



TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS VISANDO A REMOÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO

Roberto Peres Campello¹ (roberto@luftech.com.br),

¹ Luftech Soluções Ambientais LTDA, Mestrando em Ambiente e sustentabilidade - UERGS

RESUMO

O trabalho apresenta uma análise do acompanhamento de uma Estação Compacta de Tratamento de Efluentes, com vistas à remoção de nitrogênio e fósforo. O equipamento foi instalado em uma usina hidrelétrica, no estado do Paraná, para atender o efluente gerado na vila dos moradores. É composta por um tanque séptico, câmara anóxica, câmara de lodos ativados e decantador. A expectativa de vazão é de 40 m³/d onde foram analisados os parâmetros exigidos pela Resolução CONSEMA 128/2006. Foram realizadas três campanhas de análises de afluente/efluente; a primeira na posta em marcha; a segunda 30 dias da posta em marcha e a terceira 60 dias após a posta em marcha. Ao final do acompanhamento o sistema apresentou 53% de remoção de DQO, 79% remoção de DBO, 53% de remoção de SST, 63% remoção de Turbidez, 23% de remoção de NTK e 52% de remoção de fósforo total.

Palavras-chave: Tratamento de efluentes; Estação compacta; remoção de nutrientes.

WASTEWATER TREATMENT AIMING THE REMOVAL OF NITROGEN AND PHOSPHORUS

ABSTRACT

This paper presents an analysis of the monitoring of an Effluent Treatment Station Compact, with a view to the removal of nitrogen and phosphorus. The equipment was installed in a hydroelectric plant in the state of Paraná, to treat the effluent generated in the village of residents. The equipment consists of the a septic tank, anoxic chamber, activated sludge chamber and decanter. The expected flow is 40 m³ / d where the parameters required by Resolution 128/2006 CONSEMA were analyzed. Three campaigns influent / effluent analyzes were performed; the first in the start-up; the second 30 days of the start-up and the third 60 days after start-up. At the end of the monitoring system showed 53% removal of COD, 79% removal of BOD, 53% removal of TSS, 63% removal of turbidity, 23% removal of TKN and 52% total phosphorus removal.

Palavras-chave: Tratamento de efluentes; Estação compacta; remoção de nutrientes.

1. INTRODUÇÃO

O devido tratamento de efluentes não está relacionado apenas com a questão do meio ambiente, também é um fator determinante para a saúde pública, visto que inúmeras doenças estão relacionadas à veiculação hídrica.

De acordo com o informe técnico da Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo, as principais doenças relacionadas à ingestão de água contaminada são: cólera, febre tifóide, hepatite A e doenças diarreicas agudas de várias etiologias: bactérias - Shigella, Escherichia coli; vírus - Rotavírus, Norovírus e Poliovírus (poliomielite - já erradicada no Brasil); e parasitas - Ameba, Giárdia, Cryptosporidium, Cyclospora. Algumas dessas doenças possuem alto potencial de disseminação, com transmissão de pessoa para pessoa (via fecal-oral), aumentando assim sua propagação na comunidade.

O esgoto doméstico é composto, basicamente por 98 - 99,9% de água e de 2 a 0,1% de sólidos, que por sua vez são constituídos por matéria orgânica, inorgânica, nutrientes, material suspenso e



dissolvido. O objetivo principal do tratamento de efluentes é remover essas impurezas que causam a contaminação hídrica.

O tratamento de efluentes é dividido em primário, secundário e terciário. O primeiro, também denominado tratamento preliminar, visa remoção de sólidos grosseiros, areia, óleos e gorduras, ou seja, uma separação física de fases. Já o tratamento secundário, foca na remoção de matéria orgânica e sólidos presentes no efluente. Já o tratamento terciário, ou avançado, tem função principal de remoção de nutrientes, responsáveis pela eutrofização de corpos hídricos e desinfecção. O tratamento terciário não é amplamente empregado, embora, no Rio Grande do Sul exista uma resolução (Resolução CONSEMA 128/2006) que obrigue, além da remoção de matéria orgânica e sólidos a remoção de Nitrogênio e Fósforo de efluentes tratados.

A remoção biológica de Nitrogênio é realizada com o auxílio de uma câmara anóxica. A câmara anóxica está situada anteriormente a câmara aerada e recebe o efluente nitrificado na câmara de aeração através de um retorno de efluente. A transformação dos nitratos a gás nitrogênio se dá, por via biológica, em um ambiente anóxico, desprovido de oxigênio, pela ação de bactérias de vários gêneros, resultado nas formas gasosas de nitrogênio, NO, N₂O e N₂ (Jordão; Pessôa, 2011). As reações que ocorrem na câmara anóxica são basicamente as transformações: $NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$. Segundo Jordão & Pessôa, 2011 a remoção de fósforo em sistemas de lodos ativados dimensionados para tal fim envolve as seguintes etapas: em condições anaeróbias, as bactérias *poli-P* são capazes de retirar dos esgotos certo número de compostos orgânicos e armazená-los no interior da parede celular; em meio aeróbio, irão ocorrer a síntese e o decaimento típicos dos processos de lodos ativados, e bactérias *poli-P*, que predominam, irão armazenar os polifosfatos do meio no interior das células; por fim, o excesso de biomassa assim formada será retirada do processo na operação de sedimentação do lodo no decantador secundário, como excesso de lodo.

O sistema da Luftech, denominado ECTEL NP (Estação Compacta de Efluentes Luftech) o N e P referem-se a remoções de Nitrogênio e de Fósforo.

A Câmara Anóxica do Equipamento da Luftech foi dimensionado a partir de Normas Alemãs, Norma Alemã ATV 131/2006, que trata do dimensionamento do sistema de lodos ativados para remoção de Nitrogênio e Fósforo.

O tratamento se dá pela combinação de processos anaeróbios, anóxicos e aeróbios, tendo como principais objetivos a remoção de matéria orgânica carbonácea na forma de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio), remoção de sólidos suspensos presentes no efluente e remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo).

O tratamento é realizado de forma contínua. O efluente é encaminhado para a estação elevatória onde os efluentes são bombeados para a estação de tratamento.

Na ECTEL o afluente é encaminhado primeiramente a um tanque séptico que tem por finalidade a remoção de matéria orgânica carbonácea e sólidos presentes no afluente. No entanto, apenas o tanque séptico não remove matéria orgânica e nutrientes suficientes para destinação do efluente em corpo receptor. Por essa razão um pós-tratamento anóxico e aeróbio se faz necessário.

Na câmara anóxica ocorre a desnitrificação, ou seja, transformação do nitrogênio na forma de nitrito e nitrato a gás nitrogênio (N₂). O nitrogênio na forma de nitrito e nitrato são provenientes do retorno de lodo do tanque de aeração. Estas formas de nitrogênio são geradas a partir da oxidação do nitrogênio amoniacal na etapa de lodos ativados.

O efluente, já com carga de sólidos, DBO e DQO bastante reduzida, é encaminhado para o processo de lodos ativados. Neste sistema a demanda de oxigênio é suprida por meio de um compressor de ar. No interior do reator a concentração de biomassa (organismos) é bastante elevada, entre 1600 e 8000 mgSSV/L (sólidos suspensos voláteis), devido à recirculação do SSV sedimentado na Câmara de Sedimentação. Na etapa dos lodos ativados ocorre a nitrificação da amônia, ou seja, a oxidação do nitrogênio amoniacal a nitritos e nitratos.

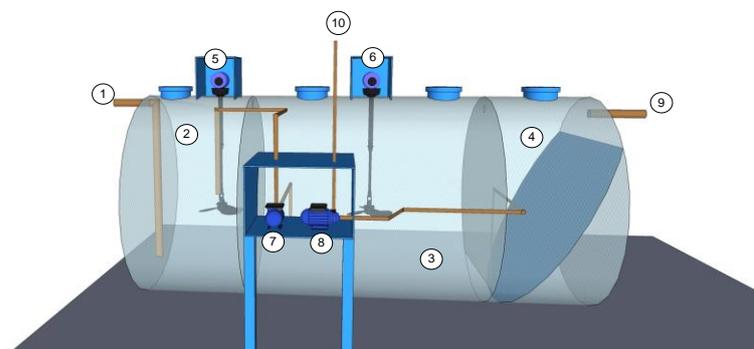
A recirculação de líquido da câmara de lodos ativados para a câmara anóxica promove uma concentração uniforme de microorganismos ativos no interior do reator e leva os nitritos e nitratos



à câmara anóxica para a sua desnitrificação e liberação à atmosfera. O excesso de lodo gerado é bombeado para o tanque séptico. Este descarte de lodo é necessário para que, no tanque de aeração, permaneça uma quantidade apropriada de microorganismos. A última etapa do sistema de tratamento é a câmara de sedimentação (decantador). Esta tem duas funções principais: 1° - promover a clarificação do efluente final, e 2° - promover o retorno de lodo ao tanque aerado por gravidade.

A Figura 1 mostra uma representação esquemática do processo de tratamento (1) chegada do efluente ao tanque séptico, (2) câmara anóxica, (3) câmara de lodos ativados (4) decantador, (5) misturador da câmara anóxica, (6) aerador superficial, (7) recirculação de lodo, (8) bomba retorno de lodo, (9) saída do efluente tratado (10) e o descarte de lodo em excesso para tanque séptico.

Figura 1: Desenho esquemático da ECTEL NP no arranjo cilíndrico (meramente ilustrativo)



A Figura 2 mostra o equipamento em fase final de instalação. Neste caso, para evitar a utilização de estação elevatória, foi realizada uma escavação e uma armação em concreto para inserção da mesma, desse modo, pode-se aproveitar a topografia do terreno.

Figura 2: ECTEL NP instalada



Esse trabalho visa apresentar um sistema compacto de tratamento de efluentes, com vistas a remoção de nutrientes.

2. OBJETIVO

Apresentar um sistema compacto de tratamento de efluentes, com vistas à remoção de nitrogênio e fósforo para atendimento da resolução CONSEMA 128/2006. Mostrar resultados de um case durante o período de aclimação e start-up, com respectiva evolução de resultados.



3. METODOLOGIA

Foi instalado um sistema ECTEL NP em uma Usina Hidrelétrica, no estado do Paraná, para atendimento dos efluentes gerados na vila da usina. A população podia ser dividida entre moradores permanentes, alojamento, hotel, escola e instalação de serviços, totalizando uma vazão de aproximadamente 40 m³/d.

Além da ECTEL NP propriamente dita, foi instalado um leito de secagem para desaguamento do excesso de lodo. A intenção era utilizar o resíduo seco como adubo orgânico para as hortas presentes na vila dos moradores.

Após a instalação, foi feito um acompanhamento, com visitas mensais, e três análises do efluente. Em cada visita era verificada a parte mecânica do sistema, e tirando as dúvidas dos operadores treinados para operar o sistema. Após a terceira análise foi elaborado um relatório comparativo com os dados de projeto e feita a efetiva entrega do equipamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O equipamento foi instalado, feitos os testes de estanqueidade, teste de motores e alimentado o sistema à rede de esgotos. Optou-se por não fazer inoculação de lodo aeróbio de outra estação de tratamento de efluentes, uma vez que se quis evitar que pudesse ter alguma contaminação com efluente industrial. Desta forma, a colônia de microrganismos presentes no afluente se aclimatou em cada uma das câmaras do sistema, conforme a condição adotada. O início da operação ocorreu no mês de outubro, quando a temperatura já se encontrava em elevação, o que de certa forma acelerou o processo.

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises dos três primeiros meses de operação do sistema, bem como o comparativo com a Resolução CONSEMA 128/2006. A primeira coleta foi realizada logo no start-up do sistema, a segunda coleta foi realizada 30 dias da primeira e a terceira coleta foram realizados 30 dias após a segunda, ou seja, com 60 dias de funcionamento.

Tabela 1. Resultado das análises nos três primeiros meses de operação do sistema

Parâmetro	Unidade	Resolução CONSEMA 316/2006	Resultado			
			coleta	Afluente	Efluente	Eficiência (%)
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mgO ₂ /L	360	0 dias	449	301	33%
			30 dias	439	157	64%
			60 dias	268	99	63%
Demand Bioquímica de Oxigênio (DBO)5	mgO ₂ /L	150	0 dias	226,4	158,1	30%
			30 dias	225,9	57,3	75%
			60 dias	91,2	19,3	79%
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mgSST/L	155	0 dias	140	88	37%
			30 dias	220	150	32%
			60 dias	136,6	64	53%
pH	U pH	6 - 9	0 dias	6,93	6,94	
			30 dias	7,4	7	
			60 dias	7,3	6,7	
Turbidez	UNT	-	0 dias	238	229	4%
			30 dias	83	37,31	55%
			60 dias	61	22,3	63%
Oxigênio Dissolvido (OD)	mgO ₂ /L	-	0 dias	1,1	1,2	
			30 dias	2,35	2,72	



Nitrogênio Kjeldahl total (NTK)	mgN/L	20	60 dias	4,02	3,7	
			0 dias	22	38	-73%
			30 dias	7,3	26	-256%
			60 dias	15	11,5	23%
Fósforo Total	mgP/L	4	0 dias	1,6	3,2	-100%
			30 dias	3,4	2,6	24%
			60 dias	3,01	1,43	52%
			0 dias	1,30E+04	6,40E+03	51%
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	1,00E+04	30 dias	4,70E+04	1,10E+04	77%
			60 dias	3,60E+04	1,50E+05	-317%

Pode-se perceber a evolução da eficiência do sistema de tratamento no decorrer do período de aclimação do sistema. Também pode-se perceber a oscilação dos valores afluente, sobretudo da terceira campanha. O período precedente a terceira campanha de amostragem de efluente foi bastante chuvoso, o que acarretou uma diluição do afluente, causada, provavelmente, por alguma ruptura do separador absoluto do efluente.

Valores típicos de remoção de DQO, em sistemas de lodos ativados, variam entre 80 e 93% segundo dados de literatura e entre 62 a 93% em estações de tratamento reais (Oliveira; Von Sperling, 2005). De acordo com a Tabela 1, a remoção de DQO está em torno de 63-64%, em conformidade com os valores encontrados por Oliveira & Von Sperling em sistemas semelhantes e também em conformidade com o preconizado pela legislação do Estado do Rio Grande do Sul, Resolução CONSEMA 128/2006, onde exige, para a faixa de vazão de operação da ECTEL em questão, valor máximo permitido de 360 mgO₂/L. Ao final do terceiro mês de operação, a DQO efluente era de 99 mgO₂/L.

Em termos de DBO, nos primeiros meses de operação, a eficiência alcançou valores entre 75 – 79%. No mesmo estudo os autores encontraram valores de literatura entre 85 e 97% e em escala real entre 74 a 96%. A legislação do Rio Grande do Sul apresenta como Valor Máximo Permitido (VMP) para o parâmetro DBO de 150 mgO₂/L, enquanto que a terceira campanha de amostragem apresentou valores de 19,3 mgO₂/L.

Da mesma forma para Sólidos Suspensos Totais, os autores encontraram valores de literatura entre 87 e 93% de remoção de SST e entre 53 e 95% em se tratando de dados reais; já o estudo em questão, apresentou eficiência de remoção crescente, atingindo, na terceira campanha, 53% de remoção, também de acordo com os valores encontrados no estudo de Oliveira e Von Sperling e condizente com o preconizado pela resolução CONSEMA 128/2006 onde coloca como 1550 mgSST/L como VMP para Sólidos Suspensos Totais e o valor encontrado na terceira campanha foi de 64 mgSST/L.

Para o parâmetro Nitrogênio Kjeldahl Total (NTK), a literatura especializada remonta valores <60% de remoção enquanto que os valores encontrados em escala real foram entre 26 a 60%. Esse parâmetro, oscilou muito nos primeiros dois meses, apresentando concentrações maiores que as afluentes. No entanto, na terceira campanha, o sistema começou a se estabilizar e apresentou uma remoção de 23%, dentro da gama de valores encontradas nas pesquisa em escala real e também inferior ao preconizado pela legislação do Rio Grande do Sul, onde estipula 20mgNTK/L como valor máximo permitido. Essa mesma legislação coloca como parâmetro o VMP de 20 mgNTK/L ou percentual de remoção mínimo de 75%. Cabe salientar que esse parâmetro precisa ter atenção especial com as flutuações, podendo, caso necessário, aumentar a vazão de recirculação para prover a câmara anóxica com maior quantidade de nitritos e nitratos, o que viabilizará a transformação do nitrogênio para a forma gasosa e propiciar a sua eliminação.



Para o parâmetro fósforo total, a resolução CONSEMA 128/2006 também estipula um VMP de 4 mgP/L ou mínimo de 75% de remoção. Oliveira & Von Sperling em seu estudo encontraram valores de literatura superior a 35% enquanto que em escala real, a eficiência de remoção ficaram entre 35 e 55%. A ECTEL apresentou, na terceira campanha amostral, remoção de 52%, o que representa 1,43 mgP/L no efluente, em acordo com o que preconiza a legislação.

O último parâmetro analisado são os coliformes termotolerantes. Segundo Oliveira & Von Sperling, a literatura remonta entre 1 a 2 unidades logarítmicas removidas, enquanto que para estações de tratamento em escala real, a remoção chegou entre 1,4 a 2,8 unidades logarítmicas de remoção. No presente estudo, o primeiro mês apresentou a remoção de 1 unidade logarítmica removida, o equivalente a 51% de remoção, já na segunda campanha, não chegou a reduzir 1 unidade logarítmica, no entanto, a remoção chegou a 77%. Na terceira campanha é possível que tenha havido uma contaminação da amostra, pois o valor afluente foi 316% superior ao afluente. . A resolução CONSEMA 128/2006 preconiza 1,00E+04 como VMP para esse parâmetro. Cabe ressaltar que o sistema não apresenta nenhum tipo de desinfecção e que a remoção é proveniente do sistema biológico de tratamento.

5. CONCLUSÃO

O sistema compacto empregado, para tratamento de efluentes cloacais, instalada em uma usina hidrelétrica atingiu todos os parâmetros de legislação para lançamento de efluentes. O foco do sistema era, além da remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos, a remoção de nutrientes, responsáveis pelo fenômeno de eutrofização. Cabe salientar que as análises foram feitas logo em seguida a posta em marcha, de modo que o sistema ainda se encontrava em processo de aclimação e estabilização e também pode-se concluir que todos os parâmetros estavam numa curva crescente de eficiência de remoção, de modo que está tendendo aos níveis de eficiências propostos por Oliveira & Von Sperling em seu estudo. Pode-se constatar que o único parâmetro fora dos padrões de atendimento à legislação foi o referente a coliformes termotolerantes, que pode ser sanado, com a instalação de um sistema de desinfecção, podendo ser por cloração, seja em meio líquido ou por pastilhas, ou sistemas mais complexos, como UV ou ozônio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13.969/97 - Tanques Sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição final dos efluentes líquidos - Projeto construção e operação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7229/93 - Projeto Construção e Instalação de Tanques Sépticos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 11885/91 - Grade de Barras Retas de Limpeza Manual.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 12209/90 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 12208/92 - Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário

ATV Regelwerk Arbeitsblatt A131, "Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5000 Einwohnerwerten", 1991

JORDÃO, E.P; PESSÔA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 6° Edição – Rio de Janeiro, 2011 1050 páginas.

RESÍDUOS SÓLIDOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



15 a 17
junho de 2016
Porto Alegre, RS



Realização:



INSTITUTO VENTURI
para Estudos Ambientais

OLIVEIRA, S.M.A.C; VON SPERLING, M. Avaliação de 166 ETEs em operação no País, compreendo diversas tecnologias. Parte I – Análise de desempenho. Eng.sanit. ambient. Vol.10 – N°4 – out/dez 2005, 347 – 357.

RIO GRANDE DO SUL. Resolução CONSEMA 128, de 24 de novembro de 2006. Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul

SES/SP, Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica – Perguntas e respostas e dados estatísticos – informe técnico. Disponível em: ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/hidrica/doc/dta09_pergresp.pdf. Acesso em: 05 abr. 2016.

Apoio acadêmico

ESCOLA
POLITÉCNICA
UNISINOS

UNISINOS

Universidade de Brasília

ilacis | Lab. de Ambiente Construído
Inclusão e Sustentabilidade
FAU | CDS | FGA | UnB

BIMTECH
BIRLA INSTITUTE
OF MANAGEMENT TECHNOLOGY