

II-231 - AVALIAÇÃO DE SISTEMAS “WETLANDS” CONSTRUÍDOS DE FLUXO HORIZONTAL TRATANDO ESGOTO DOMÉSTICO EM DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL

Andrea Magnuski Pinheiro

Engenheira Ambiental pela Faculdade Anchieta de Ensino Superior do Paraná. Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba/PR, Departamento de Química e Biologia - DAQBI.

Vinicius Masquetti da Conceição

Tecnólogo em Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Maringá - UEM. Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba/PR, Departamento de Química e Biologia - DAQBI.

Rafael Duarte Kramer

Tecnólogo em Processos Ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba/PR, Departamento de Química e Biologia - DAQBI.

Tâmara Simone Van Kaick⁽¹⁾

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR. Mestre em Inovação Tecnológica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná - UFPR. Professora Adjunta da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo Departamento Acadêmico de Química e Biologia – DAQBI.

Endereço⁽¹⁾: Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças – Curitiba/PR - CEP: 80.230-901 - Brasil - Tel: (41) 3310 4666 - e-mail: tamara.van.kaick@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo, analisar diversos sistemas “Wetlands” construídos de fluxo horizontal no tratamento de esgoto doméstico em diversas regiões brasileiras. Para tanto, foram pesquisados na base de dados de livre acesso SciELO, *Science direct*, e no Google acadêmico, trabalhos científicos publicados a partir de 2000, tomando-se como base de busca por assunto as palavras-chave “wetlands” de fluxo horizontal, esgoto doméstico, e Brasil. Ao todo foram identificados 18 textos publicados no Brasil, distribuídos entre os seguintes estados: Santa Catarina (4), São Paulo (3), Minas Gerais (3), Pernambuco (3), Rio de Janeiro (2), Mato Grosso do Sul (1), Goiás (1), e Bahia (1). O estudo dos textos levantados foi dividido em três etapas, sendo que a primeira consistiu na identificação de variáveis construtivas dos sistemas “wetlands”; a segunda etapa objetivou a caracterização qualitativa do esgoto doméstico bruto, tratado e suas respectivas eficiências obtidas nos processos de tratamento pelos sistemas estudados; e a última etapa, consistiu na aplicação da equação de cálculo para dimensão de área proposta por PHILIPPI & SEZERINO (2004). Os resultados demonstraram que a escassez de dados tanto quantitativos como qualitativos na maioria dos textos levantados, dificultaram a aplicação do cálculo da área dos sistemas “wetlands” através da equação proposta. A variação encontrada com relação à apresentação dos dados referentes a pesquisa sobre este tipo de *wetland* construído, demonstra a dificuldade de se estabelecer parâmetros de construção e estabelecimento de uma normalização adequada para processos de licenciamento. Para se que se possa estabelecer um dimensionamento único ainda se faz necessário intensificar os estudos nessa área e indicar e estabelecer bem as diferentes variáveis como a espécie da planta, o clima da região e a idade do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: “Wetlands” de fluxo horizontal, esgoto doméstico, Brasil.

INTRODUÇÃO

O grande crescimento da população mundial acarreta no aumento da demanda por água tratada para o consumo, bem como há uma produção maior de efluentes domésticos, estes, caso não sejam tratados de maneira adequada, podem provocar doenças de veiculação hídrica, tais como, diarreia, cólera, hepatite A, entre outras. Conforme dados do Ministério das Cidades (2010), o Brasil tratava apenas 34,6% do esgoto doméstico produzido em 2008, uma porcentagem baixa pela quantidade de habitantes que há no país. Um exemplo é a

área rural, onde, o tratamento do esgoto sanitário é praticamente inexistente e só na região da Grande Florianópolis (composta por 13 municípios) onde oito municípios possuem densidade populacional menor que 50 habitantes/Km², em apenas um há tratamento de esgoto sanitário (SEZERINO et al., 2005). Com intuito de diminuir essa discrepância, vem aumentando a busca por tecnologias mais baratas e eficientes para o tratamento dos esgotos domésticos, um exemplo disso são os sistemas tipo *wetlands*.

Wetlands naturais são ecossistemas onde o terreno encontra-se saturado e submerso em água por tempo suficiente para manter a sobrevivência de uma comunidade vegetal. Os pântanos, mangues e brejos são exemplos naturais de *wetlands*. Uma *wetland* construída (WC) é aquela cuja finalidade específica é o controle da poluição e o manejo de resíduos em um local diferente de onde existe uma *wetland* natural (USEPA, 1993). A *wetland* construída, que possui uma variedade de dinâmicas de lançamento de afluentes no sistema que podem ser caracterizados por diversas tipologias, tem em uma delas a denominação de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) por zona de raízes.

A “Zona de Raízes” (*Wetland*) consiste num sistema artificial, projetado para utilizar plantas aquáticas (macrófitas) em substratos (areia, solo, brita ou cascalho), onde ocorra proliferação de biofilmes que acumulam populações variadas de microrganismos que, através de processos biológicos, aliado a processos físicos e químicos, realizam o tratamento de águas residuárias (SOUZA, 2000). Portanto, nas *wetlands* ocorrem inúmeros processos e interações entre animais, microrganismos, plantas, solo (suporte físico), luz solar e ventos que interagem recebendo, doando e reciclando nutrientes provenientes da matéria orgânica (esgoto). Estes nutrientes servem de suporte para macro e micro espécies de organismos que convertem compostos inorgânicos em orgânicos (biomassa vegetal), que é utilizada direta ou indiretamente por animais, plantas e microorganismos (PHILIPPI & SEZERINO, 2004; SILVA, 2007).

As *wetlands* construídas podem ser divididas de duas formas, as de fluxo horizontal, ou de fluxo vertical, podendo ser superficial, ou seja, há uma lâmina de água visível, ou subsuperficial, sem a presença da lâmina de água. Nos sistemas verticais o fluxo da água é vertical e pode ser ascendente ou descendente. Segundo MONTEIRO (2009, p 25), “o sistema descendente apresenta capacidade de maior incorporação de oxigênio ao biofilme em relação ao ascendente”. Já no sistema horizontal o efluente percola vagarosamente e horizontalmente pelo material filtrante (normalmente composta por brita) impulsionada por uma declividade de fundo. Independente do tipo de configuração todo sistema *wetlands* deve ser precedido de um tratamento preliminar e/ou primário, como por exemplo, um tanque séptico, para evitar a passagem de materiais grosseiros.

A tipologia investigada neste estudo consiste em filtração do afluente de forma sub-superficial de fluxo horizontal no filtro físico, que também serve de suporte para as plantas que formam a zona de raízes, em todo o sistema ocorre o tratamento biológico do esgoto. Este tratamento deve ser precedido de uma fossa séptica para sedimentar o lodo e realizar o pré-tratamento do afluente da *wetland*.

Estudos científicos iniciados na década de 60 na Alemanha no Institut Max Planck, com a pesquisadora Kathe Siedel, desenvolveram o método zona de raízes (Root zone methods) (BAHLO & WACH, 1996). Em 1990, foi apresentado durante a Conferência sobre Zonas Úmidas Construídas, em Cambridge (Inglaterra) o primeiro Guia Europeu para projeto e operação de sistemas de tratamento em leitos plantados com escoamento horizontal (BAHLO & WACH, 1996; PHILIPPI & SEZERINO, 2004). Diversos estudos, iniciados pelo pesquisador SALATI na década de 80, que utilizam modelagem de desempenho foram realizados para propor indicações construtivas deste sistema no Brasil, sendo os mesmos intensificados a partir do ano de 2000, propondo equações que pudessem auxiliar na construção dos mesmos, indicando o resultado da eficiência do efluente tratado (LAUTENSCHLAGER, 2001; PHILIPPI & SEZERINO, 2004).

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar alguns estudos realizados no Brasil sobre *wetlands* construídos sub-superficial de fluxo horizontal, buscando demonstrar as eficiências alcançadas no tratamento de esgoto doméstico, bem como verificar a aplicabilidade do cálculo de dimensionamento da área de uma *wetland*, proposto por PHILIPPI & SEZERINO (2004).

METODOLOGIA

Para se alcançar o objetivo apresentado, a metodologia empregada consistiu na busca de textos científicos nacionais disponibilizados na base de dados de livre acesso SciELO, Science direct, e no Google acadêmico publicados a partir de 2000, tomando-se como base de busca por assunto as palavras-chave “wetlands” de fluxo horizontal, esgoto doméstico, e Brasil.

Foram identificados ao todo 18 textos publicados no Brasil, distribuídos entre os seguintes estados: Santa Catarina (4), São Paulo (3), Minas Gerais (3), Pernambuco (3), Rio de Janeiro (2), Mato Grosso do Sul (1), Goiás (1), e Bahia (1). Os autores dos presentes textos são: MANNARIONO et al., 2006a; , MANNARIONO et al., 2006b, AMENDOLA et al., 2003; SILVA et al., 2010; SOUZA et al., 2004; SOUZA et al., 2005; CALIJURI et al., 2009; BRASIL et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2005; COSTA et al., 2003; OLIJNYK et al., 2007a; OLIJNYK et al., 2007b; OLIJNYK et al., 2007c; OLIJNYK et al., 2007d; REIS et al., 2008; RIBAS et al., 2008; FERREIRA et al., 2009; REIS et al., 2010;.

Inicialmente cada texto foi submetido a uma primeira etapa de consulta com o objetivo de identificar as seguintes variáveis empregadas nos sistemas “Wetlands” construídos de fluxo horizontal, utilizados no tratamento de esgoto doméstico: autor; estado; cidade; idade da ETE; tipo de pré-tratamento; tipo de impermeabilização/estrutura; espécie vegetal utilizada; granulometria do material filtrante; espessura da camada filtrante; volume útil; vazão; área; e tempo de detenção.

Após esta primeira etapa, os textos foram submetidos a uma segunda etapa para a caracterização qualitativa do esgoto doméstico bruto, tratado e suas respectivas eficiências obtidas nos processos de tratamento pelos sistemas “wetlands” de fluxo horizontal. Para tanto os parâmetros físico-químicos, e biológicos levantados foram: DBO, DQO, pH, OD, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo, Coliformes totais, *E. Coli*/Termotolerantes/Fecais, cloretos, alcalinidade, sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos totais voláteis, óleos e graxas, e turbidez.

Depois da aplicação da segunda etapa, os textos em estudos foram ainda submetidos a uma terceira etapa, que consistiu na aplicação do cálculo para dimensão de área proposta por PHILIPPI & SEZERINO (2004) conforme demonstrado na Equação 1, pois desde o início da utilização de sistemas tipo *wetlands* no tratamento de esgotos domésticos, busca-se determinar e conhecer parâmetros de dimensionamento que possam permitir uma melhor eficiência, sendo que existem diversos modelos ou critérios empíricos para projetar filtros plantados com macrófitas (*wetlands*) na literatura internacional, porém não existe um modelo brasileiro.

Equação (1)

$$A_h = \frac{Q \times (\ln Co - \ln Ce)}{K_{DBO}}$$

Onde:

A_h = área superficial requerida (m²);

Q = vazão média afluyente (m³/d);

Co = concentração afluyente em termos de DBO₅ (mg/L = g/m³);

Ce = concentração efluyente em termos de DBO₅ (mg/L = g/m³);

K_{DBO} = usualmente empregado valores de 0,10 para tratamento secundário e 0,31 para terciário (m/d).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os respectivos valores das eficiências médias obtidas através dos diferentes textos analisados para os parâmetros físico-químicos, e biológicos do esgoto tratado pelos sistemas “wetlands” de fluxo horizontal, é apresentado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Valores de eficiências médias obtidas através dos diferentes textos analisados para os parâmetros físico-químicos, e biológicos do esgoto tratado pelos sistemas “wetlands” de fluxo horizontal.

Parâmetros analisados nos sistemas Wetlands de fluxo horizontal	Eficiência Média (%)
DBO ₅	74,53
DQO	71,20
Nitrogênio total	72,10
Nitrogênio amoniacal	54,43
Fósforo	54,00
Coliformes totais	89,40
<i>E. Coli</i> /Termotolerantes / Fecais	84,00
Condutividade	52,00
Sólidos totais	56,80
Sólidos suspensos	80,40
Sólidos totais voláteis	77,37
Turbidez	73,00

Observa-se através dos dados constante na Tabela 1, que os sistemas “wetlands” analisados, apresentaram significativa eficiência na remoção de diversos compostos no tratamento de esgoto doméstico, principalmente na remoção de Coliformes fecais, *E. coli*, sólidos suspensos, sólidos totais voláteis, DBO, DQO, nitrogênio total, e turbidez.

Através do levantamento dos estudos realizados, constatou-se que muitos dos artigos analisados não apresentaram os parâmetros necessários para avaliar de forma mais adequada a eficiência de tratamento dos sistemas “Wetlands” implantados, comprometendo a correta compreensão dos sistemas estudados pela complexidade e interação de diversas variáveis que este tipo de sistema impõem para a sua análise e melhor compreensão.

Como não foi possível incluir todos os artigos levantados por falta de dados que os mesmos apresentaram, os autores do presente trabalho propõem que ao se estudar e/ou trabalhar com sistemas *wetlands* construídos, que sejam levados em consideração os itens constantes na referida Tabela 2, para uma melhor compreensão e análise da eficiência do sistema implantado.

Tabela 2: Dados necessários para uma melhor análise da eficiência de *wetlands* construídos.

Dados físicos da Wetland construída	Área (m ²), volume (m ³), meio filtrante (tipo de material e sua granulometria), espécie vegetal utilizada
Dados do Afluente	Vazão (m ³ /d), tempo de detenção hidráulica, DBO (mg/L), DQO (mg/L), NH ₄ -N (mg/L), NO ₂ -N (mg/L), NO ₃ -N (mg/L), PO ₄ -P (mg/L), <i>E. coli</i> (NMP/100mL), SS (mg/L) e ST (mg/L).
Dados do Efluente	DBO (mg/L), DQO (mg/L), NH ₄ -N (mg/L), NO ₂ -N (mg/L), NO ₃ -N (mg/L), PO ₄ -P (mg/L), <i>E. coli</i> (NMP/100mL), SS (mg/L) e ST (mg/L).

Na aplicação da Equação (1), apresentada por PHILIPPI & SEZERINO (2004), algumas das pesquisas levantadas também tiveram que ser descartadas por não apresentarem todos os dados (variáveis) necessários. Através da aplicação da fórmula, percebeu-se que alguns resultados não confirmaram à área construída, ficando a dúvida se essa fórmula é aplicável para as condições climáticas do Brasil ou se a relação da constante de DBO = K_{DBO}, que emprega valores de 0,10 para tratamento secundário e 0,31 para terciário (m/d), deveria ser reavaliada. Esta reavaliação talvez fosse necessária devido as variações climáticas e diferente ação das diversas espécies de

macrófitas no sistema na depuração do afluente bruto, que ainda não estão bem definidas em relação a sua função no potencial de oxigenação na chamada zona de raízes.

Há uma grande variedade de macrófitas aquáticas que possuem as características necessárias para o tratamento de efluentes, tais como: crescimento rápido, tolerância a umidade e capacidade de remoção de nutrientes, entre essas, as mais utilizadas nos estudos, foram as diferentes espécies de *Thypha*, sendo citada em 8 dos artigos analisados (Mannariono *et al*, 2006; Amendola *et al*, 2003; Silva *et al*, 2010; Calijuri *et al*, 2009; Brasil *et al*, 2005; Almeida *et al*, 2010; Oliveira *et al.*, 2005; Costa *et al.*, 2003). Apesar da *typha* ser uma planta cosmopolita, poderia-se investir mais em espécies nativas brasileiras tais como: *Heliconia psittacorum* (Helicônia-papagaio, tracoá, caetezinho, planta-papagaio), *Philodendron bipinnatifidum* (Guaimbê, imbê, banana de macaco), *Coix lacryma-jobi* L. (lágrima de Nossa Senhora, capim de conta) e *Zizania bonariensis* (Espadana). Dentre estas citadas como exemplo, foram estudados nos artigos pesquisados a *Heliconia psittacorum* (Ferreira & Paulo, 2010) e *Zizania bonariensis* (Olijnyk *et al*, 2007).

Muitos dos autores utilizaram outros parâmetros como referência na construção das wetlands, como a DQO (Demanda Química de Oxigênio), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Suspensos, Óleos e Graxas entre outros (AMENDOLA *et al.*, (2003); SILVA *et al.*, (2010); SOUZA *et al.*, (2004); SOUZA *et al.*, (2005); CALIJURI *et al.*, (2009); Brasil *et al.*, (2005).

A Tabela 3 abaixo apresenta os artigos em que foram possíveis a aplicação da fórmula proposta e a comparação entre o valor empregado na construção da wetland (área real) e o valor calculado (área calculada).

Tabela 3: Dimensionamento das Wetlands construídas de fluxo horizontal.

Autor	Área (m²)	Área calculada (m²)
Mannariono <i>et al.</i> , 2006	75,75	18,05
Mannariono <i>et al.</i> , 2006	50,00	44,97
Ferreira & Paulo, 2010	4,64	16,71
Reis <i>et al.</i> ,	5,00	16,71
Olijnyk <i>et al.</i> , 2007	50,00	132,97
Olijnyk <i>et al.</i> , 2007	8,00	26,19
Olijnyk <i>et al.</i> , 2007	72,00	164,41
Olijnyk <i>et al.</i> , 2007	42,75	96,70

Analisando os dados contidos na Tabela 3 acima, pode-se notar que das oito estações analisadas, apenas uma teve resultado semelhante entre a área calculada e área real, sendo que em outras seis a área calculada ficou maior que a real, e somente uma obteve menor valor. Isso demonstra que a fórmula utilizada para o cálculo não pode ser considerada universal e depende de outros parâmetros que não são levados em consideração como, por exemplo, o recheio e a granulometria do mesmo utilizado, as condições climáticas, o potencial de depuração associado à espécie de macrófita utilizada para compor a zona de raízes, sendo esta o fator mais variante e impreciso de todo o sistema.

CONCLUSÕES

Observando a coletânea de artigos analisada para este estudo, que considerou apenas a construção de wetlands com fluxo horizontal é possível observar a grande variação da área na construção desse tipo de tratamento. A fórmula utilizada para a tentativa de padronização da construção não se mostrou eficaz neste primeira análise, obtendo uma grande dispersão com relação aos dados levantados, o que demonstra a dificuldade de se estabelecer parâmetros de construção e eficiência para as wetlands construídos. Para que se consiga chegar a um dimensionamento único é preciso intensificar os estudos nessa área e priorizar parâmetros que podem auxiliar a compreensão das diferentes variáveis que interferem na eficiência do sistema, principalmente como a espécie de macrófitas utilizadas e o clima da região onde o sistema pode ser implantado. Faz-se necessário criar uma rede de trocas de informações para o território nacional, a fim de poder propor estes sistemas, que se mostram eficientes para o tratamento, como uma tecnologia descentralizada aceita pelos órgãos ambientais para

tratamento de esgoto, principalmente em áreas rurais, de mananciais e urbanas não atendidas por sistemas de rede coletora e tratamento de esgoto centralizados.

Através deste estudo foi possível verificar que existe uma variedade de modelos de *wetlands* construídos subsuperficiais de fluxo horizontal, demonstrando que o sistema é eficiente para remoção de poluentes, além de ser uma tecnologia de baixo custo, de fácil construção, operação, manutenção e ambientalmente sustentável, o que favorece qualquer localidade onde não há coleta e tratamento de esgoto, tanto rural quanto urbana, para tanto é necessário conhecer as características de cada região para um melhor aproveitamento do sistema *wetlands*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMENDOLA, M.; SOUZA, A.L.; ROSTON, D.M. **Numerical simulation of fecal coliform reduction at a constructed wetland**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.533-538, 2003.
2. ALMEIDA, Rogério de Araújo; PITALUGA, Douglas Pereira da Silva; REIS, Ricardo Prado Abreu. **Tratamento do esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico**. Revista Biociências, UNITAU. Volume 16, número 1, 2010 Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/1107/778> Acesso em: 01/09/2010.
3. BAHLO, K; WACH, G. **Naturnahe Abwasserreinigung**. Freiburg: Ökobuch, 137p,1996.
4. BRASIL, Mozart da Silva.; MATOS, Antonio Teixeira de; SOARES, Antonio Alves. **Plantio e desempenho fenológico da taboa (Typha sp.) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, n. 3, p. 266-272, 2007Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n3/a04v12n3.pdf> acesso em: 01/08/2010
5. CALIJIRI, M.L.; BASTOS, R.K.X.; MAGALHAES, T.B.; CAPELETE, B.C.; DIAS, E.H.O. **Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes**. Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.3, p. 421-430, 2009.
6. COSTA, L.L. et al., (2003). **Eficiência de Wetlands construídos com 10 dias de detenção hidráulica na remoção de colifagos e bacteriófagos**. Rev. Biol. e Cien. da Terra. Vol. 3, n. 01, 2003.
7. FERREIRA, Cristina de Arruda & PAULO, Paula Loureiro. **Eficiência de wetlands construídos para o tratamento domiciliar de água cinza com configuração diferenciada**. Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2010.
8. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde. Brasília, 2006. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/Web %20Funasa/pub/pdf/Mnl%20Saneamento](http://www.funasa.gov.br/Web%20Funasa/pub/pdf/Mnl%20Saneamento). Acesso em: 01/10/2010
9. LAUTENSCHLAGER, S. R. **Modelagem do Desempenho de Wetlands Construídas**. Dissertação de Mestrado, Escola Técnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 90 p., 2001.
10. MANNARINO, F. C.; FERREIRA, J.A.; CAMPOS, J.C.; RITTER, E. **Wetlands para tratamento de lixiviados de aterros sanitários – experiências no aterro sanitário de Pirai e no aterro metropolitano de Gramacho (RJ)** Engenharia Sanitária e Ambiental, v.11, n 2, p. 108-112, 2006.
11. OLIJNYK, Débora Parcias; SEZERINO, Pablo Heleno; FENELON, Fernando Resende; PANCERI, Bernardete; PHILIPPI, Luiz Sérgio. **Sistemas de tratamento de esgoto por zona de raízes: análise comparativa de sistemas instalados no estado de Santa Catarina**. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. Disponível em: http://www.gesad.ufsc.br/download/II_302.pdf. Acesso em: 01/09/2010.
12. OLIVEIRA, E.L.; et al., (2004). **Alagados construídos no tratamento de águas residuárias do Jardim Botânico Municipal de Bauru/SP**. In: Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2004.
13. PHILIPPI, L. uiz Sérgio, SEZERINO Pablo Heleno. **Aplicação de Sistemas tipo Wetlands no tratamento de águas residuárias: Utilização de filtros plantados com macrófitas**. Florianópolis Ed. do Autor. 2004. 144 p.
14. REIS, Ricardo Prado Abreu; PITALUGA, Douglas Pereira da Silva; ALMEIDA, Rogério de Araújo. **Estudo de Eficiência de um sistema de tratamento de esgoto doméstico por plantas**. Centro de Estudos de Engenharia Civil Professor Inaldo Ayres Vieira da Universidade Federal do Paraná.

15. RIBAS, T.B.C.; FIORINI, M.P. **Avaliação do funcionamento e eficiência da estação de tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes no município de Jacareí/SP.** In: Anais do IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 2008.
16. SEZERINO, Pablo Heleno; BENTO, Alessandra Pellizzaro Bento; LOBO, Maria Angeles; LAPOLLI, Flávio Rubens; PHILIPPI, Luiz Sérgio. **Sistemas Naturais aplicados ao tratamento descentralizado de esgotos:** uso combinado de lagoas de estabilização e filtros plantados com macrófitas (wetlands). 23 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.
17. SILVA, E.M.; ROSTON, D.M.; **Tratamento de efluentes de sala de ordenha de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leito cultivado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.30, n.1, p.67-73, 2010.
18. SILVA, S. C. **“Wetlands Construídos” de Fluxo vertical com Meio Suporte de Solo Natural Modificado no Tratamento de Esgotos Domésticos.** Tese de Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.TD-003/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília; Brasília-DF, 205 p., 2007.
19. SOUZA, J.T.; VAN HANDEL, A.; LIMA, E.P.C., HENRIQUE, E.N.; **Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, n.4, p. 285-290, 2004.
20. SOUZA, J.T.; VAN HANDEL, A.; CAVALCANTI, P.F.F.; FIGUEIREDO, A.M.F. **Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v.10, n.3, p. 260-265, 2005