

THAYZE ROCHELE SABEI

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO FORMAL VOLTADA PARA O SANEAMENTO,  
TENDO A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE  
ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – PR, COMO  
ESTUDO DE CASO

CURITIBA  
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM ÊNFASE  
EM ESPAÇOS EDUCADORES SUSTENTÁVEIS

Thayze Rochele Sabei

Educação Ambiental não formal voltada para o saneamento, tendo a implementação de uma Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes em São José dos Pinhais – PR, como estudo de caso

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de especialista em Educação Ambiental com Ênfase em Espaços Educadores Sustentáveis, Setor Litoral da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Cassius Cruz

CURITIBA  
2014



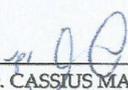
Ministério da Educação  
Universidade Federal do Paraná  
UFPR Litoral  
Curso de Especialização Educação Ambiental com  
Ênfase em Espaços Educadores Sustentáveis



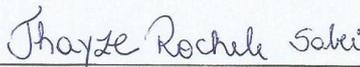
## PARECER DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Orientador, Professor Mestre **CASSIUS MARCELUS CRUZ**, realizaram em **28/06/2014** a avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da estudante **THAYZE ROCHELE SABEL**, sob o título **"EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO FORMAL VOLTADA PARA O SANEAMENTO, TENDO A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONA DE RAÍZES EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – PR, COMO ESTUDO DE CASO."**, para obtenção do Título de *Especialista em Educação Ambiental com ênfase em espaços Educadores Sustentáveis* pela Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral, tendo a estudante recebido conceito **"APL"**.

Matinhos, 28 de junho de 2014.

  
Prof. MSc. CASSIUS MARCELUS CRUZ

  
Prof. MSc. ALMIR CARLOS ANDRADE

  
THAYZE ROCHELE SABEL  
Estudante

**Conceitos de aprovação**  
APL = Aprendizagem Plena  
AS = Aprendizagem Suficiente

**Conceitos de reprovação**  
APS = Aprendizagem Parcialmente Suficiente  
AI = Aprendizagem Insuficiente

Rua Jaguariaíva, 512 - Caiobá, CEP: 83260-000 - Matinhos – PR

SABEI, Thayze Rochele. Educação Ambiental não formal voltada para o saneamento, tendo a implementação de uma Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes em São José dos Pinhais – PR, como estudo de caso. Programa de Pós-Graduação, Curso de Especialização em Educação Ambiental com ênfase em Espaços Educadores Sustentáveis, Universidade Federal do Paraná. Caiobá, 2014

## 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. 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 uma demanda de 450 pessoas e teve um custo de ..... o que representa uma média de R\$ 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; Sensibilização Ambiental; Tratamento de Efluentes.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	6
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1	Tecnologia alternativa para Saneamento .....	7
2.2	Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes – ETEZR ( <i>Wetlands</i> ).....	8
2.3	Descrição de ETEZR implantadas no Paraná .....	12
2.4	Educação Ambiental.....	13
2.5	Sensibilização Ambiental.....	15
3.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	17
3.1	Descrição da Área de Estudo.....	17
3.2	Processo de sensibilização .....	18
3.3	Construção da Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes .....	19
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais da população brasileira é a falta de tratamento do esgoto doméstico. No Brasil, segundo dados do IBGE (2010), 47,2% da população não possui rede coletora de esgoto, e a maior parte do esgotamento é realizada por meio de fossa séptica que só demonstra eficiência se houver manutenção. Cerca de 100 milhões de habitantes não dispõem de serviços de esgotamento sanitário, e em comunidades rurais ou de baixa renda o problema é ainda maior. No Paraná, segundo dados do 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 tem a garantia de estar tratando adequadamente o esgoto coletado.

Segundo levantamento realizado pela FUNASA (2010), o investimento em saneamento se reflete na seguinte relação: para cada R\$1,00 investido tem-se cerca de R\$4,00 economizados com saúde. Portanto, o investimento em saneamento está 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 resolver os problemas relacionados às doenças que ocorrem por meio da 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).

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 (ABREU, 2013).

A busca por sistemas de saneamento mais sustentáveis e que sejam financeiramente acessíveis para o tratamento de esgoto em comunidades rurais, é uma das questões a ser investigadas nesta pesquisa. Se faz referência aos

sistemas de tratamento de esgoto por zona de raízes, pois tal sistema quando comparado com os sistemas convencionais, apresenta inúmeras vantagens.

Segundo Lemes *et al* (2008) “esses sistemas podem ser implementados no mesmo local onde o efluente é produzido, podendo ser operados por mão de obra não especializada, possuem baixo custo energético e são menos susceptíveis às variações nas taxas de aplicação de esgoto”.

Portanto, esse trabalho teve como um dos objetivos a sensibilização ambiental para o saneamento, tendo como estudo de caso a implementação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes, uma alternativa que vem atendendo a demanda pela falta do tratamento desses efluentes em comunidades rurais. A Unidade Demonstrativa foi implementada no Sítio Roda D'Água na Comunidade Mergulhão em São José dos Pinhais, Paraná e foi possível avaliar o processo de implementação dessa estrutura de esgotamento, identificando quais são os aspectos envolvidos na construção, nos custos financeiros e no repasse da tecnologia para os usuários e aceitabilidade da comunidade.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Tecnologia alternativa para 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, evitando 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 por meio de um conjunto de serviços, infraestrutura 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, os quais devem se ater a princípios como integralidade, equidade, universalidade, planejamento, intersetorialidade e o controle social (BRASIL, 2007).

Em comunidades rurais fica mais visível a falta de saneamento onde se percebe a falta de investimentos de infraestrutura no saneamento básico dessas comunidades sendo um fato que tem propiciado o desenvolvimento de estudos e pesquisas para criar métodos alternativos aos convencionais para o tratamento de esgotos em regiões que não são atendidas por esse serviço (LEMES *et al.*,2008).

Uma das possíveis alternativas que poderia ser viável são as Estações de Tratamento de Esgoto por Zonas de Raízes - ETEZR. Esta estação é 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 (LEMES *et al.*,2008; PAGLIARINE JÚNIOR, *et al.* 2012).

Neste sistema considerado eficiente e de baixo custo, a degradação das substâncias poluidoras contidas na esgoto 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).

## 2.2 Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes – ETEZR (*Wetlands*)

Os primeiros estudos com os *Wetlands* construídos de fluxo vertical, ou, Estações de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes 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, podendo ser naturais ou construídas, e de seus objetivos. A construção planejada de *wetlands* constitui tecnologia relativamente recente. Tais *wetlands* procuram introduzir oxigênio e microrganismos com o objetivo principal de prover a melhoria da qualidade do tratamento de esgoto. Estes sistemas também têm sido utilizados como instrumentos importantes no controle de inundações e para a produção de alimentos. *Wetlands* construídas para tratamento de esgoto ou polimento da água de chuva podem ser edificadas acima ou abaixo da superfície do solo existente, o que geralmente envolve a necessidade de movimento de terra (TONIATO, 2005).

Existem três tipos de *wetlands*: *wetlands* naturais de fluxo superficial, *wetlands* construídas de fluxo superficial (FS) ou de fluxo subsuperficial (FSS) que neste caso podem ter o direcionamento do volume hidráulico de forma vertical ou horizontal. Um grande número de variações de projetos é apresentado em diferentes pesquisas, demonstrando a possibilidade de variação para cada tipo de ETEZR, (ANDRADE, 2012). Além dessas três alternativas básicas de *wetlands*, pode-se ainda combiná-las entre si e criar sistemas híbridos que satisfaçam necessidades específicas, sendo que cada alternativa tem vantagens e desvantagens para aplicações diferentes (SEZERINO, 2006).

No Estado do Paraná os primeiros trabalhos com ETEZR's fig.(01), foram realizados por Kaick e Sipinski (2000) em Antonina; por Kaick (2002) com uma estação de tratamento piloto a beira mar na Ilha Rasa em Guaraqueçaba; por Kaicke Macedo (2002) estudo de estações de tratamento implantadas no litoral do Paraná; Lemes et al. (2008) em Irati e Pierre et al. (2007) na Ilha das Peças em Guaraqueçaba.

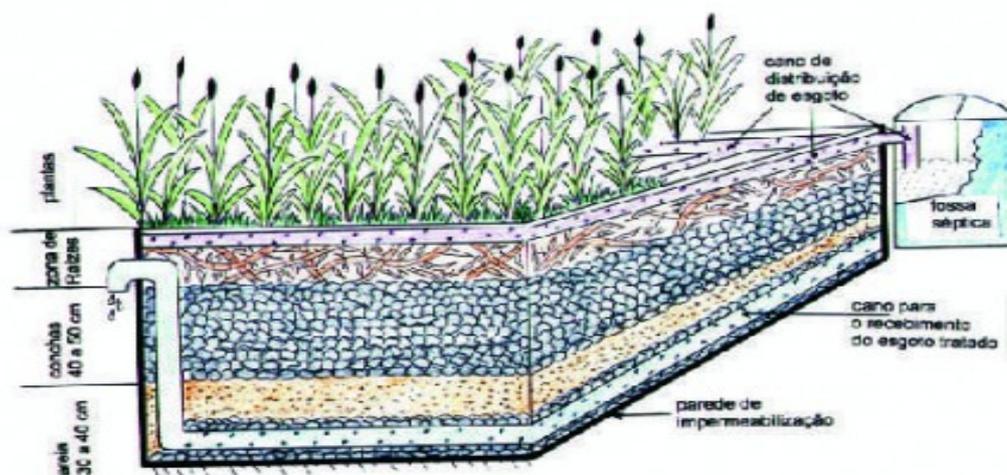


Fig. 1 - Esquema da ETE por meio de Zona de Raízes.

Fonte: VAN KAICK(2002).

A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microrganismos. A função principal das plantas consiste em fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas que possibilitam o desenvolvimento de uma população densa de microrganismos, 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, no sentido de estar com qualidade suficiente para retornar ao ambiente sem causar maiores impactos (SILVA, 2008).

Segundo este mesmo autor os sistemas com plantas são eficientes porque o processo de degradação da matéria orgânica (mineralização, nitrificação, desnitrificação) é muito completo, devido à grandebiomassa. Além disso, são removidos não só a carga orgânica como também nutrientes (por exemplo, Fósforo e Nitrogênio) os quais levam à 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, por exemplo), em forma de jardins ou parques (VAN KAICK e MACEDO, 2002; SEZERINO, 2006 e 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 ETE (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 no máximo 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(VAN KAICK, 2002; SEZERINO, 2006).

Segundo Maier (2007), as águas do Arroio Lino, Nova Boêmia em Agudo – RS estão comprometidas por lançamentos de esgotos domésticos o que gera uma grande preocupação para a população, que buscou como uma das alternativas para as estações de tratamento de esgotos por meio de zonas de raízes que após implantadas em algumas residências mostrou-se eficiente na redução dos poluentes microbiológicos, físico-químicos e matéria orgânica, apesar de que para determinados parâmetros não terem atingido os limites impostos pelo CONSEMA. O tratamento de esgotos por meio de zonas de raízes é uma alternativa viável para redução da poluição hídrica do meio rural visto que se trata de tecnologia barata e de simples adoção, podendo ser denominada como uma tecnologia social.

Para Soares (2013), a conclusão da Implantação de um Sistema de Tratamento por Zona de Raízes na Comunidade Rural em Francisco Beltrão-PR pelo qual participou, conclui se que a ETE por zona de raízes, é um projeto economicamente viável, pois permite o uso de recursos locais, baratos, acessíveis e com baixo custo de operação e manutenção e que pode nos mostrar uma eficiência considerável quando comparado a outros sistemas alternativos para tratamento de esgotos.

### 2.3 Descrição de ETEZR implantadas no Paraná

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. A implantação se deu em propriedades familiares de agricultores que optaram pela conversão da produção agrícola de ortifrutigranjeiros convencional para a produção agroecológica e de produtos orgânicos, esta conversão voltada para a certificação de produção de orgânicos exige que a propriedade atenda requisitos mínimos de saneamento, inclusive tendo a residência do proprietário sendo atendida por algum sistema de tratamento de esgoto.

Para atender a demanda do saneamento residencial, foi construída uma ETEZR com volume de 6 m<sup>3</sup>, impermeabilizada com lona plástica e composta por um substrato/filtro contendo brita e areia com granulometria pré definida. O custo total da obra foi de R\$ 844,50 e atendeu a duas residências da propriedade. Atualmente, a ETE está servindo para trabalhos de educação ambiental nas escolas da região, e na sensibilização local da comunidade demonstrando sua importância no tratamento de esgoto, onde busca avaliar esse tipo de sistema que vem atendendo a demanda da falta do saneamento mais sustentável e ao mesmo tempo barata.

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 demonstraram 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).

As ETEZR são sistemas de tratamento de esgoto que possuem um potencial paisagístico que é oferecido pelas plantas, quando florescem e se integram de forma agradável no espaço do quintal ou jardim da residência rural, em empresas, escolas ou em qualquer outro lugar onde sejam aplicados (VAN KAICK, 2002).

Contudo, a implementação de tecnologias para o tratamento de efluentes possui inúmeras interfaces com a Educação Ambiental, dentre as quais podemos citar a sensibilização do cidadão para o entendimento da necessidade de se tratar o esgoto, o repasse da informação sobre o desenvolvimento, implantação e manutenção da tecnologia implementada. A participação ativa e crítica dos cidadãos nas instâncias de decisões, em diversos níveis também está relacionada ao empoderamento que se conquista por meio da educação, que auxilia na tomada de decisão e que depende do conhecimento sobre as necessidades e possíveis alternativas que podem ser implementadas para solucionar o problema da falta de saneamento, que é o tema tratado neste trabalho. Seguem no item seguinte as questões voltadas à educação que podem contribuir na busca de um saneamento adequado.

## 2.4 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 Política Nacional do Meio Ambiente -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 Programa Nacional de Educação Ambiental - ProNEA, sendo eles: 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 ideias 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 (BRASIL, 2008).

A Educação Ambiental, segundo Oliveira (2000), deve gerar conhecimento local, sem perder de vista o sentido global do impacto que este conhecimento pode causar, 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.

De acordo com Carvalho *et al.* (1999), para que o ambiente continue favorável às condições de vida na terra, depende da interação entre os setores público e privado, do processo educativo em todos os níveis da sociedade e de um forte embasamento ético, que permita a cada um fazer a sua parte. Para tanto, tal interação é de fundamental importância, pois, influencia diretamente a saúde e o bem estar das pessoas.

A Educação Ambiental pode ser trabalhada em três esferas, na esfera Formal - que seria da educação formal e inserida nas escolas; na forma não-formal, que seria atendendo grupos organizados como associações, empresas e outros; e a informal, que seria por meio das diversas mídias tanto digitais, como impressas, televisivas e rádio.

A Educação Ambiental formal, segundo 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, secretarias de governo, associações de bairros e igrejas. Embora rica em parcerias, por vezes pode ser menos estruturada do que a Educação Ambiental formal devido a falta de aplicação contínua. Como exemplo pode-se citar as 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) realizadas por 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 na atualidade 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).

## 2.5 Sensibilização Ambiental

A Sensibilização Ambiental é uma estratégia da Educação Ambiental que tem como objetivo desafiar o interlocutor a pensar sobre questões que não estão claras para o mesmo. O processo de sensibilização também informar e esclarecer as pessoas sobre problemas ambientais e suas possíveis soluções. A sensibilização, é por si só, um componente fundamental para a reflexão de um modelo de sociedade que prioriza a busca de um modelo mais sustentável e que vise a manutenção de recursos, principalmente naturais, para o futuro, e uma das preocupações e a pergunta maior é como preservar o 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. 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. 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).

Para repassar tecnologias de saneamento apropriadas e nas quais o usuário deverá ter participação ativa para a manutenção tanto da eficiência como da vida útil, faz-se necessário educar o mesmo para tal. Portanto, o entendimento sobre a necessidade e importância de ter estruturas adequadas de saneamento devem ser compreendidas, e esta compreensão conquista-se no processo de sensibilização. Já o entendimento de como lidar com a tecnologia proposta são desafios que devem ser enfrentados no repasse e implantação da estrutura e devem ser compreendidos por meio de um processo de educação que vise a aquisição de conhecimento suficiente para internalizar o mesmo por meio de um processo educativo ensino-aprendizagem e de conscientização (VAN KAICK, 2002; VAN KAICK e MACEDO, 2002).

Neste trabalho de pesquisa será realizada a análise de um estudo de caso no qual se dá o repasse da tecnologia por meio da implementação/construção de uma ETEZR - Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes, na Comunidade Rural Colônia Mergulhão em São José dos Pinhais – PR. A implementação foi realizada por meio de técnicos da EMATER, UTFPR junto com o auxílio dos moradores, os quais deverão ser capacitados para monitorar e realizar pequenas manutenções.

O repasse dessa tecnologia para a comunidade é através da Educação Ambiental não formal, que será exercida com metodologias de formas diferentes

da Educação Ambiental formal. Embora seja rica em parcerias como UTFPR, EMATER, e secretárias, pode ser menos estruturada e sem muitas formalidades.

Durante a instalação da ETEZR, foi realizado um processo de sensibilização, assim como repassados conceitos da Educação Ambiental dando enfoque para a importância do saneamento para a comunidade local, e possibilitando aos mesmos o entendimento da tecnologia.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Descrição da Área de Estudo**

O área de estudo está localizada em São José dos Pinhais, município situado na porção Sul da Região Metropolitana de Curitiba, localizado primeiro planalto do Estado do Paraná (Fig. 01). Segundo dados do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES (2009), este município está localizado a uma altitude média de 900 metros, porém algumas áreas dos limites geopolíticos do município podem estar localizadas em 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 corre para o rio Iguaçu, o maior rio que faz divisa com a cidade de Curitiba. Os afluentes têm sua cabeceira na Serra do Mar e na sua maioria correm para o interior do Estado e alguns para o litoral paranaense.

O local onde foi realizado a pesquisa o Sítio Roda D'Água na Colônia Mergulhão localiza-se entre as Colônias Acyoli, Murici e Rio Pequeno, em uma área rural a 10 km da sede do município de São José dos Pinhais, onde residem agricultores e famílias descendentes de imigrantes europeus do município.

A comunidade tem um grande potencial turístico na região. Em 1998 foi realizado o inventário para posterior elaboração do Plano de Desenvolvimento Turístico de São José dos Pinhais, e em 1999 iniciaram-se as reuniões participativas com a Comunidade, onde foi apresentada a proposta do projeto "Caminho do Vinho" (São José dos Pinhais, 1999).

Hoje, a comunidade conta com o apoio da ACAVIM - Associação Caminho do Vinho – Colônia Mergulhão que foi instituída em 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).

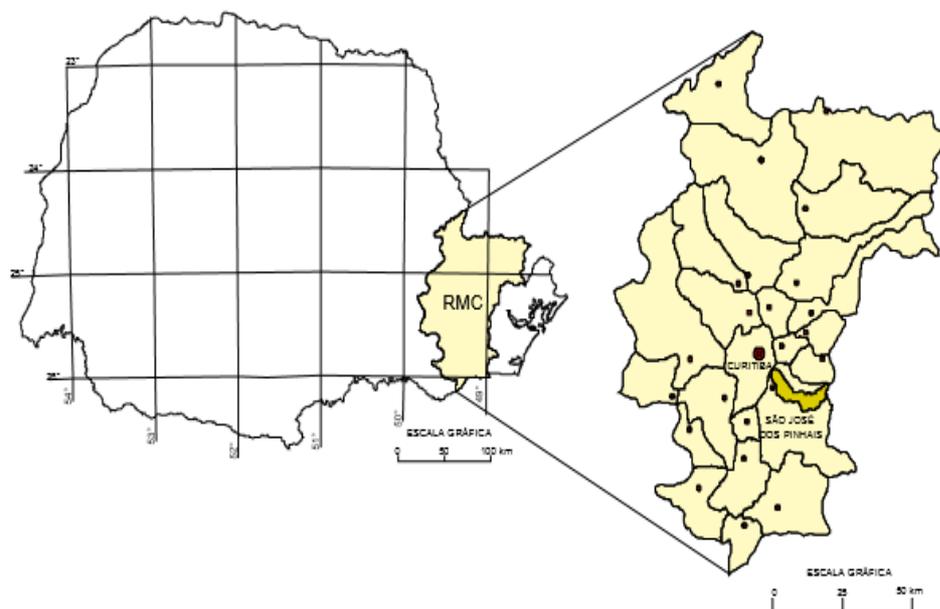


Figura 01. Localização da área de estudo na comunidade

Fonte: DOS SANTOS, 2008.

### 3.2 Processo de sensibilização

O processo de repasse da tecnologia começa com a sensibilização da comunidade, e foram divididas em duas etapas: a primeira foi o contato da EMATER para agendar uma reunião com os técnicos da Secretária Municipal da Agricultura, Vigilância Sanitária (VISA), ACAVIM e UTFPR. Essa reunião teve um total de 21 pessoas e foi realizada no dia 10 de agosto de 2013 na Secretaria de

Agricultura do Município. O andamento da reunião foi feito pelo técnico da Emater e pela UTFPR onde foi possível falar um pouco mais de suas experiências com esse tipo de tratamento, e apresentado os conceitos de saneamento básico, as tecnologias disponíveis, as possibilidades e estratégias de implantação.

A segunda etapa foi a realização de uma palestra para os moradores da comunidade, e associados da ACAVIM, e foi apresentada pela UTFPR e a VISA, onde foram abordados os mesmo temas que já haviam sido discutidos da reunião com a EMATER, VISA, e Secretaria da Agricultura. Após a palestra foi feito uma sondagem para verificar o interesse da comunidade em implantar esse a ETEZR através de uma conversa com os moradores e na seqüência foi pré definido um cronograma da ação de implantação da estação, assim como a estratégia do de um curso na prático em forma de Oficina para a construção que seria realizado no dia da implantação da estação.

### 3.3 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 do local e conforme sugerida pela norma NBR 7229/1993. Levando em consideração que o sistema recebe as pessoas em eventuais eventos e não é um consumo diário.

A implementação da ETE foi realizada na forma de uma oficina, com o acompanhamento do proprietário, da comunidade e técnicos interessados, tendo como objetivo repassar a importância desses sistemas bem como a estrutura e quais seriam as próximas etapas a fim de capacitar o proprietário e as pessoas interessadas para poder construir suas estações, monitorar e realizar manutenções futuras, esclarecendo as dúvidas durante todo o processo de implementação da ETEZR.

Para a construção da ETE foi utilizado parâmetro 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 se sensibilizou e 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 (m<sup>2</sup>)

TDH = Tempos de Detenção Hidráulica (dias)

Q = Vazão (m<sup>3</sup>/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. 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 UTFPR, e ocorreu em duas etapas realizadas em um único dia 07 de março de 2014, com uma contextualização teórica e a realização da Oficina para a construção da estação no empreendimento familiar Sítio Roda D'água, que trabalha com o Turismo Rural no Caminho do Vinho e oferece um espaço para eventos com ampla área de lazer e capacidade para até 450 pessoas.

A implementação do sistema teve a participação e a orientação técnica do biólogo Orlando Assis, do Instituto EMATER, e da professora Tamara Simone Van Kaick da UTFPR a 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.

O início da implementação do sistema se deu com a escavação do buraco 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 o empreendimento se dispôs a financiar a obra, e 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 de suas dimensões, ou seja, 3x3x1,20m (LxCxP). Esse sistema foi construído com uma estimativa onde em média, ocorre um evento a cada final de semana, que comporta 450 pessoas em cada evento. Neste caso, seriam 1800 pessoas por mês, em média. Dividiu-se 1800 pessoas em 30 dias, o que corresponde a 60 visitantes por dia. Foi acrescido 10% como margem de segurança aos 60 frequentadores diários, em caso de haverem mais pessoas do que o previsto em um determinado evento. Assim, o dimensionamento da ETE foi calculado em uma estimativa diária de 66 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 (Equação 1).

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

<b>Dados</b>	<b>Números</b>
Tempo de detenção hidráulica em dias (TDI)	2
Vazão por Habitante (m <sup>3</sup> /dia) Q	25l/dia/hab.
Número de usuários/pop.atendida	66
Fonte: A Autora (2013)	

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

$$AT = 3 (0,025 \times 66) / 0,46$$

$$AT = 3(1,65) / 0,46$$

$$AT = 4,95 / 0,46$$

AT = 10,76 m<sup>2</sup> ou 3 metros de largura x 3 metros de comprimento X 1,20 de profundidade.

**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.

O sistema de encanamento do empreendimento (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.

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 8, a fim de facilitar a sua distribuição 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.

Após o preenchimento com as telhas, vou colocado a manta Bedim em cima das telhas (Figura 5 A) e na segunda camada acima da camada de telhas com a mesma profundidade de 40 cm, foi colocada areia grossa (Figura 5 B).

A terceira camada, com a mesma profundidade das anteriores, foi preenchida com camada de pedra brita nº 4, (Figura 06 A).

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.



Figura 05 A. Colocação da manta. Figura 05 B. Preenchimento com areia.

Com isso, a ETEZR instalada ficou pronta para o uso e preparada para o plantio (figura 06) 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 06. Estação pronta para receber o efluente

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 sendo: (Figura 07) a *Zantedeschiaaethiopica* (copo-de-leite), *Cyperuspapyrus* (papiro), *Canna índica* (cana da índia). Essas são espécies normalmente de fácil acesso para se encontrar na região e que também tem sido utilizadas em outras estações mostrando eficiência no tratamento. Das indicações feitas o morador optou pelo copo-de-leite e papiro por ser de sua preferência e por ter as espécies plantadas em seu empreendimento, (figura 07).



Figura 07. Mudas 15 dias após plantadas.



Fig. 08 Mudas de copo-de-leite já estabelecidas.

O plantio das mesmas foi realizado pelo próprio morador (conforme orientação prestada pelos técnicos da Emater) que já estava capacitado para o mesmo.

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.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O resultado esperado com a realização do trabalho foi apresentar uma alternativa de tecnologia acessível, simples e eficaz para o tratamento de esgoto domiciliar como uma nova maneira de combater esse problema social de populações rurais e pobres de promover uma melhoria na qualidade de vida dessas pessoas, possibilitando o desenvolvimento sustentável. Além de economicamente viável, a implantação da ETE por meio de zona de raízes pode ser empregada como uma ferramenta de apoio para propostas de educação ambiental, representando um papel importante na conscientização e sensibilização envolvendo toda a comunidade.

A tecnologia de tratamento de esgoto por zona de raízes mostrou-se de fácil aplicação, principalmente em localidades 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 ETEZR foi uma proposta de saneamento descentralizado e atingiu resultados satisfatórios, pois se tornou um mecanismo de mobilização social para demonstrar as possibilidades e alternativas tecnológicas para o tratamento de esgoto.

A participação e o acompanhamento da comunidade no desenvolvimento do projeto despertaram em alguns moradores o interesse em construir uma ETEZR 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 do investimento na ETEZR e operacionais deste sistema se mostraram viáveis e compensatórios, pois é economicamente viável não exigindo uma frequência determinada de monitoramento e operação. Neste caso específico, o investimento aplicado foi em torno de R\$ 3.800,00, considerado um

investimento de breve retorno para o empreendimento, pois o benefício ambiental é certo no sentido de se lançar um efluente tratado no solo que não traga impactos negativos tanto para a qualidade ambiental como da saúde da comunidade. Também pode ser registrado aqui que a implantação da ETEZR poderá trazer um diferencial estratégico para o empreendimento, já que o proprietário poderá indicar em seus meios de divulgação, que este empreendimento consta com um sistema de tratamento de esgoto adequado e funcional para a região, podendo também fazer do paisagismo da ETEZR outro diferencial.

Durante o desenvolvimento do projeto, a sensibilização, participação, envolvimento da comunidade, os técnicos da Emater, Secretaria Municipal de Agricultura da Vigilância Sanitária Municipal e a UTFPR, foram possíveis transferir e repassar a tecnologia para a comunidade. Esse repasse da tecnologia é importante para a manutenção e a vida útil da mesma. O objetivo de ter essa primeira ETEZR da Colônia Mergulhão é para tê-la como modelo, a fim de demonstrar a sua eficiência e incluí-la nas políticas públicas de saneamento rural da região. Sendo assim, acredita-se que essa seja umas das soluções 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 a continuidade dos treinamentos em forma de mini curso, transferência de informações para os moradores da comunidade sobre a construção, funcionamento, operação e manutenção da ETEZR, assim como o acompanhamento e orientação técnica durante a execução de novos projetos nas propriedades a serem realizados entre as parcerias da ACAVIM, Secretaria Municipal da Agricultura e EMATER de São José dos Pinhais, VISA e UTFPR.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Norma Técnicas. NBR 7229. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro. 15p. 1993.

ABREU, PotiraSoares. **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

AZEVEDO, Rita Teixeira d'. **Sensibilização Ambiental: importância e relação com a gestão ambiental**. Naturlink, 2012. Disponível em: <http://naturlink.sapt/Natureza-e-ambiente/GestaoAmbiental/content/Sensibilizacao-Ambiental-Importancia-e-Relacao-com-a-GestaoAmbiental>. Acesso em 02 de outubro de 2013.

BERNA, Vilmar. **Como fazer educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: Paulus, 2004.

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

CARVALHO, V. J & ALMEIDA, A. A. **Programa de educação Ambiental: Resgate e Proposta Participativa. Revista de Ciências Humanas.** Taubaté, v.5, n.2, p.21 – 24, jul. – dez., 1999.

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](http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap/pdf/bb_litoral.pdf). Acesso em: 06 out. 2013.

IPARDES- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (). **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M, 2000.** Disponível em: <[www.pr.gov.br/ipardes/pdf/idmh\\_2000.pdf](http://www.pr.gov.br/ipardes/pdf/idmh_2000.pdf)> Acessado em: 26 ag. 2013.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Censo 2010. Disponível

em:[http://www.ibge.br/ibge/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadores\\_minimos/tabela3.shtm](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.

BRASIL. 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.

MAIER, Clamarion. **Qualidade de águas superficiais e Tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de Agricultores familiares**. 2007. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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

PÁDUA, Suzana Machado (org). **Conceitos para se fazer educação ambiental**. 3ª ed. São Paulo: Ministério de Educação e do Desporto, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo; UNESCO, UNICEF, IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1999. 48 p.

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.

SATO, M. SANTOS, J.E. **A Contribuição da Educação Ambiental à esperança de Pandora**. São Carlos: RIMA, 2001.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. Prefeitura Municipal/ 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

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

OLIVEIRA, E. M. **Educação ambiental: uma possível abordagem**. 2<sup>o</sup> 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.** Dissertação de mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública–Fundação Oswaldo Cruz, 2005.

VALENTIM, M.A.A. **Desempenho de leitos cultivados (“constructed wetland”) 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.

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, S. R. **Modelagem do Desempenho de Wetlands Construídas.** São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.