



ESTUDO DE TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO PARA O TRATAMENTO DOMICILIAR DE ÁGUAS NEGRAS.

Paula Loureiro Paulo¹ & Fernando Silva Bernardes²

¹Professora doutora da UFMS, Departamento de Hidráulica e Transportes; e-mail: ppaulo@nin.ufms.br

²Aluna do Curso de Engenharia Ambiental da UFMS, bolsista de Iniciação Científica CNPq – PIBIC 2008/09.

Resumo: Os sistemas convencionais de tratamento de esgotos provocam impactos ao meio ambiente e à saúde das populações, pelo lançamento de esgotos parcialmente tratados em corpos de água. A segregação das águas negras (provenientes do vaso sanitário) das águas chamadas cinza (não contaminadas com fezes) permite o tratamento simplificado e descentralizado dos diferentes tipos de efluentes domésticos, possibilitando o reúso de água e nutrientes contidos no esgoto. O tanque de evapotranspiração (TEvap) é uma tecnologia proposta por permacultores para tratamento e reúso domiciliar de águas negras e consiste em um sistema plantado, onde ocorre decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização e absorção dos nutrientes e da água pelas raízes. Os nutrientes deixam o sistema incorporando-se à biomassa das plantas e a água é eliminada por evapotranspiração. O objetivo do presente trabalho foi estudar os processos envolvidos no funcionamento do sistema, através da observação e análises laboratoriais do efluente, substrato, plantas e ainda, especificamente, produzir informações para o dimensionamento do tanque e sobre o comportamento das plantas utilizadas no sistema. Os resultados mostraram que se pode recomendar sua implantação em residências urbanas e periurbanas, de forma a se reduzir o impacto ambiental pelo lançamento de esgotos em córregos e rios. O aproveitamento da água e dos nutrientes contidos no esgoto pelo TEvap demonstrou um bom potencial para utilização do sistema em projetos de condomínios habitacionais populares, nos quais também se poderiam incluir sistemas semelhantes ao TEvap, em linha, de forma a dar suporte a cercas vivas entre as residências.

Palavras-chave: Saneamento ecológico; Permacultura; Paisagismo; Segregação de esgoto.

INTRODUÇÃO

O lançamento de esgotos tratados ou não em córregos e rios é uma das principais causas da degradação de mananciais de água potável, sendo desejável a pesquisa de maneiras eficientes de tratamento do esgoto domiciliar in loco e reúso. O esgoto, de acordo com sua origem e composição, pode ser classificado em água cinza – águas servidas de pias, chuveiro, lavadora de roupas – e água negra – esgoto proveniente do vaso sanitário, composto principalmente por água, urina e fezes. A água negra contém a maior parte da carga orgânica e de patógenos, apesar de ser produzida em menor volume, apresentando maior risco de contaminação. Visando à simplificação do tratamento do esgoto doméstico, a segregação na fonte é um passo que possibilita a reutilização da água cinza e o tratamento da água negra em sistemas mais compactos e descentralizados (Otterpohl, 2001).

O tanque de evapotranspiração (TEvap) é um sistema de tratamento de água negra que se utiliza de plantas, apresentando-se como uma alternativa aos sistemas de tratamento

Coordenadoria de Pesquisa - PROPP

Cidade Universitária, s/n - Caixa Postal 549 - Fone: 067xx 3345-7192 - Fax 067xx 3345-7190

CEP 79070-900 - Campo Grande (MS)

<http://www.propp.ufms.br> e-mail: cpq@propp.ufms.br



convencionais. Consiste em um tanque retangular impermeabilizado, dimensionado para uma unidade familiar, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água.

O tanque de evapotranspiração (TEvap) é uma técnica desenvolvida e difundida por permacultores de diversas nacionalidades, com potencial para aplicação no tratamento domiciliar de água negra em zonas urbanas e periurbanas (Pamplona & Venturi, 2004). O efluente do vaso sanitário (água negra) entra no sistema pela câmara de recepção, localizada na parte inferior do tanque, permeando, em seguida, as camadas de material cerâmico. Nessa porção inferior do tanque, ocorre a digestão anaeróbia do efluente. Com o aumento do volume de esgoto no tanque, o conteúdo preenche também as camadas superiores, de brita e areia, até atingir a camada de solo acima, através da qual se move por ascensão capilar até a superfície. Através da evapotranspiração, a água é eliminada do sistema, enquanto os nutrientes presentes são removidos através da sua incorporação à biomassa das plantas.

A utilização de sistemas plantados para tratamento de esgotos já é comum em diversas partes do mundo (EPA, 2000; Larsson, 2003). No entanto, para o tratamento de águas negras, contendo alta concentração de patógenos e uma grande carga orgânica, os sistemas existentes necessitam de um pré-tratamento para a redução de matéria orgânica e sólidos e de pós-tratamento para eliminação do excesso de nutrientes e patógenos, antes da disposição final no solo ou em corpos de água. O TEvap simplifica essas etapas, pois funciona como uma câmara de digestão anaeróbia, em sua parte inferior; e como um banhado construído de fluxo subsuperficial, nas suas camadas intermediária e superior. Também diminui a necessidade de pós-tratamento do efluente, pois é dimensionado para que o efluente seja totalmente absorvido pelas plantas, em condições normais de funcionamento. No caso de sobrecarga, o efluente final, já parcialmente mineralizado, pode ser encaminhado para a rede municipal de esgotos ou para sistemas de infiltração subsuperficial no solo, como as valas de infiltração (Santos & Athayde Junior, 2008) e os círculos de bananeiras (Vieira, 2006).

Diversos tanques de evapotranspiração foram implantados nos Estados Unidos e no Brasil (Mandai, 2006; Pamplona & Venturi, 2004), ainda sem acompanhamento científico do qual se tenha conhecimento. A idéia original é atribuída ao permacultor americano Tom Watson, adaptada em projetos implantados por permacultores brasileiros, principalmente no Estado de Santa Catarina e na região do Distrito Federal (Mandai, 2006; Pamplona & Venturi, 2004). Os sistemas de fossas sépticas seguidas de sumidouro, quando mal dimensionados e/ou dispostos em área de lençol freático alto, também são potenciais poluidores das águas subterrâneas pela infiltração de poluentes e patógenos. Cinco milhões de mortes são causadas por doenças de veiculação hídrica anualmente. Isso ocorre não só pela ausência de sistemas de tratamento de esgotos, mas também pela sua sobrecarga ou mau funcionamento, sobretudo em países do terceiro mundo. A introdução do conceito de separação na fonte da gestão dos esgotos municipais permite o adequado tratamento de diferentes tipos de efluentes, de acordo com suas características. Esta é a chave de soluções técnicas para o reuso eficiente da água, energia e fertilizantes. Como já é feito no tratamento de esgotos industriais, a baixa diluição do efluente e separação na fonte são necessárias para a obtenção de sistemas econômicos (OTTERPOHL, 2002). Entre as vantagens da utilização de sistemas com plantas para tratamento de esgoto estão a possibilidade de alta eficiência no tratamento, baixo capital, custo de manutenção mínima, baixo consumo de energia, tolerância à variabilidade de carga,

Coordenadoria de Pesquisa - PROPP

Cidade Universitária, s/n - Caixa Postal 549 - Fone: 067xx 3345-7192 - Fax 067xx 3345-7190

CEP 79070-900 - Campo Grande (MS)

<http://www.propp.ufms.br> e-mail: cpq@propp.ufms.br



harmonia paisagística, a não utilização de produtos químicos, aplicação para polimento de efluentes de outros sistemas de tratamento e aplicação comunitária ou residencial.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os processos envolvidos no funcionamento do sistema, através da observação e análises laboratoriais do efluente, substrato e plantas e ainda, especificamente, produzir informações para o dimensionamento do tanque e sobre o comportamento das plantas utilizadas no sistema.

MATERIAS E MÉTODOS

O sistema estudado foi implantado em escala real em uma residência com dois moradores. O TEvap foi construído em ferro-cimento, sobre uma trincheira feita no solo, com fundo nivelado, nas dimensões de 1 metro de profundidade, 2 metros de largura e 2 metros de comprimento. A borda do tanque se estendeu a cerca de 10 cm acima da superfície do solo, de modo a evitar o escoamento superficial de água da chuva para dentro do sistema. Uma câmara formada pelo alinhamento de pneus usados foi posicionada longitudinalmente ao fundo do tanque, sem nenhum tipo de rejunte, de forma que o efluente pudesse sair da câmara, passando por entre os pneus. A tubulação de entrada de esgoto foi posicionada para dentro dessa câmara. Ao redor da mesma, foi colocada uma camada de aproximadamente 45 cm de entulho cerâmico, cobrindo todo o fundo do tanque. Acima, foram colocadas camadas com as seguintes espessuras: 10 cm de brita, 10 cm de areia e 35 cm de solo. Na saída do tanque foi colocado um tubo de drenagem de 50 mm de diâmetro, 18 cm abaixo da superfície do solo, para o caso de eventuais extravasamentos do tanque. Foi instalado um piezômetro (tubo de visita), feito com tubo de PVC de 100 mm de diâmetro, com acesso ao túnel de pneus, e caixas de inspeção de alvenaria, na entrada e na saída do tanque, para manutenção e para a coleta de amostras do efluente final, quando presente. A caixa de saída foi conectada a uma vala de infiltração para disposição final do efluente extravasado. Na superfície, foram plantadas três mudas de bananeira (*Musa cavendishii*), distribuídas longitudinalmente ao centro do tanque; taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) em metade da área do tanque e beri (diversas espécies do gênero *Canna*) na outra metade. A Figura 1 mostra o desenho esquemático da composição das camadas e estrutura do tanque.

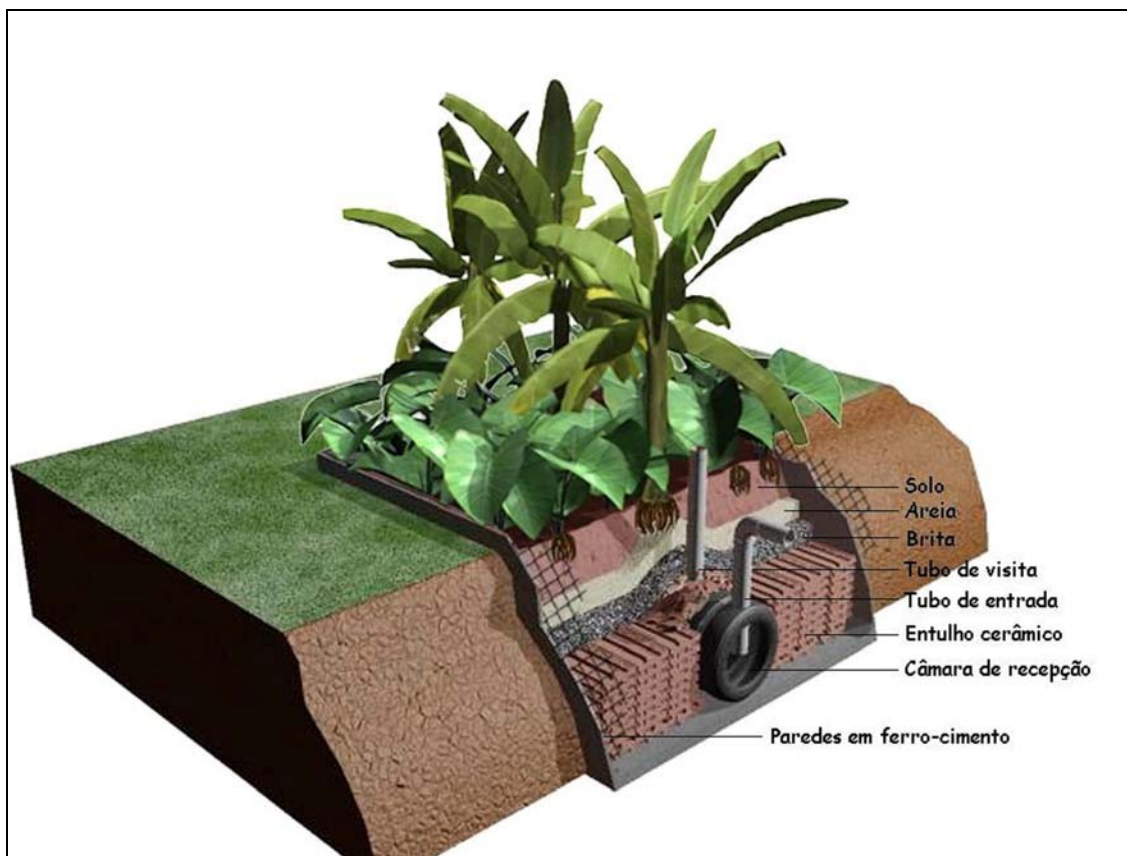


Figura 1- Corte esquemático do TEvap.

Depois do plantio, o tanque foi cheio completamente com água, para acomodação dos substratos e verificação da capacidade líquida do tanque. O volume de água introduzido inicialmente no tanque foi medido através de um hidrômetro.

Foi elaborada uma escala, correlacionando-se o volume de água contido no tanque com cada nível da água medido no interior do piezômetro, com o auxílio de uma trena. A calibração dessa escala foi feita através da adição progressiva de volumes de água conhecidos no tanque e verificação da variação de nível, antes do início da operação do sistema. Dessa forma, foi possível se determinar a capacidade de armazenamento de água em cada uma das diferentes camadas do tanque. Após esse procedimento, também foi medido o volume de água retirada do tanque, por sifonamento, para determinação do volume de água livre no sistema. O volume restante foi considerado o volume de água retida por capilaridade nas diversas camadas de substrato. Para o início da operação do sistema, foi conectada ao tanque a tubulação de esgoto do vaso sanitário.

O volume de entrada no tanque foi registrado através de leituras diárias de um hidrômetro velocimétrico, instalado na tubulação que alimenta a caixa de descarga do banheiro, e de um pluviômetro do tipo Hellmann, com 200 cm² de área de captação, instalado próximo ao tanque, cujo volume captado foi medido após cada chuva, durante o período de coleta de dados. O volume de entrada de chuva no sistema foi estimado a partir da multiplicação do valor de leitura do pluviômetro pela área do tanque, considerando-se que toda a chuva incidente sobre o tanque penetrou no sistema. Também foi registrado, diariamente, o nível do

Coordenadoria de Pesquisa - PROPP

Cidade Universitária, s/n - Caixa Postal 549 - Fone: 067xx 3345-7192 - Fax 067xx 3345-7190

CEP 79070-900 - Campo Grande (MS)

<http://www.propp.ufms.br> e-mail: cpq@propp.ufms.br



conteúdo do tanque e observações a respeito do extravasamento ou não do tanque no período e outras ocorrências.

O monitoramento do funcionamento do sistema foi feito através da anotação contínua da quantidade de vezes em que a descarga do banheiro foi acionada, coleta trimestral de amostra composta do efluente bruto, leitura do pluviômetro após cada chuva, coletas trimestrais de amostras do efluente e do lodo nos piezômetros, leitura mensal da altura do lodo, coletas semestrais de partes vegetativas das plantas e observação semanal da variação do nível de água no tanque.

Análises Qualitativas

Foram coletadas amostras das partes aéreas de taioba plantada dentro e fora do sistema, no sétimo mês após o início da operação do tanque, para análise de coliformes totais e termotolerantes. Também foram avaliadas as concentrações de coliformes totais e termotolerantes em uma amostra de talos da taioba de dentro do tanque e em uma amostra de planta inteira de taioba de fora do tanque lavada em água clorada.

As análises parasitológicas foram realizadas uma vez em amostras das fezes dos membros da família usuária do sistema, no sétimo mês; duas vezes em amostras de solo, coletadas dentro e fora do tanque, no sétimo e décimo-quinto meses; duas vezes em amostras do efluente final, no sétimo e décimo-quinto meses e uma vez em amostra de esgoto, coletada no interior do tanque, no sétimo mês. Amostras do efluente foram coletadas em dois pontos – no interior e na saída do tanque, em dez datas diferentes, de abril a outubro de 2008, para análise dos seguintes parâmetros: coliformes totais (CT) e *Escherichia coli*, pelo método COLILERT, baseado no NMP (Número Mais Provável); pH, condutividade, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), fosfato total (PO_4^-), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), nitrogênio total (NT), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio ($\text{DBO}_{5,20}$), sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST), cloreto (Cl^-) e alcalinidade. As análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas no LAQUA – Laboratório de Qualidade da Água, da UFMS. As coletas e análises realizaram-se de acordo com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). As análises de substrato, tecido vegetal, lodo e parasitológico do efluente foram realizadas em laboratórios especializados (terceirizados).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CAPACIDADE

O volume útil total do tanque foi de 1.233 ℓ , dos quais 992 ℓ eram ocupados pela água livre e 241 ℓ representaram a água retida por capilaridade nos materiais de enchimento e substratos do tanque. A camada inferior, composta por entulho cerâmico, pneus e brita, se estendeu até a altura de 55 cm, contando a partir do fundo do tanque, e apresentou um volume útil de 1195 ℓ (21,70 $\ell \text{ cm}^{-1}$). A segunda camada, composta principalmente de areia e solo, apresenta um volume útil de 38 ℓ (1,41 $\ell \text{ cm}^{-1}$). Foi constatado, durante os ensaios de verificação da variação do nível do tanque, que, abaixo do nível de 55 cm, o efeito da evapotranspiração é praticamente nulo, provavelmente pelo fato dos substratos – entulho cerâmico, pneus e brita –

Coordenadoria de Pesquisa - PROPP



não permitirem a ascensão capilar da água contida nessas camadas. Dessa forma, deve-se observar a capacidade de armazenamento das camadas de areia e solo que, no caso, foi de 38 ℓ. Dessa forma, nas condições do tanque estudado, volumes superiores a esse, introduzidos no sistema de uma só vez, acarretariam o extravasamento do sistema, independentemente da taxa de evapotranspiração. Uma forma possível para a solução desse problema seria a colocação de faixas verticais de solo que alcancem toda a profundidade do tanque, protegidas com manta geotêxtil, possibilitando a ascensão capilar da água armazenada nas camadas inferiores, como proposto por Lesikar & Enciso.

O gráfico da Figura 2 mostra os volumes mensais de entrada no sistema (esgoto + chuva) e os volumes mensais de extravasamento ou saída do efluente, no período compreendido entre agosto e novembro de 2008.

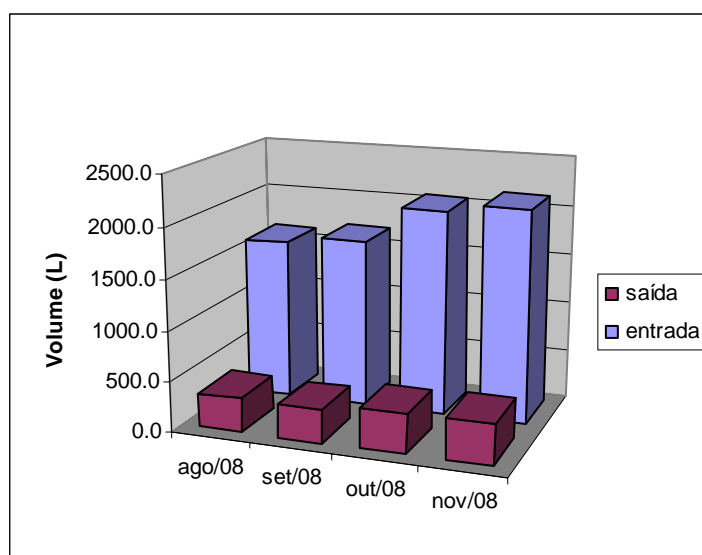


Figura 2 - Volumes mensais de entrada e de saída do TEvap, em ℓ, no período entre agosto de 2008 e novembro de 2008.

Esses resultados foram considerados coerentes com as observações de campo a respeito do extravasamento do tanque. No período entre 01/08/2008 e 08/12/2008, o volume de entrada no tanque foi composto de 1401,23 ℓ de água de chuva e 6759,17 ℓ originados das descargas do vaso sanitário, totalizando 8160,4 ℓ. Desse total, 80% saíram do sistema por evapotranspiração. Considerando, para o período, a diluição do esgoto pela água de chuva e a sua concentração pela evaporação nos 1233 ℓ de volume útil do tanque, calcula-se que o conteúdo foi reduzido a 23 % do seu volume original. Esse dado deve ser levado em conta ao ser avaliada a qualidade do efluente. Foi observado que o número de usuários do sanitário em estudo foi variável, excedendo ao número de dois moradores previsto inicialmente. Como o funcionamento ideal do TEvap prevê o mínimo extravasamento do efluente, em condições normais de uso e funcionamento, conclui-se que as dimensões adotadas para o tanque estudado não são adequadas ao volume de consumo registrado para esse grupo de usuários. Considerando que, em média, cada pessoa utilize o vaso sanitário cerca de 4 (quatro) vezes por dia e o volume de cada descarga varie entre 7 ℓ e 20 ℓ, dependendo do tipo de equipamento, pode-se estimar que o consumo de água médio por pessoa, relativo ao uso do



vaso sanitário, varie entre 21 ℓ e 60 ℓ d^{-1} . Adotando-se como base para o cálculo uma caixa de descarga com capacidade para 8 ℓ , estima-se um consumo *per capita* de 32 ℓ d^{-1} .

RESULTADO DAS ANÁLISES QUALITATIVAS

Os resultados das análises físico-químicas do efluente do tanque foram comparados com os resultados obtidos por Rebouças et al. (2007) para amostras de água negra bruta, cada uma composta por 6 ℓ de água, papel higiênico, fezes e 250 ml de urina. Esses resultados são apresentados na Tabela 1.

Apesar do TEvap não ser propriamente um sistema de tratamento de esgoto para o qual se possa aplicar o conceito de “eficiência” pelo qual se avalia a diferença entre a qualidade do esgoto que entra e o que sai do tanque, a observação dos valores obtidos nas análises físico-químicas auxiliam no entendimento do funcionamento do sistema. Observa-se uma boa remoção de sólidos suspensos totais e turbidez, provavelmente devido à passagem do efluente pela camada de areia e solo e por apresentar fluxo ascendente. O mesmo pode-se dizer dos níveis de DQO e DBO_{5,20}. Não se pode afirmar, comparando os dados, que houve uma concentração maior do efluente de saída, em relação ao conteúdo do interior do tanque.

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas do efluente do interior e da saída do TEvap, comparado com dados encontrados na bibliografia

Parâmetro	Unidade	Interior do tanque		Saída		Rebouças (2007)
		Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
pH		7,84 (9)*	0,28	7,81 (10)	0,14	7,84
Condutividade	$\mu\text{S cm}^{-1}$	2,22 (9)	0,53	2,45 (10)	0,52	
Turbidez	NTU	481,04 (9)	291,35	88,01 (10)	44,22	
CT	NMP 100 m ℓ^{-1}	$1,65 \times 10^7$ (3)	$1,47 \times 10^7$	$3,24 \times 10^7$ (5)	$6,91 \times 10^7$	$1,5 \times 10^9$
<i>E. coli</i>	NMP 100 m ℓ^{-1}	$5,15 \times 10^6$ (3)	$4,72 \times 10^6$	$3,71 \times 10^6$ (6)	$5,27 \times 10^6$	
DQO	$\text{mg } \ell^{-1}$	723,46 (9)	363,41	406,05	257,85	6619
PO_4^{-3}	$\text{mg } \ell^{-1}$	54,46 (5)	20,27	43,18(6)	30,68	
NH_3	$\text{mg } \ell^{-1}$	326,85 (5)	81,04	46,21 (5)	96,74	
NO_2^-	$\text{mg } \ell^{-1}$	0,03 (5)	0,02	0,44 (5)	0,66	
NO_3^-	$\text{mg } \ell^{-1}$	0,17 (5)	0,04	0,17 (5)	0,08	
NTK	$\text{mg } \ell^{-1}$	335,40 (5)	89,30	227,01 (5)	145,44	365
OD	$\text{mgO}_2 \ell^{-1}$	0,00 (1)	0,00	0,00 (1)	0,00	
DBO _{5,20}	$\text{mgO}_2 \ell^{-1}$	360,88 (5)	237,37	72,74 (5)	24,92	1893
ST	$\text{mg } \ell^{-1}$	1137,58 (6)	249,34	746,75(6)	205,04	
SST	$\text{mg } \ell^{-1}$	385,69 (9)	200,01	37,74 (9)	11,50	2365
Cloreto	$\text{mg } \ell^{-1}$	141,38 (4)	83,31	154,01 (4)	88,86	
Alcalinidade	$\text{mg } \ell^{-1}$	816,04 (5)	341,11	1061,56 (5)	251,10	

* (n° de amostras)

NMP = Número Mais Provável

NTU = Unidades Nefelométricas de Turbidez

O pH, a condutividade, cloretos e os parâmetros microbiológicos não se alteram significativamente, enquanto que a alcalinidade aumenta sensivelmente. Tanto o conteúdo do interior do tanque, quanto o efluente de saída, apesar de sofrerem concentração pela



evaporação contínua da água, apresentaram valores menores para os parâmetros analisados, em comparação com os encontrados na água negra bruta, apresentados por Rebouças et al. (2007). Isso pode significar que os processos de decantação e sedimentação, decomposição da matéria orgânica e filtragem pelo solo e pelas raízes das plantas, que ocorrem no tanque, exercem a função de tratamento do efluente, demandando futuras pesquisas para a determinação dos seus índices de eficiência.

A presença de nutrientes como o fósforo e o nitrogênio no efluente final sugere a conveniência da sua utilização como fertilizante, em valas de infiltração, ao longo das quais sejam introduzidas plantas.

Foi detectada a presença de coliformes totais, em número mais provável por grama (NMP g^{-1}) = $1,1 \times 10^4$, nas amostras de partes aéreas de taioba plantadas no interior do tanque e NMP g^{-1} = $1,2 \times 10^2$, em amostras de plantas externas ao tanque. No entanto, não foi detectada presença de coliformes termotolerantes nas amostras de dentro do tanque, sendo que as amostras de plantas de fora do tanque apresentaram NMP g^{-1} = $3,9 \times 10$ de coliformes termotolerantes. A partir dessas informações preliminares, pode-se afirmar que o consumo dessas plantas com fins alimentícios poderia ser recomendado, desde que se proceda à higienização das folhas com hipoclorito de sódio ou ácido peracético, como se procede com outras hortaliças, conforme Srebernich (2007).

As análises parasitológicas realizadas em junho de 2008, apontaram a presença dos seguintes parasitos intestinais nas amostras de fezes dos membros da família usuária do sistema, *Endolimax nana*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia*; em amostra do efluente de saída do tanque, *Endolimax nana* e *Entamoeba coli*; em amostra da fase líquida do interior do tanque, *Endolimax nana*, *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia*; em amostra de lodo do fundo do tanque, *Endolimax nana*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolytica* e *Strongyloides stercoralis*.

Em amostra de solo retirada de local distante cerca de 3 metros do tanque, foi detectada a presença de *Strongyloides stercoralis*. No entanto, em quatro amostras de solo retiradas de dentro do tanque, à profundidades de até 10 cm, não foi detectada a presença de nenhum tipo de parasito. As análises parasitológicas realizadas em fevereiro de 2009, em triplicata, detectaram a presença de *Strongyloides stercoralis* no efluente de saída do tanque e novamente apresentaram resultado negativo em relação à presença de parasitos nas duas amostras do solo do interior do tanque. Pela presença de ovos de helmintos e coliformes termotolerantes no efluente final, não se recomenda nenhum outro tipo de reuso para irrigação que não os métodos de infiltração no solo citados anteriormente (Santos & Athayde Junior, 2008).



Registro Fotográfico Do Projeto



Foto 05/08/2009



Foto 05/08/2009



Foto 05/08/2009



foto 05/08/2009



Foto 05/08/2008

Coordenadoria de Pesquisa - PROPP



CONCLUSÕES

Mesmo em casos de sub-dimensionamento do sistema, os volumes de efluente extravasados do tanque são pequenos, se comparados com o volume que seria infiltrado no solo no caso do uso do sistema de fossa e sumidouro. Portanto, pode-se recomendar sua implantação em residências urbanas e periurbanas, de forma a se reduzir o impacto ambiental pelo lançamento de esgotos em córregos e rios.

O aproveitamento da água e dos nutrientes contidos no esgoto pelo TEvap, demonstrou um bom potencial para utilização do sistema em projetos de condomínios habitacionais populares, nos quais também se poderiam incluir sistemas semelhantes ao TEvap, em linha, de forma a dar suporte a cercas vivas entre as residências.

Os riscos de contaminação pela manutenção do TEvap não são maiores do que os apresentados em sistemas convencionais, contando ainda com vantagens adicionais, no que diz respeito ao aproveitamento da água e nutrientes para a produção de alimentos e composição do paisagismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA (American Public Health Association); AWWA (American Water Works Association); WEF (Water Environment Federation). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 21th edition, APHA, Washington - DC, USA, 2005.
- EPA. Introduction to Phytoremediation. United States Environmental Protection Agency, 2000.
- LARSSON, S. Short-rotation Willow Biomass Plantations Irrigated and Fertilised with Wastewaters. European Commission. DG VI, Agriculture. Svalöv, Sweden, 2003.
- MANDAI, P. Modelo descritivo da implantação do sistema de tratamento de águas negras por evapotranspiração. Associação Novo Encanto de Desenvolvimento Ecológico - ANEDE. Monitoria Canário Verde. Relatório técnico. Brasília, 2006.
- OTTERPOHL, R.U. Black, brown, yellow, grey - the new colors of sanitation. Water, v.21, 2001
- PAMPLONA, S. & VENTURI, M. Esgoto à flor da terra. Permacultura Brasil. Soluções ecológicas. Ano VI, v 16, 2004.
- REBOUÇAS, T.C.; BIANCHI, G. & GONÇALVES, R.F. Caracterização de águas residuárias de origem residencial. Conferência Internacional em Saneamento Sustentável: Segurança alimentar e hídrica para a América Latina, Fortaleza, 2007.
- SANTOS, A.B. & ATHAYDE JUNIOR, G.B. Esgotamento sanitário: qualidade da água e controle da poluição: guia do profissional em treinamento: nível 2. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. ReCESA. Salvador, 2008.
- SREBERNICH, S.M. Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado. Ciência e Tecnologia de Alimentos v 27, 2007.
- VIEIRA, I. Círculo de bananeiras, 2006. Disponível em <<http://www.setelombas.com.br/2006/10/14/circulo-de-bananeiras>>. Acessado em 12/11/2008

Coordenadoria de Pesquisa - PROPP