

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES, UMA ALTERNATIVA VIÁVEL PARA AS CIDADES?¹

PAGLIARINI JUNIOR, Sérgio Norberto²; PAROLIN, Mauro³;

CRISPIM, Jefferson de Queiroz⁴

RESUMO: No Brasil aproximadamente 52% de todos os domicílios brasileiros não possui um sistema de captação de esgoto. Muitos países tem se utilizado da técnica de tratamento conhecida por Estação de Tratamento de Esgotos por Zona de raízes (ETEZR), mostrando-se um sistema eficaz. De baixo custo na instalação a vida útil entre 10 a 15 anos o seu potencial de tratamento. O presente estudo verificou a eficiência desse tipo de estação em três locais: a) 1 ETEZR na cidade de Campo Mourão - PR (Vila Rural); b) 2 ETEZR instaladas em pequenas propriedades anexas à zona urbana de Rancho Alegre do Oeste – PR. As estações foram instaladas no ano de 2008, verificou-se ao longo de 22 meses sua eficiência de tratamento medindo-se alguns parâmetros de qualidade do esgoto lançado foram medidas (DBO, DQO, pH, fósforo e turbidez). Também foi avaliada a capacidade de manutenção do sistema pelos proprietários. As ETEZR mostraram-se eficazes na melhoria da qualidade do esgoto, chegando a 89% de eficiência. No tocante a manutenção do sistema verificou-se problemas como entupimentos diversos. Em que pese o fato das ETEZR avaliadas estarem localizadas em áreas consideradas rurais, sua proximidade com áreas urbanas levam inevitavelmente à consideração de seu uso em áreas urbanas. No entanto, sua implementação dependerá de um amplo processo de educação ambiental, para que a vida útil e a eficiência de tal sistema sejam levadas a termo.

Palavras-chave: questão ambiental urbana, ambiente urbano, saneamento básico.

SEWAGE TREATMENT PLANTS FOR ROOTS ZONE, A VIABLE ALTERNATIVE TO CITIES

ABSTRACT: In Brazil approximately 52% of all households, people do not have sewage collection system. Many countries have been using the treatment technique known as sewage treatment plant for the root zone (ETEZR) proving to be an effective system. Low installation cost the life of 10 to 15 years for this potential treatment. This study assessed the effectiveness of this

¹EIXO TEMÁTICO: Questão Ambiental Urbana

²Bolsita de Iniciação Científica e Tecnológica CNPq, Graduando em Geografia, Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão.

³Dr. Mauro Parolin da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (FECILCAM), Departamento de Geografia, mauroparolin@gmail.com.

⁴Prof. Dr., Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (FECILCAM), Departamento de Geografia, Departamento de Geografia, jeffersoncrispim@yahoo.com.br.

type of station in 3 location: a) 1 ETEZR in Campo Mourão-PR (Rural Village) b) 2 ETEZR installed on small farms attached to the urban area of west Rancho Alegre-PR. The stations were installed in 2008, there was over 22 months of treatment efficiency by measuring some parameters of quality measures were released sewage (BOD,COD,pH,phosphorus and turbidity). We also analyzed the ability of system maintenance by the owners. The ETEZR were effective in improving the quality of wastewater, reaching 89% efficiency. Regarding the maintenance of the system was found several problems such as blockages. In spite of the fact ETEZR evaluated are located in areas considered rural, it's aproximity to urban areas will inevitable lead to consideration of use it in urban areas. However, it's implementation will depend on an extensive process of environmental education, so that life time and efficiency of such a system are carried to term.

Keywords: urban environmental inssues, urban environment, sanitation

INTRODUÇÃO

A falta de saneamento é uma das principais causas de insalubridade e degradação ambiental, caracterizando-se pela disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, demandando estudos acerca do tema para melhoria da qualidade de vida da população (MARTINETTI et al., 2007).

Um dos graves problemas ambientais apontados por Kresse (1997) trata-se do esgoto doméstico que é responsável por 90% dos lançamentos que contaminam os corpos d'água. Investimento em saneamento significa segundo Ribas e Fiorini (2004), significam redução de gastos com saúde pública. Tal idéia é compartilhada por Lemes et al. (2008), quando afirmam que a qualidade e o acesso aos serviços de saneamento implicam numa redução de investimentos na saúde pública.

A Estação de Tratamento de Esgotos por Zona de Raízes (ETEZR) é o resultado da busca por alternativas de saneamento mais sustentáveis e ao mesmo tempo mais baratas. Este sistema tem sido utilizado a mais de cem anos em países europeus, principalmente Alemanha. Trata-se um processo de filtragem física em brita e areia, e um biofiltro constituído pela zona de raízes (KAICK, 2002).

Segundo Silva (2008), o oxigênio das plantas fornecido através do rizoma, possibilita o desenvolvimento de microorganismo que se alimentam de parte dos poluentes presentes no esgoto.

Os sistemas com plantas são eficientes porque o processo de degradação da matéria orgânica (mineralização, nitrificação, desnitrificação) é muito completo, devido à grande biomassa. Além disso, são removidos não só a carga orgânica como também

nutrientes (e.g fósforo e nitrogênio) que levam a eutrofização das águas, elimina patógenos como coliformes e substâncias inorgânicas como fenóis e metais pesados. Sistemas com plantas podem ser, se desejável, configurados como elementos de Paisagismo Ambiental (Biótopos), em forma de jardins ou parques (SILVA, 2008).

Em que pese o fato desse sistema ser muito utilizado na Europa e América do Norte, no Brasil sua utilização ainda é muito rara e não são muitos os trabalhos científicos sobre o tema. No Paraná foram realizados os primeiros estudos sobre ETEZR: Kaick e Sipinski (2000) – com uma estação de tratamento piloto na região de Antonina; Kaick (2002) – estudo de estações de tratamento implantadas no litoral do Paraná; Kaick e Macedo (2002) – na região de Guaraqueçaba; ainda podendo ser citados os trabalhos de Kaick et al (2005), Pierri et al. (2007), Lemes et al. (2008) entre outros.

Tendo por objetivo avaliar a capacidade e eficiência do tratamento do esgoto pelas ETEZR, em 2008 o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), fomentou a construção de ETEZR's no Paraná. Foram construídas 18 ETEZR nos municípios de Campo Mourão (11), Rancho Alegre do Oeste (7) e no município de Corumbataí do Sul (1). As ETEZR foram construídas em pequenas propriedades rurais (<10 hectares). Os resultados e avaliações positivas (parciais) destas estações foram relatados por Domiciliano et al. (2009 e 2010), Ferreira et al. (2010), Parolin et al. (2010).

Tendo em vista que das vinte ETEZR instaladas três estão instaladas praticamente dentro do perímetro urbano (uma em Campo Mourão e duas em Rancho Alegre do Oeste), o presente estudo traz a avaliação da eficiência, capacidade de manutenção destas pelos seus proprietários e o questionamento de sua utilização em médias e pequenas cidades.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Os recursos hídricos sempre foram um fator limitante ao desenvolvimento humano, sendo utilizados para os mais diversos fins. A legislação brasileira apresenta dois usos prioritários para a água, o consumo humano e animal segundo (Lei nº 9.433 Art. 1º)

Segundo PIMENTA et al, (2002) Na maior parte do país as águas que consumimos estão contaminadas por esgoto sanitário, isto gera uma grande preocupação às autoridades, quanto mais esgoto é jogado em curso d'água mais investimentos serão direcionados a saúde. Pois como mencionado, águas contaminadas são fontes transmissoras de doenças.

A OMS (1989) relata a grande importância do monitoramento e controle de qualidade das águas para aproveitamento e sugere que sejam realizados exames e análises para determinar o conteúdo de cistos de protozoários e ovos de helmintos com a determinação da viabilidade, coliformes fecais, vírus e substâncias químicas inorgânicas e orgânicas.

FUNASA (1994), a relação de investimento em saneamento é de aproximadamente 1 para 4, ou seja, a cada R\$1,00 investido no setor temos cerca de R\$4,00 reais economizados com saúde.

A falta de saneamento no Brasil tem conseqüências graves na qualidade de vida da população principalmente aquelas mais pobres, residentes na periferia das grandes, médias e pequenas cidades do interior e suas áreas rurais. Com o aumento da população brasileira e a ocupação desordenada de áreas sem infra-estrutura básica instaladas, principalmente o serviço de coleta e tratamento do esgoto doméstico e sanitário, estes moradores ficam expostos a vários tipos de doenças, pois no final de seu percurso os efluentes produzidos pelos domicílios acabam sendo despejados no solo sem tratamento algum e por ventura acabam chegando a corpos d'água e aquíferos livres.

Dos 49,1 milhões de domicílios existentes no Brasil cerca de 8,6 milhões (17,5%) não são atendidos por rede geral de abastecimento de água. Além de 25,6 milhões de domicílios (52,0%) não tinham acesso a sistemas de coleta de esgoto sanitário (IBGE 2000).

As fossas sépticas se constituem como umas das formas mais utilizadas na captação de efluentes produzidos nos domicílios urbanos e rurais, em locais onde é parcial ou não ha infra-estrutura de captação de esgoto sanitário existente. Segundo Pimenta et al (2002) as presenças destas fossas podem representar um risco aos aquíferos subterrâneos, tendo em vista, à infiltração no solo e os efeitos ofensivos provenientes da decomposição da matéria orgânica.

Pois este esgoto pode levar consigo para estes reservatórios de água microorganismos patogênicos que transmitem inúmeros malefícios a os seres humanos doenças causadas pela ingestão de águas contaminadas.

Segundo pesquisa feita pela FUNASA a pedido do Jornal Folha de São Paulo (FUNASA-FSP, 16/jul/00) em 1998, 29 pessoas por dia morrem no Brasil de doenças decorrentes de falta de água encanada, coleta de esgoto e lixo.

Folha de São Paulo 15 crianças aproximadamente com idade entre 0 a 4 anos morrem diariamente no Brasil, ou seja, uma criança a cada 96 minutos, e o pela falta de saneamento básico, principalmente esgoto sanitário (FSP, 17/jul/2000).

Muitas doenças que afetam a saúde do homem estão diretamente ligadas com a falta de tratamento correto do efluente doméstico, tais como: Ancilostomose, cisticercose, desnutrição, avitaminoses, distúrbios gástricos e intestinais.

Estas doenças são transmitidas pela falta de cuidado com a lavagem correta de verduras, legumes e carnes mal cozidos ou fritos ex: carnes como a bovina e suína, no contato direto com esgoto ou com fezes de animais. Outra grande fonte de contaminação por helmintos é a ingestão de água contaminada ou pessoas que se banham nestas águas.

Dentre os principais agentes infecciosos transmitidos por água contaminada estão às bactérias como *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*; enteropatógenas, *Salmonella* (1700 espécies), *Shigella* (4 espécies), *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*; os vírus como Adenovírus (31 tipos), Enterovírus (71 tipos), Hepatites A, Agente Norwalk, Reovírus, Vírus Coxsackie, Rotavírus; os protozoários como *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*; e por fim, os helmintos como *Ancylostoma duodenale*, *Ascaris lumbricoides*, *Echinococcus granulosus*, *Necator americanus*, *Fasciolopsis buski*, *Strongyloides stercoralis*, *Taenia solium* e *Trichiuris trichiura* (GELDREICH, 1986).

Devido à grande parcela da população desprovida de sistema de esgoto a busca por novas formas de tratamento vem sendo criada, uma delas é o Sistemas de Tratamento Esgoto por Zona de Raízes. Segundo Parolin et al. (2010), uma alternativa viável seria a utilização de sistema de zona de raízes, pois se trata de um sistema sustentável e baixo custo de instalação.

METODOLOGIA

As ETEZR foram construídas adaptando-se a metodologia adaptada por Kaick (2002), (Figura 1).

O processo de construção de uma ETEZR para uma família de 4 pessoas, segue os seguintes passos: a) escavação de um buraco de 4m² por 1m de profundidade (Figura 2A); b) revestimento da área por duas camadas de lonas plásticas de 200 micras de espessura (Figura 2B); c) um quadro equivalente ao tamanho da ETEZR, composto por tubos de PVC de 100 mm e furados na porção superior é colocado sobre a lona no fundo da ETEZR; este foi coberto com brita para evitar que a areia entre nessa tubulação assim a entupindo (Figura 2C); d) posteriormente a estrutura é preenchida 50% com areia grossa e 50% com pedra nº1 (Figura 2D), f) na formação de zona de

raízes optou-se pelo plantio das espécies *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle e *Canna indica* Lily (Figura 2EF).

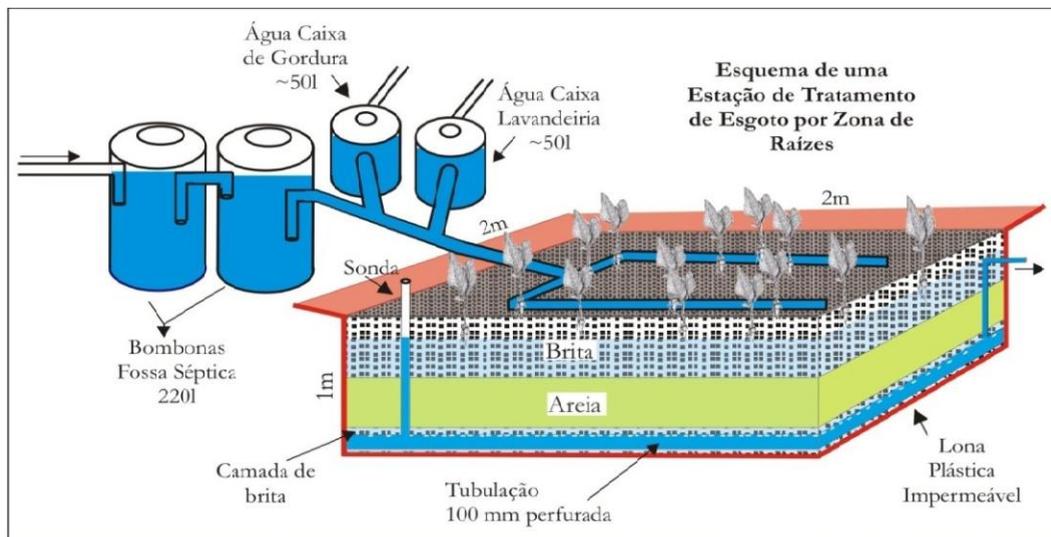


Figura 1: Perfil da estrutura de uma ETEZR

Fonte: PAROLIN, Metal(2010)

Na construção do sistema de captação do efluente foram escavadas valas para a instalação da rede de captação que levará o efluente até a ETEZR, tubulações de PVC de 100 mm para o transporte do efluente, junto a estas tubulações foram instaladas duas bombonas de 240 litros e duas de 60 litros. A figura 3 mostra como foi feito o sistema de captação dos efluentes e a instalação das bombonas.

Após as ETEZR serem instaladas, alguns cuidados devem ser continuamente observados pelos moradores, principalmente no tocante à limpeza da caixa de gordura (todas as vezes que estiver cheia), a troca do carvão da bomba que recebe esgoto da lavanderia (duas vezes por ano). Além desses cuidados, os moradores devem evitar jogar filtros de cigarro e papel higiênico no vaso sanitário e não jogar materiais no seu interior que possam entupidas. Vale lembrar que estas foram recomendações repassadas aos moradores das propriedades pelos pesquisadores.



Figura 2 - Algumas das etapas de montagem de uma ETEZR



Figura 3 - Algumas das etapas de montagem de uma ETEZR

O valor de construção de uma unidade ETEZR é de aproximadamente R\$ 1.000,00 (um mil reais), este valor pode mudar dependendo do material utilizado e da diária da mão-de-obra do local. Sua vida útil de aproximadamente 10 a 15 anos dependendo dos cuidados dos proprietários e a sua manutenção.

Foram realizadas 33 análises (11 para cada ETEZR) de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5), Demanda Química de Oxigênio (DQO), e fósforo (STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 1977).

Também foram realizadas sete análises de pH, e turbidez. Estas análises foram executadas in loco com aparelho portátil.

Além das coletas de efluentes para análise, durante as visitas, verificou-se a condição das ETEZR.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

As três ETEZR estudadas estão localizadas nos municípios de Rancho Alegre do Oeste e Campo Mourão. A ETEZR de campo Mourão esta localizada na Vila Rural Flor do Campo ($24^{\circ}00'56.59''S/52^{\circ}24'49.83''W$), distante 4.500m do centro da cidade (Figura 4).



Figura 4: Imagens de satélites. Imagem superior vista aérea de parte da cidade de Campo Mourão com destaque para Vila Rural Flor do Campo; Imagem inferior, Vila Rural Flor do Campo, com destaque para localização da ETEZR instalada.

Fonte: GOOGLE EARTH® 2011

A Vila Rural Flor do Campo mesmo estando distante da periferia urbana da cidade de Campo Mourão, tem uma distribuição de casas e lotes semelhantes aos bairros da cidade (Figura 4), inclusive com água encanada.

As duas ETEZR do município de Rancho Alegre do Oeste estão localizadas nas coordenadas $24^{\circ}18'28.46''S/52^{\circ}57'46.49''W$ (ETEZR nº1) e $24^{\circ}18'13.31''S/52^{\circ}57'29.79''W$ (ETEZR nº2) (Figura 5). Como podem ser observadas na figura 5 as ETEZR instaladas em Rancho Alegre do oeste estão praticamente inseridas no perímetro urbano da cidade.



Figura 5: imagem de satélite da cidade de Rancho Alegre do Oeste, com destaque para localização dos ETEZR instaladas.

Fonte: GOOGLE EARTH® 2011

RESULTADOS/DISCUSSÃO

Os resultados das análises das três estações estão expressos na Tabela 1. Em relação ao pH no efluente não tratado a média foi de 6,8 e nos efluentes tratados de 6,5.

No caso da turbidez a melhora ficou entre 77% e 89%, a figura 6 mostra a significativa melhora neste parâmetro. Já os níveis da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) a eficiência média foi de 84,6%, sendo a caracterização geral do esgoto antes do tratamento como esgoto forte, e, após como esgoto fraco (METCALF e EDDY, 2003) (Tabela 1). Em relação a Demanda Química de Oxigênio (DQO) a média foi de 410,9

mg/l e nos efluentes tratados de 70,5 mg/l, a eficiência foi acima de 83,7%, o esgoto passou de uma condição média para uma condição fraca (METCLAF e EDDY, 2003) (Tabela 1).

Tabela 1 - resultados de análises nas 3 ETEZR estudadas em relação às médias de: pH, turbidez UNT's, DBO₅ mg/l, DQO mg/l, relação DQO₅/DBO mg/l e fósforo mg/l, e percentual de eficiência da ETEZR.

Parâmetro	Efluente	Campo Mourão	Rancho Alegre do Oeste		Médias
PH	Bruto	6,9	6,7	6,8	6,8
	Tratado	6,7	6,4	6,5	6,5
TURBIDEZ NTU	Bruto	30	22	24	25,3
	Tratado	5	5	5	5
	Eficiência (%)	83	77	79	79,7
DBO ₅ mg/l	Bruto	285,2	303,4	195,7	261,4
	Caracterização*	forte	forte	médio	forte
	Tratado	33,2	55,3	32,3	40,3
	Caracterização*	fraco	fraco	fraco	fraco
	Eficiência (%)	88,4	81,8	83,5	84,6
DQO mg/l	Bruto	180,2	720,5	332,2	411,0
	Caracterização*	médio	forte	médio	médio
	Tratado	60,5	96,8	54,3	70,5
	Caracterização*	fraco	fraco	fraco	fraco
DBO ₅ /DQO mg/l	Bruto	1,7	2,4	1,7	1,9
	Tratado	1,8	1,8	1,7	1,8
FÓSFORO mg/l	Bruto	5,7	7,8	5,7	6,4
	Caracterização*	médio	médio	médio	médio
	Tratado	1,2	1,5	2,2	1,6
	Caracterização*	F	F	F	F

*Metcalf e Eddy (2003).

A relação entre DQO/DBO₅ mg/l (Tabela 2) para o esgoto bruto foi de 1,9 e para o tratado 1,8. Tais valores estão de acordo com os propostos por Von Sperling (1996), que indica relação variando entre 1,7 a 2,4 para esgotos domésticos brutos.

O fósforo apresentou média de 6,4 mg/l para efluentes não tratados e de 1,63 mg/l para o efluente tratado (Tabela 1), configurando uma eficiência média de 85%.



Figura 6: Efluente antes (esquerda) e depois do tratamento (direita) pela ETEZR.
Fonte: PAGLIARINI et al (2011)

Durante 16 visitas das 70 realizadas em cada ETEZR instaladas verificou-se a falta de manutenção e diversos tipos de entupimento (Figura 7).



Figura 7: Fotos mostrando diversos entupimentos detectados.

Fonte. Pagliarini et al

A falta de manutenção por parte dos proprietários constitui-se em um grave problema, principalmente na vida útil e na eficiência de tratamento da mesma. No caso específico os problemas foram resolvidos pela equipe que coletava o esgoto para análise, constatou-se de forma preocupante o não envolvimento por parte dos proprietários, na manutenção das ETEZR.

CONCLUSÃO

Com as informações obtidas pelas análises laboratoriais dos efluentes coletados e observações realizadas, pode-se concluir que as ETEZR, configuram-se em um sistema ambiental alternativo muito eficiente no tratamento de esgoto não tratados. Em que pese o fato das ETEZR avaliadas estarem localizadas em áreas consideradas rurais, sua proximidade com áreas urbanas levam inevitavelmente à consideração de seu uso em

áreas urbanas. No entanto, sua implementação dependerá de um amplo processo de educação ambiental, para que a vida útil e a eficiência de tal sistema sejam levadas a termo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq processos 573504/2008-3 (Campo Mourão) e 574393/2008-0. (Rancho Alegre do Oeste). O primeiro autor também agradece o CNPq pela bolsa de Iniciação Científica e Tecnológica.

REFERÊNCIAS

BRASÍLIA. Ministério da Saúde. **PORTARIA N.º 518 de 25 de Março de 2004**. Disponível em: <http://www.agrolab.com.br/portaria%20518_04.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2011.

BRASIL. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Regulamenta o art. 1º, III da Constituição Federal, Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 8 de janeiro de 1997; 176º da Independência e 109º da República. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/leis/federal/9433_97_lei_aguas.pdf>. Acessado em: 22 abr. 2011.

Conexão saúde. **PRINCIPAIS DOENÇAS CAUDAS POR HELMINTOS**. 27 de novembro de 2010. Disponível em: <http://anacliecat2010.blogspot.com/2010/11/principais-doencas-causadaspor_27.html>. Acesso em 14 mar. 2011.

Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357**. 18 de março de 2005. Disponível em: <http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php?title=Resolu%C3%A7%C3%A3o_CONAMA_n%C2%BA_357/2005>. Acesso em 13 abr. 2011.

COSTA, Mirian Cândida da et al. **DOENÇAS PARASITÁRIAS: Parasitology Illness**; Disponível em: <<http://www.saudeemmovimento.com.br/revista/artigos/cienciasfarmaceuticas/v1n1a17.pdf>>. Acesso: em 14 mar. 2011.

DOMICILIANO, R.T.; PAROLIN, M.; CRISPIM, J.Q. **Tratamento de esgotos domésticos rurais por meio de zonas de raízes - Rancho Alegre do Oeste/PR**. In: 17º. Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo (SIICUSP), 2009, São Paulo. 17º. Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo (SIICUSP), 2009.

Esgoto é Vida. **DOSSIÊ DO SANEAMENTO:** Não há Saúde sem saneamento. Disponível em: <http://www.esgotoevida.org.br/saude_saneamento.php>. Acesso em: 15 mar. 2011.

Esgoto é vida. **DOSSIÊ DO SANEAMENTO:** Água x Esgoto. Disponível em: http://www.esgotoevida.org.br/agua_esgoto.php>. Acesso em: 15 mar. 2011.

PAROLIN, Mauro et al. **Avaliação das estações de tratameto de esgoto por zona de raízes.** C a m p o M o u r á o , 2 0 1 0 . Disponível em:<http://www.fecilcam.br/nupem/anais_v_epct/PDF/ciencias_exatas/15_%20PAROLIN_CRISPIM_SANTOS.pdf>. Acessod em 29 mar. 2011.

SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento.** Brasília: Ministério da Saúde, 1994. 255 p. KAICK, T.S.V. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná.** 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

KAICK, T.S.V.; MACEDO, C.X de. Projeto Saúde Comunitária, educação e conservação para a região de Guaraqueçaba - Paraná, Brasil. **REVISTA DO III CONGRESSO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2002. KAICK, T.S.V.; SIPINSKI, M.A. Estação de tratamento de Esgoto (ETE) piloto na reserva Morro da Mina/SPVS, Antonina-Paraná. **Cadernos do Litoral 3**, Curitiba, v. 3, p. 20-22,2000.

KAICK, T.S.V.; MACEDO, C.X de; PRESZNHUK, R.A. de O. Paisagismo funcional – estação de tratamento de esgoto por zona de raízes sistema auto-sustentável e promotor de bemestar e consciência ecológica. In: Denise Hamú de la Penha; Samuel Roiphe Barreto e Sérgio Augusto Ribeiro. (Org.). **Mostra água para a vida, água para todos: boas práticas em saneamento.** Brasília: WWF, 2005, v. 1, p. 120-135.

KRESSE, K. Água potable y saniamento: Los avances en los últimos años son insuficientes. **Desenvolvimento e Cooperação.** Berlin, n. 2, p.26-29,1997. LEMES, J.L.V.B.; SCHIRMER, W.N.; CALDEIRA, T.V.; VAN KAICK, T.V.; ABEL, O.; BÁRBARA, R. R. Tratamento de esgoto por meio de zona de raízes, em comunidade rural. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 169-179, abr./jun. 2008.

MARTINETTI, T.H.; TEIXEIRA, B.A.; SHIMBO, I. **Sistematização e comparação de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais.** In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em:<www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-360.pdf>. Acesso em: 06 set. 2010.

PIERRI, N.; CHANG, M.; KAICK, T.S.V. **Action Research project: technical and socially**

innovative sanitation solutions for fishing communities in environmental protected areas. The case of Island das Peças, Paraná, Brazil. In: PACEM IN MARIBUS PIM XXXII, 2007, Gzira. Waves of change: women, youth and the sea: partnering for the protection of the marine environment and the sustainable use of its resources, 2007, Gzira., 2007.

RIBAS, T.B.C.; FIORINI, M.P. **Avaliação do funcionamento e eficiência da estacao de tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes no município de Jacaréi - SP.** In: VIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS GRADUAÇÃO - UNIVAP, 2004, São José dos Campos, 2004. Disponível em: <[www.inicepg.univap.br /cd/INIC_2004/trabalhos/.../IC2-32.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/.../IC2-32.pdf)>. Acesso em: 6 set. 2010.

SILVA, A.E da. **Tecnologia de Tratamento, Polimento e Reciclagem de Água por Zona de Raízes” .Portal Tratamento de Água, 2008.** Disponível em:<http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Biblioteca _Detalhe.aspx?codigo=361>. Acesso em: 6 set. 2010.

VON SPERLING, M.1996. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Belo Horizonte: DESA – Universidade Federal de Minas Gerais, 211p.