

**IMPLANTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO PILOTO DE TRATAMENTO
DE ESGOTO POR MEIO DE ZONA DE RAÍZES
NA LINHA DE MARÉ, EM ILHA RASA**

Tamara Simone van Kaick

Eloy Fassi Casagrande Jr.

**1. INTRODUÇÃO: O MOTIVO QUE LEVOU À IMPLANTAÇÃO DE UMA
TECNOLOGIA APROPRIADA (TA)**

A água é elemento essencial à vida de todas as espécies que habitam o planeta. Esse recurso natural é limitado e está sendo utilizado sem planejamento prevendo-se como conseqüências futuras, caso não haja um planejamento estratégico, a escassez em um curto espaço de tempo. Segundo BARROS *et al.* (1995):

“De acordo com as mais recentes avaliações, das 1.360 quatrilhões de toneladas de água, apenas 0,8% pode ser utilizada para o abastecimento público. Desta pequena fração de 0,8%, 97% correspondem à água subterrânea e apenas 3% apresentam-se na forma de água superficial e de extração mais fácil. Esses valores ressaltam a grande importância de se preservar os recursos hídricos da Terra, e de se evitar a contaminação da pequena fração disponível. “

Assim como a manutenção da água potável para a população é uma necessidade básica, a reciclagem das águas servidas ou o esgotamento sanitário também o deve ser. Ambas as situações potencializam tanto a qualidade de vida humana como a do meio ambiente.

ZARPELON (1996) cita que o esgotamento sanitário inadequado provoca a contaminação do solo, dos cursos d'água e contribui para produzir vetores que transmitem doenças. O mesmo autor resalta ainda que o fracasso do saneamento básico torna-se visível quando se verifica o reaparecimento de doenças tidas como erradicadas, a exemplo da cólera e da malária.

Portanto, o estado de saúde de uma população passa a ser um indicador importante na avaliação da degradação ambiental, e, segundo ANDREOLI (1995), estas informações devem influir nos critérios de priorização de obras de saneamento e subsidiar o monitoramento do desempenho e da qualidade dos mesmos.

Com a implantação de sistemas de água potável e saneamento básico no litoral do Paraná, verificou-se que as tecnologias tradicionais para o esgotamento sanitário (tabela 1), através do sistema de fossa e sumidouro, não são aplicáveis em determinadas situações como no caso de algumas casas da Ilha Rasa e outras ilhas que se encontram na linha de maré, fazendo-se necessária a aplicação de tecnologias apropriadas para estas situações.

Segundo GARCIAS (2000), existem diversos tipos de soluções, podendo ser individuais ou coletivas, cujas aplicações dependem de indicadores e limitantes, como:

- *a densidade de ocupação da área;*
- *compatibilidade do investimento inicial;*
- *posição geográfica, tipo de solo;*
- *hábitos, usos e costumes, nível sócioeconômico;*
- *método de abastecimento de água;*
- *viabilidade sanitária ambiental.*

O autor acima citado ainda coloca que são limitantes técnicos da solução: a posição dos aquíferos, bem como o tipo e características do solo e taxa de infiltração. Deve-se respeitar os recuos mínimos de segurança para não contaminação dos mananciais e aquíferos de captação.

Cada sistema de disposição sanitária possui um custo diferenciado, sendo que o sistema mais simples é a utilização da fossa séptica para cinco pessoas (padrão convencional de comércio) e sumidouro, que possui um custo equivalente a R\$ 30,00 (sem mão-de-obra), já o projeto proposto na Ilha Rasa teve um custo de R\$ 452,35 (sem mão-de-obra). Sistemas coletores com ETE para atender a 50 famílias podem chegar a um custo de R\$ 11.300,00 por família, como no caso da cidade de Guaqueçaba em 1999, na instalação de um sistema de tecnologia japonesa (Gazeta do Povo, 1999).

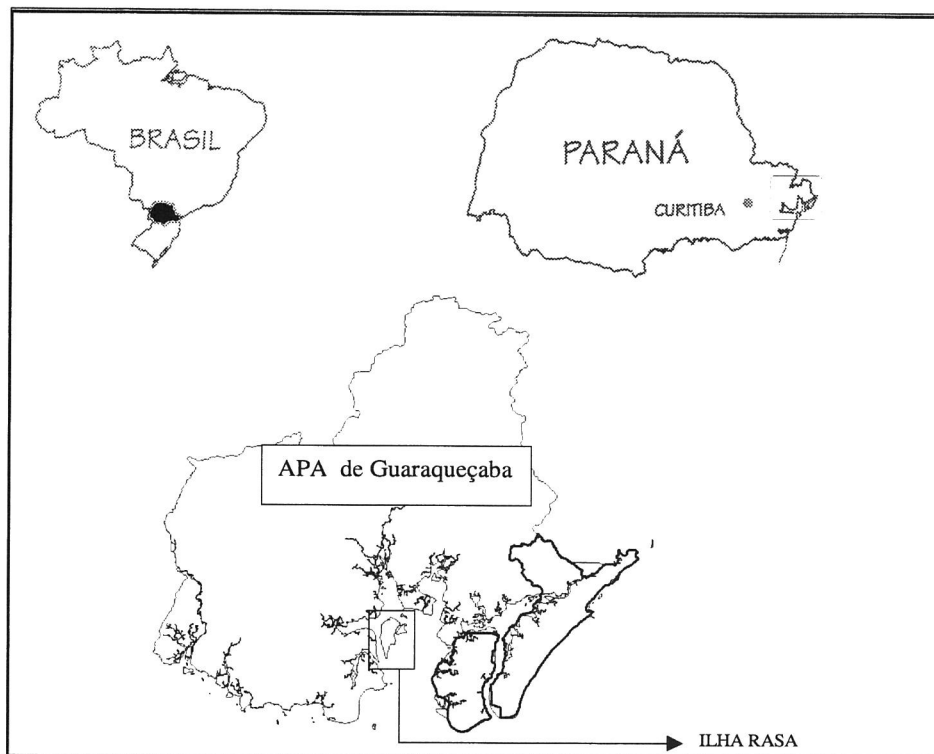
A tecnologia apropriada pode ser uma tecnologia desconhecida, o que gera uma certa desconfiança por parte da comunidade. Portanto o trabalho de implantação de uma tecnologia desconhecida exige uma estratégia em que a própria comunidade deve participar do processo de implantação e acompanhamento da mesma, observando as possíveis falhas e acertos do sistema. Sem esta participação da comunidade durante a implantação desta tecnologia, o processo pode não ser internalizado, o que acaba com a proposta de continuidade de qualquer tecnologia implantada, principalmente em comunidades rurais.

A proposta de Tecnologia Apropriada implantada em Ilha Rasa se norteia pelas diretrizes abaixo descritas (CETEC, 1985):

- *aproveitamento dos recursos locais;*
- *utilização social desses recursos para a população local;*
- *desenvolvimento de tecnologias apropriadas ao contexto ecológico e social;*
- *fortalecimento de uma estrutura institucional que possibilite a participação efetiva da população;*
- *aumento das oportunidades econômicas e do nível de renda da população;*
- *formulação de programas de educação, visando a melhoria das condições ambientais.*

2. ILHA RASA: COMUNIDADES E A IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO

A Ilha Rasa situa-se no setor noroeste da Baía das Laranjeiras, no município de Guaqueçaba, Paraná, e está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaqueçaba. A localização geográfica da Ilha Rasa encontra-se entre 25° 15' e 25° 30' latitude sul e entre 48° 20' e 48° 30' longitude oeste. A Ilha possui aproximadamente 7 Km de comprimento e largura máxima estimada em 3 Km, possui uma área aproximada de 10,5 Km² e o ponto mais alto da ilha está a 40 m acima do nível do mar (SPVS,1999).



FONTE: LABORATÓRIO SIG
SPVS 1999

Figura 1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ILHA RASA

Na Ilha Rasa vive uma comunidade de pescadores artesanais que contabilizam aproximadamente 600 habitantes, que estão divididos em 4 vilas: a Vila de Ilha Rasa, a Vila da Ponta do Lanço, a Vila de Almeida e a Vila de Mariana.

Na Ilha estão instaladas 2 (duas) escolas municipais que oferecem da 1ª a 4ª série, um posto de saúde e um telefone público. Como instituições formais existem 3 (três) associações: a Associação de Moradores da Vila de Ilha Rasa (AMVIR) que engloba a Vila de Ilha Rasa e a Vila de Ponta do Lanço, a Associação de Moradores da Vila de Almeida (AMVA) que engloba a Vila de Almeida e Vila de Mariana, e a Associação dos Maricultores.

As 4 comunidades que habitam a Ilha Rasa estavam expostas, até o ano de 1997, a uma condição precária no que diz respeito ao abastecimento de água potável. Apesar de a ilha possuir um lençol d'água superficial, as condições físico-ambientais e a influência direta das marés torna a água da maioria das fontes salobra, e conseqüentemente, imprópria para o consumo humano. As poucas fontes de água potável identificadas são diretamente dependentes das precipitações pluviométricas, o que torna a oferta de água potável instável. Este era um fator determinante que implicava na migração de parcela da população residente na Ilha Rasa para o continente.

Através de um trabalho conjunto entre a Prefeitura de Guaraqueçaba, SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental - ONG), COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica), as associações AMVIR e AMVA e a Fundação VITAE¹, resolveu-se, pelo que parece em definitivo, a questão do abastecimento da ilha com água potável de boa origem. Para isso implantou-se um sistema de canalização submarina, inaugurado em dezembro de 1997 que abastece continuamente a ilha com água potável.

A água, antes escassa, tornou-se um bem acessível a todos, porém gerou outro problema: **o da necessidade de saneamento básico**. O saneamento básico antes da implantação do sistema de água, em 1997, já era precário pelo fato da grande maioria dos habitantes desta ilha terem por hábito defecarem no mato, próximo de suas casas, e poucas eram as privadas – também conhecidas por casinhas – encontradas na ilha. Segundo ENNES (1992):

Quanto mais água se distribui à comunidade, mais esgoto se produz. [...] O bom abastecimento de água evidencia a fragilidade do sistema de esgoto. Quando o esgoto começa a correr a céu aberto, provoca doenças.

Com o fornecimento contínuo de água para a população local, esta condição começou a apresentar outras ameaças relacionadas por um lado à saúde da população e por outro, como constatado mais tarde, a um risco potencial para a economia baseada no cultivo de ostras.

Para tentar evitar o problema da falta de tratamento do esgoto produzido com a implantação do sistema de água, foi realizado um convênio entre a Fundação VITAE e a FUNASA através do qual seriam instalados 70 módulos sanitários em toda a Ilha Rasa. De fato a implantação ocorreu levando aproximadamente 3 anos para ser concluída, sendo instalados no total 77 módulos sanitários. Logo após a instalação dos módulos sanitários, principalmente na Vila de Almeida, começaram a surgir os problemas com o sumidouro (poço morto). Na Vila de Almeida, localizada na parte mais baixa da Ilha Rasa, o lençol freático quase aflora. Quando feito o buraco que seria o poço morto, este logo se enche de água, recebendo a descarga do vaso sanitário. O efluente (esgoto) aflora sobre o solo, o que causa mau cheiro e dificulta a saída das novas descargas do vaso sanitário. Segundo técnicos da FUNASA, os sistemas tradicionais de esgotamento sanitário apresentam uma série de dificuldades para a instalação nos locais onde o solo está saturado de água.

Ainda, nesta Vila, tem-se vários moradores que construíram as suas casas próximas da linha de mar e não possuem alternativas para o escoamento do esgoto, lançando-o diretamente ao mar em estado bruto. Estes lançamentos de esgoto bruto têm causado problemas na qualidade do cultivo de ostras, aumentando consideravelmente o número

¹ Fundação VITAE é uma associação civil sem fins lucrativos, que apóia projetos nas áreas de educação, cultura e promoção social, com o objetivo de contribuir para a melhoria da qualidade de vida da comunidade. Sua mantenedora é a Fundação Lampadia, com sede em Liechtenstein.

de coliformes fecais nestas águas, e os mesmos possuem um tempo de sobrevivência maior na água de baixa salinidade como é o caso desta baía. Para o cultivo de organismos vivos, segundo a Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986, do CONAMA², estas águas não estariam dentro dos padrões para o cultivo de ostra. O cultivo de ostra tem sido uma opção econômica para os pescadores desta ilha, mas nestas condições a comercialização das mesmas torna-se um grave risco para o consumidor deste molusco.

Somando-se o que foi acima descrito com a falta de hábito de procedimentos básicos de higiene da população local, tem-se um quadro que apresenta um alto índice de contaminação por verminoses (principalmente áscaris e ancilóstomo). Segundo levantamento realizado através de exame de fezes em uma parcela desta população (pelo Próximo da PUC-PR em 1998 - dados não publicados), foi constatado que existe no mínimo 72% da população contaminada por multiverminoses.

3. SANEAMENTO PARA CASAS NA LINHA DA MARÉ - PROPOSTA DE UMA TECNOLOGIA APROPRIADA

A solução para este problema do lançamento do esgoto na maré poderia ter como alternativa o desvio do esgoto para áreas mais elevadas, mas a utilização de equipamentos mais sofisticados para realizar a elevação do esgoto torna inviável o projeto pelo alto custo de manutenção de um sistema de bombeamento. Uma solução pouco convencional, mas que segue os preceitos de tecnologia apropriada seria a implantação de uma **Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) piloto por Meio de Zona de Raízes** - um sistema físico-biológico auto-sustentável, que se integra de forma não agressiva ao ambiente e à comunidade. Para desenvolver o processo desta “nova” tecnologia, faz-se necessária a implantação de uma estação piloto experimental, para apropriá-la às condições e cultura local, uma vez que não existem dados disponíveis de estações ajustadas para tal situação, tanto do ponto de vista ambiental como locacional.

A solução proposta visa à utilização de materiais alternativos que possam ser encontrados com facilidade na ilha (areia, conchas de ostras e mariscos e plantas nativas da região), a baixo custo e sem uso de fontes de energia externas (energia elétrica), utilizando-se da ação da gravidade como condutor do fluxo de esgoto para a estação. Este experimento com a ETE piloto vêm ao encontro do que DARROW (1981) cita como tecnologia apropriada, o importante é que ela (TA) seja eficaz, utilize os recursos naturais disponíveis e que tenha um sério compromisso com resultados sociais, proporcionando benefícios para a população onde ela se desenvolve. Esta questão é relevante para o fácil repasse da tecnologia à população local, que poderá facilmente incorporar esta nova tecnologia, melhorando a sua qualidade de vida sem causar impacto ambiental, e citando ZARPELON (1996):

² Águas Salinas - Art. 8º: Para as águas de Classe 5, são estabelecidos os limites ou condições seguintes: item f- coliformes: [...] Para uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedida uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros, com não mais de 10% das amostras excedendo 43 coliformes fecais por 100 mililitros.

Tão importante quanto a implantação de recursos hidrossanitários é o repasse de informação à comunidade, para que esta utilize-os de maneira adequada. [...] A forma encontrada, para que o maior número de pessoas partilhe dessa consciência, é a disseminação de uma educação ambiental.

Para que a sustentabilidade do sistema seja efetiva, não importa somente a busca da melhor solução técnica; têm também por finalidade a mudança do comportamento da comunidade diante do aspecto ambiental, com a compreensão da necessidade de manter o ambiente saneado. Este fator de mudança reflete o que o termo **tecnologia**, sugerido por DICKSON e citado por BASTOS (1997) significa: “**A tecnologia é considerada como uma linguagem que provoca ações sociais.**”

A implantação da ETE piloto por meio de zona de raízes vêm sendo acompanhada diretamente pela população, sendo realizadas discussões sobre as questões construtivas da mesma, além da participação na própria construção e monitoramento. E citando novamente BASTOS (1998):

A pesquisa pode adquirir contornos práticos, na medida em que intervém diretamente na realidade, teoriza práticas e produz alternativas concretas, comprometendo-se com soluções que serão produtoras de conhecimento.

A comunidade vem sendo constantemente informada a respeito dos erros e acertos da implantação do sistema e as escolas, que são duas na ilha, também têm acesso às informações sobre a estação, inclusive realizando maquetes da mesma e visitas orientadas.

Após 6 (seis) meses de avaliação da ETE piloto, dependendo dos resultados e considerações sobre a mesma, será feita uma proposta para as associações AMVIR, AMVA e de Maricultores, de enviar um projeto para instituições de financiamento a fundo perdido com o objetivo de atender com ETEs as casas que se encontram na linha de maré, e atualmente lançam o esgoto bruto nas águas da baía. Se concretizado este projeto, as comunidades de Ilha Rasa teriam solucionado mais um problema e com isto teriam ganhos na qualidade de saúde e de sua economia em relação aos cultivos de ostra.

4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da ETE piloto, adotou-se o seguinte procedimento:

- a **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** - levantamento das diferentes estações de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes atualmente em atividade, no Brasil e na Alemanha, e coleta de dados para a determinação da área necessária para o projeto.
- b **ANÁLISE** - a análise e a comparação de dados obtidos pela revisão bibliográfica para a determinação dos parâmetros estruturais da ETE piloto na situação que se apresenta em Ilha Rasa.
- c **OTIMIZAÇÃO** - determinação do projeto da ETE piloto, após a escolha do local para a implantação da mesma, aplicando as inovações estruturais e físico-biológicas para constituir o filtro físico e a zona de raízes, tendo como

prioridade as diretrizes da TA como a utilização de materiais alternativos encontrados na ilha e o baixo custo do sistema.

- d **DESENVOLVIMENTO** - envolvimento dos órgãos responsáveis pelo saneamento com: a prefeitura de Guaraqueçaba, SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente), IAP (Instituto Ambiental do Paraná), IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis), FUNASA, as associações AMVIR e AMVA, SPVS e o CEFET-PR (Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná), viabilizando a implantação do projeto. Envolvimento da comunidade nesta etapa do projeto, através de Educação Ambiental, tornando-os participantes da ação e, com isto, podendo compreender o funcionamento do sistema e incorporar o novo conhecimento a sua cultura.
- e **MONITORAMENTO** – após implantada a estação piloto, será realizado o monitoramento uma vez por mês (de fevereiro a julho de 2001), através de parâmetros de avaliação como pH, DQO (demanda química de oxigênio), DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio 5 dias), N-total, nitrato, nitrito, P-total, H₂S e OD (oxigênio dissolvido). A densidade pluviométrica será medida usando-se o posto de medição já existente no rio Guaraqueçaba, que é o mais próximo, para realizar as leituras. A leitura de OD pode ser feita *in loco*, mas as demais análises serão realizadas no laboratório do IAP mediante amostras coletadas, uma da entrada do efluente na estação e outra da saída do efluente da estação, para a comparação dos parâmetros. Desta forma verifica-se o grau de eficiência de tratamento do esgoto (efluente) durante o percurso que o mesmo faz na estação. O monitoramento da Estação Piloto deverá ocorrer durante, no mínimo, 6 meses para a avaliação da ETE piloto.
- f **MANUTENÇÃO** - caso os resultados sejam satisfatórios, permanecerá a estrutura inicial do sistema. Se os parâmetros mínimos não forem alcançados, o sistema deverá ser alterado em sua estrutura. Estas alterações, que podem ser estruturais ou biológicas, se farão necessárias até que os resultados esperados³ sejam alcançados. A Educação Ambiental da população se fará de forma integrada com outros projetos já conduzidos na ilha, como o Projeto Saúde Comunitária e Papagaio-de-cara-roxa (SPVS) e do Programa Baía Limpa (SEMA).

5. COMO FUNCIONA A ETE PILOTO POR MEIO DE ZONA DE RAÍZES

A estação de tratamento por meio de zona de raízes é um sistema físico-biológico, idealizado seguindo a lógica do biofiltro, utilizando-se, porém, de mais um filtro constituído por raízes. Neste sistema, o esgoto é lançado, por meio de um sistema de tubulações

³ Os resultados devem estar de acordo com o Art. 8º - Para as águas de Classe 5 da Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986, do CONAMA.

perfuradas instaladas logo abaixo de uma área plantada, ou seja, na zona de raízes. Esta área plantada deve ser dimensionada de acordo com a demanda de esgoto prevista.

Além de ser na zona de maré, esta ETE piloto pretende coletar dados sobre uma planta que será utilizada pela primeira vez para esta finalidade. Esta planta nativa da região, a *Cladium mariscus*, além de possuir as características estruturais básicas para o tratamento, é resistente à água do mar, apesar de viver na água doce.

No substrato que fica abaixo da zona de raízes, normalmente seria utilizada a brita nº 2, mas como o seu transporte para a ilha é muito difícil (pela falta de meios adequados de transporte e pelo peso), optou-se por utilizar conchas de ostra do cultivo, que ficam na ilha, após serem “desmariscadas” (separação do molusco da concha). A área para o tratamento de esgoto da estação piloto foi reduzida neste experimento para 1m² por habitante, sendo a profundidade mantida em um metro. Na ETEs da Alemanha, com a tecnologia semelhante a esta ETE piloto da ilha, as áreas utilizadas são de 3 a 5m² por habitante. Levando-se em conta que em climas tropicais a probabilidade de evaporação da água pela planta é maior do que no clima europeu, assim como a insolação também é maior, estes fatos permitiriam, teoricamente, a redução da área de uma ETE nestas condições climáticas.

As plantas que formam a zona de raízes na ETE devem ser plantadas sobre um filtro físico estruturado por uma camada de areia, que preencherá sua base, ocupando uma altura de 30 a 40 cm. Sobre essa base, devem ser dispostas a brita ou as conchas até a altura de 40 a 50 cm. No fundo deste filtro, ficam acomodadas as tubulações que captam o efluente tratado, conduzindo-o para fora da estação.

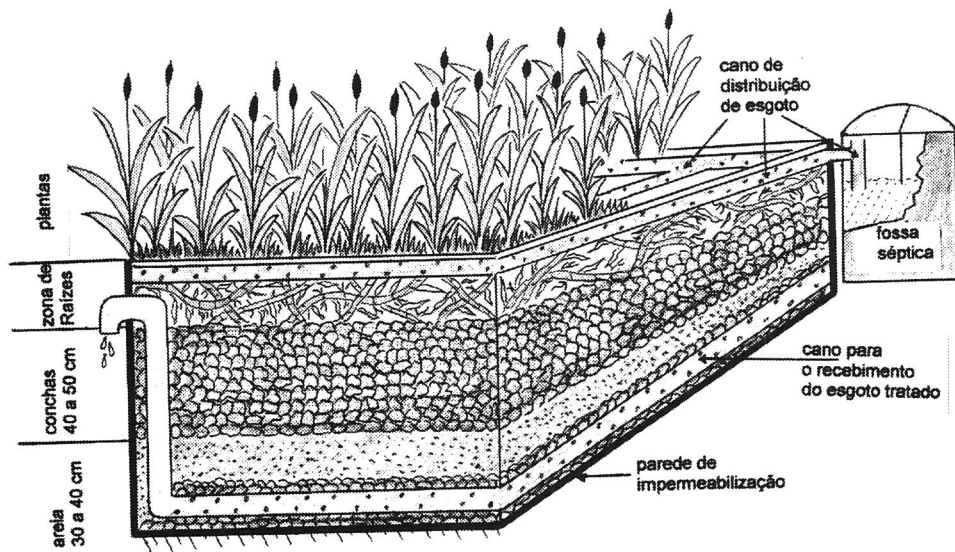


Figura 02: DESENHO ESQUEMÁTICO DA ETE POR MEIO DE ZONA DE RAÍZES

Nas raízes das plantas da ETE, fixam-se bactérias que recebem oxigênio e nitrogênio conduzidos por meio dos aerênquimas do caule até as raízes e, em troca, a bactéria decompõe a matéria orgânica, transformando-a em nutrientes, que repassa às plantas. Nos sistemas convencionais de tratamento de esgoto, o processo de decomposição da matéria orgânica liberam gases que produzem mau cheiro. No caso da zona de raízes, o mau cheiro é evitado porque as próprias raízes funcionam como um filtro, eliminando-o.

Para formar a zona de raízes destas estações, segundo SEITZ (1995), os juncos do gênero *Phragmites* são os mais utilizados, mas segundo WEISS (1994), as plantas, independentemente do gênero a que pertençam, devem ter no mínimo características básicas como: aerênquimas bem desenvolvidos no caule e raízes em cabeleira farta. SEITZ (op.cit) aconselha que as plantas, além de apresentarem as características descritas, devem ser de preferência nativas da região ou da área da instalação da mesma.

As raízes, no caso do junco (*Phragmites*), segundo STEGEMANN (1995), produzem substâncias que atuam na eliminação dos coliformes (*Escherichia coli*) e outras bactérias patogênicas, apresentando uma eficiência de 99,99% na eliminação destes agentes. No caso da Ilha Rasa, optou-se por utilizar a planta nativa *Cladium mariscus*, que possui características estruturais aptas para realizar este tipo de tratamento, mas ainda é desconhecida sua ação na eliminação dos coliformes.

O filtro deve ser impermeabilizado por meio de uma lona plástica resistente ou por uma estrutura de concreto armado, o que depende do tipo de terreno, evitando qualquer tipo de contaminação e infiltrações indesejáveis no sistema. O fluxo do efluente passa primeiramente por uma fossa séptica - tratamento primário, cuja função é acondicionar os resíduos, e se for necessário, utiliza-se uma bomba para elevar ou conduzir o efluente para o canteiro de tratamento. O uso de bombas só se faz necessário quando as alternativas de condução do fluxo do efluente não ofereçam um caimento mínimo, ou quando a fossa de retenção de esgoto estiver abaixo do nível do canteiro de tratamento. Se não houver a necessidade do uso da bomba, o sistema todo funciona sem gasto de energia, tornando-se um sistema de baixo custo, de manutenção mínima de vida útil longa e integrado ao ambiente. Da fossa, o efluente é lançado, por um sistema de tubulações, na altura das raízes (+ ou - a 10 cm da superfície), onde se inicia o tratamento secundário.

Segundo ZOLLER (1995), após o levantamento de dados por ele realizado em 120 estações de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes na Alemanha, não haveria a necessidade de seguir sempre os mesmos parâmetros de área (referindo-se às medidas base entre o mínimo de 3m² a um máximo de 5m²) neste tipo de estação. O motivo é a necessidade de apropriar e adaptar as estações às necessidades da região.

A vantagem deste sistema é o tratamento do esgoto passar por duas etapas: o tratamento primário (fossa séptica) e o secundário (ETE), podendo o efluente resultante ser devolvido a um corpo d'água sem causar contaminação. Outro aspecto positivo do sistema é a ausência da produção de lodo. A produção de lodo como resultado do tratamento é ocorrência normal nos sistemas convencionais, tornando-se um problema, pois o mesmo precisa ser acondicionado em uma área de grande extensão, o que provoca mau cheiro, ou passar por um processo de secagem mecânica, que é de alto custo, para só então ser utilizado como adubo.

Alguns sistemas biológicos de tratamento de esgoto, semelhantes ao de zona de raízes, segundo um levantamento feito por SEITZ (op. cit.), demonstram que a sua vida

útil é longa, citando como exemplo o sistema mais antigo conhecido que foi construído há 120 anos atrás na Suíça, e que funciona ininterruptamente desde então. Estes sistemas, com base em solos filtrantes e estruturado com uma camada de filtro radicular, a “zona de raízes”, podem ser utilizados para o tratamento de efluentes domésticos, sem gastos de energia e integrados ao ambiente, o que os caracteriza como uma Tecnologia Apropriada e um sistema auto-sustentável.

6. CONCLUSÕES

Após identificado o problema, deve-se procurar a solução do mesmo primeiramente nas tecnologias consideradas tradicionais e da cultura vigente. Mas se esta tecnologia tradicional não for suficiente para resolver o problema, então inicia-se o processo de pesquisa, cujo significado é citado por BASTOS (1998):

A forma mais competente para intervir na realidade e na produção através da visão científica é considerar a ciência como processo de inovação permanente, via questionamento sistemático, crítico e criativo. Na verdade, a construção do conhecimento se viabiliza pela inteligência crítica e criativa. [...] (A pesquisa) Pode também ter caráter metodológico, na medida em que recompõe instrumentos e paradigmas científicos, promovendo estudos e tentando superar crises da ciência, métodos e técnicas, chegando a estabelecer as fronteiras do saber.

Através da pesquisa que se estabelecem as Tecnologias Apropriadas, não pelo fato de serem completamente inovadoras, mas pelo fato de através do conhecimento realizar uma aplicação apropriada do mesmo para uma situação diferenciada. As TAs devem levar em conta os recursos locais e o conhecimento da população local, procurando enquadrá-la dentro de um contexto social e ecológico. Para o contexto ecológico faz-se necessário um programa de educação que vise, através do conhecimento, a melhoria das condições ambientais.

No caso da ETE piloto por meio de zona de raízes antes de ser implantada, foi realizada uma apresentação de como ela funciona em reunião das associações da ilha, e também foram produzidas maquetes com as crianças das escolas e as mesmas foram expostas em uma festa da ilha, na qual compareceram grande parte dos habitantes da ilha. Portanto, antes de ser implantada a TA esta foi apresentada para a população local.

Quanto à geração de renda, a ETE poderá ter uma importância indireta, pois permite a melhoria da qualidade das águas da baía o que reflete diretamente na qualidade dos cultivos de ostra, que são atualmente uma atividade de geração de renda anual, e não sazonal como a pesca.

A ETE piloto também permitirá o fortalecimento das estruturas institucionais, como as três associações da Ilha Rasa, porque assim que for demonstrada a eficiência da mesma, estas instituições poderão realizar um projeto conjunto para pedir financiamento a fundo perdido com o objetivo de resolver o lançamento de esgoto das casas que se encontram na linha de maré propondo esta ETE como a Tecnologia Apropriada.

Portanto a ETE piloto se enquadra nas diretrizes das TAs, como descritas no item 1 deste artigo, e pode ser considerada uma “inovação tecnológica” se considerarmos o

que BASTOS (1998) descreve como significado para a palavra “inovação”: considera a inovação uma mudança de comportamento.

Para concluir o processo todo da implantação da ETE, vale citar BASTOS (op. cit.):

Os avanços das tecnologias não se processam repentinamente. Em cada uma delas há histórias, fundamentos e práticas. Etapas são desenvolvidas entre as bases científicas que geram as tecnologias, suas interpretações internas e suas aplicações. Há como um explodir de aplicações que trazem repercussões sobre os processos. Mas há também conseqüências sobre o próprio homem, seu modo de pensar e de se comportar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLI, Cleverson Vitório *et al.* Efetividade da avaliação de impacto ambiental no Brasil na área de saneamento. *SANARE*, Curitiba, v.3, n. 3, p. 31 –38, jan/fev/mar. 1995.
- BARROS, Raphael T. de V. *et al.* *Saneamento*. Belo Horizonte: UFMG, 1995.
- BASTOS, João Augusto de Souza A. Educação e tecnologia. *EDUCAÇÃO & TECNOLOGIA*, PPGTE – CEFET/PR, Curitiba, ano 1, abr. 1997.
- BASTOS, João Augusto de Souza A. A educação tecnológica na sociedade do conhecimento. *EDUCAÇÃO & INTERAÇÃO*, PPGTE – CEFET/PR, Curitiba, dez. 1998.
- CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. *Prática de implantação de disseminação de tecnologias apropriadas ao meio rural – Projeto Juramento*. Belo Horizonte, 1985.
- COLETÂNEA DE LEGISLAÇÃO AMBIENTAL*. Resolução CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná, 1996.
- DARROW, Ken; PAM, Rick. *Appropriate Technology Sourcebook*. USA : Volunteers in Asia, Inc., 1981.
- ENNES, Ysnard Machado. Saneamento não é apenas água e esgoto! *CIÊNCIA HOJE*, vol. 14, n. 81, maio\junho, 1992.
- GARCIAS, Carlos Mello e JO, Carolina Mi Yong. *REVISTA ACADÊMICA*. Saneamento progressivo: implantação progressiva de saneamento em loteamentos de baixo custo. PUC Paraná, ano XI, número 1, agosto 2000. p. 15 -22.
- GAZETA DO POVO - Estadual. Tecnologia japonesa em Guaraqueçaba. Curitiba, Quinta-feira, 22 de abril de 1999, p. 20.
- SEITZ, Paul. Naturnahe Abwasserreinigung mit Pflanzensystemen. *STADT UND GRÜN*, p. 494 – 497. Jul. 1995.
- SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. *Projeto saúde comunitária, educação e conservação para a região de Guaraqueçaba – Paraná, Brasil*. Relatório anual - 1999. Curitiba, março de 2000.

- STEGEMANN, Carlos. Na raiz do problema. *GLOBO RURAL*, São Paulo, ano 10, n. 117, p. 7 – 10, jul. 1995.
- WEISS, H. *Optimierung der Nährstoffentfernung von bewachsenen Bodenfiltern (Horizontalfilter): Empfehlung für Bemessung Bau und Betrieb*. München, 1994. Diplomarbeit – Fachhochschule Ravensburg-Weingarten.
- ZARPELON, Agenor. Água: preservar é preciso. *SANARE*, Curitiba, v.5, n.5, p. 6-7, jan\jun. 1996.
- ZÖLLER, Karl-Toni. Experiências com plantas clareadoras. *LANDSCHAFTSARCHITECTUR*, p. 42-44, jan. 1995.