



ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA WETLAND PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Leila Maria S. e Silva (1); Sandra Márcia Cesário Pereira da Silva (2); Gisselma Aparecida Batista (3)

- (1) Mestranda do Programa de Engenharia de Edificações e Saneamento do Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: leilasotocorno@yahoo.com.br
- (2) Docente do Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: rosan@sercomtel.com.br
- (3) Mestranda do Programa de Química dos Recursos Naturais do Centro de Ciências Exatas – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: gisselma.jc@gmail.com

RESUMO

Torna-se necessária a busca por sistemas de tratamento de águas residuárias que sejam simples, de baixo custo e eficientes, principalmente sob o ponto de vista sanitário. Assim, o presente trabalho almeja analisar a eficiência de um sistema wetland, construído em um condomínio residencial de elevado padrão, situado no município de Londrina – PR, para o tratamento de esgoto ali gerado. Foram coletadas 14 amostras pontuais, durante o período compreendido entre junho de 2004 (início do funcionamento do sistema) e agosto de 2007. Os parâmetros avaliados na entrada e saída do tratamento foram pH, DQO, DBO, NTK, fósforo total, coliformes totais e coliformes fecais. Com base nas porcentagens de remoção calculadas para cada um dos parâmetros, pode-se concluir que o sistema foi eficiente na remoção dos parâmetros avaliados, principalmente no que diz respeito à remoção de nutrientes, visto que muitos sistemas implantados pela companhia de saneamento não contemplam tais remoções. Assim, a utilização de wetlands mostra-se como uma alternativa para o tratamento de águas residuárias de pequenas comunidades.

Palavras-chave:wetland; esgoto doméstico; tratamento alternativo.

ABSTRACT

It is necessary to search for systems of wastewater treatment that are simple, low cost and efficient, especially from the point of view of health. Thus, this work aims to analyze the efficiency of a wetland system, built in a residential high standard condominium, located in the city of Londrina - PR, for the treatment of sewage generated there. 14 samples were collected off during the period from June 2004 (the beginning of operation of the system) and August 2007. The parameters tested on the entry and exit of treatment were pH, COD, BOD, TKN, total phosphorus, total coliforms and faecal coliform. Based on the percentages of removal calculated for each parameter, we can conclude that the system was effective in removing the parameters measured, especially with regard to the removal of nutrients, since many systems implemented by the company of sanitation do not contemplate such removals. The use of wetlands shows itself as an alternative for the treatment of wastewater for small communities.

Keywords: wetland; domestic sewage; alternative treatment.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais primordiais à existência da vida. É interessante notar que desde os tempos mais remotos a disponibilidade de água constituía-se no fator decisivo para a formação dos povoados, os quais se desenvolviam fundamentalmente às margens de corpos hídricos.

Embora mais de 70% do planeta Terra seja água, apenas uma pequena porcentagem é água doce e está facilmente disponível. O uso indiscriminado da mesma e as alterações de sua qualidade devido às descargas poluidoras vêm tornando-a cada vez mais escassa (COSTA et al., 2003).

Não é raro observar, principalmente em países em desenvolvimento, que apresentam inúmeras deficiências no que diz respeito às questões ligadas aos serviços de saneamento básico, que a água acaba sendo o destino final de diversos contaminantes e poluentes lançados no meio. Dentre esses poluentes, destacam-se os esgotos domésticos, lançados muitas vezes nos corpos aquáticos sem qualquer tratamento prévio.

O não tratamento destes resíduos, bem como sua destinação incorreta, vem contribuindo de forma marcante para o agravamento dos problemas ambientais e de saúde da população humana. Diante disso, muitos trabalhos estão sendo desenvolvidos na busca de tecnologias capazes de minimizar a toxicidade dos efluentes antes de serem lançados nos corpos receptores (CUNHA, 2006).

Considerando a atual situação sócio-econômica brasileira, o investimento no desenvolvimento de alternativas de baixo custo e de alta eficiência, no tratamento de esgotos, é fundamental para atender o atual cenário de carência sanitária instalada no país. Diante deste quadro faz-se necessário o desenvolvimento de sistemas de tratamento de águas residuárias que sejam simples, não mecanizados, baratos e fáceis de construir e operar, utilizando materiais de construção de fácil aquisição, mão-de-obra não especializada, e que possam ser incorporados à paisagem local, criando uma harmonia no ambiente (ARAÚJO et al., 2006).

Assim, os wetlands, também denominados muitas vezes de alagados ou banhados figuram como uma das alternativas viáveis para o tratamento do esgoto de pequenas comunidades e podem ser vistos como uma solução para a redução da carga orgânica lançada aos corpos hídricos, minimizando, portanto o impacto causado ao meio ambiente. A remoção de poluentes envolve uma complexidade de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem simultaneamente, incluindo sedimentação, filtração, precipitação, sorção, decomposição microbiológica, nitrificação e desnitrificação. Nos sistemas de fluxo superficial, os sólidos são removidos em parte por sedimentação e em parte por filtração através da vegetação. Em sistemas sub-superficiais, a remoção ocorre principalmente pela filtração no solo ou no substrato utilizado (FERREIRA, et al, 2003).

Por se tratarem de um ecossistema de transição entre ambientes terrestres e aquáticos, constituem-se em zonas úmidas, onde inúmeros processos e agentes (plantas, solos, luz solar, fauna, etc.) interagem, recebendo, doando e reciclando nutrientes e matéria orgânica, continuamente (SEZERINO; PHILIPPI, 2004).

Desta forma, os alagados construídos são projetados para utilizar os princípios básicos de remoção de poluentes que ocorrem em um alagado natural, só que com um maior grau de controle, uma vez que há uma definição da composição do substrato e do tipo de vegetação, seleção do local, controle hidráulico e uma escolha do tempo de retenção (BRIX, 1993 apud CUNHA, 2006).

2. OBJETIVO

Diante da utilização de um sistema wetland para o tratamento do esgoto de um condomínio residencial do município de LONDRINA-PR o presente artigo almeja analisar sua eficiência de tratamento ao longo do processo de ocupação do empreendimento.

3. MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Área de estudo

O sistema de tratamento de esgotos estudado encontra-se localizado em um condomínio residencial de elevado padrão, situado no município de Londrina - PR e, encontra-se em funcionamento desde meados do ano de 2.004.

3.2 Sistema de tratamento

O sistema está implantado em um empreendimento de alto padrão, com condomínio horizontal, e foi projetado para atender 169 lotes.

A estação de tratamento do efluente doméstico é composta por uma fossa séptica, pelo sistema wetland e por um tanque de contenção que também é utilizado para armazenamento do efluente tratado. Na fossa ocorre a sedimentação dos sólidos mais grosseiros e retenção material graxo contido no esgoto. Portanto, os sólidos não retidos são arrastados com o efluente, juntamente com o produto solúvel da decomposição do lodo formado no processo de sedimentação. No sistema wetland ocorre o tratamento secundário do efluente da fossa séptica, através de processo biológico, que é o objeto de avaliação deste artigo.

O efluente do tanque séptico é encaminhado através de tubulação enterrada, por gravidade, passando por uma caixa de inspeção ao chegar ao sistema wetland, sendo então, primeiramente distribuído através de um tubo de PVC perfurado, implantado num espaço preenchido com brita nº 4, para regularização do fluxo ao longo do leito filtrante, evitando os curtos circuitos hidráulicos. Neste sistema de distribuição há um tubo de inspeção na posição vertical. A amostra do efluente de entrada ao sistema wetland foi inicialmente coletada neste tubo e posteriormente passou a ser na caixa de inspeção (ponto P1), pois havia muita interferência devido o desprendimento do material de preenchimento do sistema.

No final do tanque, após a passagem do efluente pela área de alagados, encontra-se implantada uma tubulação de PVC perfurada, novamente num espaço preenchido com brita nº 4, e é neste ponto que foi coletado o efluente tratado (ponto P2).

A última etapa do sistema de tratamento é o encaminhamento do efluente tratado através de uma tubulação de PVC até o poço de controle de nível, que tem por finalidade manter um nível de água constante no leito filtrante, garantindo, assim, o suprimento de água para as plantas em toda a extensão do sistema, como mostra a Figura 1.

Como o empreendimento encontra-se em uma das bacias de abastecimento do município, o efluente após tratado é bombeado para reversão de bacia e é lançado em um corpo receptor que se encontra com o manancial de abastecimento após o sistema de captação.

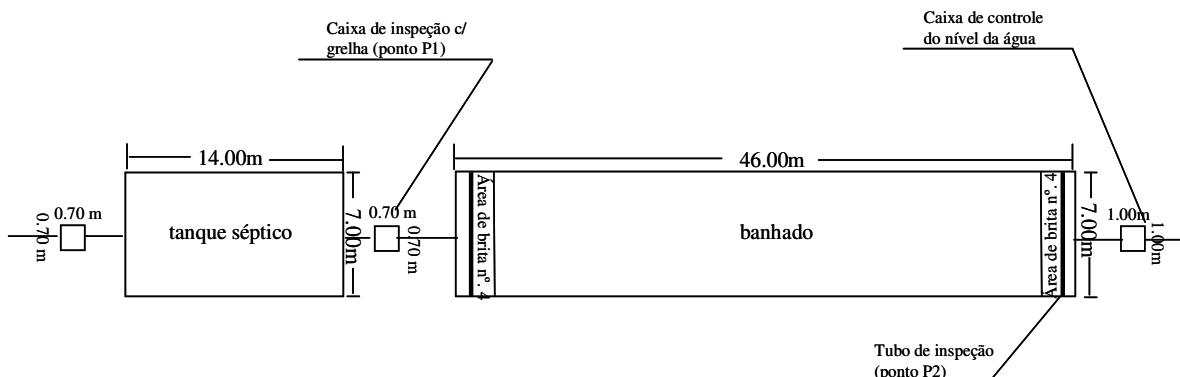


Figura 1 - Croqui do sistema de tratamento de efluentes adotado no referido condomínio.

3.2.1 Wetland

O sistema wetland estudado possui área total de 1.058 m² (23 m X 46 m), como mostra a Figura 2. Saibro e palha de arroz constituem o substrato, sobre o qual se encontram plantadas, na proporção de uma unidade por m², macrófitas da espécie *Zizanopsis bonarienses* (Figura 3). Para a impermeabilização do tanque foi utilizada uma manta de geomembrana de polietileno de alta densidade com espessura de 0,8 mm.



Figura 2 – Vista geral do Wetland implantado no condomínio residencial



Figura 3 – Macrófitas da espécie *Zizanopsis bonarienses* utilizada no wetland do condomínio

3.3 Coleta das amostras

Com o intuito de verificar a eficiência do tratamento realizado no wetland foram coletadas 28 amostras pontuais, sendo 14 delas referentes à entrada do tratamento (ponto P1) e as restantes correspondentes à saída do tratamento (ponto P2). As datas de coleta das amostras e os respectivos parâmetros analisados encontram-se na Tabela 1. Por exigência do órgão ambiental, o monitoramento foi realizado mensalmente ao longo dos seis primeiros meses de operação. Posteriormente, a periodicidade da coleta foi realizada por interesse da própria incorporadora do empreendimento, ficando aproximadamente a cada 3 meses.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento da Universidade Estadual de Londrina, sendo todos os parâmetros analisados de acordo com os respectivos métodos propostos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater. Ressalta-se que o órgão ambiental havia solicitado o monitoramento apenas de: pH, DQO, DBO, coliformes totais e fecais. No entanto, com o passar do tempo, em virtude do empreendimento estar localizado a montante de um dos sistemas de captação de água de Londrina, a Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná) que é a concessionária do sistema de abastecimento de água do município, começou a questionar a eficiência

do sistema quanto à remoção de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Desde esta época, os responsáveis pelo empreendimento solicitaram a inclusão destes parâmetros no monitoramento.

Tabela 1 - Data de coleta das amostras na entrada (P_1) e saída (P_2) do tanque zona de raízes (wetland) e respectivos parâmetros analisados.

Data de Coleta	Parâmetros analisados						
	pH	DQO	DBO	Coliformes Totais	Coliformes Fecais	NKT	Fósforo Total
30/06/2004	X	X	X	X	X	-	-
27/07/2004	X	X	X	X	X	-	-
01/09/2004	X	X	X	X	X	-	-
30/09/2004	X	X	X	X	X	-	-
30/11/2004	X	X	X	X	X	-	-
05/01/2005	X	X	X	X	X	-	-
13/04/2005	X	X	X	X	X	-	-
20/07/2005	X	X	X	X	X	X	-
07/10/2005	X	X	X	X	X	X	X
01/12/2005	X	X	X	X	X	X	-
04/04/2006	X	X	X	X	X	X	X
23/06/2006	X	X	X	X	X	X	X
08/03/2007	X	X	X	X	X	X	X
03/08/2007	X	X	X	X	X	X	X

X = parâmetro analisado

- = não foi realizada análise

3.4 Cálculo das eficiências de remoção

As eficiências de remoção avaliadas no wetland foram calculadas pela diferença entre as concentrações na entrada (P_1) e na saída do sistema (P_2), dividida pela concentração medida na entrada, e multiplicada por 100, para ser obtido o valor em porcentagem.

$$\text{Eficiência Total} = \frac{C_{P1} - C_{P2}}{C_{P1}} \times 100$$

3.5 Análise dos resultados

Os resultados das análises das amostras coletadas ao longo dos anos de 2004 a 2007, foram organizados em gráficos.

Com base nos valores encontrados em P_1 (entrada) e P_2 (saída) pode-se calcular a eficiência de remoção de tais parâmetros (exceto pH). Porém, como as amostras foram coletadas em períodos distintos de ocupação do condomínio, as mesmas foram agrupadas de acordo com o número de residências instaladas, com o intuito de se observar qual a influência exercida pelo número de lotes ocupados sobre a eficiência do sistema de tratamento.

Assim, quando possível (conjunto com mais de uma amostra), calcularam-se os valores médios de remoção dos parâmetros analisados. Diante de tais porcentagens calculadas e levando-se em consideração os valores encontrados pode-se avaliar a eficiência do sistema, e verificar se havia ou não conformidade com a legislação pertinente.

4. RESULTADOS

4.1 pH

De acordo com a Figura 4, pode-se notar que os valores de pH obtidos nos pontos P1 e P2 encontram-se na faixa de 6,9 a 7,5. Segundo a Resolução CONAMA 357 de 2005 para que o esgoto possa ser lançado em um corpo hídrico é necessário que o mesmo se encontre numa faixa de pH de 5,0 a 9,0, portanto, pode-se notar que os valores de pH encontrados na saída do tratamento estão em conformidade com tal legislação, visto que se estão compreendidos entre a faixa de pH 6,9 a 7,5.

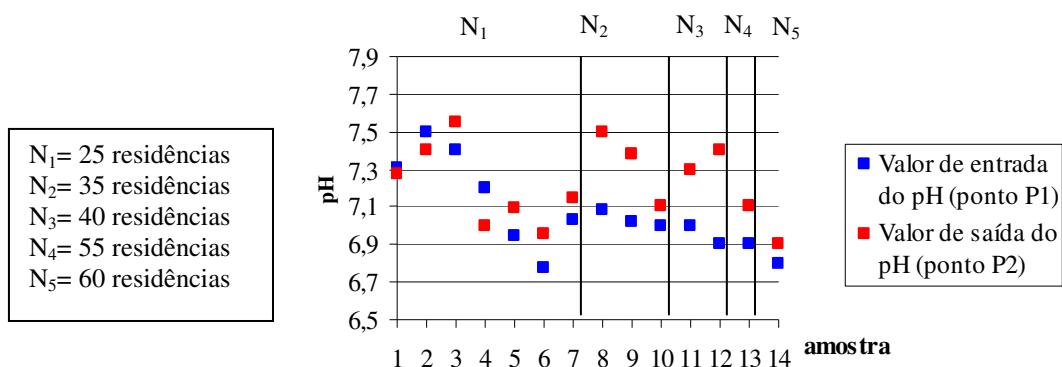


Figura 4 - Valores de entrada (ponto P1) e saída (ponto P2) do pH das amostras coletadas no sistema de tratamento do referido condomínio, durante os anos de 2004 a 2007.

4.2 Remoção de DQO e DBO

Nos primeiros meses de operação do sistema de tratamento, ou seja, até meados do mês de abril de 2005, haviam sido instaladas 25 residências no condomínio, sendo que a eficiência de remoção da DQO era em média $94,7 \% \pm 3,0 \%$, conferindo um valor de saída de 16,3 mg O₂/L ao esgoto. Até o final do ano de 2005 o condomínio contava com 35 residências, sendo que a eficiência de remoção média situava-se próxima a $98,5 \% \pm 0,8 \%$, resultando em um esgoto final com DQO de 15,3 mg O₂/L. Em meados do ano de 2006, com 40 residências instaladas, o sistema de tratamento de esgoto do condomínio apresentava uma remoção média de $95,1 \% \pm 1,7 \%$ de DQO, conferindo ao esgoto um valor final de 24 mg O₂/L. Com o acréscimo do número de residências do condomínio para um valor de 55, notou-se novamente uma perda na eficiência de remoção, a qual apresentou o valor de 90,6 %, resultando em um esgoto com DQO de 31 mg O₂/L. Atualmente, o condomínio apresenta 60 residências devidamente instaladas, e de acordo com os valores de DQO (nos pontos P1 e P2) coletados na ultima amostra, pode-se notar que a eficiência de remoção encontrada é a menor dentre todos os outros períodos, correspondendo a um valor de 90,6 %, fato que confere ao esgoto final uma DQO de 33 mg O₂/L. Porém, embora tenha havido uma sensível redução na eficiência do sistema no decorrer do processo de ocupação, pode-se notar que os valores DQO do esgoto final encontram-se em acordo com o valor limite estabelecido pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), no ato da licença prévia do empreendimento, que é de 125 mg O₂/L. Os valores de DQO encontrados nos pontos P1 e P2 ao longo do processo de ocupação encontram-se na Figura 5.

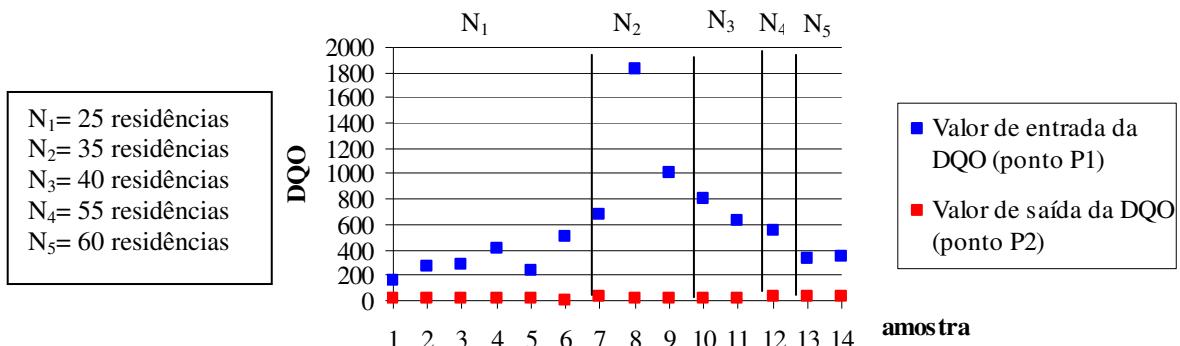


Figura 5 - Valores de entrada (ponto P1) e saída (ponto P2) de DQO das amostras coletadas no sistema de tratamento do referido condomínio, durante os anos de 2004 a 2007.

Em relação à remoção de DBO, pode-se notar que ocorre uma flutuação nos resultados ao longo do processo de ocupação do condomínio. Assim, nos primeiros meses de operação do sistema de tratamento, ou seja, até meados do mês de abril de 2005, quando haviam sido instaladas 25 residências no condomínio, a eficiência de remoção da DBO atingiu o seu valor máximo, alcançando um valor médio de $97,4\% \pm 1,1\%$, conferindo, assim, um valor de saída de $2,7 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ao efluente. O menor valor encontrado para a remoção de DBO, ao longo dos anos de 2004 a 2007, corresponde ao período em que haviam 55 residências instaladas no condomínio. Sendo, o valor de remoção da DBO de 77,9 %, resultando em um efluente final com DBO de $27 \text{ mg O}_2/\text{L}$. Contudo, mesmo não apresentando elevados valores de remoção de DBO em alguns períodos, pode-se observar que o sistema tem se mostrado eficiente, à medida que todos os valores de DBO medidos nos pontos P2, mostram-se inferiores aos valores estabelecidos pelo IAP, para o padrão de emissão de efluente, que é de $50 \text{ mg O}_2/\text{L}$, exigido no ato da licença prévia do empreendimento.

Os valores de DBO encontrados nos pontos P1 e P2 bem como as porcentagens médias da remoção da DBO e DQO ao longo do processo de ocupação encontram-se nas Figuras 6 e 7 respectivamente.

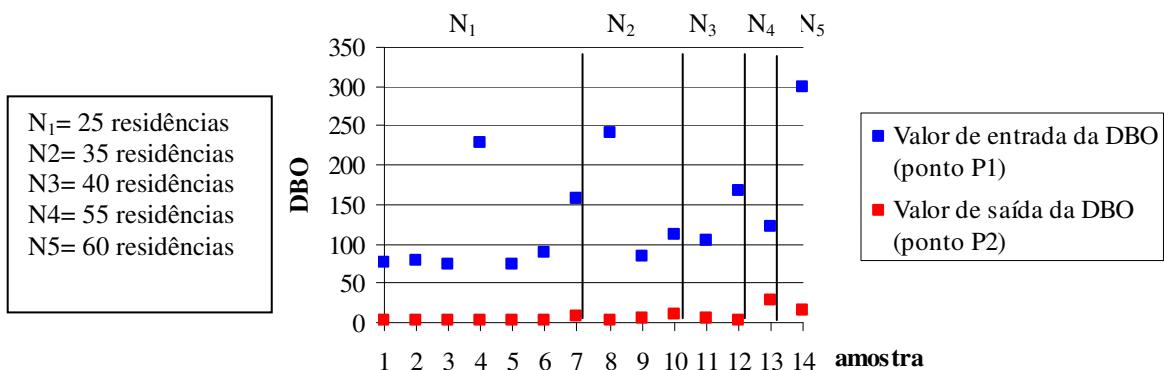


Figura 6 - Valores de DBO da entrada (ponto P1) e saída (ponto P2) das amostras coletadas no sistema de tratamento do referido condomínio, durante os anos de 2004 a 2007.

4.3 Remoção de coliformes totais e coliformes fecais

A eficiência de remoção dos coliformes totais apresentou-se sem muitas variações no decorrer do processo de ocupação do condomínio. O menor valor alcançado, $99,35\% \pm 1,23\%$, corresponde aos primeiros meses de funcionamento do sistema de tratamento, quando existiam apenas 25 residências instaladas. Entre o período de tempo compreendido entre os meses de janeiro de 2006 e junho de 2007, a eficiência de remoção ficou em torno da média de $99,96\% \pm 0,01\%$. Atualmente o sistema apresenta uma remoção de 99,67%, como mostra a Tabela 2.

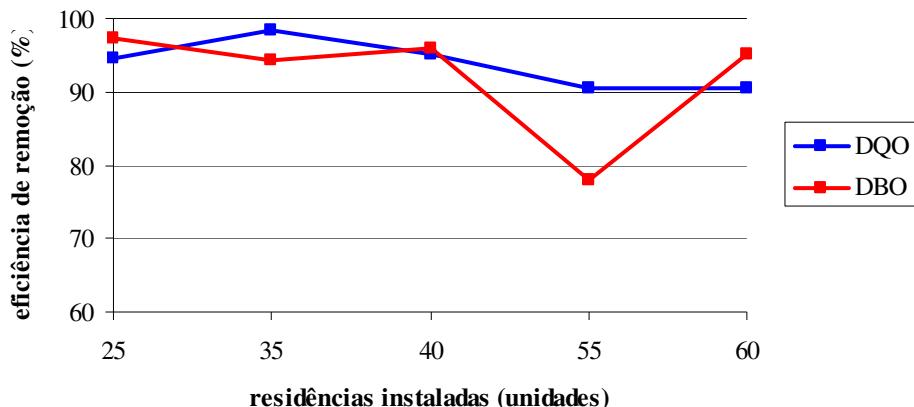


Figura 7 - Porcentagens médias de remoção da DBO e DQO em função das residências instaladas no condomínio, durante os anos de 2004 a 2007.

Tabela 2 - Valores de coliformes totais e coliformes fecais de entrada (ponto P1) e saída (ponto P2) e respectivas eficiências de remoção, realizadas pelo sistema de tratamento biológico (wetland) durante os anos de 2004 a 2007, no referido condomínio.

Coliformes totais			Coliformes fecais		
Entrada (NMP/100 ml)	Saída (NMP/100 ml)	Eficiência de Remoção (%)	Entrada (NMP/100 ml)	Saída (NMP/100 ml)	Eficiência de Remoção (%)
1,88E+06	8,80E+03	99,35 ± 1,23	4,10E+05	0	99,99 ± 0,01
1,74E+06	7,30E+01		8,15E+05	0	
1,60E+06	7,63E+02		3,10E+05	10	
6,00E+05	1,99E+04		9,30E+04	0	
1,20E+07	1,19E+04		4,64E+05	0	
1,99E+07	7,52E+02		3,82E+05	100	
1,55E+06	1,60E+04		7,27E+05	52	
1,24E+06	2,10E+01	99,96 ± 0,04	7,40E+04	0	99,98 ± 0,02
2,80E+06	2,42E+03		1,00E+06	395	
8,70E+06	2,42E+03		4,70E+05	95	
2,40E+06	6,30E+02		1,10E+06	0	
1,10E+07	5,79E+03	99,96 ± 0,01	1,04E+06	260	99,99 ± 0,01
5,50E+06	2,42E+03	99,96	4,70E+05	204	99,96
7,30E+06	2,40E+04	99,67	2,10E+06	15000	99,29

Em relação à remoção de coliformes fecais, nota-se também através da Tabela 3 que o menor valor encontrado corresponde ao período compreendido entre junho de 2007 e outubro de 2007, ou seja, quando o condomínio apresentou maior número de lotes ocupados, totalizando 60 residências instaladas, ficando em torno de 99,3%. Nos demais meses de funcionamento do sistema pode-se observar que os valores de remoção encontram-se bastante próximos à média de $99,98\% \pm 0,02\%$.

4.4 Remoção de NTK e fósforo total

Como já foi dito anteriormente, no inicio do tratamento não foram realizadas análises referentes às concentrações de NTK e fósforo total. Assim os primeiros valores medidos são relativos ao segundo semestre de 2005, quando haviam sido instaladas 35 residências no condomínio. Neste período, a remoção média de NTK foi de $88,1\% \pm 8,7\%$, resultando em um efluente com NTK de 4,5 mg N/L.

Entre os meses de junho e dezembro de 2006, quando o condomínio contava com 40 lotes ocupados, a remoção média de NTK era de $90,9\% \pm 3,6\%$, conferindo ao efluente final o mesmo valor obtido no período anterior. A máxima eficiência atingida pelo sistema de tratamento foi observada entre os meses de janeiro a junho de 2007, quando haviam 55 lotes ocupados, ficando próxima a 97,1%,

porém, é neste período que o efluente apresenta um valor máximo de NTK, 11 mg N/L, como pode ser visto nas Figuras 8 e 9.

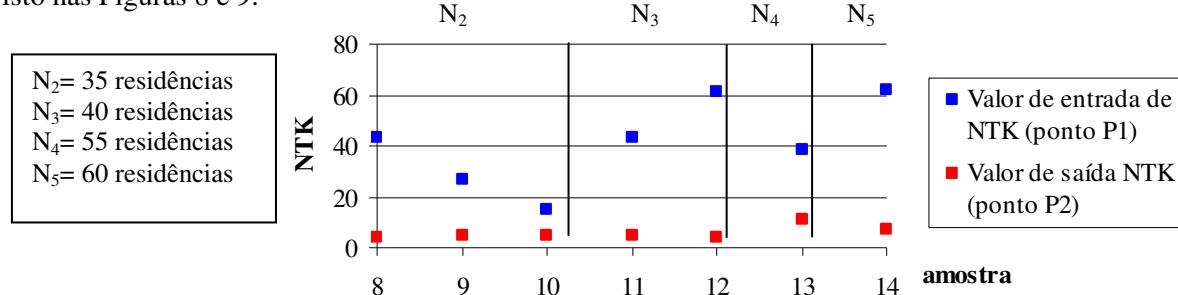


Figura 8 - Valores de entrada (ponto P1) e saída (ponto P2) de NTK das amostras coletadas no sistema de tratamento do referido condomínio, durante os anos de 2005 a 2007.

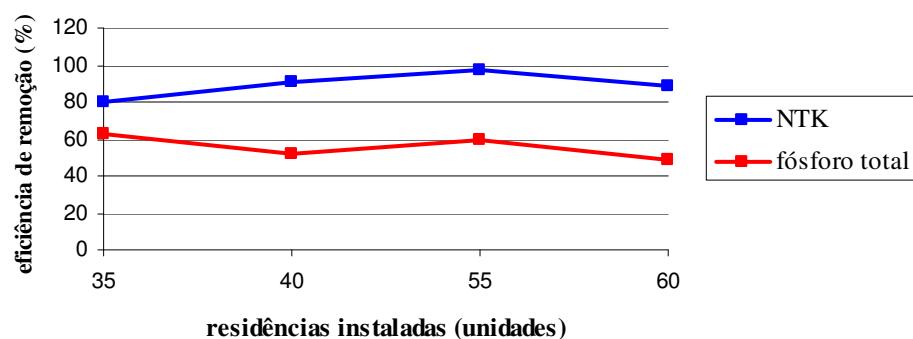


Figura 9 - Gráfico das porcentagens médias de remoção de NTK e fósforo total em função das residências instaladas no condomínio, durante os anos de 2005 a 2007.

Observa-se também através da Figura 9 a remoção média de fósforo total. A máxima remoção se dá nos primeiros meses de 2006, quando atinge o valor de 62,7 %, conferindo ao efluente um valor de 2,7 mg P/L. A menor eficiência do sistema, 48,6%, corresponde à máxima ocupação do sistema até o presente momento, ou seja, 60 residências instaladas, conferindo assim, ao efluente um valor de fósforo total de 3,8 mg P/L, como mostra a Figura 10.

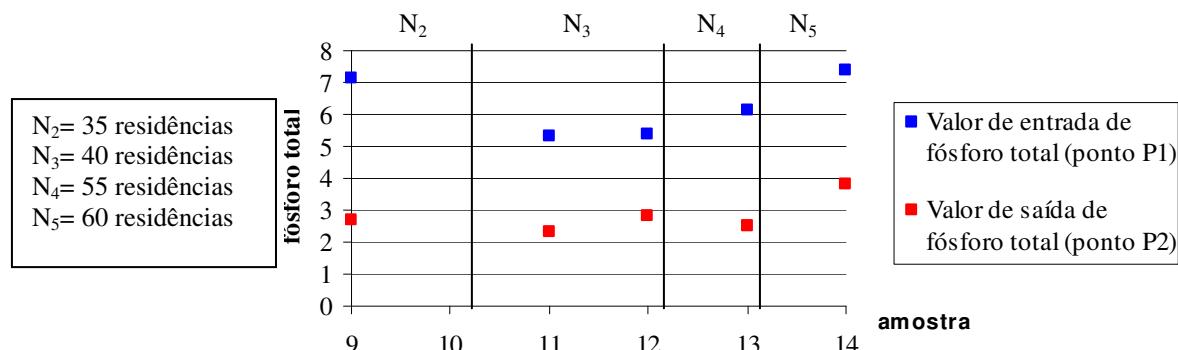


Figura 10: Valores de fósforo total na entrada (ponto P1) e saída (ponto P2) das amostras coletadas no sistema de tratamento do referido condomínio, durante os anos de 2005 a 2007

5. CONCLUSÃO

- ✓ Os valores de pH encontrados na saída do tratamento ficaram compreendidos entre 6,8 e 7,5, mostrando-se assim, em conformidade com a faixa estabelecida pela Resolução CONAMA 357/05, que exige que o efluente apresente um valor de pH entre 5,0 e 9,0;
- ✓ De maneira geral o tratamento biológico realizado pelo wetland mostrou-se eficiente na remoção dos parâmetros DQO e DBO, produzindo efluente final com DBO de 15 mg O₂/L ± 12,3 mg O₂/L

e DQO de 23,9 mg O₂/L ± 8,1 mg O₂/L que estão em conformidade com os valores estabelecidos pelo IAP, referente a padrões de lançamento.

- ✓ O sistema apresenta uma eficiência de remoção de coliformes fecais de 2 unidades log o que é bastante significativa quando comparada com a eficiência de sistemas de tratamento de esgoto convencional.
- ✓ O sistema tem-se mostrado eficiente principalmente em relação à remoção de nutrientes, visto que a remoção de fósforo variou de 48,6 a 62,7%, e de nitrogênio de 88 a 97% o que normalmente não ocorre nos sistemas convencionais implantados, a não ser que sejam projetados especificamente.
- ✓ É recomendável o monitoramento do sistema de tratamento, a fim de verificar a eficiência do mesmo na sua capacidade final, haja vista que o condomínio se encontra parcialmente ocupado (aproximadamente 34%).

6. REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (2005) Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater; 21th Edition. Eds. L.S. Clesceri, A.E., Greenberg, and A.D.Eaton. American Public Health Association, Washington, D.C.

ARAUJO, R.B. et al. Wetlands construídas como proposta para tratamento de águas residuárias de uma pequena comunidade carente do estado do Ceará – comunidade Vilares da Serra no município de Maranguape. In: I CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2006, Natal.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.357, de 17 de março de 2005.

COSTA, L.L. et al. Eficiência de wetlands construídos com dez dias de detenção hidráulica na remoção de colífagos e bacteriófagos. **Rev. De Biologia e Ciências da Terra**, v.3, n. 1, 1º semestre 2003.

CUNHA, C.A.G. **Análise da eficiência de um sistema combinado de alagados construídos na melhoria da qualidade das águas.** 2006. 174f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

FERREIRA, J. A., CAMPOS, J. C., RITTER, E., MANNARINO, C. F. Wetland: Resultados no Tratamento do Chorume do Aterro Sanitário de Piraí. RJ. In: 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais, Joinville- SC: 2003.

PARANÁ. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, autorização ambiental, autorização florestal e anuênciia prévia para desmembramento e parcelamento de gleba rural. Resolução SEMA n. 031, de agosto de 1998. Diário Oficial do Paraná.

PHILIPPI, L.S.; SEZERINO, P.H. **Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas.** !º edição. Florianópolis: edição do autor, 2004.