

THAYZE ROCHELE SABEI

IMPLEMENTAÇÃO
DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAIZES
NA COMUNIDADE RURAL COLONIA MERGULHÃO, SÃO JOSÉ DOS
PINHAIS - PR

CURITIBA
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA E MEIO AMBIENTE
SETOR CIENCIAS AGRARIAS

THAYZE ROCHELE SABEI

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR
ZONA DE RAÍZES NA COMUNIDADE RURAL COLÔNIA MERGULHÃO, SÃO
JOSÉ DOS PINHAIS - PR

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de especialista em Economia e Meio Ambiente no curso de Pós-graduação em Economia e Meio Ambiente do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dr. Tamara Simone van Kaick

CURITIBA
2013

SABEI, Thayze Rochele. Implementação de uma Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes na Comunidade Rural Colônia Mergulhão, São José dos Pinhais – PR. Programa de Pós-Graduação em Economia e Meio Ambiente. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

RESUMO

A falta de tratamento de esgoto doméstico, um dos maiores problemas ambientais da população brasileira. O problema é ainda mais grave nas comunidades rurais e de baixa renda. A procura por estruturas de saneamento mais sustentáveis e mais baratas nos levam à busca de alternativas de tratamento que possam atender de forma adequada a demanda do atual déficit de tratamento de esgoto. O presente trabalho consiste na implantação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes na comunidade Rural Colônia Mergulhão, São José dos Pinhais com o acompanhamento dos moradores, os quais deverão ser capacitados para monitorar e realizar pequenas manutenções. No município, apenas a população urbana possui rede de coleta e tratamento de esgoto, e neste aspecto, sabendo que a infraestrutura de saneamento básico é inexistente nesta comunidade, buscou-se desenvolver um trabalho de sensibilização juntamente com a implantação do sistema. A sensibilização realizada e a troca de informações entre os envolvidos promoveram grande aceitação por parte da comunidade local, tornando possível a transferência desta tecnologia alternativa para o tratamento de esgoto. A parceria realizada com o Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Rural (EMATER) foi fundamental para o desenvolvimento do sistema. A Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes (ETEZR) foi projetada para atender 160 pessoas e teve um custo de R\$ 3.473,00, o que representa uma média de R\$ 21,00 por pessoa. Por se tratar de um método simples que não necessita de mão de obra especializada, ser de baixo custo, e por ser descentralizada a construção da ETE por zona de Raízes, serviu como um instrumento de mobilização social, que promoveu a participação e a inserção da comunidade na busca de soluções aos problemas locais. Além disso, a ETE pôde servir como apoio na educação ambiental, sendo esta utilizada para esclarecer a importância da preservação da qualidade das águas.

Palavras chave: Saneamento Ambiental; Comunidades Rurais, Wetlands Construídos.

SABEI, Thayze Rochele. Implementação de uma Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes na Comunidade Rural Colônia Mergulhão, São José dos Pinhais – PR. Programa de Pós-Graduação em Economia e Meio Ambiente. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

ABSTRACT

The lack of treatment of domestic sewage, one of the biggest environmental problems of the Brazilian population. The problem is even more serious in rural communities and low-income neighborhoods. The demand for sanitation facilities more sustainable and cheaper lead us to search for alternatives of treatment that may meet in a manner appropriate to the demand of the current deficit of sewage treatment. The present work consists in deploying a sewage treatment station per zone of roots in Rural community Cologne Mergulhao, São José dos Pinhais with the monitoring of residents, which will be trained to monitor and perform minor maintenance. In the district, only the urban population has network of sewage collection and treatment, and in this respect, knowing that the infrastructure of basic sanitation is non-existent in this community, we sought to develop a sensitization work along with the deployment of the system. The sensitization performed and the exchange of information between the involved promoted great acceptance by the local community, making it possible to transfer this alternative technology for the treatment of sewage. The partnership performed with the Parana Institute of Technical Assistance and Rural (EMATER) was essential for the development of the system. The Sewage Treatment Station per Zone of Roots (ETEZR) was designed to serve 160 people and had a cost of R\$ 3.473,00 which represents an average of R\$ 21.00 per person. Because it is a simple method that does not require specialized labor, being of low cost, and by be decentralised to the construction of the ETE per zone of Roots, served as an instrument of social mobilization, which promoted the participation and integration of the community in the search for solutions to local problems. In addition, the ETE can serve as a support for environmental education, which is used to clarify the importance of the preservation of water quality.

Keywords: Environmental Sanitation, Community Rurais, Constructed Wetlands.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 SANEAMENTO	7
2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAIZES – ETEZR'S. (WETLANDS).....	8
2.2.1 Wetlands Naturais.....	9
2.2.2 Wetlands Construídas de Fluxo Superficial (FS)	10
2.2.3 Wetlands Construídas de Fluxo Subsuperficial (FSS)	11
3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL	13
3.1 SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	16
4.2 PROCESSO DE SENSIBILIZAÇÃO	17
4.3 CONSTRUÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES	18
4.4 ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DA ETEZR.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais da população brasileira é a falta de tratamento do esgoto doméstico. No Brasil, segundo o IBGE (2010), 47,2% da população não possui rede coletora de esgoto, e a fossa séptica também é pouco utilizada. Cerca de 100 milhões de habitantes não dispõem desses serviços, e em comunidades rurais ou de baixa renda o problema é ainda maior. No Paraná segundo o IPARDES (2007), 83,6% dos domicílios são atendidos pelos serviços de abastecimento de água potável, mas apenas 37,6% são atendidos por rede coletora de esgoto que nem sempre trata adequadamente o do esgoto coletado.

Segundo FUNASA (2010), o investimento em saneamento é de aproximadamente 1 para 4, ou seja, a cada R\$1,00 investido, temos cerca de R\$4,00 economizados com saúde, estando o saneamento diretamente relacionado com a saúde pública. A distribuição de água encanada e tratada é a um grande benefício para as comunidades, mas se esse serviço não vier acompanhado de um sistema de tratamento de esgoto adequado poderá, em certos casos, não acabar com os problemas de saúde relacionados à veiculação hídrica, tal como verminoses, hepatite e diarreia. Este cenário é a realidade de grande parte da população da zona rural dos países em desenvolvimento, (DOMICILIANO, *et al.* 2009).

A busca por estruturas de saneamento mais sustentáveis e ao mesmo tempo mais baratas nos levam à busca de alternativas de tratamento que possam atender de forma adequada a demanda do atual déficit de tratamento de esgoto. Uma das alternativas que pode ser viável é o sistema de tratamento por zonas de raízes, uma tipologia de wetland construído, que utiliza um biofiltro vegetado para o tratamento das águas residuais, que vem sendo aplicada em zonas rurais atendendo pequenas comunidades, escolas e residências unifamiliares, ocupando pequeno espaço na área externa da residência, e ainda pode ser integrado de forma não agressiva ao ambiente (PAGLIARINE JÚNIOR, *et al.* 2012).

Neste sistema, eficiente e de baixo custo, a degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre por meio da ação das bactérias e fungos que se encontram em simbiose com as raízes das plantas, formação de biofilme no substrato artificial, detenção hidráulica e evapotranspiração (PARKINSON, *et al*/2004).

Será proposto nesse trabalho solucionar essa problemática da falta de saneamento, com a implementação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes, na comunidade rural Colônia Mergulhão em São José dos Pinhais – PR, com o acompanhamento dos moradores, os quais deverão ser capacitados para monitorar e realizar pequenas manutenções.

Durante a instalação da estação de tratamento, serão difundidos os conceitos da Educação Ambiental dando enfoque no saneamento para a comunidade local, de modo a sensibilizá-los da necessidade de tratamento, e conscientizá-los da eficácia dessa nova tecnologia neste projeto de extensão universitária.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SANEAMENTO

O saneamento básico no Brasil constitui um grande desafio a ser alcançado e necessita de um maior envolvimento da sociedade como um todo. Os serviços de saneamento devem promover a qualidade de vida da população, bem como proteger os recursos naturais. Em relação ao saneamento rural, as dificuldades também são significativas, uma vez que a falta de cuidado pode gerar problemas com a qualidade da água e o meio ambiente, representando um risco à saúde das pessoas (TEIXEIRA, 2010).

Para garantir à população melhores condições de saúde, evitar a proliferação de vetores e doenças, e ainda preservar o meio ambiente, o Plano Nacional de Saneamento estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico presentes na Lei nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes

nacionais para o saneamento básico, e o define como um conjunto de serviços, infra-estrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, possui princípios como integralidade, equidade, universalidade, planejamento, intersetorialidade e o controle social (BRASIL, 2007).

Na área rural os problemas relativos ao saneamento podem ser ainda maiores, pois além da dificuldade existente na ligação com a rede coletora de esgoto, algumas atividades realizadas podem agravar a poluição. Para exemplificar, cita-se a atividade da suinocultura, a utilização de fertilizantes, agrotóxicos, a uso abusivo de água na irrigação. Isto demonstra claramente que os impactos decorrentes de uma estrutura de saneamento inadequada no meio rural podem ser superiores àqueles produzidos nos grandes centros urbanos (LAUTENSCHLAGER,2001).

2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES – ETEZR'S. (WETLANDS)

Os primeiros estudos com sistema de zona de raízes ou também conhecido por Wetlands construídos de fluxo vertical, foram realizados na década de 70 na Alemanha, e eram denominados inicialmente como Max Planck InstitutProcess, cuja concepção de tratamento é análoga aos filtros de areia. O esgoto precisa passar antes pela fossa séptica para depois ser lançado por meio de tubulações perfuradas na área plantada do filtro, ou seja, na zona de raízes plantada em cima de um filtro físico composto por um material de suporte como cascalho ou pedra britada e areia grossa (VAN KAICK, 2002).

Os Wetlands podem ser classificados de diversas formas dependendo do tipo de plantas, se são naturais ou construídas, e de seus objetivos. A construção planejada de wetlands constitui tecnologia relativamente recente. Tais wetlands procuram introduzir organismos com o objetivo principal de prover a melhoria da qualidade da água. Estes sistemas também têm sido utilizados como instrumentos importantes no controle de inundações e para a produção

de alimentos. Wetlands construídas para tratamento podem ser edificadas acima ou abaixo da superfície do solo existente, o que geralmente envolve a necessidade de movimento de terra (Toniato, 2005).

São descritas três alternativas de wetlands: wetlands construídas apresentando fluxo superficial (FS) ou fluxo subsuperficial (FSS) e wetlands naturais apresentando fluxo superficial. Um grande número de variações de projeto existe para cada uma destas alternativas. Além destas três alternativas de wetlands, pode-se ainda combiná-las entre si, ou com outratecnologias naturais e criar sistemas híbridos que satisfaçam necessidades específicas. Cada alternativa tem vantagens e desvantagens para aplicações diferentes.

2.2.1 Wetlands Naturais

As wetlands naturais usadas para o tratamento de águas residuárias necessitam de um menor esforço do ponto de vista de projeto do que as wetlands construídas. Nas wetlands naturais somente o efluente a ser tratado é um dado de projeto, as outras variáveis de projeto são pré-fixadas. Do ponto de vista qualitativo wetlands naturais incluem os mesmos componentes que as wetlands construídas onde os principais componentes de um sistema de tratamento de wetland natural, sendo: Sistema de entrada do afluente; Área submersa da wetland; Vegetação natural; Meio poroso; Sistema de saída do efluente (TONIATO, 2005).

A distribuição do fluxo de entrada em wetlands naturais pode afetar a eficiência de remoção de poluentes. Isto pode ocorrer devido a caminhos preferenciais onde ocorre redução do tempo de detenção hidráulico. Podem ser incluídas estruturas de saída em wetlands naturais, porém, na maioria dos casos, é viável manter a configuração do fluxo natural de saída.

2.2.2 Wetlands Construídas de Fluxo Superficial (FS)

Segundo Toniato, (2005), estas wetlands construídas procuram reproduzir o comportamento de wetlands naturais, principalmente aquelas que apresentam fluxos superficiais rasos. São quatro as características principais de wetlands deste tipo, as quais podem apresentar configurações distintas de: Dispositivo de entrada do afluente; Dique; Plantas; Dispositivo de saída do efluente. Os dispositivos de entrada de wetlands construídas são projetados de modo a se tentar otimizar o fluxo superficial do material afluente com relação à eficiência de tratamento.

As plantas são as principais responsáveis pela reciclagem de sais minerais e também funcionam para remover substâncias contendo metais pesados e compostos orgânicos tóxicos.

Os dispositivos de saída em wetlands construídas de fluxo superficial coletam a água superficial e a dirigem para jusante. Tais dispositivos são também utilizados para controlar o fluxo do efluente.

As wetlands podem ser projetadas e operadas para que exista uma quantidade adequada de água que permita o estabelecimento da vegetação. Porém, se a vazão de entrada for limitada ou se esta for variável no tempo, uma wetland construída para tratamento pode chegar ao ponto de se tornar seca, impossibilitando a fixação da vegetação. Quando é necessário proteger a qualidade da água do lençol freático, então são adicionadas camadas impermeáveis de solo ou de membranas geosintéticas.

Tais camadas de solo são frequentemente constituídas de bentonita ou então emprega-se mantas sintéticas de cloreto de polivinila (PVC) ou de polietileno de alta densidade (HDPE). Um componente final para a formação do solo de uma wetland construído para tratamento é constituído por plantas apresentando propriedades de enraizamento adequadas. O substrato tem que permitir o crescimento das raízes para a estabilidade estrutural e nutrição das plantas, que ocorre com a introdução do esgoto no sistema. As plantas são as principais responsáveis pela reciclagem de sais minerais e também funcionam para remover substâncias contendo metais pesados e compostos orgânicos tóxicos (VAN KAICK, 2002; TONIATO, 2005 e SEZERINO, 2006).

2.2.3 Wetlands Construídas de Fluxo Subsuperficial (FSS)

Tais sistemas tratam as águas residuárias passando-as através de meios porosos contendo raízes de plantas, por meio de fluxos horizontais ou verticais. Para Toniato, (2005) os componentes principais de uma wetland construída do tipo FSS são: Sistema de entrada do afluente; Dique; O meio poroso; Tipos de plantas; Sistema de controle de saída do efluente; Planta; Corte; Canal de coleta do efluente. O sistema de entrada e a configuração do dique em wetlands construídas de FSS apresentam objetivos análogos aos das wetlands do tipo FS, porém eles são projetados de um modo diferente, pois a operação destes devem manter todo o fluxo subsuperficial, ou sua maior parte, através do meio poroso.

No Paraná os primeiros trabalhos com ETEZR's (Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes), (Figura 01), foram realizados no Estado do Paraná por : 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; Lemes et al. (2008), Pierre et al. (2007), entre outros.

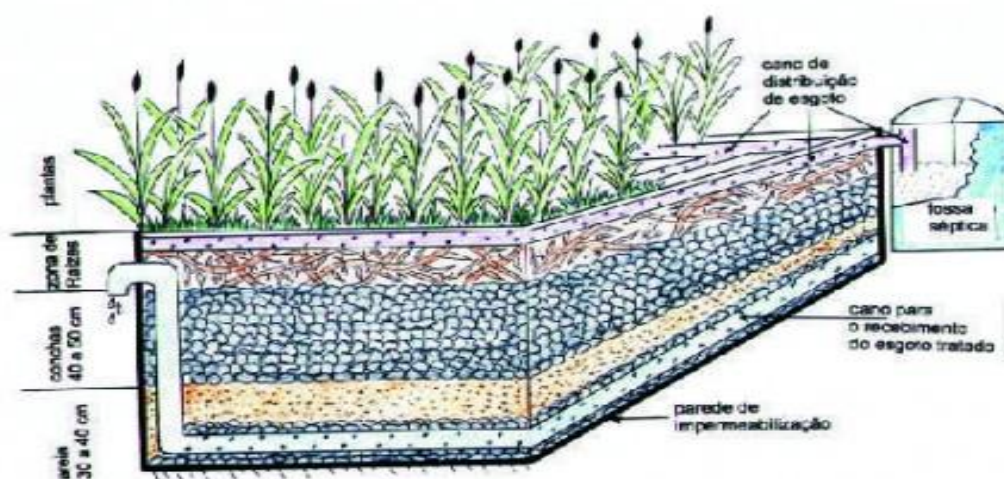


Fig. 1 - Esquema da ETE por meio de Zona de Raízes.
Fonte: van Kaick, 2002.

A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microorganismos. A função principal das plantas consiste em fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas que possibilitam o desenvolvimento de uma população densa de microorganismos, e que são responsáveis pela remoção dos poluentes da água. A água tratada e polida no sistema de Zona de Raízes pode ser 100% reciclada (SILVA, 2008).

As plantas que compõem a zona de raízes neste sistema, independentemente do gênero a que pertençam, devem ter no mínimo características básicas como: aerênquimas bem desenvolvidos no caule e raízes que devem ser em forma de cabeleira, devem ser de preferência nativas da região ou da área de instalação da ETE, por estarem adaptadas às condições climáticas do local da instalação das ETEs (VAN KAICK, 2002; SEZERINO, 2006)

Essas plantas adotadas devem ser macrófitas. Podendo ser: *Zantedeschiaaethiopica* (Copo de leite), *Phragmitesaustralis* (Junco); *Hedychiumcoronarium* (Lírio-do-brejo, borboleta, lágrima-de-moça) entre outras. Recomenda-se o plantio das mudas três (03) meses após o início do funcionamento do sistema, aguardando a adaptação biológica, ou assim que a ETE estiver com líquido na sua cota máxima. A escolha da espécie vegetal a ser adotada ainda está em fase de verificação (SEZERINO, 2006)

Lemes *et al.* (2008) descreve a primeira etapa da implantação do sistema de tratamento de zona de raízes realizado em duas residências rurais no distrito de Gonçalves Júnior, município de Irati, no Paraná, onde houve a conversão das propriedades familiares de agricultores para a produção agroecologia e de produtos orgânicos exigindo assim adequar o sistema de tratamento para atender as exigências para a certificação de propriedades de produção orgânica. Foi construída uma ETE com volume de 6 m³, impermeabilizada com lona plástica e composta por um filtro contendo brita e areia granulométrica pré definida, teve um custo de R\$ 844,50 e atendeu as duas residências. Atualmente, a ETE está servindo para trabalhos de educação ambiental nas escolas da região, e na conscientização local da comunidade demonstrando sua importância no tratamento de esgoto.

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) com o objetivo de avaliar a capacidade e eficiência do tratamento de esgoto. As ETEZR foram construídas em pequenas propriedades rurais (<10 hectares). Os resultados das avaliações foram positivas e foram relatados por Domiciliano et al. (2009), onde informa que os primeiros resultados houve uma melhoria na qualidade física do efluente como Ph, oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade atendendo aos padrões de lançamento preconizados na Resolução CONAMA 357/2005.

Apesar da existência de várias pesquisas sobre tratamento de esgotos com plantas no Brasil, ainda são poucos os sistemas avaliados continuamente e por um longo período de tempo, e nem sempre os parâmetros de análise e a metodologia de condução adotada pelos pesquisadores são as mesmas, gerando, às vezes, dificuldades de comparação entre os diversos trabalhos (VALENTIM, 2003).

Esses tipos de sistemas são bastante apreciados, pois tem um potencial paisagístico muito bonito, que é oferecido pelas plantas, quando florescem e se integram de forma agradável seja em um espaço residencial rural, em empresas, escolas ou em qualquer outro lugar onde sejam aplicados.

O tratamento de efluentes possui inúmeras interfaces com a Educação Ambiental, dentre as quais podemos citar a construção da cidadania e seu pleno exercício, expresso na participação ativa e crítica dos cidadãos nas instâncias de decisões, em diversos níveis.

3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A criação de políticas públicas ambientais é pensada, principalmente, a partir da Constituição Federal de 1988, que incluiu um capítulo específico para a questão do meio ambiente. Apesar da institucionalização da Educação Ambiental ter ocorrido com a PNMA, em 1981, só 18 anos depois, em 27 de

abril de 1999 foi sancionada a Lei Nº 9.795, que dispõem sobre a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Seus princípios básicos são praticamente os mesmos do ProNEA. I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo; II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade; III - o pluralismo de idéias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade; IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais; V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo; VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo; VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais; VIII - o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2008).

A Educação Ambiental, segundo Oliveira (2000), deve gerar conhecimento local, sem perder de vista o global, precisa necessariamente revitalizar a pesquisa de campo no sentido de uma participação na pesquisa que envolva pais, estudantes, professores e a comunidade, sendo um passo fundamental para a conquista da cidadania.

Esse processo educativo deve contemplar diversas fases e abordagens, consiste na divulgação de informações compreensíveis e de fácil acesso para a comunidade, visando sensibilizá-las para a problemática da crise ambiental e suas inter-relações com os recursos ambientais.

Segundo Scarlato (1992), se as pessoas adotarem conscientemente alguns princípios elementares de comportamento com relação ao meio ambiente possa, alterar de maneira significativa a atual tendência de comprometimento da qualidade de vida e para isso é fundamental divulgar informações sobre as questões ambientais no local, através do processo de Educação Ambiental, seja formal, não formal e informal.

Educação Ambiental formal para Amaral (2001), constitui os processos pedagógicos destinados à formação ambiental dos indivíduos e grupos sociais através de conteúdos e disciplinas formalmente organizados e avaliados pelo sistema educacional público e privado em séries seqüenciais da escola infantil ao 3º grau. Sua principal característica é a de não constituir-se em disciplina isolada, mas a de ser integrada em todas as disciplinas.

Segundo Da Silva, (2008) a Educação Ambiental não formal é exercida em variados espaços da vida social com conteúdos, metodologias, componentes e formas de ação diferentes da formal. Ela é exercida por diversas entidades como: sindicatos, ONG's, empresas privadas, secretárias de governo, associações de bairros e igrejas. Embora rica em parceria, é bem menos estruturada do que a Educação Ambiental formal e, por exemplo, atividades dirigidas e realizadas por associações de moradores em parques e áreas verdes com a população usuária desses espaços públicos; cursos e seminários sobre as questões ambientais, promovidos por instituições governamentais e não governamentais; e pesquisas e atividades financiadas por organismos (internacionais ou nacionais) com diferentes atores da sociedade civil.

Já a Educação Ambiental informal é exercida em diversos espaços da vida social, mas não necessariamente possui compromisso com a sua continuidade. Não se exige, também, que defina claramente sua forma de ação, metodologia e tipos de avaliação. Por exemplo, os meios de comunicação escrita e falada têm enfatizado, atualmente, os temas ambientais, mas com o objetivo informativo. Alguns canais de televisão produzem programas periódicos com temas relacionados ao meio ambiente, porém a população não tem o compromisso de acompanhar e nem interagir com esses programas (DA SILVA, 2008).

3.1 SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL

A sensibilização ambiental tem como objetivo informar e esclarecer as pessoas sobre problemas ambientais e suas possíveis soluções. A sensibilização é por si só uma componente fundamental para a reflexão de um modelo de sociedade mais sustentável, indispensável para se exercer uma cidadania plena, visando a preservação do meio ambiente.

Sato e Santos (2001) afirmam que “é de importância fundamental sensibilizar os indivíduos e envolvê-los nos problemas ambientais, no sentido

de buscar soluções efetivas para o desenvolvimento econômico e o desenvolvimento humano”.

A sensibilização ambiental, segundo Azevedo (2012), pretende atingir uma predisposição da população para uma mudança de atitudes. Sensibilizar os indivíduos e envolvê-los nos problemas ambientais, no sentido de buscar soluções efetivas para questões importantes como o saneamento básico, por exemplo, é de fundamental importância (BERNA, 2004). De acordo com Azevedo (2012) embora a sensibilização seja uma etapa fundamental a verdadeira mudança de comportamento só pode ser verificada se a população for educada, ou seja, depois de sensibilizada lhe forem apresentados os meios da mudança que levem a uma atitude mais correta para com o meio ambiente.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada em São José dos Pinhais – PR uma cidade que é parte integrante do primeiro planalto paranaense, segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES (2006) possui uma latitude média de 900 metros, porém em algumas áreas de borda encontramos altitudes que variam de 300 a 1200 metros de altitude. O município abriga uma vasta rede de rios e córregos que drenam suas águas e correm para o rio Iguaçu, o maior rio que faz divisa com a cidade de Curitiba. Estes afluentes têm sua cabeceira na Serra do Mar e na sua maioria correm para o interior e alguns para o litoral paranaense.

O local em estudo será o Recanto São Miguel na Colônia mergulhão que fica localizado em área rural, entre as Colônias Acyoli, Murici e Rio Pequeno, a 10 Km da sede do município de São José dos Pinhais, sendo composta por agricultores e familiares descendentes de imigrantes europeus do município, situado na porção Sul da Região Metropolitana de Curitiba, no Paraná.

A comunidade tem identificação do potencial turístico da região que ocorreu em 1998, quando foi realizado o inventário para posterior elaboração do Plano de Desenvolvimento Turístico de São José dos Pinhais. Em 1999 iniciaram-se as reuniões participativas com a Comunidade, onde foi apresentada a proposta do projeto “Caminho do Vinho”. (Departamento De Turismo de SJP, 1999)

Hoje, a comunidade conta com a ajuda da Associação Caminho do Vinho – Colônia Mergulhão (ACAVIM) que foi instituída 2004, onde surgiu a necessidade de organizar os empreendimentos envolvidos na rota de turismo rural “Caminho do Vinho”, na área de abrangência da Colônia Mergulhão e arredores, buscando preservar a identidade rural da região, Entre os objetivos da ACAVIM está a aquisição de materiais de consumo, equipamentos e outros produtos de necessidade comum entre os diversos empreendimentos e/ou propriedades rurais na agricultura familiar, atendendo questões socioeconômicas. Destaca-se que a finalidade principal é reunir os associados e discutir pontos relacionados ao desenvolvimento do Caminho do Vinho, definir objetivos comuns e equipes de trabalho para atingi-los. (ACAVIM, 2004).

4.2 PROCESSO DE SENSIBILIZAÇÃO

O processo de sensibilização para essa problemática ambiental da falta de saneamento começa com o entendimento da necessidade de se enquadrar num sistema de tratamento desses efluentes que são lançados sem tratamento planejou-se uma reunião como estratégia para tal. Essa reunião foi marcada com os técnicos da EMATER, a ACAVIM a Secretaria Municipal da Agricultura e a VISA com um total de 21 pessoas e foi realizada no dia 10 de agosto de 2013. Na reunião foram apresentados os conceitos de saneamento básico, as tecnologias disponíveis, as possibilidades e estratégias de implantação, assim como forma definidos os primeiros usuários a se programarem para a instalação. Após as definições e determinadas às contrapartidas de cada parceria (EMATER, ACAVIM, VISA e Secretaria

Municipal da Agricultura), foi definido o cronograma da ação de implantação de Unidade Demonstrativa (U.D.), assim como a estratégia para o curso prático (Oficina) de construção que será realizado no dia da implantação da ETEZR.

4.3 CONSTRUÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES

O dimensionamento do sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes teve como base o cálculo da vazão estimada de acordo com o consumo de cada local e conforme sugerida pela norma NBR 7229/1993.

A instalação das ETE's foi realizada no formato de um mini-curso (oficina), com o acompanhamento dos proprietários e dos moradores e técnicos interessados, tendo como objetivo repassar a importância desses sistemas bem como a estrutura, quais seriam as próximas etapas e ofertar conhecimento suficiente para terem capacitação de monitorar e realizar manutenções futuras, esclarecendo as dúvidas durante o processo de implementação da ETEZR.

Para a construção das ETE's foram utilizados parâmetros estruturais e de cálculo de área baseados em van Kaick (2002), Sezerino (2004) e Andrade *et al* (2012), devido ao fato de não existir nenhuma norma brasileira para esta tecnologia. A construção deve priorizar materiais de baixo custo e plantas nativas da região ou facilmente adaptáveis. Todo material utilizado na construção foi comprado pelo dono do empreendimento que aceitou implantar a ETEZR.

A fórmula (equação 01) utilizada para determinar o dimensionamento da ETE por zona de raízes, foi apresentada por ANDRADE *et al* (2012).

$$AT = TDH \times Q \times Pop / 0,46$$

Onde: AT= Área de Demanda (m²)

TDH = Tempos de Detenção Hidráulica (dias)

Q = Vazão (m³/dia)

Pop = Número de Usuários

*0,46 é o índice de espaços vazios para ZR com brita nº 2 e areia grossa.

Equação 01: equação para calcular a área da ETEZR da Colônia Mergulhão.

Fonte: ANDRADE (2012).

4.4 ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DA ETEZR.

O capital de investimento para a construção desta ETE por Zona de raízes no Recanto São Miguel, foi disponibilizado pelo proprietário.

Na Tabela 02, foram descritos os materiais necessários para a construção da ETE por zona de raízes, a quantidade e custos.

Tabela 02: Materiais e custos

Material	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Canos 100 mm	10	32,50	325,00
Canos 75 mm	5	29,99	149,99
Joelhos 75 mm	10	2,30	230,00
Tee 100 mm	2	2,90	5,80
Tee 75 mm	4	5,60	23,00
Areia Grossa m ³	4	64,90	259,90
Cimento saco 50 kg	5	21,42	107,10
Vedacit (vedante) kg	2	26,50	53,00
Manta bedin m	6	43,26	259,60
Pedra Brita m ³	4	77,40	309,60
Bloco de concreto 39x19x14 cm	230	2,38	547,40
Fossa p/ 12 pessoas	1	88,00	88,00
Máquina retro-escavadeira / hrs.	1	300,00	300,00
Pedreiro/ dia	2	500,00	1.000,00
Total			R\$ 3.473,00

Calculado o custo total da obra, o resultado foi dividido pelo número de usuários para identificar qual o custo por usuário. Para relacionar o tempo que a obra se paga, optou-se por identificar qual o valor médio mensal de lucro que o empreendimento tem, afim e identificar em quanto tempo o teria o retorno desse investimento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho de implementação da ETEZR foi por meio de uma parceria entre a EMATER, a Secretaria Municipal de Agricultura de São José dos Pinhais, a VISA e a ACAVIM, e ocorreu em duas etapas realizadas em um único dia 27 de agosto uma contextualização teórica e a realização do Mini-curso para construção da estação no empreendimento familiar Recanto São Miguel, que trabalha com o Turismo Rural no Caminho do Vinho.

A palestra foi realizada no dia do mini- curso, junto com a implantação do sistema e teve a participação (sob a orientação técnica) do biólogo Orlando Assis, do Instituto EMATER, na qual foi repassado a população a importância desses sistemas e suas formas de aplicação bem como a estrutura e demais assuntos sobre a mesma, totalizando a participação de 23 pessoas. Nesse mesmo dia iniciaram-se os procedimentos para preencher a área da ETEZR, que já estava devidamente escavada e impermeabilizada com material de alvenaria, compondo o substrato da mesma, e preparando o encanamento de distribuição dos esgoto na ETEZR e ramais de coleta do efluente tratado. O sistema de encanamento do empreendimento/restaurante (salão de eventos) proveniente dos banheiros passa primeiramente, pela fossa séptica e os da cozinha e tanque de limpeza passam pela caixa de gordura que são indispensáveis para o bom funcionamento do sistema. Após esse tratamento preliminar/primário, os efluentes seguem até a ETEZR para iniciar o processo de tratamento secundário.

O início da implementação do sistema se deu com a escavação do local feita por uma empresa especializada com a escavadeira. Após a escavação, o

tanque foi construído com tijolos e impermeabilizado com cimento para evitar infiltração no solo (Figura 02).

Para dimensionar a área necessária para realizar o tratamento de esgoto do empreendimento que faz parte da ACAVIM, e que se predispôs a financiar a obra, foram levantados os dados a serem utilizados no cálculo de dimensionamento da ETEZR que estão apresentados na tabela 01.

O tanque da ETEZR foi escavado seguindo as medidas corretas de suas dimensões, ou seja, 5,10 x 5,10 x 1,30 para largura, orientadas por técnicos da Emater seguindo o comprimento e profundidade, respectivamente. Esse sistema foi construído para atender a demanda de 160 pessoas. No dimensionamento da unidade de zona de raízes utilizou-se da fórmula ad hoc que considera o volume mínimo necessário para manutenção do TDH (Tempo de Detenção Hidráulica) adotado, em virtude da vazão e porosidade do meio filtrante.

Tabela 01: dados coletados para dimensionar a ETEZR do empreendimento que faz parte da ACAVIM, Colônia Mergulhão.

Dados	Números
Tempo de detenção hidráulica em dias (TDH)	3
Vazão por Habitante (m ³ /dia) Q	25l/dia/hab.
Número de usuários/pop.atendida	160

Dessa forma, o cálculo para o dimensionamento do tanque é:

$$AT = 3 (0,025 \times 160) / 0,46$$

$$AT = 3(4) / 0,46$$

$$AT = 12 / 0,46$$

$$AT = 26,08 \text{ m}^2 \text{ ou } 5,10 \text{ metros de largura } \times 5,10 \text{ metros de comprimento}$$

0,46 é o índice de espaços vazios para areia grossa e brita N.2 obtido por Andrade (2012).



Figura. 02. Tanque de raízes, pronto para receber os materiais filtrantes.
Fonte: Autora (2013).

Os canos utilizados para a preparação da tubulação e distribuição do efluente dentro do filtro possuem 100 mm de diâmetro e 6 m de comprimento de cada barra. Deste modo, foi necessário cortá-los para ficarem no tamanho condizente com o tamanho da ETEZR.

Para montar a tubulação que distribui o efluente pelo filtro com raízes, três canos de 100 mm foram utilizados e cortados no comprimento de 3,5 metros, e encaixados (Figura 03 A). Em seguida os canos foram perfurados (Figura 03 B), com uma broca de 7,5 mm, a fim de facilitar a distribuição do esgoto pelo sistema por toda a sua extensão e unidos através de canos “T” de 75 mm de comprimento, com o objetivo de formar um modelo tipo “garfo”.



Figura 03 A. Encaixe dos canos



Figura 03 B. Perfuração para distribuição.

Na parte superior dos canos, foi colocada uma manta (bidim) geotêxtil (Figura 04 A), pois, ao jogar o primeiro material filtrante (telhas reutilizadas), poderia ocorrer a entrada de pedaços menores do material utilizado de substrato (telhas quebradas), e com esta manta não haveria o problema de entupimento dos furos dos canos a serem utilizados como drenagem do efluente tratado. A primeira camada de material utilizado como substrato foram telhas quebradas, cobrindo uma profundidade de cerca de 40 cm. (Figura 04 B).



Figura 04 A. Colocação da Manta.



Figura 04 B. Preenchimento com telhas.

Na segunda camada, com a mesma profundidade de 40 cm, foi colocada areia grossa (Figura 5 A), acima da camada de telhas.

A terceira camada, com a mesma profundidade das anteriores, foi preenchida com camada de pedra brita nº 4, (Figura 05 B).

Com o término do preenchimento do material filtrante na ETEZR, foi colocada a tubulação de distribuição do afluente - que é o efluente pré-tratado pela fossa séptica e caixa de gordura, que já havia sido previamente medida e preparada com os furos.

O último passo foi a colocação de cobertura com pedra brita nº 2 (pedrisco), para evitar odores e a presença de insetos.

Com isso, a ETEZR instalada ficou pronta para o uso e preparada para o plantio, que necessita do efluente proveniente da fossa séptica para garantir a sobrevivência das plantas. As plantas foram adicionadas somente após 60 dias de funcionamento da ETE, visto que a estação demorou mais do que o previsto para atingir o limite de saturação previsto no planejamento da mesma.



Figura 05 A. Preenchimento com areia.



Figura 05 B. Pedras e tubulação.

O plantio das mudas foi feito 60 dias após a instalação da zona de raízes. As mudas foram plantadas tendo as suas raízes colocadas cerca de 5 cm de profundidade na camada de pedras. Foram indicadas 3 espécies para compor a zona de raízes desta ETEZR (Figura 06) sendo: *Zantedeschia aethiopica* (copo-de-leite), *Cyperus papyrus* (papiro), *Canna indica* (cana da Índia).

As mudas de copo- de leite foram doadas (obtidas) pela comunidade, pois existe em abundância no local, já o papiro e a cana da índia (obtida na comunidade vizinha), houve dificuldade em encontrar na região e foi preciso adquirir as mudas no comércio, para poder compor a vegetação inicial na estação.

O plantio das mesmas (Figura 06 A), foi realizado pelo próprio morador conforme orientação prestada pelos técnicos da Emater que já estava capacitado para o mesmo. E na (Figura 06 B) Estação de Tratamento com mudas já estabelecidas 60 dias após plantio com espécies e desenvolvimento.



Figura 06 A. Mudas 3 dias após plantio.

Figura 06 B. Mudas 60 dias após plantio.

O sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes, quando comparado com os sistemas convencionais utilizados, representa um grande diferencial com relação aos seus custos de implantação, operação e manutenção.

Considerando a análise de custos da implantação desse sistema, o capital de investimento para a construção desta ETE por Zona de raízes no Recanto São Miguel, totaliza o valor de R\$ 3.473,00. Pode-se mencionar que o investimento é de baixo custo, pois a população atendida pelo sistema é de 160 pessoas, ou seja, o capital de investimento é de R\$ 21.70 por pessoa.

Identificou que o valor médio de lucros da propriedade é de R\$ 2.100,00 e tirando valor de 5 % desse lucro por mês para cobrir os custos da obra seria R\$ 110,00 pode-se concluir que o proprietário vai levar 2 anos e 7 meses para recuperar o dinheiro que ele investiu no sistema. Dessa forma, a ETE por zona de raízes é uma tecnologia alternativa economicamente viável no tratamento de efluente sanitário quando comparado a sistemas convencionais de tratamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de tratamento de esgoto por zona de raízes mostrou-se ser aplicável em situações onde a infraestrutura de saneamento é inexistente, principalmente quando se trata de comunidades rurais afastadas dos centros urbanos. No caso da Comunidade Rural Colônia Mergulhão, a implantação da ETE foi uma proposta de saneamento descentralizado e atingiu resultados satisfatórios, pois se tornou um mecanismo de mobilização social em prol do benefício coletivo.

A participação e o acompanhamento da comunidade no desenvolvimento do projeto despertaram em alguns moradores o interesse em construir uma ETE por zona de raízes em suas propriedades, pois os mesmos puderam verificar na prática os benefícios do sistema no tratamento, e dessa forma o objetivo de transferência da tecnologia e sua replicabilidade foi alcançado.

Os custos operacionais deste sistema não são muito representativos, pois é economicamente viável não exigindo uma frequência determinada de monitoramento e operação.

Durante o desenvolvimento do projeto, a sensibilização, participação, envolvimento da comunidade, juntamente com o poder público, representado pela Secretaria Municipal da Agricultura, Emater, VISA e a Universidade através do projeto de pesquisa implantado, foi possível transferir e repassar a tecnologia para que a mesma possa servir como um projeto piloto para uma política pública de saneamento rural. Sendo assim, acredita-se que a solução

para os problemas ambientais em níveis globais, não depende de grandes tratados e acordos internacionais, mas sim de uma transformação social local, que posicione o cidadão na sua realidade, permitindo sua participação integral na busca de melhorias da sua qualidade de vida e do ambiente em que está inserido.

A estação de tratamento ainda encontra-se em fase de adaptação e não foi possível até o momento realizar coletas do efluente tratado para análises e verificação do grau de eficiência do tratamento.

Para a realização de novos projetos sugere-se treinamentos, trabalhos com os moradores da Comunidade sobre a construção, funcionamento, operação e manutenção da ETE e também o acompanhamento e orientação durante a execução de novos projetos nas propriedades.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Potira Soares. **Implantação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes na comunidade rural da Seção Jacaré do município de Francisco Beltrão . 2013.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento regional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

AMARAL, I. A.. **Educação Ambiental e Ensino de Ciências: uma história de controvérsias.** Proposições. Vol. 12, N° 1 (34), p. 73-93, março 2001

ANDRADE, Helisson H. B. de. **Avaliação do desempenho de sistemas zona de raízes (wetlands construída) em escala piloto aplicados ao tratamento de efluente sintético.** 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. 2012.

ASSOCIAÇÃO CAMINHO DO VINHO COLÔNIA MERGULHÃO - **ACAVIM.** m <<http://www.sjp.pr.gov.br/caminhodovinho/acavim.php>> Acesso em: 15 out. 2012

BRASIL. Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Brasília, 2007.

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Prática de Implantação de Disseminação de Tecnologias Apropriadas ao meio Rural – Projeto Juramento**. Belo Horizonte, p. 191, 1985.

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

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 1994. 255 p.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Balneabilidade das praias do litoral do Paraná**. Boletim nº 15 – 18/02 à 23/03/2007. Disponível em: www.pr.gov.br/meioambiente/iap/pdf/bb_litoral.pdf. Acesso em: 06 out. 2013.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M, 2000**. Disponível em: <www.pr.gov.br/ipardes/pdf/idmh_2000.pdf> Acessado em: 26 ag. 2013.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. **Caderno Estatístico do município de São José dos Pinhais**. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Económico e Social. 14 jun. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Censo 2010. Disponível em: http://www.ibge.br/ibge/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadores_minimos/tabela3.shtm> Acesso em: 26 ag. 2013.

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.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Ministério. 2008. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=88>>. Acesso em: 18 out.. 2013.

OLIVEIRA, Elísio Márcio de. **Educação Ambiental em possível abordagem**. 2.. Ed. Brasília- DF: IBAMA, 2000.

PAGLIARINI JUNIOR, Sérgio Norberto; PAROLIN, Mauro; CRISPIM, Jefferson de Queiroz. **ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES, UMA ALTERNATIVA VIÁVEL PARA AS CIDADES..**

Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino, v. 2, n. 1, p. 231-244, 2012.

PARKINSON, J.N.; SIQUEIRA, E.Q.; CAMPOS, L.C. **Tratamento de esgotos domésticos de pequenas comunidades utilizando áreas alagadas construídas (AACs)**. Revista Intercursos, v. 3, n.2, Jul-Dez, p.135-139, 2004.

Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais. Secretaria de Industria, Comércio e Turismo – Departamento de Turismo. **Roteiro Rural Caminho do Vinho**. <http://www.sjp.pr.gov.br/caminhodovinho/historico.php>. Acesso em: 07 outubro 2012

SCARLATO, F. C.,. **Do nicho ao lixo: ambiente, sociedade e educação** . São Paulo: Atual, 1992. (Série meio ambiente).

SEZERINO, P. H. **Potencial dos filtros plantados com macrofitas (constructd wetlands) no pós tratamento de lagoas de estabilização on condições de clima subtropical-** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC – 171P. Florianópolis, 2006.

SEITZ, P. NaturnaheAbwasserreinigungmitPflanzensystemen. Stadt und Grün, p. 494 – 497, jul. 1995. OLIVEIRA, E. M. **Educação ambiental: uma possível abordagem**. 2º Ed. Brasília, DF: IBAMA, 185p., 2000.

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> Acesso em: 6 set. 2012.

Teixeira, J. B. **Saneamento rural no Brasil: perspectivas**.In: Rezende, S.C. (org.). Cadernos temáticos.(Vol. 7). In: Heller, L.; Moraes, L. R. S.; Britto, A. L. N. P.; Borja, P. C.; Rezende, S. C. (coord.). Panorama do saneamento básico no Brasil.Brasília: Ministério das Cidades, 2010

TONIATO, João Vitor. **AVALIAÇÃO DE UM WETLAND CONSTRUÍDO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES SÉPTICOS–ESTUDO DE CASO ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO, BRASIL. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública–Fundação Oswaldo Cruz**, 2005.

VALENTIM, M.A.A. **Desempenho de leitos cultivados (“constructedwetland”) para tratamento de esgoto: contribuições para concepção e operação**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola: Água e Solo)- Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003. 233 f.

VAN KAICK, T. S. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná.** Curitiba, 2002. 116 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós- Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

VAN KAICK, T. S., MACEDO, C. X. e PRESZNHUK, R. A. O. **Parasitoses intestinais como indicadores da inadequação da infra-estrutura de saneamento – estudo de caso Ilha Rasa/Paraná.** In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde – 5 CBPAS, 2005, Santos. Anais do V CBPAS, Santos: COPEC.

DA SILVA, M. S. F., JOIA, R. P. **Educação ambiental: a participação da comunidade na coleta seletiva de resíduos sólidos (2008).** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas Três Lagoas – MS – Nº 7 – ano 5, Maio de 2008

Lautenschlager, Sandro Rogério **MODELAGEM DO DESEMPENHO DE WETLANDS CONSTRUÍDAS.** São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.