lagoas de estabilização ETE-Malvas em Juazeiro do Norte – CE, quanto à concentração de material orgânico e de nutrientes contidos no efluente final que é lançado no rio salgadinho, foi realizado o monitoramento do efluente do sistema durante o período de Maio a Julho de 2007.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no sistema de lagoas de estabilização localizado no bairro Malvas no município de Juazeiro do Norte - CE. Situado ao extremo sul do estado ceará, distante 600 Km da capital Fortaleza, com coordenadas geográficas latitude (S) 7° 12' 46" e longitude (N) 39° 18' 54" com uma área de aproximadamente 248,558 km².

O sistema era constituído por cinco (05) lagoas de estabilização: duas (02) anaeróbias (LA); duas (02) facultativas (LF) e uma (01) de maturação (LM). As coletas nos pontos de análise foram realizadas quinzenalmente, sempre no período da tarde, de Maio a Julho de 2007. Os pontos determinados para as análises foram: ponto P₁ – localizado na entrada do sistema, onde o esgoto bruto era distribuído para as duas lagoas anaeróbias; ponto P₂ – localizado no encontro dos efluentes das duas lagoas anaeróbias a onde eram divididos para as duas lagoas facultativas; ponto P₃ - localizado no encontro dos efluentes das duas lagoas facultativas, que eram misturados e canalizados para a lagoa de maturação, e finalmente, o ponto P₄ – localizado na saída da lagoa de maturação (saída do sistema), sendo em seguida descartado no rio salgadinho.



Figura 1: Vista aérea da ETE Malvas, em 21 de Agosto de 2009. Fonte: Google Earth.

Durante os sete meses (07) da fase experimental, as análises dos pontos amostrais foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas e Efluentes (LAE), vinculado ao curso de Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental do Instituto Centro de Ensino Tecnológico CENTEC - Cariri, localizado na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará.

As variáveis analisadas foram: Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura (T), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo Total, Ortofosfato Solúvel e Nitrogênio Amoniacal. Os métodos analíticos utilizados para as análises das amostras foram os

métodos padronizados e descritos no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores mínimos e máximos obtidos durante a pesquisa são apresentados na Tabela 1. A eficiência de remoção de material orgânico e nutrientes do sistema foi calculada com base nos valores médios das variáveis analisadas na entrada e na saída do sistema.

Conforme é mostrados na Tabela 1 e na Figura 2 o valor do pH manteve-se praticamente na faixa neutra nos pontos P₁ e P₂, característico de esgoto bruto, enquanto nos pontos P₃ e P₄ este se manteve em faixa alcalina, com o valor médio de 8,0 na saída da lagoa de maturação (ponto P₄). O aumento do pH observado na lagoa de maturação é consequência da atividade fotossintética das algas, devido a redução de CO₂ dissolvido na água. (VON SPERLING, 2006). Estequiometricamente, podemos calcular que a produção de 1 mmol de OD pelas algas, consiste no consumo de 1 mmol de CO₂ ou vice – versa, sendo assim, o consumo de 1 mmol/l de CO₂ corresponde a um consumo de 2 meq/l de acidez, aumentando o pH do meio (CAVALCANTI, 2009).

Os valores médios de temperatura variam de 28 a 30 °C nos quatros pontos de amostragem. A faixa de temperatura encontrada nas lagoas favorece o metabolismo bacteriano e a uma remoção de matéria orgânica.

Tabela 1: Valores mínimos, médios e máximos das variáveis analisadas nos pontos P₁, P₂, P₃ e P₄.

	P ₁			P ₂			P ₃			P ₄		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
pH	6,6	7,6	7,1	6,9	7,5	7,2	7,6	8,3	8	7,63	8,5	8
Temp. (°C)	26	32	30	28	31	29	27	31	29	27	29	28
OD (mg/l)	-	-	-	-	-	-	2	5,3	3,9	2,1	4,0	3,0
DBO (mg/l)	228	946	470	83	167	123	33	98	74	30,6	84,1	57
DQO (mg/l)	547	1446	882	248,1	431	329	178,3	409	259	155	295	222
FT (mg/l)	4,9	9,5	7,6	5,4	9,2	7,8	6,2	9,7	7,5	1	7,6	5,7
Ort.Sol. (mg/l)	3,4	5,8	4,6	3,9	7,1	5,7	2,2	6,7	4,5	2,8	6	4
N-NH₃⁻ (mg/l)	32	61	48	79,4	168	116	28	56,5	38	1,8	18,1	9,2

A variável OD foi analisada apenas nos pontos P₃ e P₄, visto que nos P₁ e P₂, por serem pontos de entrada e saída da lagoa anaeróbia, o ambiente é predominantemente anaeróbio. Os níveis médios de OD mostrados na Figura 2 tenderam a ser baixos e decrescentes, devido possivelmente, a grande quantidade de algas presentes nas superfícies das lagoas facultativas (ponto P₃). Os valores médios de oxigênio dissolvido observados em P₃ e P₄ foram de 3,90 e 2,97 mgO₂/L respectivamente.

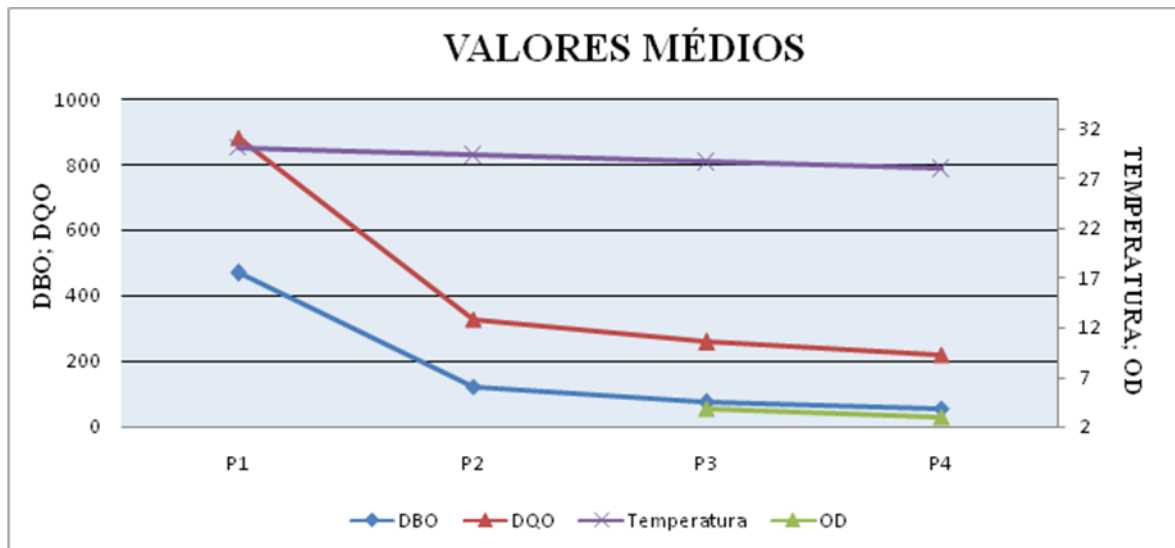


Figura2: Variação dos valores médios de DBO, DQO, Temperatura e Oxigênio Dissolvido, nos diferentes pontos de coleta.

Após a análise dos dados obtidos, foi calculado que a média de DBO do afluente da ETE foi de 469 mg/L, ponto P₁, já no efluente o residual foi de 57 mg/L, ponto P₄. Com a análise dos dados a eficiência de remoção de DBO foi de 88%. Descritos na Tabela 1, os valores mínimos e máximos no ponto P₁ foram bem diferentes, essa interferência observada é consequência das descargas de resíduos de fossas sépticas, realizadas pelos caminhões limpa fossas momento antes da coleta das amostras, como também pode ter sido devido às redes coletoras estarem danificadas coletando águas pluviais.

Quanto as concentrações de DQO, as mesmas foram elevadas, com médias de 882 mg/L, esgoto bruto (ponto P₁) e residual médio de 222 mg/L no efluente da ETE (ponto P₄). A elevada concentração de DQO no afluente do sistema foi consequência, possivelmente, do despejo indevido de efluentes industriais na rede coletora de esgoto domiciliar. A eficiência de remoção de DQO foi de 75%, dentro do esperado para sistemas de lagoas de.

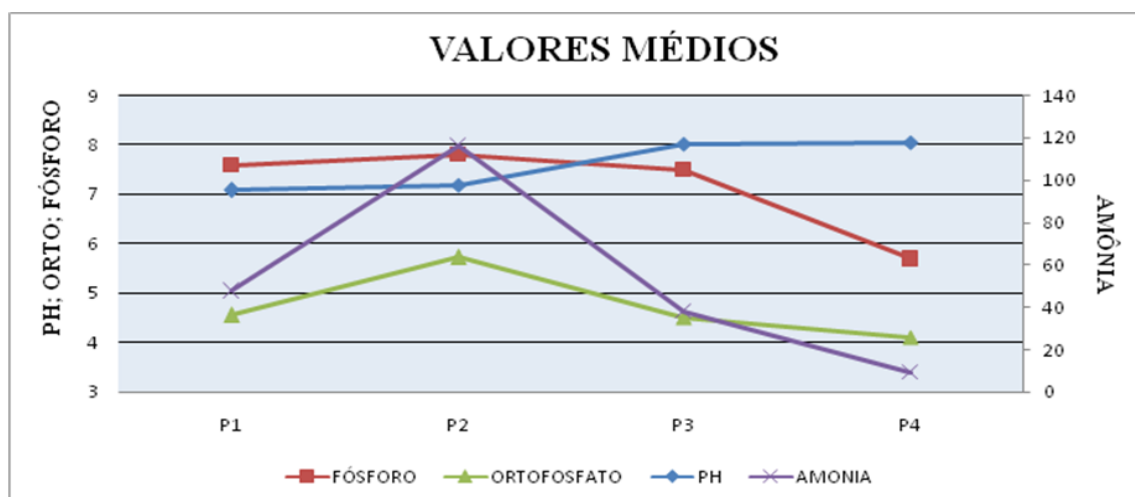


Figura 3: Variação dos valores médios de pH, Ortófosfato Solúvel, Fósforo e Amônia, nos diferentes pontos de coleta.

As amostras dos pontos P₁, P₂ e P₃ apresentaram concentrações de fósforo total semelhante, conforme é mostrado na Figura 3, não sendo observada influência marcante entre as variáveis. As médias dos pontos P₁, P₂ e P₃ foram 7,58, 7,81 e 7,50 mgP/L, respectivamente. No geral o sistema apresentou uma pequena remoção de fósforo total, apresentando uma eficiência remoção de 25%.

Quanto ao ortofosfato solúvel (forma de fósforo prontamente disponível para as plantas) apresentou leve declínio do ponto P₃ (efluentes das lagoas facultativas) para o ponto P₄ (efluente da lagoa de maturação). Parte da redução de ortofosfato solúvel em lagoas é devido à incorporação à biomassa algal (assimilação pelas algas), que foi observado in loco pelo o aumento na concentração de algas nas lagoas facultativas e de maturação, aumentando o pH a níveis favoráveis para a precipitação de fósforo sob a forma de hidroxiapatita. As concentrações médias de ortofosfato solúvel nos pontos P₁ e P₄ foram de 4,5 e 4,1 mgP/L, respectivamente, sendo que a eficiência de remoção de ortofosfato solúvel foi muito baixa.

A concentração média de amônia no esgoto bruto, ponto P₁, foi de 47,66 mgNH₃/L, enquanto que na lagoa de maturação, ponto P₄, a média foi de 9,22 mgNH₃/L. Com base nos valores obtidos nos P₁ e P₄ foi possível calcular a eficiência média de remoção de amônia no sistema, que foi de 81%. O processo de remoção de amônia em sistema de lagoas de estabilização está diretamente ligada aos processos de volatilização da amônia, em concordância às boas faixas de pH e temperatura na lagoa de maturação.

CONCLUSÕES

Tendo em vista a efetivação do presente estudo, possibilitou-se obter as seguintes conclusões:

Devido às favoráveis condições climáticas de Juazeiro do Norte, mostra-se viável aplicação de lagoas de estabilização em série, para o tratamento de águas residuárias doméstica, principalmente para a remoção de matéria orgânica e nutrientes.

O sistema apresentou uma satisfatória remoção de matéria orgânica, DBO e DQO com remoções de 87,88% e 74,85 % respectivamente; em função dos valores de pH e temperatura estarem em faixas favoráveis para um bom desempenho do metabolismo bacteriano.

Os mecanismos de assimilação e volatilização para a remoção de amônia e assimilação e precipitação para ortofosfato solúvel em lagoas de estabilização foram confirmados neste estudo.

A remoção de nutrientes (fósforo com 25 %, ortofosfato 10% e amônia com 80,65%) mostrou-se satisfatória. Comprovando a importância de se ter um pH elevado na lagoa de maturação, favorecendo a remoção, mesmo sendo o sistema composto por apenas uma lagoa de maturação, no entanto, os valor médio final da amônia se manteve ligeiramente fora do padrão estabelecido pela portaria 154/02 da SEMACE

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 th edition. Washington: APHA, 1998. p.1203.
2. CAVALCANTI, P.F.F. **Aplicação de reatores UASB e lagoas de polimento no tratamento de esgoto doméstico**. 1. Ed. Campina Grande, 2009. p.172.
3. Google earth. Disponível em: <http://www.earth.google.com/intl/pt>.
4. JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4.ed. Rio de Janeiro, 2005. 932p.
5. VON SPERLING, M. **Introdução á Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996. 243p.
6. VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização**. 2.ed. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006. p.196.