

ISSN 1981-2841

## SISTEMAS ALTERNATIVOS PARA O TRATAMENTO LOCAL DOS EFLUENTES SANITÁRIOS<sup>1</sup>

### *ALTERNATIVE SYSTEMS FOR LOCAL SANITARY SEWAGE TREATMENT*

**Renata Magalhães Fagundes<sup>2</sup> e Minéia Johann Scherer<sup>3</sup>**

#### **RESUMO**

A escassez da água cada vez mais um problema mundial que comprometerá as gerações futuras. Garantir a conservação dos recursos hídricos é uma das bases para um desenvolvimento mais sustentável, sendo primordial a preocupação com o tratamento dos efluentes antes da devolução à natureza. Para conservar a água, é necessário buscar opções para o tratamento dos efluentes que priorizem a facilidade de construção e manutenção, a qualidade ambiental, a qualidade de vida do ser humano e o uso racional dos recursos naturais, fundamentados nos princípios e conceitos da sustentabilidade. Assim, o objetivo, neste trabalho, foi investigar sistemas alternativos para o tratamento local dos efluentes sanitários, divulgando os benefícios e as possibilidades de uso dessas técnicas.

**Palavras-chave:** tratamento alternativo, reuso não potável.

#### **ABSTRACT**

*Water scarcity is increasingly a global problem that may jeopardize future generations. To ensure the conservation of water resources is one of the foundations for a more sustainable development. In this context it is a primary concern the treatment of wastewater before returning it to nature. To preserve water, it is necessary to seek options for the treatment of effluents prioritizing the effectiveness of their construction and maintenance, environmental quality, the quality of human life and the rational use of natural resources, based on the principles and concepts of sustainability. The objective in this work is to investigate alternative systems for the local treatment of wastewater, and to spread the benefits and possibilities of using some techniques.*

**Keywords:** *alternative treatment, non-potable reuse.*

<sup>1</sup> Trabalho de Iniciação Científica - PROBIC.

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo - UNIFRA.

<sup>3</sup> Orientadora - UNIFRA.

## **INTRODUÇÃO**

Em uma época em que se intensificam graves problemas ambientais, como escassez de recursos naturais e aquecimento global, além da presente crise energética, deve-se despertar para a importância de pensar arquitetura como uma totalidade, um elemento interagindo com o ambiente local, preocupado com a habitabilidade de seus ocupantes, com a eficiência energética e com sua repercussão no futuro do planeta.

Para tornar possível a aplicação de estratégias bioclimáticas e tecnologias sustentáveis em um projeto modelo de habitações de interesse social, faz-se necessário a realização estudos que contemplem essa temática, obtendo maior aproveitamento dos recursos naturais renováveis e menor impacto sobre o meio ambiente. Dentre essas, podem-se destacar: o aproveitamento dos condicionantes naturais de insolação e ventilação; o uso de materiais de construção locais e de baixo impacto ambiental; o gerenciamento de resíduos líquidos e sólidos (tratamento de esgotos, captação da água da chuva); a utilização de fontes energéticas sustentáveis, energia solar ou eólica; o aproveitamento da vegetação com ênfase ao paisagismo produtivo; entre outras.

Com relação ao tratamento de esgoto, a escassez da água é cada vez mais, um problema mundial que comprometerá as gerações futuras. Esse quadro pode ser transformado a partir do emprego de alternativas para otimização do consumo de água, bem como minimização da geração de efluentes, visto que a maior parte da água captada é proveniente de rios, cada vez mais poluídos em função da falta de tratamento do esgoto que neles é lançado.

Conceitos, técnicas e práticas que resultem no ato de conservar água devem ser empregados em toda a edificação, afim de preservar os suprimentos existentes e minimizar os volumes de efluentes gerados.

Nesse sentido, no presente artigo, trabalham-se os dos principais sistemas alternativos para o tratamento local dos efluentes sanitários, com o objetivo de avaliar e divulgar esses métodos. Este estudo é parte integrante de um projeto de pesquisa vinculado ao Grupo Percepção Ambiental, linha Tecnologia do Ambiente Construído, o qual trata da temática arquitetura bioclimática e sustentável.

## **A ÁGUA E OS SISTEMAS DE SANEAMENTO**

Água, com elevado grau de qualidade, é utilizada para todos os fins nas edificações, o que ocasiona desperdício de água potável. Portanto, torna-se

extremamente necessária a avaliação da demanda de água para a minimização do consumo, aliada à avaliação do uso de fontes alternativas para atendimento aos usos menos nobres, de maneira a preservar as fontes de suprimento existentes.

Fator que agrava a situação é a falta de investimentos em saneamento básico, pois ocorre uma contínua degradação dos mananciais, sendo a questão da escassez associada não somente ao aspecto quantitativo, mas também à qualidade dos recursos hídricos disponíveis (SAUTCHÚK, 2004).

No Brasil, uma das principais causas de doenças e degradação ambiental é a carência de sistemas de saneamento, caracterizando-se pela disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos. Os tratamentos de efluentes sanitários mais comumente utilizados consistem na construção de estações de tratamento de esgoto (ETE) que coletam todos os efluentes de uma cidade e os tratam em um único local.

A população brasileira privilegia o afastamento dos efluentes das residências, sem se preocupar com sua destinação e com os impactos que causam, como a poluição dos mananciais de abastecimento, a necessidade de construção de grandes estações de tratamento de esgoto, a construção de redes coletoras cada vez mais extensas que causam danos e prejuízos ao meio ambiente e no uso do solo.

Sendo assim, são necessárias opções para o tratamento dos efluentes que priorizem a facilidade de construção e manutenção, a qualidade ambiental, a qualidade de vida do ser humano e o uso racional dos recursos naturais, fundamentados nos princípios e conceitos da sustentabilidade (MARTINETTI et al., 2007).

## **O REUSO DE EFLUENTES**

Os efluentes gerados podem ser considerados ainda como uma possibilidade de fonte alternativa de água para suprir a demanda por usos específicos, empregando o conceito de reuso da água (SAUTCHÚK, 2004). Assim sendo, o tratamento empregado deve viabilizar o reaproveitamento da água do efluente e possibilitar a utilização do material sólido como adubo.

Sobre o assunto, Ercole (2003, p. 95) afirma que

um sistema que trate as águas servidas no local, e permita o aproveitamento dos poluentes destas águas na forma de insumos para a produção vegetal, devolvendo as águas purificadas para o ciclo [...] pode ser considerado sustentável.

A Agenda 21 para a Construção Sustentável (2000) aconselha a prática de políticas de gestão do uso e reciclagem de efluentes, enfatizando sua importância à saúde pública e aos possíveis impactos ambientais gerados.

O reuso de efluentes para fins potáveis, em função do elevado grau de eficiência dos tratamentos a serem empregados, pode tornar-se financeiramente inviável, conforme a escala do projeto. Nesses casos, aplica-se o reuso não potável em que o material tratado é empregado na agricultura irrigada, rega de jardins, bacias de descarga, lavagem de pisos, lavagem de veículos, lavagem de roupas, uso ornamental e uso na construção civil.

## **COMPOSIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS EFLUENTES**

Os efluentes líquidos (esgoto doméstico, industrial, agrícola) são responsáveis por uma parcela expressiva da poluição dos recursos hídricos. Os esgotos domésticos são compostos por diversos elementos: água de banho e de lavagem, urina, fezes, restos de comida, sabões, detergentes, óleos e graxas. Geralmente, mais de 99,9% do esgoto é constituído por água, sendo os 0,1% restantes compostos por sólidos, que são responsáveis pela deterioração da qualidade do corpo hídrico (ERCOLE, 2003; IPEMA, 2008).

As águas residuárias residenciais, conforme a sua origem, podem ser classificadas como águas claras, cinzas e negras. As águas claras são aquelas de origem pluvial, que necessitam apenas de gradeamento e decantação para remover os sólidos grosseiros e em suspensão. As águas cinzas são as provenientes de tanques, pias, lavatórios e chuveiros, contendo contaminantes químicos, sólidos em suspensão, óleos e graxas. Por último, as águas negras são aquelas que apresentam elevada contaminação de origem orgânica (fezes e urina), pois são resultantes das descargas hídricas dos vasos sanitários (ERCOLE, 2003).

## **SISTEMAS ALTERNATIVOS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO**

Conforme estabelece Martinetti et al. (2007), quando o tratamento de esgoto ocorre sem uma separação prévia das águas cinzas das águas negras, denomina-se de tratamento de esgoto misto. Esse tipo de tratamento não acarreta transformações nas instalações hidráulicas de esgoto, porém pode exigir maior espaço, tempo e custo.

A separação prévia dos diferentes grupos de águas residuárias requer sistemas de coleta diferenciados, entretanto com a separação torna-se possível

empregar tratamentos específicos, adequados ao nível de contaminação de cada grupo. Ercole (2003) ressalta a vantagem desse tipo de tratamento em relação ao tratamento de esgoto misto, em função do nível de contaminação das águas cinzas ser bem menor do que o das águas negras, o que justifica a necessidade da separação para se obter maior eficiência no processo. Por demandar equipamentos de menor porte, o sistema com separação prévia é também mais econômico.

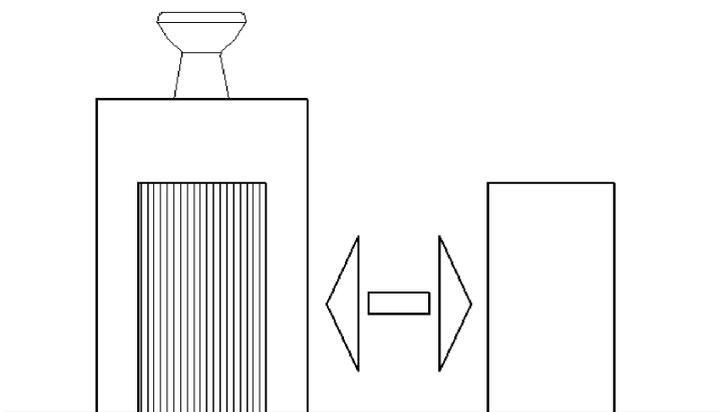
## SISTEMAS ALTERNATIVOS PARA O TRATAMENTO DE ÁGUAS NEGRAS

Os sistemas existentes como alternativa para os sistemas tradicionais de tratamento das águas negras podem ser classificados como não hídricos e hídricos.

### Sistemas não hídricos

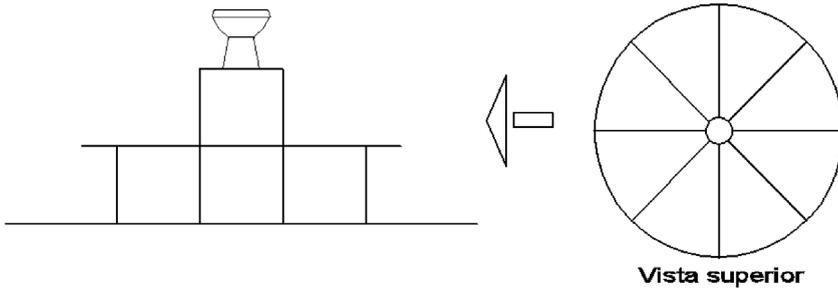
Os sistemas não hídricos englobam os diferentes tipos de banheiros secos (termofílicos) ou privadas secas que, segundo Jenkins, Del Porto e Steinfeld (apud ERCOLE, 2003), são três: o sistema com recipientes móveis, o sistema carrousel, e os sistemas com duas câmaras.

No sistema com recipientes móveis, a coleta das excretas ocorre em um pequeno tonel, em uma estrutura, sobre a qual está o assento sanitário. Toda vez que o sanitário é usado, as excretas são cobertas com cinzas, terra, serragem ou outro material compatível. Quando o recipiente está cheio, é substituído por outro e depositado em local adequado para completar o processo de compostagem e posterior aplicação do material como adubo (Figura 1).



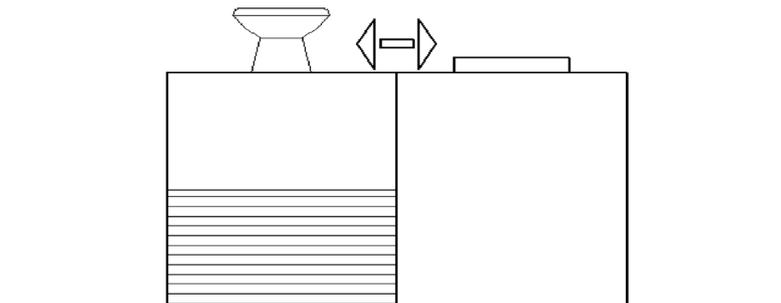
**Figura 1** - Sistema com recipientes móveis. Adaptado de Ercole (2003).

Um recipiente compartimentado constitui um sistema de tratamento de uso contínuo, conhecido como sistema carrousel. À medida que se enchem os compartimentos, o recipiente é girado para posicionar um compartimento vazio sobre o sanitário. Após o período necessário para a compostagem, os recipientes são esvaziados (Figura 2).



**Figura 2** - Sistema carrousel. Adaptado de Ercole (2003).

No sistema com duas câmaras, essas podem ficar localizadas abaixo ou acima do nível do solo, para que as excretas desçam sobre uma rampa metálica, até uma câmara, utilizando-as alternadamente. As excretas devem ser cobertas por terra, cinza, serragem ou qualquer outro material adequado. Enquanto uma câmara encontra-se em uso, a outra recebe um tampão para que ocorra a compostagem do material (Figura 3).



**Figura 3** - Sistema com duas câmaras. Adaptado de Ercole (2003).

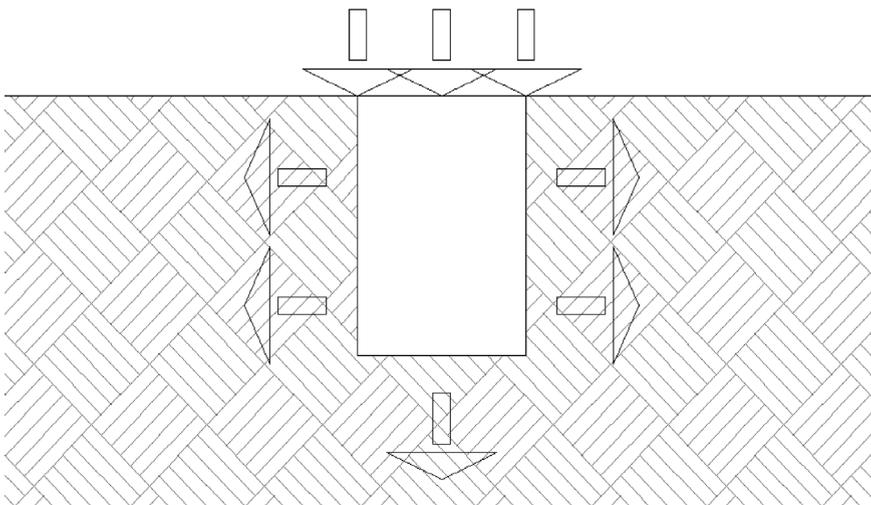
## Sistemas hídricos

Dentre os sistemas hídricos de tratamento de águas negras está o combinado com tanque séptico. Martinetti et al. (2007) descrevem o tanque séptico

ou fossa séptica como uma estrutura de fluxo horizontal em que predomina o processo de sedimentação, ocorrendo também uma digestão anaeróbia dos sólidos orgânicos. O esgoto sanitário, após passar pelo tanque séptico, pode receber outros tipos de tratamentos, dentre os quais: valas de filtração ou filtro de areia, filtro anaeróbio, filtro aeróbio, ou já ir para uma disposição final, em sumidouros, valas de infiltração ou círculo de bananeiras.

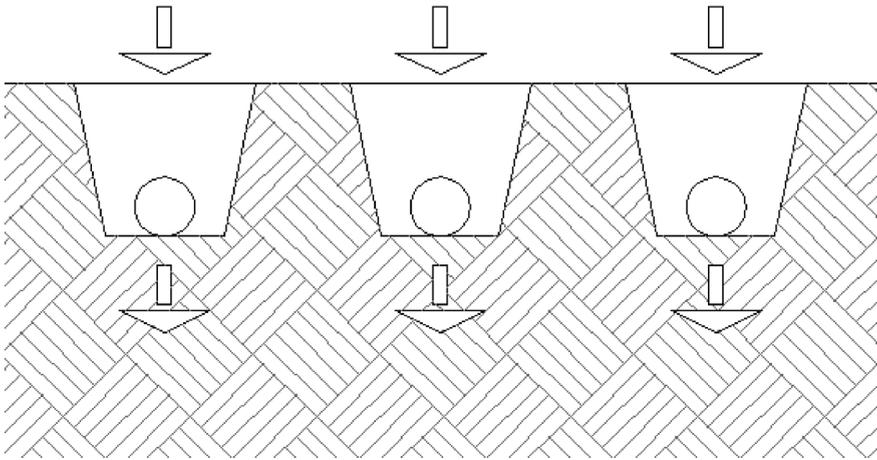
A facilidade de execução e manutenção e a independência das condições climáticas são vantagens desse tipo de tratamento, entretanto requer terrenos permeáveis para diminuição da área necessária à infiltração, além de distância do lençol freático.

Os sumidouros, segundo Ercole (2003), são unidades de purificação e disposição final do efluente de forma verticalizada. O emprego desse sistema é inadequado para solos arenosos ou muito impermeáveis, pois se configuram como poços secos escavados no chão, não impermeabilizados, para permitir a infiltração da água no solo (Figura 4). As paredes dos sumidouros podem ser de alvenaria, de tijolos gradeadas ou de concreto oportunamente furadas.



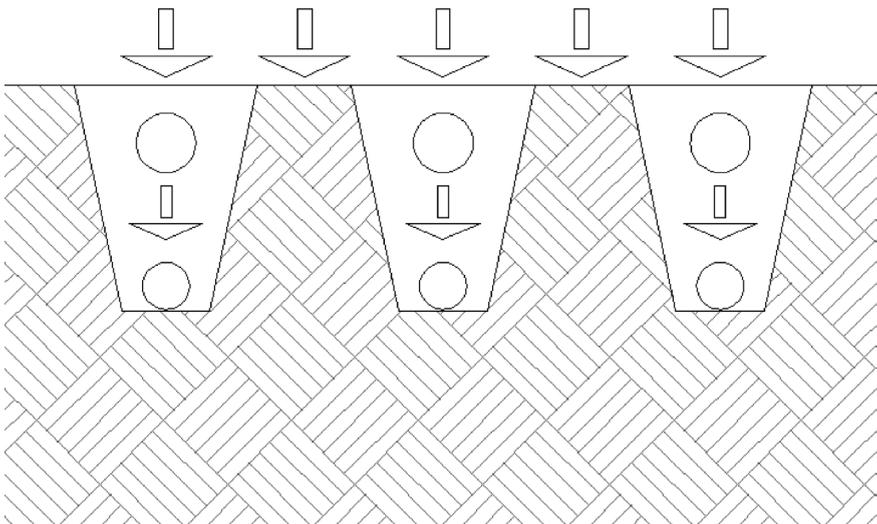
**Figura 4** - Corte esquemático sumidouro. Adaptado de Ercole (2003).

Nas valas de infiltração, o tratamento do esgoto consiste na filtração do efluente no solo (Figura 5) e, conseqüentemente, depuração em função dos processos físicos (retenção de sólidos) e bioquímicos (oxidação). Da mesma forma que ocorre com os sumidouros, o bom desempenho do sistema depende das características do solo. É necessária a presença de tubos de drenagem e o comprimento das valas não deve exceder 30m.



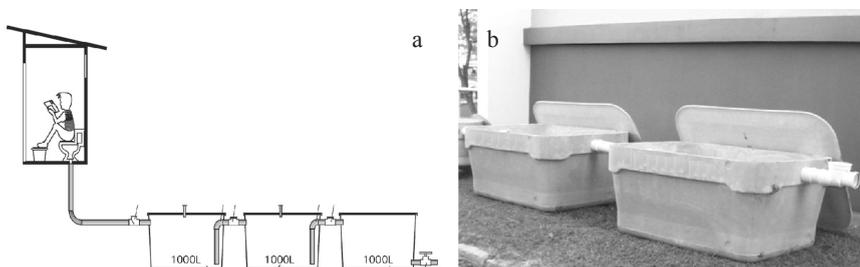
**Figura 5** - Corte esquemático valas de infiltração. Adaptado de Ercole (2003).

Nas valas de filtração ou filtros de areia, o esgoto é filtrado por uma camada de areia, em que a depuração ocorre de maneira semelhante ao das valas de infiltração, por meio físico (retenção de sólidos) e bioquímico (oxidação), em virtude dos micro-organismos presos nos grãos dessa areia. O sistema deve ser formado, no mínimo, por duas valas com canalizações superpostas, separadas por uma camada de areia (Figura 6). A tubulação de drenagem, localizada na parte inferior da vala, deve estar envolta por brita um (ERCOLE, 2003).



**Figura 6** - Corte esquemático valas de filtração. Adaptado de Ercole (2003).

O tanque séptico biodigestor, sistema desenvolvido é constituído por 3 caixas de cimento amianto, interligadas por tubulações e conexões de PVC, que devem ficar enterradas para manter o isolamento térmico (Figuras 7a e 7b). As duas primeiras são conectadas ao vaso sanitário e a terceira serve para a coleta do adubo orgânico. A primeira caixa deve ser preenchida com uma determinada quantidade de uma mistura de água com esterco bovino, para aumentar a atividade microbiana e, em consequência, a eficiência da biodigestão. Caso o efluente não seja aproveitado como adubo, mas na irrigação, pode-se montar, na terceira caixa, um filtro de areia, que possibilitará a saída de água sem excesso de matéria orgânica dissolvida. O material depositado nas caixas fermenta por, aproximadamente, 35 dias, permitindo que o efluente possa ser utilizado como adubo orgânico em canteiros com plantações.



Figuras 7a e 7b - Fossa séptica biodigestora (EMBRAPA, 2002).

## SISTEMAS ALTERNATIVOS PARA O TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS E DO ESGOTO MISTO

Dentre as alternativas atuais empregadas para o tratamento de esgoto misto, encontra-se o sistema de reciclagem das águas, apresentado pelo IPEMA (2008). O sistema é constituído por uma série de filtros, alternando ambientes anaeróbios e aeróbios, associados a materiais filtrantes e plantas (Figura 8).



Figura 8 - Filtros com a presença de plantas (IPEMA, 2008).

Pode ser usado como filtro todo material com alto nível de porosidade, como a pedra brita e o carvão ativado, bem como algumas espécies de plantas aquáticas, dentre as quais está o aguapé, de grande eficiência e com crescimento e reprodução rápida.

O tratamento tem início no reservatório anaeróbio séptico, onde ocorre a separação da gordura e a ação de bactérias anaeróbias. Em seguida, no reservatório aeróbio filtro misto, brita e terra, com plantas aquáticas ou arroz, atuam integrados na captação de orgânicos grossos. Na sequência, os efluentes passam pelo reservatório anaeróbio com plantas e brita, reservatório aeróbio filtro misto e por último são depositados no reservatório para água reciclada, já em condições de ser reutilizada.

Martinetti et al. (2007) e IPEMA (2008) mencionam também o sistema de tanque séptico com círculo de bananeiras que consiste em despejar o efluente em um poço com britas coberto por solo do local rodeado de bananeiras (Figura 9), já que estas se adaptam bem a solos úmidos e ricos em matéria orgânica. As bananeiras aproveitam os nutrientes do efluente e absorvem grande parte da água, produzindo alimento e biomassa. Existe a possibilidade de empregar também lírios e mamoeiros.



**Figura 9** - Círculo de bananeiras (ECOCCA, 2008).

No sistema modular com separação das águas, apresentado por Ercole (2003), ambas as águas, cinzas e negras, após passarem pelos respectivos sistemas

de tratamento, são encaminhadas para um leito de evapotranspiração e infiltração (LETI) (Figuras 10a e 10b). Conforme explica Martinetti et al., isso “consiste na passagem do efluente em uma camada de solo orgânico não compactado, permeado por plantas ou por leito de pedras para a infiltração do material tratado” (2007, p. 1003). Salienta-se que esse sistema de tratamento evita a perda de nutrientes e a contaminação do solo ou do lençol freático (ECOCCA, 2008).



**Figuras 10a e 10b** – Leito de evapotranspiração e infiltração (ECOCCA, 2008).

O sistema modular de tratamento com separação das águas destinado às águas negras acontece com o auxílio de um reator anaeróbio compartimentado em decanto-digestor e filtro anaeróbio. Na sua construção são empregados materiais usuais como tijolo, areia e pedras. Produz poucos odores, e possibilita o uso do lodo como adubo (ERCOLE, 2003; MARTINETTI et al., 2007).

No projeto de demonstração de eficiência energética desenvolvido pelo LabEEE, Casa Eficiente (2008), pode ser observado outro sistema alternativo de tratamento para as águas cinzas e mistas, conhecido como tratamento por zona de raízes (Figura 11). O processo ocorre pela lavagem dos efluentes em tanque biológico. Após um pré-tratamento com decantadores de gordura e tanque séptico, as águas são tratadas em um leito cultivado (tanque de zona de raízes ou *wetland*), passando por uma série de camadas filtrantes. No caso das águas cinzas, ocorre o armazenamento para posterior reuso. As espécies empregadas no processo são escolhidas por possuírem grande capacidade de desenvolvimento em condições de baixa oxigenação dos solos saturados de água. A vegetação cria condições favoráveis à proliferação de bactérias, melhorando os processos biológicos de degradação da carga orgânica. No caso da Casa Eficiente, foi empregada uma espécie de junco regional. A vantagem mais significativa desse sistema é que ele processa quase que completamente a carga poluidora presente nas águas residuárias, transformando-a em materiais inofensivos e até mesmo úteis para o desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2007).

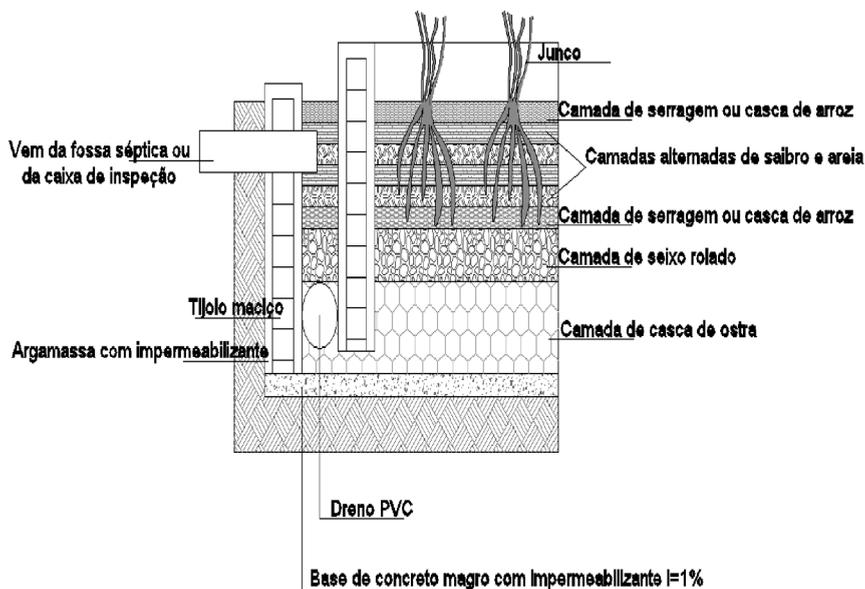


Figura 11 - Tanque de tratamento por zona de raízes.

Adaptado de Casa Eficiente (2008).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os sistemas apresentados para tratamento local dos efluentes domésticos, destacam-se as alternativas ecológicas mais sustentáveis, evidenciadas pelo baixo impacto ambiental que geram, pela independência de energia para o funcionamento, integração com o meio ambiente e simplicidade construtiva e operacional. Já os sistemas pré-fabricados, mesmo com maior impacto ambiental, são importantes pela facilidade de implantação e por, muitas vezes, terem aceitação maior dos usuários.

Dessa forma, a variedade de sistemas elencados demonstra que a preservação dos recursos hídricos demanda realmente sensibilização e mobilização por parte dos usuários, órgãos públicos e técnicos envolvidos, uma vez que são de fácil execução, baixo custo e eficiência comprovada. Constata-se, assim, que não faltam recursos tecnológicos ou alternativas ecológicas para minimizar os baixos índices de tratamento de esgoto em nosso país, mas esforços e interesses comuns entre os setores interessados.

## REFERÊNCIAS

CASA EFICIENTE. Disponível em: <<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente>>. Acesso em: 20 mai. 2008.

ECOOCA. Disponível em: <<http://www.ecoooca.com.br>>. Acesso em 10 set. 2008.

ERCOLE, L. A. S. **Sistema modular de gestão de águas residuárias domiciliares**: uma opção mais sustentável para gestão de resíduos líquidos. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

IPEMA. Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.ipemabrasil.org.br>>. Acesso em 11 ago. 2008.

MARTINETTI, T. et al. Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais. In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO - AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2007. Disponível em: <<http://www.infohab.org>>. Acesso em: 29 mai. 2008.

OLIVEIRA, L. H. de et al. **Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável** - levantamento do estado da arte: Água. São Paulo: USP, 2007. Disponível em: <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br>>. Acesso em 8 set. 2008.

SAUTCHÚK, C. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. São Paulo: USP, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

