



## TRATAMENTO DE ESGOTO POR *WETLAND* IMPLANTADO EM CONDOMÍNIO FECHADO: AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA CORRELACIONADA À OCUPAÇÃO LOCAL

Márcia S. Uwai (1); Sandra M. C. P. Silva (2) Gisselma A. 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: [marcia.uwai@londrina.pr.gov.br](mailto:marcia.uwai@londrina.pr.gov.br)

(2) Docente do Centro de Tecnologia e Urbanismo – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: [rosan@sercomtel.com.br](mailto: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](mailto:gisselma.jc@gmail.com)

### RESUMO

A situação do saneamento básico no Brasil é bastante precária, principalmente no que diz respeito à coleta e tratamento de esgoto, por envolver elevado investimento. Existem diversos sistemas de tratamento que possibilitam a adequação dos esgotos, tornando-o compatível com o corpo receptor ou atividade de reuso. A utilização de plantas no tratamento do esgoto representa uma tecnologia emergente, eficiente, estética e de baixos custos energéticos, revelando-se uma boa alternativa aos sistemas convencionais. Os *wetlands* construídos são sistemas que utilizam plantas em substratos para o tratamento de efluentes. Nestes sistemas a vegetação desempenha papel fundamental pela transferência de oxigênio através das raízes ao fundo dos leitos, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento de microorganismos que atuam no tratamento biológico. O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência de um sistema de *wetland* construído, utilizado para tratamento do esgoto doméstico de um condomínio fechado de alto padrão, correlacionando-a com o aumento da ocupação local. O sistema analisado consiste em um *wetland* que utiliza a planta *zizianopsis bonariensis* fixada em substrato composto por camadas alternadas de saibro e palha de arroz. As amostras foram coletadas na entrada e na saída do tanque de zona de raízes, durante diferentes períodos de ocupação do condomínio, tendo sido analisados os parâmetros: pH, DBO, DQO, fósforo, nitrogênio, coliformes totais e coliformes fecais. Os resultados mostram que na fase inicial de ocupação em que o condomínio se encontra, o sistema tem se mostrado eficiente na remoção de matéria orgânica, nutrientes e coliformes fecais, sem interferência, até o momento, do aumento da ocupação no seu desempenho.

**Palavras-chave:** *wetland*, tratamento de esgoto doméstico

### ABSTRACT

The situation of basic sanitation in Brazil is quite precarious, especially in relation to the collection and treatment of sewage, as it involves high investment. There are several treatment systems which make the adaptation of the sewage possible, making it compatible with the receiving body or reuse activity. The use of plants in the treatment of sewage represents an efficient, emergent technology, aesthetic and of low energy costs, showing a good alternative to the conventional systems. The built wetlands are systems that use plants in substrata for the treatment of effluents. In these systems the vegetation plays fundamental role in the transference of oxygen through the roots in the bottom of the beds, making the environment favorable to the development of microorganisms which act in the biological treatment. The objective of this work is to evaluate the efficiency of a built wetland used for the treatment of the domestic sewage of a closed condominium of high standard, correlating it with the increase of the local occupation. The analyzed system consists of a wetland which uses the plant *zizianopsis bonariensis* fastened to substratum composed by alternate layers of gravel and rice straw. The samples were collected in the entrance and in the exit of the tank of roots zone, during different periods of occupation of the condominium, being analyzed the parameters: pH, DBO, DQO, phosphorus, nitrogen, total coliforms and fecal coliforms. The results shows that in the initial phase of occupation in which the condominium is, the system has been efficient in the removal of organic matter, nutrients and fecal coliforms, so far, without interference of the increase of occupation in its performance.

**Keywords:** wetland, treatment of domestic sewage

## 1. INTRODUÇÃO

A situação do saneamento básico no Brasil é bastante precária, principalmente no que diz respeito à coleta e tratamento de esgoto. De acordo com o quadro apresentado pelo *Atlas do Saneamento* do IBGE (2004), cerca de 97,9% dos municípios brasileiros conta com rede de abastecimento de água, mas apenas metade deles possui rede de esgoto. Ainda de acordo com o IBGE, 47,8% dos municípios não possuem coleta de esgoto, sendo esta situação agravada quando se considera cada região separadamente, como, por exemplo, a região Norte do Brasil, em que este índice sobe para 92,9%. No que se refere ao tratamento do esgoto, os números são ainda mais expressivos: mais de 93 milhões da população urbana que têm ou deveriam ter seus esgotos coletados por rede pública não tem seus esgotos tratados, sendo quase todo o esgoto coletado nas cidades despejado sem tratamento na água ou no solo (SOUSA, 2007).

Uma prática bastante antiga bem sucedida de tratamento e disposição final de efluentes é sua aplicação no solo, onde ocorrerá a filtração e a ação de microorganismos que transformam a matéria orgânica em compostos mais simples. Como resultado, tem-se um efluente tratado e um solo revitalizado, tendo em vista que os compostos gerados podem ser benéficos para o crescimento de plantas e vegetais (CORAUCCI FILHO et al., 2007).

Existem diferentes métodos que utilizam o solo no tratamento final de esgoto, dentre os quais podem ser citados os *wetlands*, termo inglês traduzido literalmente como terra úmida, que são áreas alagadas naturais onde ocorre a interação de diversos agentes (animais, plantas, solo, luz solar, etc) que reciclam nutrientes e matéria orgânica continuamente, promovendo uma depuração biológica e servindo como destino final do esgoto (PHILIPPI e SEZERINO, 2004). Os *wetlands* podem ser denominados também de banhados.

Os *wetlands* construídos são sistemas projetados artificialmente pelo homem, que utilizam plantas em substratos (areia, solo ou cascalho) para o tratamento de efluentes (CORAUCCI FILHO et al., 2007). A utilização de plantas no tratamento de esgoto representa uma tecnologia emergente, eficiente, estética e de baixos custos energéticos, revelando-se uma boa alternativa aos sistemas convencionais. A vegetação desempenha papel fundamental no tratamento de esgotos com plantas, pela transferência de oxigênio através das raízes (DIAS et al., 2002 apud ALMEIDA et al., 2007) ao fundo dos leitos de tratamento, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento de microorganismos que atuam no tratamento biológico (TCHOBANOGLIOUS, 1991 apud ALMEIDA et al., 2007). Estas plantas, denominadas macrófitas, são espécies que resistem a ambientes saturados de água, de matéria orgânica e de nutrientes, e possuem a capacidade de transportar gases atmosféricos, inclusive o oxigênio, das suas folhas até as raízes, dando condições à degradação aeróbia da matéria orgânica e às transformações de nutrientes (PHILIPPI e SEZERINO, 2004).

Nos sistemas *wetland*, além das substâncias produzidas pelas plantas, o oxigênio atua diretamente na mortandade de germes e bactérias causadoras de doenças, fazendo com que, nestes sistemas, bactérias patogênicas e coliformes fecais sejam facilmente eliminados (AMBROS, 1998 apud VAN KAICK, 2002).

Este sistema de tratamento de esgoto representa uma alternativa simples, econômica, fácil de construir e operar, podendo ser incorporado à paisagem local, sendo considerado promissor como alternativa para solucionar os problemas sociais e ambientais causados pela má disposição do esgoto (ARAÚJO et al., 2006).

As macrófitas mais comumente utilizadas neste sistema são das famílias das Juncáceas, Ciperáceas, Tifáceas e Gramíneas (PHILIPPI e SEZERINO, 2004).

Neste trabalho, será estudado um sistema de tratamento de esgoto doméstico através de *wetland* construído, que constitui um sistema de terras úmidas construídas de fluxo sub-superficial horizontal, onde a água residuária a ser tratada escoar horizontalmente, através da zona das raízes e rizomas das macrófitas, situadas a cerca de 15 a 20 cm abaixo da superfície do substrato, que funcionam como filtro (CORAUCCI FILHO et al., 2007).

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência de um *wetland* construído para tratamento de esgoto doméstico de um condomínio horizontal fechado de alto padrão, correlacionando-a com o aumento da ocupação local.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os sistemas de tratamento de esgoto por meio de *wetland*, objeto do estudo, encontram-se em operação para o atendimento de dois condomínios horizontais residenciais de alto padrão, que totalizam 467 lotes.

Para o atendimento destes condomínios foram construídos dois sistemas *wetland*, que neste trabalho serão denominados sistema A e sistema B. Houve a necessidade da implantação de dois sistemas para possibilitar que o fluxo do efluente ocorresse por gravidade, tendo em vista as condições topográficas do local.

O sistema A, o maior deles, foi dimensionado para atender 406 lotes, sendo 160 lotes do Condomínio 1 e 246 lotes (todos) do Condomínio 2. O sistema B atende 61 lotes do Condomínio 1. A configuração dos sistemas pode ser observada na figura 1.

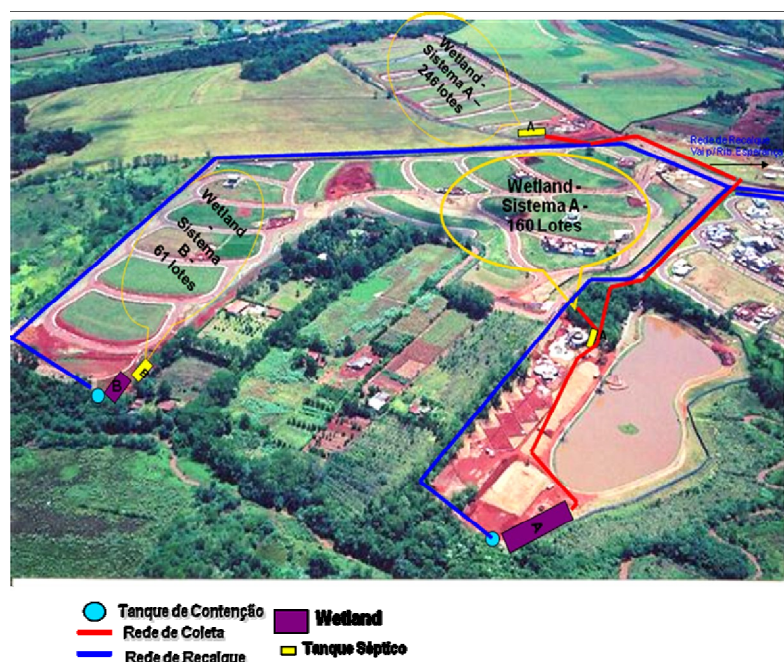


Figura 1 – Vista aérea dos sistemas *wetland* analisados

### 3.1 DESCRIÇÃO FÍSICA DOS SISTEMAS WETLAND:

#### 3.1.1 Sistema A

O sistema A é formado por um tanque séptico de 250 m<sup>3</sup> e por 04 *wetlands* de 13,60m de largura por 27,10m de comprimento, que operam simultaneamente (figura 2a). Os *wetlands* são impermeabilizados com uma manta de geomembrana de polietileno de alta densidade com espessura de 0,8mm, a fim de proteger o lençol freático que, além da sua contaminação, acarretaria em variações no nível do líquido do leito filtrante prejudicando a eficiência do tratamento.

Os *wetlands* são preenchidos com um substrato composto por camadas alternadas de saibro e palha de arroz com altura de 60cm, onde ocorre a fixação das raízes do vegetal utilizado no tratamento. As

plantas utilizadas no sistema são *zizianopsis bonariensis*, da família das Gramíneas, facilmente encontradas na natureza, e foram plantadas na proporção de 1 unidade por metro quadrado (figura 2b).



(a)



(b)

**Figura 2** - *Wetland* (a) sistema A e (b) planta *zizianopsis bonariensis*

### 3.1.2 Sistema B:

O sistema B é formado por um tanque séptico de 65 m<sup>3</sup> e por um *wetland* de 12,00m de largura por 25,00m de comprimento (figura 3). A impermeabilização do tanque, a composição do substrato e as plantas utilizadas neste sistema são iguais às do sistema A.



**Figura 3** - *Wetland* – sistema B

## 3.2 FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS

O esgoto, na saída das residências, passa por uma caixa de passagem que contém uma grade para a retenção dos sólidos grosseiros. Desta caixa de passagem vai para o tanque séptico (tratamento primário) onde ocorre a retenção dos sólidos e materiais graxos. Depois disso é encaminhado para a entrada do *wetland*. No sistema A existe uma caixa divisora na entrada que distribui o efluente em partes iguais para cada um dos quatro tanques que compõem o leito filtrante. No sistema B esta caixa não é necessária, pois existe apenas um *wetland*.

Nos *wetlands* o efluente passa por uma tubulação de PVC perfurado implantado num espaço preenchido com brita 1, brita 2 e areia grossa, que faz a regularização do fluxo ao longo do leito filtrante. Neste tubo é instalado um tubo de inspeção na posição vertical, de onde é feita a retirada de amostras para a análise. No final do *wetland* outra tubulação de PVC perfurado, para a coleta do efluente tratado.

A última etapa do sistema consiste no encaminhamento do efluente tratado através de uma tubulação de PVC até o poço de controle, que tem por finalidade manter o nível de água constante no leito filtrante a fim de garantir o abastecimento de água para as plantas em toda a extensão do sistema. Deste poço o efluente segue para um tanque de contenção, de onde, por bombeamento, é encaminhado para o ribeirão Esperança que deságua no ribeirão Cafezal (à jusante da captação para o abastecimento do município).

### 3.3 COLETA E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram pontuais, coletadas na entrada e saída dos *wetlands* durante o período de 2005 a 2007. Nos primeiros 6 meses de operação dos sistemas seu monitoramento era feito mensalmente por exigência do órgão ambiental local. Após esse período, o monitoramento continuou ocorrendo por interesse do próprio proprietário do empreendimento, que passou a realizar as coletas aproximadamente a cada 3 meses.

As análises das amostras coletadas foram realizadas no laboratório de saneamento da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Os parâmetros avaliados e os respectivos métodos empregados encontram-se na tabela 1.

É importante ressaltar que o órgão ambiental solicitou apenas o monitoramento de: pH, DQO, DBO, Coliformes totais e fecais. Os parâmetros fósforo e nitrogênio vêm sendo analisados em virtude do empreendimento estar localizado na bacia de um dos mananciais de abastecimento do município e a montante de um dos sistemas de captação, o que levou a SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), concessionária do sistema de abastecimento de água, questionar a eficiência do mesmo quanto à remoção destes nutrientes, mesmo sendo conhecedora de que o sistema de tratamento não dispõe o efluente final no manancial.

**Tabela 1** - Parâmetros analisados e métodos empregados para o monitoramento dos sistemas

Parâmetro	Métodos
pH	Método potenciométrico utilizando potenciômetro HANNA -Mod. HI 9321
NTK	Metodologia descrita no “STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER” (1992) nº 4500-N
Fósforo	Dig. Ac.: (4500-P B-4 dig. ac. nítrico-ac. sulfúrico); Colorimétrico:4500-P E
DQO	Metodologia descrita no “STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER” (1992) nº 5220
DBO	Metodologia descrita no “STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER” (2005) nº 5210
Coliformes totais	Método do substrato cromogênico
Coliformes fecais	Método do substrato cromogênico

## 4. RESULTADOS

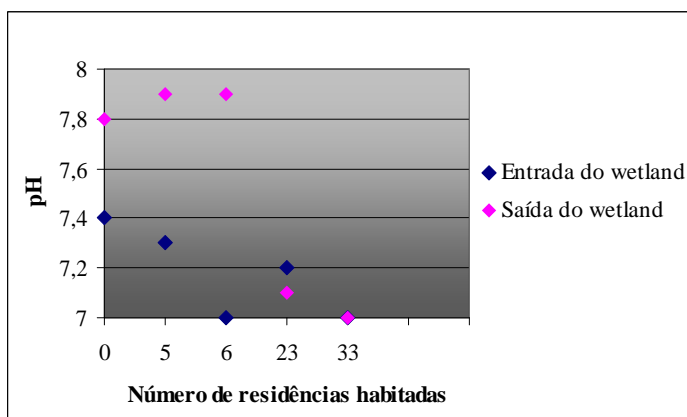
Os resultados obtidos nas análises das amostras, na entrada e na saída dos sistemas estudados, estão apresentados nas figuras 1 a 5 e nas tabelas 2 a 5.



## 4.1 SISTEMA A

### 4.1.1 pH

A figura 1 mostra a variação do pH no *wetland* ao longo do período de monitoramento.

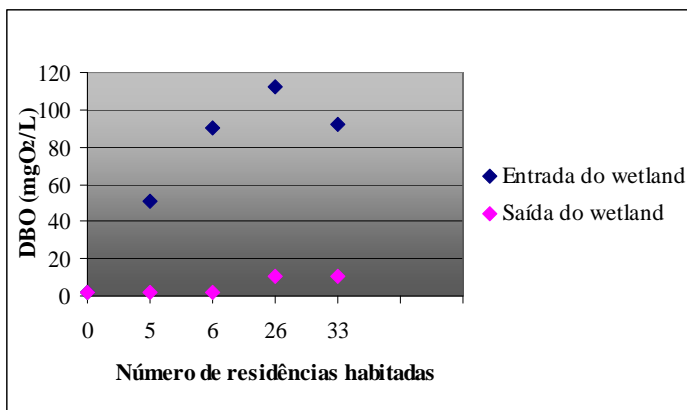


**Figura 1** – Variação do pH na entrada e na saída do *wetland*, em função do número de residências habitadas

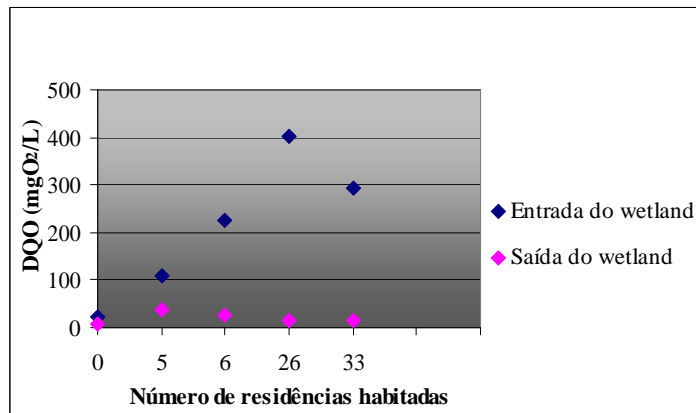
Observa-se que não houve grandes variações no pH ao longo do período de monitoramento. Nota-se que o pH da entrada sempre se manteve na faixa de 7 a 7,4 e inferior ao pH da saída que permaneceu na faixa de 7,8 a 7,9, exceto nos dois últimos períodos em que permaneceu em torno de 7. Isto pode ser devido à influência do material constituinte do sistema, ou seja, saibro e palha de arroz, no início da operação quando a vazão ainda era pequena.

### 4.1.2 DBO e DQO

As figuras 2 e 3 apresentam os resultados referentes à DBO e à DQO.



**Figura 2** – Resultado das análises de DBO na entrada e na saída do *wetland*, em função do número de residências habitadas



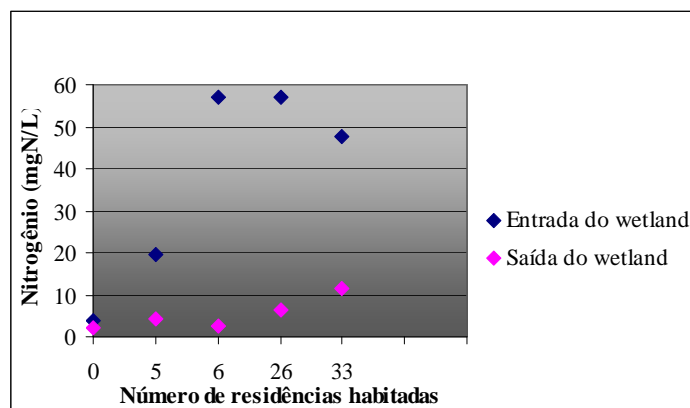
**Figura 3** – Resultado das análises de DQO na entrada e na saída do *wetland*, em função do número de residências habitadas

Observa-se na figura 2 que houve um aumento da remoção de DBO ao longo do processo e que a qualidade do efluente final está atendendo às exigências do órgão ambiental que é estabelecida em 50 mgO<sub>2</sub>/L. A remoção média, considerando o período que continha 5 residências à atual situação com 33 residências, foi de 93,02%  $\pm$  4,65%, resultando num efluente com DBO média de 7 mgO<sub>2</sub>/L  $\pm$  5 mgO<sub>2</sub>/L, considerada muito boa quando comparada com sistemas de tratamento como o implantado no Município, que é RALF seguido de filtro biológico, quando a remoção média é de 85%. No entanto, deve-se lembrar que o sistema ainda não está recebendo a vazão de projeto.

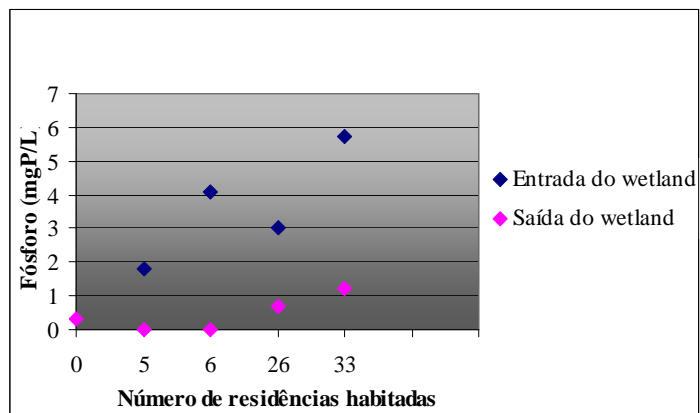
No tocante à avaliação da DQO apresentada na figura 3, observa-se que o sistema é muito eficiente, apresentando uma remoção média de 86,14%  $\pm$  14,8% e um efluente com DQO média de 24 mgO<sub>2</sub>/L  $\pm$  12 mgO<sub>2</sub>/L. O efluente final apresenta uma qualidade excelente, se comparada com sistemas de tratamento do município e inclusive bem inferior ao estabelecido pelo órgão ambiental, que é de 125 mgO<sub>2</sub>/L.

#### 4.1.3 NITROGÊNIO E FÓSFORO

As figuras 4 e 5 apresentam os resultados referentes à avaliação de NTK e P.



**Figura 4** – Resultado das análises de nitrogênio na entrada e na saída do *wetland*, em função do número de residências habitadas



**Figura 5** – Resultado das análises de fósforo na entrada e na saída do *wetland*, em função do número de residências habitadas

Quanto à remoção dos macronutrientes NTK e P, verifica-se através das figuras 4 e 5 que o sistema apresenta uma eficiência média de  $88,93\% \pm 12,82\%$  para P e de  $84,61\% \pm 8,92\%$  para NTK. Esta é uma das características importantes deste sistema, visto que os sistemas instalados no município praticamente não apresentam remoção destes nutrientes, pois não foram projetados para este fim.

#### 4.1.4 COLIFORMES TOTAIS E COLIFORMES FECAIS

As tabelas 2 e 3 apresentam os resultados referentes à avaliação de coliformes totais e coliformes fecais.

**Tabela 2** – Resultado das análises de coliformes totais na entrada e na saída do *wetland*, em função do número de residências habitadas

Número de residências habitadas	Coliformes totais (NMP/100ml)	
	Entrada do wetland	Saída do wetland
0	$1,0 \times 10^5$	> 2.419
5	> 2.419	14.136
6	$9,8 \times 10^6$	932
26	$2,4 \times 10^6$	1.011
33	$1,98 \times 10^7$	$1,98 \times 10^4$

**Tabela 3** – Resultado das análises de coliformes fecais na entrada e na saída do *wetland*, em função do número de residências habitadas

Número de residências habitadas	Coliformes fecais (NMP/100ml)	
	Entrada do wetland	Saída do wetland
0	$6,74 \times 10^3$	85
5	$2,06 \times 10^4$	0
6	$6,60 \times 10^5$	0
26	$3,25 \times 10^5$	36
33	$4,88 \times 10^5$	528



O sistema é bastante eficiente na remoção de coliformes totais, apresentando uma remoção média, considerando o período que continha 6 residências à atual situação com 33 residências, de  $99,95\% \pm 0,05\%$ . Observa-se através da tabela 2 que as contagens de coliformes totais estiveram na faixa de  $10^5$  a  $10^7$  NMP/100ml no afluente e entre  $10^2$  e  $10^4$  NMP/100ml no efluente. Portanto, como o sistema apresentou uma remoção superior a 2 unidades log, é considerado eficiente. No tocante à remoção de coliformes fecais observa-se que a remoção foi muito boa ( $99,97\% \pm 0,05\%$ ), apresentando uma qualidade do efluente final que não é atingida por sistemas convencionais, que não possuem algum sistema de desinfecção instalado. Considera-se o sistema eficiente, pois houve uma remoção superior a 2 unidades log.

#### 4.2 SISTEMA B

Como o sistema B entrou em operação bem depois que o sistema A, devido à época em que começou a ser ocupado, foram realizadas somente 2 campanhas de análises. Portanto, os resultados do monitoramento serão apresentados em tabelas. A tabela 4 apresenta os resultados das amostras coletadas no período em que havia 9 residências habitadas e a tabela 5, no período em que havia 11 residências habitadas.

**Tabela 4** - Resultado das análises dos parâmetros na entrada e na saída do *wetland*, para 9 residências habitadas

Parâmetro	Unidade	Entrada do wetland	Saída do wetland	Remoção
pH	-	6,8	7,2	-
DBO	mgO <sub>2</sub> /L	107	12	88,79%
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	241	27	88,80%
Fósforo	mgP/L	2,3	0	100,00%
Nitrogênio	mgN/L	45	20	55,56%
Coliformes fecais	NMP/100mL	$1,20 \times 10^6$	205	99,98%
Coliformes totais	NMP/100mL	$1,10 \times 10^7$	$2,31 \times 10^3$	99,98%

**Tabela 5** - Resultado das análises dos parâmetros na entrada e na saída do *wetland*, para 11 residências habitadas

Parâmetro	Unidade	Entrada do wetland	Saída do wetland	Remoção
pH	-	6,7	7,1	-
DBO	mgO <sub>2</sub> /L	184	15	91,85%
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	257	32	87,55%
Fósforo	mgP/L	4,6	3,2	30,43%
Nitrogênio	mgN/L	49,31	31,06	37,01%
Coliformes fecais	NMP/100mL	$2,35 \times 10^6$	$2,60 \times 10^5$	88,94%
Coliformes totais	NMP/100mL	$6,48 \times 10^6$	$4,40 \times 10^5$	93,21%

Observa-se nas tabelas 4 e 5 que houve boa eficiência do sistema na remoção dos parâmetros analisados. O pH manteve-se na ordem de 6,7 a 7,2 e os valores da DBO e da DQO obtidos na saída do sistema, tanto para a ocupação de 9 residências quanto para a ocupação de 11 residências estão atendendo as exigências do órgão ambiental que estabelece valores máximos de 50 mgO<sub>2</sub>/L para a DBO e de 125mgO<sub>2</sub>/L para a DQO. Quanto a remoção de NTK e P, verifica-se que, embora a eficiência tenha reduzido no período em que havia 11 residências habitadas, ficando em 30,43% para fósforo e 37,01% para NTK, esta é uma característica importante do sistema, visto que os sistemas instalados no município praticamente não removem nutrientes, pois não foram projetados para este

fim. Com relação a coliformes totais e fecais, observa-se nas tabelas 4 e 5 que o sistema B mostrou-se bastante eficiente no período em que haviam 9 residências habitadas, porém sua eficiência foi baixa no período em que havia 11 residências habitadas, já que não conseguiu baixar 2 unidades log dos valores obtidos na entrada do sistema.

## 5. CONCLUSÕES

Com relação aos sistemas de tratamento de esgoto por *wetland* construído estudados, pode-se concluir:

- O sistema A mostrou-se eficiente na remoção de todos os parâmetros analisados, em todos os períodos de ocupação considerados neste trabalho, atendendo as exigências do órgão ambiental. Este sistema apresentou uma eficiência superior ao de sistemas convencionais como o utilizado no município para o tratamento de esgoto;
- O sistema B mostrou-se eficiente na remoção de todos os parâmetros analisados no período em que havia 9 residências habitadas, porém apresentou baixa eficiência na remoção de coliformes fecais e totais no período em que havia 11 residências habitadas (os demais parâmetros foram removidos com eficiência);
- Apesar de terem sido observadas variações na eficiência de remoção de alguns parâmetros ao longo do período estudado, a quantidade de residências habitadas ainda é bastante pequena (8,13% no sistema A e 18,03% no sistema B), e não permite associar as variações na eficiência destes sistemas com a taxa de ocupação dos condomínios;
- Os sistemas devem continuar sendo monitorados, a fim de se verificar se haverá perda do desempenho com o aumento da população de contribuição e se os parâmetros continuarão atendendo os padrões estabelecidos pela legislação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. A.; OLIVEIRA, L. F. C.; KLIEMANN, H. J. Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário. Pesquisa Agropecuária Tropical 37(1): 1-9, mar. 2007. Disponível em: <[http://200.137.202.4/pat/pat37\(1\)-01.pdf](http://200.137.202.4/pat/pat37(1)-01.pdf)>. Acesso em: 02 Set. 2007.

ARAÚJO, R. B.; CABRAL, N. R. A. J.; SILVA, A. C.; CATTONY, E. B. M. 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: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 1. 2006, Natal. Disponível em: <[http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20070601\\_115544\\_MM%20032.pdf](http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20070601_115544_MM%20032.pdf)>. Acesso em: 02 Set. 2007.

CORAUCCI FILHO, B.; ANDRADE NETO, C. O.; MELO, H. N. S.; SOUSA, J. T.; ABDUL NOUR, E. A.; FIGUEIREDO, R. F. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por sistemas de aplicação no solo. Capítulo 2. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabCarlos/Cap-2.pdf>>. Acesso em: 02 Set. 2007.

IBGE. Atlas de Saneamento. Rio de Janeiro. 2004.

PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H. **Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas**. Florianópolis/SC. Edição do Autor. 2004. 144 p.

SOUSA, A. C. A. Por uma política de saneamento básico: a evolução do setor no Brasil. Disponível em: <[http://www.achegas.net/numero/30/ana\\_cristina\\_30.pdf](http://www.achegas.net/numero/30/ana_cristina_30.pdf)>. Acesso em: 09 Out. 2007.

VAN KAICK, T. S. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná**. 2002. 116 f. Dissertação de Mestrado. Centro de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, Paraná.