



ICTR 2004 – CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina

**SISTEMAS NATURAIS PARA O TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ESGOTOS NOS
MUNICÍPIOS DA GRANDE FLORIANÓPOLIS/SC - FERRAMENTA PARA O
DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL**

**Pablo Heleno Sezerino
Alessandra Pellizzaro Bento
Jackeline Tatiane Gotardo
Madelon Rebelo Peters
Adriano Queiroz
Débora Parcias Olijnyk
Flávio Rubens Lapolli
Luiz Sérgio Philippi**

PRÓXIMA

Realização:



ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável
NISAM - USP – Núcleo de Informações em Saúde Ambiental da USP



SISTEMAS NATURAIS PARA O TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ESGOTOS NOS MUNICÍPIOS DA GRANDE FLORIANÓPOLIS/SC – FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL

*Pablo Heleno Sezerino
Alessandra Pellizzaro Bento²
Jackeline Tatiane Gotardo³
Madelon Rebelo Peters⁴
Adriano Queiroz⁵
Débora Parcias Olijnyk⁶
Flávio Rubens Lapolli⁷
Luiz Sérgio Philippi⁸*

Resumo:

O desenvolvimento sustentável de uma região envolve obrigatoriamente as ações de saneamento. Contudo, a situação perante a coleta e tratamento dos esgotos domésticos na Grande Florianópolis/SC, revela um grande déficit no atendimento a população, tanto na área urbana quanto na rural. Este trabalho tem como objetivo discutir a aplicabilidade de sistemas naturais de tratamento de esgotos domésticos (lagoa anaeróbia, lagoas facultativas e filtros plantados com macrófitas – *wetlands*), passíveis de serem empregados dentro da concepção da descentralização, para a promoção de um desenvolvimento sustentável da região. O sistema de tratamento estudado apresentou remoções médias de 83%, 91% e 40% para DQO, SS e NH₄-N, respectivamente. ColiTotal e *E.Coli* foram reduzidos na ordem de 6 log's e 7 log's, respectivamente. Dado as características geográficas da região e as atividades econômicas vinculadas aos recursos hídricos, destaca-se que a qualidade sanitária de um efluente que será lançado nos corpos d'água é fundamental para a manutenção dos usos múltiplos destes, tais como: balneabilidade, pesca, exploração das águas termais, entre outros. Nove dos treze municípios que compõem a região têm como atividade econômica predominante a agricultura, requerendo desta forma aportes de nutrientes, que a priori, podem ser obtidos com o reúso do esgoto tratado. Com exceção de Palhoça, todos os demais oito municípios com atividade voltada à agricultura apresentam uma densidade populacional inferior 50 habitantes/km² (cinco municípios com densidade ≤ 15 habitantes/km²), reforçando a idéia de implantação de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos.

Palavras-chave: Sustentabilidade ambiental, tratamento de esgotos, sistemas naturais.

- Eng. Sanitarista e Mestre em Eng. Ambiental (UFSC). Doutorando em Eng. Ambiental (UFSC). Bolsista CAPES – Doutorado Sandwiche na Universidade Técnica de Munique (TUM), Alemanha.
- 2- Bióloga e Mestre em Eng. Ambiental (UFSC). Doutoranda em Eng. Ambiental (UFSC). Bolsista CAPES - Doutorado Sandwiche na Universidade Técnica de Munique (TUM), Alemanha.
- 3- Eng. Civil (UNIOESTE). Mestranda em Eng. Ambiental (UFSC). Bolsista CAPES – Brasil.
- 4- Eng. Civil (UNISUL). Mestranda em Engenharia Ambiental (UFSC). Bolsista CNPq – Brasil.
- 5- Graduando em Eng. Sanitária e Ambiental (UFSC). Bolsista do Laboratório de Educação Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFSC).
- 6- Graduanda em Eng. Sanitária e Ambiental (UFSC). Bolsista do Laboratório de Reúso de Águas, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFSC).
- 7- Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFSC).
- 8- Professor Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFSC).

Introdução

O desenvolvimento sustentável de uma região pode ser definido sob três diferentes dimensões, quais sejam: econômica, ambiental e sócio-cultural (BALKEMA *et al.*, 2002, p.154). Quantificá-las não é uma tarefa fácil, pois exige um amplo conhecimento da realidade local e de sua dinâmica. Desta forma, avaliar o quanto uma região é sustentável exige estudos contínuos e ações práticas que implementem formas de controle dos subprodutos das atividades humanas. Sob a óptica das ações ambientalmente sustentáveis, notadamente em relação ao ciclo urbano da água, a literatura especializada destaca as seguintes condições básicas (CHEN e BECK, 1997, p.100; OTTERPOHL *et al.*, 1997, p.123):

- (i) não redução do estoque de água nos mananciais;
- (ii) nenhuma distorção no ciclo hidrológico induzido pela atividade humana deve interferir nos ciclos naturais, tais como os nutrientes;
- (iii) não deve haver transferência dos problemas, relacionados ao lançamento dos esgotos, por exemplo, no tempo e no espaço;
- (iv) não deve-se permitir o acúmulo de substâncias que interfiram na dinâmica do ecossistema;
- (v) deve-se reduzir a utilização de energia e materiais no tratamento dos esgotos.

Porém, pode-se dizer que o quadro atual do saneamento no Brasil está longe de ser ambientalmente sustentável, sendo raro as ações que conduzem ao cumprimento dos cinco tópicos apontados. Tomando como parâmetro as estações de tratamento de esgotos (ETEs) existentes, muitas foram projetadas e são operadas baseadas somente na eficiência de remoção de material sólido, colimetria e de matéria carbonácea. As frações nitrogenadas e fosforadas são ignoradas, sendo sua remoção ocasional devido aos processos físico-químicos e biológicos associados. Esta defasagem no tratamento dos esgotos conduz a um panorama, no mínimo, preocupante, pois estes nutrientes quando lançados aos corpos d'água receptores, causam sérios desequilíbrios ambientais comprometendo a biota local e a saúde humana.

A carência nos serviços de saneamento ao longo de todo o território nacional é notória. Em Santa Catarina – sul do Brasil, por exemplo, apenas 8,84% da população é provida do serviço de coleta e tratamento de seus efluentes líquidos (IBGE, 2000). O restante tem como destino os corpos d'água superficiais, o solo, o mar. Esta atual carência nos serviços de coleta e tratamento dos esgotos domésticos foi, e continua sendo, promovida pela política de centralização proposta nos meados do ano de 1970 – idealizada a partir da implantação do Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANASA) e das Companhias Estaduais de Saneamento (CESBs).

Passados mais de 30 anos, a situação do saneamento na Grande Florianópolis/SC, principalmente perante a coleta e tratamento dos esgotos domésticos, revela um grande déficit no atendimento a população, tanto na área urbana quanto na rural. Entre os 13 municípios que compõem a região, somente parte da população de três destes (Florianópolis, São José e Santo Amaro da Imperatriz) são atendidos por redes coletoras e estações de tratamento, idealizadas sob a concepção da centralização. Desta forma as áreas periféricas dos três municípios destacados, bem como os demais que compõem a região, ficam a mercê de soluções individuais que,

na maioria dos casos, não seguem critérios técnicos de engenharia e da biologia associada que garantam a qualidade do efluente que é lançado ao solo, aos rios e lagos, ou até mesmo diretamente no mar, comprometendo assim os usos múltiplos das águas e prejudicando o desenvolvimento da região.

Otterpohl *et al.* (1997, p.122) descrevem inúmeras desvantagens dos sistemas de tratamento de esgotos centralizados, também chamados de sistemas convencionais, tais como a elevada demanda de energia para a degradação do material carbonáceo e para a nitrificação; o “desperdício” na ordem de 20%, 5% e 90% de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, passíveis de serem reutilizados na agricultura; a alta produção de biossólidos (lodo); alto custo de manutenção das redes coletoras, entre outros.

Chen e Beck (1997, p.100) apontam requisitos mínimos para que os sistemas de tratamento de esgotos possam ser empregados a fim de promover a sustentabilidade ambiental, tais como:

- (i) a infraestrutura do sistema de tratamento de esgotos deve ser economicamente viável (levando-se em consideração não somente a relação custo/benefício);
- (ii) os produtos finais das ETEs devem ser isentos de poluentes, tanto na forma de sólidos quanto gasosos;
- (iii) nenhum dos subprodutos das ETEs devem promover distorções nos ciclos biogeoquímicos.

Alternativas ambientalmente sustentáveis vêm sendo apontadas em literatura, destacando-se separação das águas contendo material fecal e urina – *black water* das demais águas utilizadas nas residências – *greywater*, e a utilização de sistemas naturais para o tratamento dos esgotos (OTTERPOHL *et al.*, 1997, p.122). Estes sistemas naturais permitem uma melhor ciclagem dos elementos que compõem as substâncias presentes nos esgotos com as vantagens na economia de energia, na adequação à paisagem do meio, a possibilidade de reúso da água e da utilização de macrófitas na alimentação de ruminantes, enfim, agregando valores aos esgotos tratados.

Dentro desta perspectiva, este trabalho tem como objetivo destacar e discutir a aplicabilidade de sistemas naturais de tratamento de esgotos domésticos, passíveis de serem empregados dentro da concepção da descentralização, para a promoção de um desenvolvimento sustentável para a região da Grande Florianópolis.

Sistemas naturais de tratamento de esgotos

Os sistemas de tratamento de esgotos são ditos naturais quando baseiam-se na capacidade de ciclagem dos elementos contidos nos esgotos em ecossistemas naturais, sem o fornecimento de quaisquer fonte de energia induzida para acelerar os processos bioquímicos, os quais ocorrem de forma espontânea. Dentro desta concepção, enquadram-se as lagoas de estabilização e os *wetlands*. O princípio do tratamento nesses sistemas baseia-se na capacidade de depuração dos poluentes orgânicos em um corpo d'água lântico natural e em banhados, respectivamente.

Nos sistemas naturais o tratamento dos esgotos ocorre por meio de processos físicos, biológicos e bioquímicos regulados por fatores climatológicos, especialmente

a temperatura, a intensidade de luz solar e o regime hídrico. Desta forma, para a correta implantação de unidades naturais, são necessários estudos regionais sobre a dinâmica dos ecossistemas em questão.

Os sistemas naturais de tratamento são habitados por uma ampla diversidade de seres vivos de vários níveis da cadeia alimentar, desde bactérias até pequenos animais aquáticos, e no caso das lagoas, também os peixes. Esses organismos interagem entre si e com o meio tornando o processo mais complexo dentro da perspectiva ecológica, do fluxo energético. A cada passagem de energia por um nível trófico, uma quantidade menor de energia atinge o nível superior subsequente, devido ao trabalho executado e a ineficiência das transformações de energias biológicas no nível trófico anterior (RICKLEFS, 1996). Este fato é um dos responsáveis pela menor produção de subprodutos, especialmente o lodo, dos sistemas naturais quando comparados aos convencionais, tais quais os lodos ativados.

A combinação lagoas de estabilização e os *wetlands* (sob as mais diferentes formas e arranjos), aplicáveis ao tratamento de esgotos domésticos, promovem elevada qualidade de tratamento (KAYSER *et al.*, 2003, p.167; STEINMANN *et al.*, 2003, p.2040).

Material e métodos

- Caracterização da região da Grande Florianópolis

A região da Grande Florianópolis, constituída por 13 municípios, conforme divisão administrativa do governo do estado, localizados em Santa Catarina, centro sul do Brasil (Figura 1), apresenta uma população de 724.272 habitantes, cerca de 15% da população do estado.

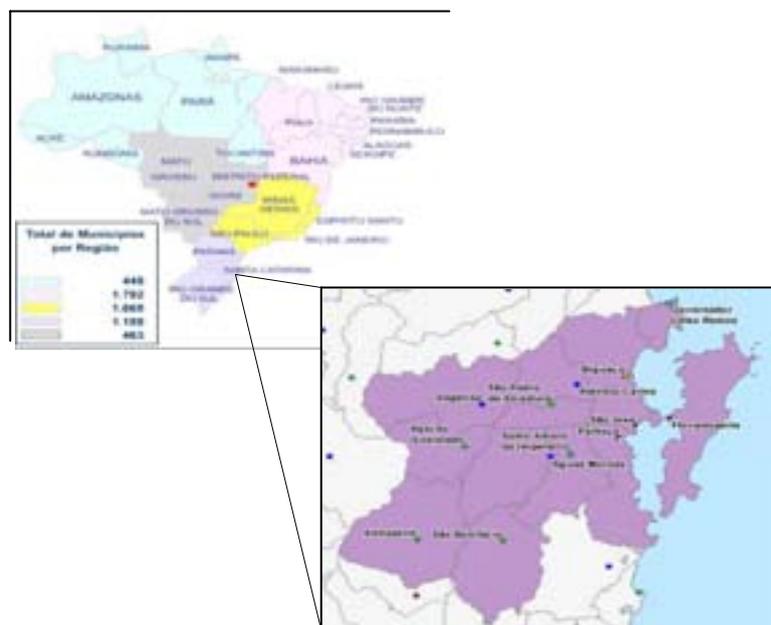


Figura 1: Descrição dos municípios componentes da região da Grande Florianópolis, segundo classificação administrativa do Governo do Estado de Santa Catarina (Fonte: adaptado de IBGE – disponível em: www.ibge.gov.br consultado em: 28/05/2004, e Governo do Estado de Santa Catarina – disponível em www.sc.gov.br consultado em 28/05/2004).

Como pode ser verificado na Tabela 1, a maioria da população de 6 municípios vive na zona rural, mas nos municípios mais populosos grande parte desta vive nos aglomerados urbanos. A densidade demográfica é bastante variável nos municípios, apresentando o mínimo de 5 habitantes/km² em Anitápolis e o máximo de 1.510 habitantes/km² em São José.

Tabela 1: Principais características dos municípios da Grande Florianópolis.

Municípios	População (nº. hab)	Porcent. (%)	Área (km ²)	Dens. demog. (hab/km ²)	Economia
Águas Mornas	5.000	Urbana: 32 Rural: 68	327	15	Produção de hortícolas Exploração das águas termais
Angelina	6.000	Urbana: 18 Rural: 82	625	10	Agricultura e Turismo
Anitápolis	3.228	Urbana: 34 Rural: 66	582	5	Agricultura
Antônio Carlos	6.000	Urbana: 27 Rural: 73	205	29	Agricultura
Biguacu	40.000	Urbana: 89 Rural: 11	326	123	Indústria e Comércio
Florianópolis	342.000	Urbana: 97 Rural: 3	436,5	783	Turismo e Comércio
Governador Celso Ramos	12.000	Urbana: 93 Rural: 7	82	146	Frutos do mar e Turismo
Palhoca	102.000	Urbana: 95 Rural: 5	361	282	Agricultura e Pesca
Rancho Queimado	2.600	Urbana: 42 Rural: 58	288,7	9	Turismo e Agricultura
Santo Amaro da Imperatriz	17.000	Urbana: 80 Rural: 20	352,4	48	Turismo e Agricultura
São Bonifácio	3.218	Urbana: 21 Rural: 79	452	7	Agricultura, Oleocultura e Fabricação de laticínios
São José	173.239	Urbana: 99 Rural: 1	114,7	1.510	Indústria e Comércio
São Pedro de Alcântara	3.700	Urbana: 58 Rural: 42	140,6	26	Agricultura

Fonte: adaptado de Governo do Estado de Santa Catarina – disponível em www.sc.gov.br consultado em 28/05/2004.

Os municípios localizados na faixa litorânea, Florianópolis, São José, Governador Celso Ramos e Palhoca apresentam economia baseada no turismo de verão, pesca,

produção de frutos do mar e comércio, com excessão de São José o qual tem a indústria e o comércio como principais atividades econômicas. Destaca-se também a agricultura de hortaliças e a atividade turística nas regiões de Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas oriunda das águas termais de alta qualidade.

A situação geográfica da Grande Florianópolis propicia uma linha de costa formada por praias de águas calmas, baías, praias de mar aberto, costões, mangues, lagunas, restingas e dunas. Também, muitas localidades preservam as características da Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e da fauna associada. Outro aspecto relevante na região é a potencialidade hídrica constatada na abundância de águas superficiais e subterrâneas.

O clima predominante na região da Grande Florianópolis corresponde ao Mesotérmico, tipo Temperado o qual caracteriza-se pela homogeneidade quanto as chuvas e seu regime. Em relação as temperaturas, o inverno é frio e o verão é quente. A temperatura média anual fica entre 14° e 22°C.

- Estação experimental de tratamento e reúso de esgotos

A estação experimental de tratamento e reúso de esgotos está localizada junto à ETE Continental de Florianópolis, localizada no bairro de Potecas, no município de São José/SC, em latitude de 27°35'48" e longitude de 48°32'57" e clima subtropical. É composta por três sistemas naturais de tratamento (Figura 2), conforme segue:

- (i) lagoa anaeróbia (em escala real): projetada como tratamento primário, de superfície triangular e área de 72.972 m², com profundidade úteis médias de 2,60m junto aos diques e 3,30m na área restante;
- (ii) duas lagoas facultativas (em escala piloto): cada qual com volume útil de 17,5m³ e área superficial de 15m² (profundidade de 1,15m, comprimento de 9,5m e largura de 1,60m). A geometria das lagoas – relação (L/B) é de 5,94, o que caracteriza o regime hidráulico como fluxo pistão;
- (iii) dois filtros plantados com macrófitas de fluxo horizontal – *constructed wetlands* (escala piloto): cada unidade possui 10 m² de área (profundidade de 60cm, comprimento de 5m e largura de 2m).

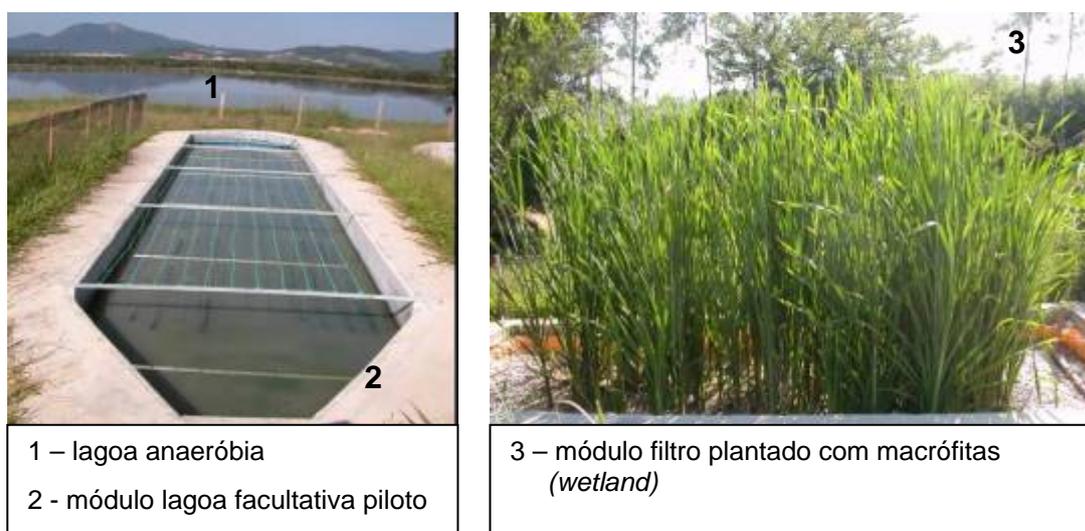


Figura 2: Fotos ilustrativas das unidades naturais de tratamento de esgotos que compõem a ETE experimental

As lagoas facultativas em escala piloto são alimentadas com uma fração do efluente proveniente da lagoa anaeróbia (cerca de 3.500 L/dia), o qual é regularizado através de um tanque de equalização e distribuído. O efluente das lagoas facultativas segue para os filtros plantados com macrófitas. Dois filtros são empregados devido a necessidade de alternância no uso, aumentando a vida útil da unidade.

O monitoramento das unidades foi efetuado semanalmente, durante o período de 5 meses (entre janeiro e maio de 2004). O afluente e efluente da lagoa facultativa e do filtro plantado com macrófitas foram coletados pontualmente, sempre pelo período da manhã (9 horas), e conduzidos diretamente para o LaRA/LIMA (Laboratório de Reúso de Águas /Laboratório Integrado do Meio Ambiente, do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC), para a realização das análises físico-químicas e bacteriológicas. Todos os parâmetros avaliados seguem recomendações do *Standard Methods of Examination for Water and Wastewater* (APHA, 1995), exceto para amônia ($\text{NH}_4\text{-N}$), o qual foi determinado pelo método de Nessler (VOGEL; 1981).

Resultados e Discussão

Os parâmetros escolhidos para demonstrarem a performance do sistema de tratamento referem-se a fração carbonácea – DQO (Demanda Química de Oxigênio), a fração nitrogenada – $\text{NH}_4\text{-N}$ (Nitrogênio Amônico), a fração de sólidos suspensos na massa líquida – SS (Sólidos em Suspensão) e a fração de patógenos – Coliformes Totais e *E. Coli* (*Echerichia Coli*). As Figuras 3 e 4 descrevem o comportamento destes parâmetros ao longo do período de avaliação, para o efluente da lagoa anaeróbia – LA, lagoas facultativas (valores médios das duas unidades) – LF e do filtro plantado com macrófitas em operação – Wetl.

A concentração de DQO ao longo do tempo nas unidades de tratamento encontra-se descrita na Figura 3 (a). Percebe-se que ocorreram variações no efluente da lagoa anaeróbia com um máximo de 440mg/L e mínimo de 150mg/L. Nas lagoas facultativas as oscilações foram de 130mg/L a 300mg/L. No filtro plantado com macrófitas, observou-se uma estabilização na concentração de DQO após a 6^a amostragem, sendo esta menor que 50mg/L após este período exceto na 11^a amostragem. Kaseva *et al.* (2004, p.684) apontam concentrações médias efluentes de unidades filtros plantados de fluxo horizontal variando de 40 a 70mg/L. Verifica-se no mesmo gráfico que o filtro plantado foi a unidade que apresentou maior eficiência na remoção da matéria orgânica.

As lagoas facultativas removeram uma fração do nitrogênio amoniacal afluente provavelmente devido a mecanismos de incorporação à biomassa algal e volatilização. O filtro plantado não influenciou significativamente na concentração deste nutriente ao longo do período estudado (Figura 3 (b)). Ressalta-se que a unidade encontra-se em operação por apenas 5 meses. Kaseva *et al.* (2004, p.682) destacam que os *wetlands* necessitam de alguns meses (acima de cinco) para atingirem a estabilidade no processo de tratamento. Contudo, em termos de SS, o efluente final da estação experimental apresentou concentrações inferiores a 30mg/L em 80% do período avaliado (Figura 3 (c)).

A performance de remoção dos parâmetros empregados na avaliação da eficiência do sistema de tratamento é baseada nos valores do esgoto bruto da ETE

Continental (anos de 1999, 2000 e 2001): DQO de 467 mg/L, NH₄-N de 26 mg/L, SS de 265 mg/L, ColiTotal de 10,04 log's e *E.Coli* de 9,06 log's (BENTO *et al.*, 2002, p.682). A Figura 4 destaca a eficiência global das unidades naturais empregadas no estudo.

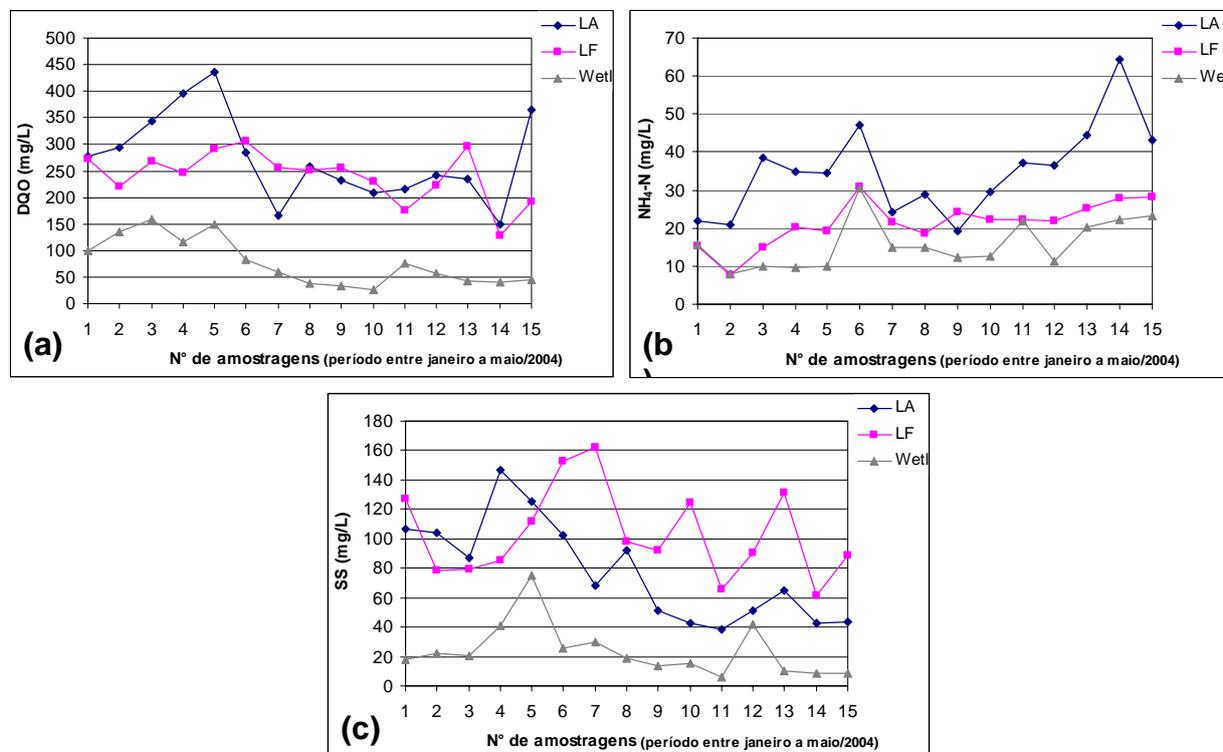


Figura 3: Comportamento temporal da DQO, NH₄-N e SS para os efluentes das unidades de tratamento da ETE experimental.

As remoções médias de 6 log's e 7 log's verificadas no sistema de tratamento (Figura 4 (a)) para ColiTotal e *E.Coli*, respectivamente, são as mesmas observadas por Bento *et al.* (2002, p.683) em uma avaliação da ETE Continental de Florianópolis, composta por uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação em série durante os anos de 1999, 2000 e 2001. Os mesmos autores verificaram que as lagoas de maturação não contribuíram nas reduções da fração orgânica e dos coliformes. Entretanto, no presente estudo verifica-se que todas as unidades colaboraram para o tratamento do esgoto.

Durante todo o período monitorado, a densidade de *E. coli* do efluente foi inferior a 10³NMP/100mL (3 log's) indicando, segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1989) que o efluente pode ser utilizado para a irrigação agrícola e a aquicultura. Outros parâmetros, como os ovos de helmintos e a densidade de *Salmonella* spp não foram avaliados mas, segundo literatura especializada (von SPERLING e CHERNICHARO, 2001, p.113), esse tipo de sistema permite a remoção completa desses patógenos devido à diversos fatores tais como: sedimentação, radiação solar, filtração, alto tempo de detenção hidráulico, sensibilidade a altas concentrações de pH e OD, etc.

Dado as características geográficas da região da Grande Florianópolis e as atividades econômicas vinculadas, principalmente, aos recursos hídricos (ver Tabela

1), destaca-se que a qualidade sanitária (expressa aqui em termos de Coliformes Totais e *E.Coli*) de um efluente que será lançado nos corpos d’água é de extrema importância para a manutenção dos usos múltiplos destes, tais como: balneabilidade, pesca, exploração das águas termais, entre outros.

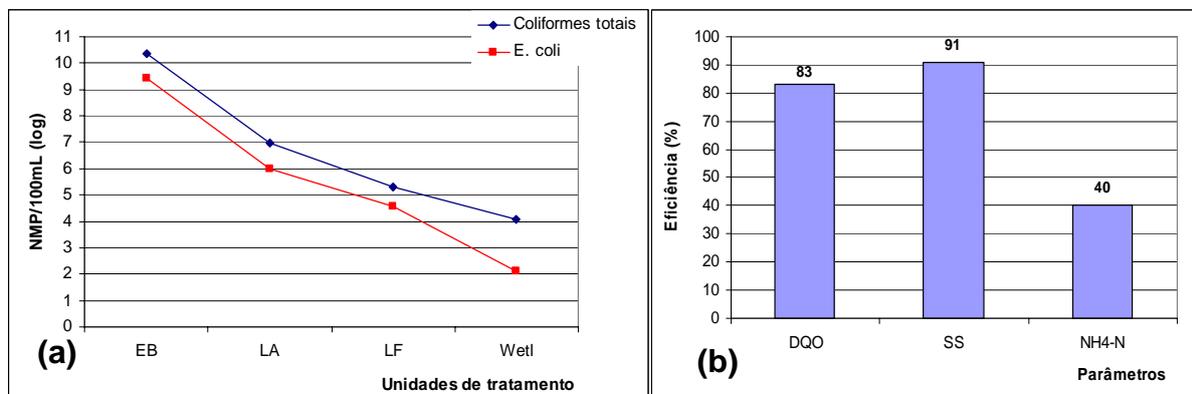


Figura 4: Eficiência das unidades naturais de tratamento de esgoto. Gráfico (a) destaca o decaimento de Coliformes Totais e *E.Coli* para as unidades. Gráfico (b) apresenta os valores médios de remoção entre o esgoto bruto e o efluente final da ETE experimental – unidade filtro plantado com macrófitas

Destaca-se, também, que nove dos treze municípios que compõem a região têm como atividade econômica predominante a agricultura, requerendo desta forma aportes de nutrientes, que a priori, podem ser obtidos com o reúso do esgoto tratado. Com exceção de Palhoça, todos os demais oito municípios com atividade voltada à agricultura apresentam uma densidade populacional inferior 50 habitantes/km² (cinco municípios com densidade igual ou inferior a 15 habitantes/km²), reforçando a idéia de implantação de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos.

Conclusão

A partir das performances apresentadas, pode-se inferir a aplicabilidade da sequência de unidades naturais estudadas na promoção do saneamento descentralizado para a região da Grande Florianópolis, obtendo-se como vantagens:

- (i) uma melhor ciclagem dos nutrientes;
- (ii) uma reduzida produção de subprodutos;
- (iii) uma adequação à paisagem natural;
- (iv) um baixo custos de implantação, operação e manutenção;
- (v) uma eficiente desinfecção dos esgotos sem a necessidade de aditivos químicos;
- (vi) a possibilidade de reúso do efluente.

A principal desvantagem dos sistemas naturais, quando comparados aos convencionais, inclui o requerimento de grandes áreas para a implantação, o que nos grandes centros urbanos é impraticável mas para a maioria dos municípios da Grande Florianópolis constitui-se em uma interessante alternativa tendo em vista a baixa densidade demográfica existente.

Referências Bibliográficas

1. BALKEMA, J.A., PREISIG, H.A., OTTERPOHL, R., LAMBERT, F.J.D. Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. *Urban Water*, v.4, p.153-161, 2002.
2. CHEN, J., BECH, M.B. Towards designing sustainable urban wastewater infrastructures: a screening analysis. *Water Science and Technology*, v.35, n.9, p.99-112, 1997.
3. OTTERPOHL, R., GROTTKER, M., LANG, J. Sustainable water and waste management in urban areas. *Water Science and Technology*, v.35, n.9, p.121-133, 1997.
4. IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 27 de março de 2003.
5. RICKLEFS, R.E.A Economia da Natureza. Traduzido para o Português por BUENO, C., SILVA, P.P.de Lima. Rio Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S. A., 1996. 470 p.
6. KAYSER, K., KUNST, S., FEHR, G., VOERMANEK, H. Controlling a combined lagoon/reed bed system using the oxidation-reduction potential (ORP). *Water Science and Technology*, v.48, n.5, p.167-174, 2003.
7. STEINMANN, C.R., WEINHART, S., MELZER, A. A combined system of lagoon and constructed wetland for an effective wastewater treatment. *Water Research*, v.37, p.2035-2042, 2003.
8. APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC, USA: APHA, AWWA, WEF, 1995. 19th ed.
9. VOGEL, A. L. Análise Inorgânica Qualitativa. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1981.
10. KASEVA, M.E. Performance of a sub-surface flow constructed wetland in polishing pre-treated wastewater – a tropical study. *Water Research*, v.37, p.681-687, 2004.
11. BENTO, A.P.; RIBEIRO, L.F.; SARTORATO, J.; LAPOLLI, F.R. Wastewater treatment using stabilization ponds: Florianópolis experience, south of Brasil. In: INTERNATIONAL IWA SPECIALIST GROUP CONFERENCE, 5th, 2002, Auckland, New Zealand: IWA, NZWA, 2002. p.679-684.
12. WHO – Scientific Group. Health guidelines for use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical Report Series. World Health Organization, 1989.
13. VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C.A.L. Urban wastewater treatment technologies and the implementation of discharge standards in developing countries. *Urban Water*, v.4, p.105-114. 2002.

Abstract

Regional environmental sustainability is directly concerned with sanitary actions. However, the current domestic wastewater treatment system in the Florianópolis region, Santa Catarina State, shows a huge lack in population covering both urban and rural areas. This work aims to discuss the applicability of natural domestic wastewater treatment systems (anaerobic pond, facultative pond and constructed wetland) as tools of the decentralized conception to promote sustainable development in the region. The system showed an average of 83%, 91% and 40% COD, SS and NH₄-N removal respectively. Total coliform and *E. Coli* densities were reduced in 6 log's and 7 log's respectively. Due to the geographical characteristics of the Florianópolis region and its economic activities, the sanitary quality of the water is very important as many water uses depend on this parameter, such as balneability, fishing, and mineral water extraction. Nine of the thirteen cities in the region list agriculture as the main economic activity. As a result, nutrient requirement could come from treated wastewater. Excluding Palhoça city, all of the remaining eight cities which have agriculture as the main economic activity, also have a population density of less than 50 inhabitants/km² (5 cities with population density ≤ 15 inhabitants/km²), emphasizing the necessity for decentralized wastewater treatment.

Key-word: Environmental sustainability, wastewater treatment, natural systems.