



International Conference on Sustainable Sanitation: "Food and Water Security for Latin America"

O WETLAND COMO COMPONENTE DE ECOSAN – EXPERIENCIAS COM O USO E DIMENSIONAMENTO NO CLIMA SUBTROPICAL

Christoph Platzer ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pelas Universidades Técnicas de Hannover e Munique (Alemanha), Doutor em Saneamento pela Universidade Técnica de Berlim, Alemanha; Rotária do Brasil Ltda, Florianópolis, SC, Brasil..

Heike Hoffmann

Microbióloga pela Universidade Greifswald/ Alemanha, Doutora em Ecologia pela Universidade Rostock/Alemanha, Pós-doutorado na UFSC (DAAD), Professora e Pesquisadora Visitante do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico/UFSC, bolsista CNPq, Rotária do Brasil Ltda.

Wesley Cardia

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Rotária do Brasil Ltda, Florianópolis, SC, Brasil.

Endereço ⁽¹⁾: Rod. SC 401 - Km 9, nº 9680 - Santo Antônio de Lisboa - Florianópolis - SC - CEP: 88050-000 - Brasil - Tel: +55 (48) 3234-3164 - Fax: +55 (48) 3234-3164 -e-mail: chr@rotaria.net

RESUMO

Os *wetlands* (ou Filtros de areia plantados) tem um rol importante na aplicação em sistemas ECOSAN. Filtros de areia plantados são sistemas tecnicamente simples em combinação com alta eficiência e boa remoção de patógenos. Não são necessário conhecimentos muito especializados para sua manutenção e o consumo de energia é muito baixo. Os Wetlands são sistemas com uma flexibilidade muito grande contra picos de carga ou hidráulicos. Um dimensionamento adaptado dos sistemas é uma condição indispensável para uma operação estável. Isto tem importância especialmente para os casos de tratamento de águas com características diferente do esgoto doméstico. No esgoto doméstico muitas vezes dimensiona-se com a aplicação de uma área específica. Apresentam-se exemplos de projetos no Brasil e Peru com um dimensionamento baseado em consumo e oferta de oxigênio para diversos tipos de esgotos, bem como resultados de uma aplicação de uma combinação de fluxo vertical-horizontal para o tratamento de água cinza. O trabalho apresenta dois tipos de pré-tratamento aeróbio, a pré-compostagem e os filtros plantados de brita com fluxo vertical com aplicação de esgoto bruto.

ABSTRACT

Constructed Wetlands have a high potential for application in complex ecosan systems. The main reasons for use are their technical simplicity combined with high treatment capacity and good bacterial elimination rates, without advanced operation skills or energy necessities and last but not least their high load flexibility. Nevertheless an important condition for operating stability and security of constructed wetlands is an adapted dimensioning, even more as the specific pollution degree of separated wastewater streams differ from the traditional domestic wastewater, which often is dimensioned only by m²/p.e...The paper presents practical experiences in Brasil and Perú of a dimensioning model for vertical flow systems, based on the oxygen demand and supply of a given wastewater, as well as results of application of a combined vertical-horizontal flow design, adapted for greywater treatment. Experiences with advanced ecological alternatives for pre-treatment as composting chamber system and application of raw wastewater on vertical flow wetlands are discussed.

KEY WORDS: Wetland, Aplicação Ecosan, Dimensionamento, Pré-tratamento



International Conference on Sustainable Sanitation: "Food and Water Security for Latin America"

INTRODUÇÃO

O saneamento ecológico segue a idéia de separar as diferentes formas de esgotos nas suas origens, como água cinza (lavação, banho), água amarela (urina) e água negra/marrom (fezes) (p.ex. Otterpohl, 2000), com o objetivo de valorizá-los.

Existe a necessidade de tratar todos estes efluentes como também os sólidos antes de sua reutilização, especialmente com objetivo de higienizá-los. As exigências para o sistema de tratamento aumentam com a redução da distância entre o lugar de liberação de esgotos e sua reutilização, ou seja, quando a questão econômica e/ou ecológica exige uma descentralização. Nestes casos, os *wetlands* muitas vezes são os mais adequados, pois apresentam sistemas tecnicamente simples, com operação econômica, sem produção de lodo e sem necessidade de energia elétrica para a aeração, ademais são muito flexíveis contra variações de carga e removem bactérias e germes com alta eficiência. Uma outra vantagem é a possibilidade de sua perfeita integração à paisagem natural.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE FILTROS PLANTADOS DE AREIA

Normalmente se diferencia entre o *wetland* de fluxo horizontal, o qual é continuamente alimentado com esgoto e o *wetland* de fluxo vertical, que por sua vez deve ser alimentado em intervalos, normalmente realizado com uma bomba ou um sifão (sem energia).

A maior vantagem de *wetland* fluxo vertical consiste na distribuição de esgoto bruto numa área maior de entrada e o uso de volume de filtro mais eficiente, resultando em uma necessidade de área muito menor. A alimentação em intervalos possibilita a entrada de certas quantidades de ar (oxigênio) e entre os intervalos, ocorre alguma secagem da área de entrada, fatores esses que aumentam a eficiência dos processos aeróbios e diminuem o perigo de colmatação do filtro. Os projetos apresentados foram dimensionados no modelo de uso de oxigênio, desenvolvido por Platzer (1998) e verificado para sua aplicação nas condições climáticas do Brasil (Platzer *et al.* 2007). O interessante do modelo é sua flexibilidade no que diz respeito ao tipo de efluente, ou seja, o modelo pode ser aplicado para qualquer tipo de efluente, sejam águas negras ou cinzas, esgotos sanitários ou efluentes industriais degradáveis.

A oxigenação do *wetland* de fluxo horizontal está muito mais limitada, sendo que dominam os processos anóxicos. Como vantagem principal dos sistemas de fluxo horizontal está a possibilidade de poder alimentar o *wetland* sem o uso de bomba e também sua elevada capacidade para a eliminação de germes devido o maior tempo de detenção hidráulica. Na realidade observa-se, que em muitos casos é necessário o uso de bombeamento, pois raramente a declividade do terreno é suficiente. Ademais, a área limitada de entrada de esgoto nos sistemas de fluxo horizontal pode provocar problemas de colmatação, especialmente no caso de esgotos como substâncias orgânicas mais concentradas (águas negras) e em consequência ocasiona curto-circuitos de fluxo que afetam a eficiência do sistema. Pode-se concluir que, para aplicação nas condições climáticas sub-tropicais, o tipo vertical apresenta vantagens para o tratamento de qualquer tipo de efluente líquido, enquanto o uso de sistemas do tipo horizontal limita-se ao tratamento de efluentes com baixa carga orgânica, como águas cinzas por exemplo. Uma boa alternativa consiste em combinar sistemas de fluxo vertical com horizontal, seja em sistemas separados (Platzer, 1997) ou seja num único sistema, que combina as vantagens dos dois sistemas, sendo apresentado neste trabalho.

Embora o dimensionamento adequado seja o fator fundamental para uma função estável, outros fatores também são importantes, como por exemplo o tipo de areia usada no leito de filtração biológica ou também o tipo de pré-tratamento. A separação de efluentes, conforme *ecosan*, ainda permite empregar processos alternativos e mais econômicos de pré-tratamento. Enquanto que para água cinza seja necessária no máximo a caixa de gordura (efluente de cozinha), a água negra ainda deve passar por um tanque séptico ou tanque Imhoff. Existem duas desvantagens graves deste tipo de pré-tratamento parcialmente anaeróbio: a formação de lodo, que deve ser tirado e tratado uma vez por ano, e a liberação de gás metano, prejudicando a atmosfera e contribuindo 21 vezes mais para o aquecimento global do que o CO₂. Alternativas são: o filtro de compostagem de fezes (*composting chamber system*) e ou *wetland* de secagem de fezes (*raw wastewater wetland*), apresentados em seguida.



METODOLOGIA

MODELO DE DIMENSIONAMENTO DE WETLAND DE FLUXO VERTICAL

O modelo de Platzer (1998) para dimensionar os *wetlands* de fluxo vertical é baseado nas necessidades de oxigênio para os processos aeróbios, como a **oxidação de DQO** (ou DBO_5) e a **oxidação de NTK** (nitrificação). A ocorrência parcial da desnitrificação diminui a necessidade de oxigênio, ou seja, a parte de DQO/DBO_5 usada para a redução de nitrato, não necessitando mais o oxigênio (recuperação de O_2):

$$\text{Necessidade } \text{O}_2 \text{ TOTAL} = \text{Necessidade } (\text{O}_2 \text{ DQO} + \text{O}_2 \text{ TKN}) - \text{Recuperação } \text{O}_2 \text{ DN} \quad \text{equação (1)}$$

Conforme apresentado na equação 2, para calcular a entrada de oxigênio no sistema *wetland* de fluxo vertical, dois processos principais são considerados, a **convecção**, que calcula o oxigênio que segue do fluxo de esgoto introduzido descontinuamente (p.ex. 4 vezes ao dia), e a **difusão**, que acontece continuamente pela superfície e diminui somente quando o esgoto introduzido se acumula na superfície (p.ex. 4 vezes x 30 min/ dia):

$$\text{Oferta } \text{O}_2 \text{ TOTAL} = \text{Entrada } (\text{O}_2 \text{ CONVECÇÃO} + \text{O}_2 \text{ DIFUSÃO}) \quad \text{equação (2)}$$

Para o dimensionamento, a oferta deve ser maior ou igual às necessidades de oxigênio (equação 3):

$$\text{Oferta } \text{O}_2 \text{ TOTAL} - \text{Necessidade } (\text{O}_2 \text{ TOTAL} \geq 0) \quad \text{equação (3)}$$

As aplicações já mostraram, que ao contrário do que ocorre no clima mais frio da Europa, para o qual este modelo foi desenvolvido, o modelo pode ser aplicado em condições subtropicais diretamente, ou seja, sem consideração primária da colmatação e segundo as adaptações feitas (Platzer et al. 2007), entraram os seguintes fatores:

- Para a oxidação da carga orgânica foi usado o parâmetro DBO_5 com $1,2 \text{ g O}_2/\text{g DBO}_5$
- Para a oxidação do nitrogênio foram calculados $4,3 \text{ g O}_2/\text{g TKN}$
- Para o processo da convecção foram considerados 300 mg O_2 por litro de ar que segue o litro de água (esgoto) introduzido na superfície.
- Para o processo da difusão foi calculado $1 \text{ g O}_2/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ por 22 horas /dia (4 vezes $\frac{1}{2}$ hora por dia são usados para descarga, quando não pode acontecer a difusão)

Com isto as formulas resultam em:

$$\text{Necessidade } \text{O}_2 \text{ TOTAL} = 1,2 \cdot \text{DBOaf} [\text{g/d}] + 4,3 \cdot \text{TKNaf} [\text{g/d}] \quad \text{equ. (4)}$$

$$\text{Oferta } \text{O}_2 \text{ DIFUSÃO} [\text{g/d}] = 1 [\text{g O}_2/(\text{h} \cdot \text{m}^2)] \cdot \text{área filtro} [\text{m}^2] \cdot (24 [\text{h}] - 0,5 [\text{h}] \cdot \text{alimentações}) \quad \text{equ. (5)}$$

$$\text{Oferta } \text{O}_2 \text{ CONVECÇÃO} [\text{g/d}] = 0,3 [\text{g O}_2/\text{l}] \cdot \text{volume de esgoto aplicado} [\text{m}^3/\text{d}] \cdot 1000 [\text{l}/\text{m}^3] \quad \text{equ. (6)}$$

PRINCÍPIO DE PRÉ-TRATAMENTO NO FILTRO DE COMPOSTAGEM

Trata-se de uma alternativa aeróbia para o pré-tratamento, interessante para tratar efluentes gerados por até 50 habitantes e especialmente recomendável para águas negras, ou seja, efluentes menos diluídos com água do que esgoto doméstico. O sistema é composto de duas caixas com filtro de compostagem, que operam em alternância, e mais um tanque para reunir o efluente filtrado. As tampas das caixas são perfuradas com um tubo garantindo assim uma ventilação forçada (Figura 1). Dentro de cada caixa são fixados sacos de tecido plástico com malha aberta (figura 2). A operação começa com um enchimento de primeiro saco com material orgânico, seco, como palha, permitindo a acumulação de ar (figura 3). Assim os sólidos de água negra são filtrados e acumulam depois em condições aeróbias. A fase líquida passa para o tanque seguinte, de onde é bombeado em intervalos para seu tratamento, que pode ser por exemplo um *wetland* de fluxo vertical.

O saco de compostagem se enche após 6 a 12 meses e entra em repouso, enquanto a segunda caixa entra em operação. Durante esta fase o material da primeira caixa pode secar e terminam se os processo de compostagem, sendo que após este processo o material tirado receberá um pós-tratamento (post-compostagem). O sistema foi originalmente desenvolvido na Alemanha, mas não foi muito aplicado, especialmente devido a problemas com o processo de compostagem. No entanto, em regiões com clima subtropical a velocidade dos processos de degradação é extremamente elevada, podendo então se tornar uma alternativa interessante para algumas situações na América Latina. Deve destacar-se que o processo ainda está em fase experimental. Foram desenvolvidos dois projetos aqui apresentados com esta tecnologia, sendo um em Porto Alegre e outro em Lima/Peru.



International Conference on Sustainable Sanitation: "Food and Water Security for Latin America"



Figura 1 - Tanque e duas caixas com tampa com chaminé de ventilação

Figura 2 – Saco de malha aberta antes da operação

Figura 3 – Forração com material orgânico, 2 meses em operação

PRINCÍPIO DE PRÉ-TRATAMENTO DE ESGOTOS BRUTOS EM WETLAND DE BRITA

Esta segunda alternativa de pré-tratamento é recomendada para qualquer tipo de efluente com conteúdo elevado de sólidos biodegradáveis. Inicialmente foi desenvolvida na Alemanha nos anos 1960, mas a aplicação em escala (mais que 200 plantas instaladas entre 50 e 1000 pessoas) se deu na França (Boutin et al., 2000; Lienard et al., 1990) e atualmente é aplicada em outros países da Europa, como na Espanha (foto 4).



Figura 4: Pré-tratamento de esgotos brutos nos filtros de brita, uma forma especial de wetlands de fluxo vertical

O esgoto bruto é distribuído na superfície de um filtro de brita, plantado. Se operam no mínimo 3 células, sendo uma em operação e duas em descanso. Os sólidos em suspensão se acumulam na superfície ou são fixados nos primeiros centímetros do filtro. O contato com ar resulta em um processo de degradação aeróbia, evitando-se de esta forma o mau cheiro e diminuindo muito o volume. Desta forma o efluente é pré-tratado de maneira aeróbia. Posteriormente recebe seu tratamento principal, por exemplo em um segundo wetland. Na Europa existem boas experiências na operação deste tipo de pré-tratamento, a grande vantagem consiste no fato de não haver mais lodo ou outros biossólidos para tratar, a desvantagem é a exigência de área.

PROJETOS

PROJETO LIMA/ PERU, SEPARAÇÃO DE FLUXOS CINZAS E NEGROS E REUSO EM UMA ESCOLA

A escola para jovens com necessidades especiais (mental e fisicamente debilitados) está localizada na área urbana de Lima. A escola tem um terreno próprio de cerca de 0,6 hectares, onde estão localizados em 200 m

de distância dois prédios. A escola tem possui padaria própria, cozinha e lavanderia. Todo o resto poderia ser transformado em áreas verdes, já existe uma horta com produção de verduras e frutas ecológicas e pequenas áreas de lazer. O que impede de obter a área toda com vegetação é a alta necessidade de água das plantas para crescimento nesta região desértica. Sendo assim, o objetivo do projeto era, tratar todo o esgoto gerado para o seu reuso. O tratamento total foi dimensionado para vazão equivalente ao esgoto gerado por 52 de habitantes por dia. Com objetivo de economizar no tratamento, os efluentes são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Sistematização de dados e de tipo de tratamento no projeto Colégio, Lima/Peru

Parâmetros	Sistema efluentes cinzas (cozinha central, lavanderia e padaria)	Sistema esgotos negros (todos os banheiros e duchas, mais duas cozinhas de famílias)
Previsão de fluxo	2,5 m ³ /d	3,3 m ³ /d
Previsão de carga DBO ₅	0,575 kg/d	2,075 kg/d
Previsão de carga NTK	0,045 kg/d	0,485 kg/d
Pré-tratamento	Caixa de Gordura	Filtros de compostagem aeróbia (2)
Previsão de redução de carga	10% DBO ₅	30% DBO ₅
Tratamento principal	Wetland 1 de fluxo vertical	Wetland 2 de fluxo vertical
Reaproveitamento do efluente	Diretamente para a irrigação	Desinfecção UV, poço de irrigação,
Reaproveitamento de sólidos	Gordura para compostagem de verduras (existente)	Biossólidos após sua secagem re-compostado com material orgânica

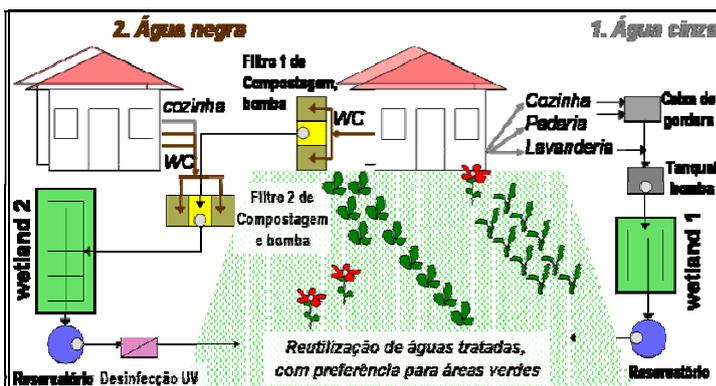


Figura 5: Esquema de tratamento e reutilização de efluentes da escola, separação de águas negras e cinzas até onde for economicamente viável



Figura 6: (esquerda - direita): Água cinza bruta e tratada no wetland 1, Água negra bruta e tratada no wetland 2



Figura 7 e 8: Wetlands para tratamento de águas negras (esquerda) e cinzas (direta) de fluxo vertical, antes de ser completado com uma camada de brita na superfície, tubos de distribuição de wetland de água negra equipados com registros, para poder deixar descansar as áreas afetadas por perigo de colmatacao

ECOOVILAS/ PORTO ALEGRE/ BRASIL, TRATAMENTO, SEPARAÇÃO DE FLUXOS

Esse projeto foi desenvolvido dentro de um espírito ecológico completo, para um condomínio ecológico com 28 residências familiares dentro da cidade de Porto Alegre/RS. Cada casa tem um terreno próprio e jardim e ainda existe uma edificação para reuniões e educação ambiental. Neste caso o efluente foi dividido em águas negras (provenientes de cozinhas e vasos sanitários) e águas cinzas (peças sanitárias) e o tratamento foi agrupado para cada duas residências. As unidades empregadas no tratamento dos efluentes são:

Tabela 2: Sistematização de dados e do tipo de tratamentos e reuso no projeto Ecoovilas, Porto Alegre/ Brasil, aplicado para cada 2 residências (10 pessoas)

Parâmetros	Sistema efluentes cinzas (cozinha, lavanderia, pias, ducha)	Sistema esgotos negros (Vasos sanitários)
Pré-tratamento	Caixa de Decantação	Filtro de compostagem aeróbia
Tratamento principal	Combinação de wetland de fluxo vertical e horizontal	Wetland separado de fluxo vertical
Reaproveitamento de efluente	Descarga nos vasos sanitários, rede separado de água de reuso	- (efluente final infiltrado no terreno)
Reaproveitamento de sólidos	-	Pós-tratamento e reuso para jardinagem.

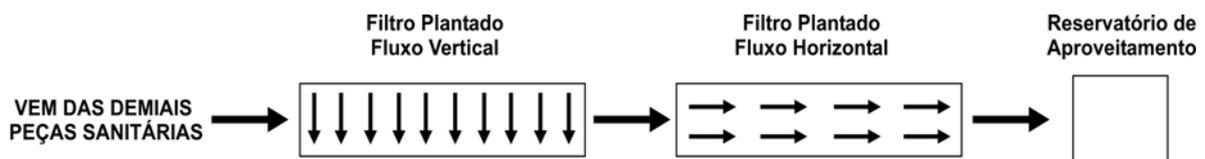


Figura 9: Esquema de tratamento de efluentes cinzas, wetland com combinação de fluxo vertical e horizontal

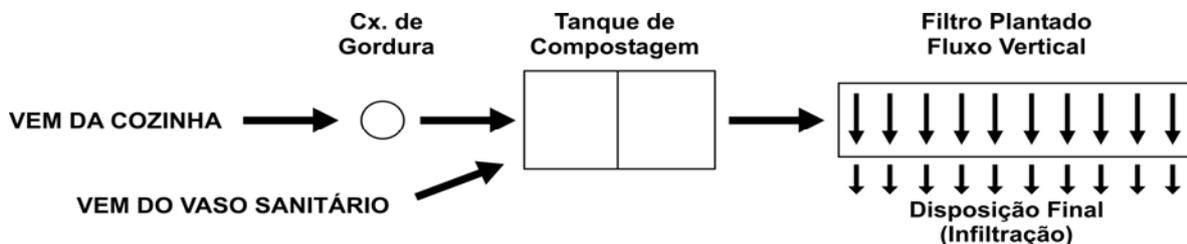


Figura 10: Esquema de tratamento de efluentes negros, tanque de compostagem e wetland de fluxo vertical

Os dois wetlands para o tratamento de águas cinzas e negras foram construídos encostados conforme mostram as figuras 11 e 12. Os fluxos não se misturam pois construtivamente os sistemas são separados. O efluente filtrado de águas negras infiltra para baixo, o sistema de águas cinzas está impermeabilizado por lona de PEAD, o efluente é recolectado por meio de um dreno para ser reusado.

ALBONDON/ ESPANHA, TRATAMENTO, WETLAND DE FLUXO VERTICAL DE DOIS ESTAGIOS

Trata-se de uma comunidade com 800 pessoas atendidas, em Albondón, Espanha. Em parceria com as empresas AKUT e SINT foi construído um wetland em dois estágios. O primeiro estágio com pré-tratamento conforme descrito acima, o segundo conforme o modelo de Platzer (1998). O interessante desta forma de tratamento simultâneo é a grande diminuição da carga orgânica (aproximadamente 70%) sem necessidade de um tratamento de lodo separado, sem liberação de odores. Trata-se de um sistema muito robusto com altíssima flexibilidade hidráulica e uma manutenção muito reduzida. O sistema total tem uma eficiência acima de 95% para a carga orgânica. O sistema é somente um pouco maior (aprox. 30%) que um sistema de fluxo vertical com pré-tratamento.



SISTEMAS DE TRATAMENTO CONVENCIONAL COM A COMOPONENTE WETLAND

Em Santa Catarina os autores dimensionaram e implantaram uma serie de wetlands com tamanhos entre 5 e 2.200 habitantes. Em total são ao redor de 15 sistemas. Cada vez mais o sistema se recomenda por sua simplicidade na operação e por seu altíssimo grau de flexibilidade contra períodos sem utilização e períodos com uma sobrecarga significativa. Os wetlands são o tratamento ideal para casas que sofrem muita flutuação sazonal, sendo por 90 dias no ano com picos que chegam ao dobro ou mais do tamanho dimensionado e fora da temporada em 5 dias sem uso e 2 dias com uso, ou mais extremo sem uso por meses. Nenhum outro sistema poderia atender a esta variação.

No caso do wetland com 2.200 habitantes o loteador optou para esta solução por 3 razoes: 1) o sistema era mais barato do que um processo técnico, 2) o sistema é simples e pode ser mantido pelos funcionários do condomínio 3) os custos operacionais do wetland são significativamente mais baixos do que de sistemas técnicos.

Observa-se que os clientes cada vez mais gostam do potencial de jardinagem que oferecem os wetlands. Inicialmente era difícil de recomendar os filtros plantados de areia. Hoje, mesmo com terrenos pequenos, os clientes optam pela aplicação de wetlands pelo elemento de jardinagem em vez do sistema compacto técnico. Isto é um resultado claro do efeito quando pode-se mostrar exemplos de aplicação da região. Isto é um efeito importante que deverá ser visto também para os projetos ECOSAN e sua divulgação.

CONCLUSÕES E EXPERIÊNCIAS PRATICAS

- 1. Dimensionamento:** Todos os projetos executados de *wetland* fluxo vertical comprovem a aplicabilidade principal do modelo de dimensionamento de Platzer, 1998 para as condições climáticas subtropicais e tropicais, seja para efluentes separados ou esgotos domésticos clássicos ainda misturados. A combinação de fluxo vertical e horizontal (Ecovilas, Brasil) em um único sistema apresenta uma boa alternativa para o tratamento de águas cinzas com o objetivo de uma remoção de bactérias mais eficiente. A previsão de cargas no caso da separação das fontes, conforme o caso do Colégio (Colégio, Lima) se mostrou difícil. A carga hidráulica do esgoto cinza foi mais baixa e aquela do esgoto negro foi mais alta do que era previsto.
- 2. Execução:** O acompanhamento durante toda a construção e o controle inicial da operação é indispensável, especialmente em estas componentes de ECOSAN que ainda não são conhecidas e onde existe pouco entendimento sobre as conseqüências de erros na construção e operação. Especialmente o desejo do cliente economizar na obra ou avançar sem disponibilidade do material correto provoca problemas, como:
 - o Areia inadequada para o wetland, especialmente em Lima/Peru a areia normalmente usada para obras de construção tem um alto conteúdo de partículas finas, ainda argilosas.



International Conference on Sustainable Sanitation: "Food and Water Security for Latin America"

- Uma escolha de areia com alto conteúdo de poeira é totalmente inaceitável, mas a escolha de uma areia fina até um certo nível ainda pode ser corrigida, pelo menos em caso do wetland de fluxo vertical, com aumento adequado da sua superfície.
 - Para poder operar os filtros com tempos de descanso, recomenda-se o uso de registros na distribuição, para poder ligar e desligar as áreas de infiltração (foto 7). Sistemas muito pequenos podem ter somente duas áreas, mas a partir de 100 pessoas recomendamos uma divisão em pelo menos 4 áreas.
 - Wetlands de fluxo vertical necessitam de tubos de distribuição com diâmetro adequado para garantir uma distribuição uniforme na superfície. Recomenda-se a aplicação de modelos de dimensionamento para o cálculo da distribuição. Este aspecto tem importância especialmente para sistemas maiores
 - Se deve prestar a maior atenção para obter superfícies plantas no nível da areia para evitar acumulação de esgoto em uma área.
 - Se deve prestar muita atenção durante a construção para não causar um furo na vedação do filtro. Momentos críticos são a perfuração da lona com o tubo do dreno e o momento enchimento do fundo com brita para drenar o efluente.
 - Se devem utilizar plantas adaptadas a condições de pantanais.
- 3. Operação:** Mesmo sendo que a operação de todos estes sistemas é simples, necessariamente precisa-se um controle garantido e instruções definidas para um bom funcionamento. Ademais precisa-se de um controle do todo o processo para gerar experiências que podem ser replicadas, evitando erros de projetos anteriores:
- O sistema de filtro de brita plantado para o pré-tratamento de esgotos brutos opera com ótimos resultados em Europa, mas ainda faltam experiências para seu dimensionamento e operação no clima tropical e subtropical.
 - O filtro aeróbio de compostagem se mostrou inadequado com fluxo elevado de água, pelo menos necessitou-se uma adaptação do tipo de malha. A malha usada no colégio em Lima mostrou-se muito fino, favorecendo assim a acumulação indesejável de efluentes
 - No caso de *wetland* de fluxo vertical mais importante seja a boa distribuição e rápida infiltração de efluente pré-tratado na superfície, para evitar a colmatação os intervalos de alimentação devem ser longos, normalmente 4-8 horas para secar a superfície, mesmo em casos de picos hidráulicos o intervalo não deveria ser menos do que 2 horas, em caso da acumulação de efluente na superfície essa parte de *wetland* deve entrar urgentemente em repouso.

BIBLIOGRAFIA

BOUTIN, C. ESSER, D., LIÉNARD, A., MOLLE, P. (2000) Reed Bed filters: last years development, correspondência não publicada,

LIÉNARD A., BOUTIN, C. ESSER D. (1990) Domestic wastewater treatment with emergent hydrophyte beds in France in: Cooper and Findlater (1990) Proceedings of the International Conference on the

PLATZER, Chr., SENFT, C., HOFFMANN, H., CARDIA, W., COSTA, R. H. R. (2007) Dimensionamento de *Wetland* de fluxo vertical com nitrificação - Adaptação de modelo europeu para as condições climáticas do Brasil 24. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental (ABES), Bello Horizonte, Brasil

OTTERPOHL, R.: Black, brown, yellow, grey – the new colours of sanitation, Water 21, Vol.5, 2001

PLATZER, Chr. (1998). Design recommendations for Subsurface Flow constructed wetlands for nitrification and denitrification, in: Proceedings of the 6th IAWQ Conference on Wetland Systems in Water Pollution Control. Águas de São Pedro, SP.