

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

THAYZE ROCHELE SABEI

**A INSERÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO FORMAL NO PROCESSO DE
IMPLANTAÇÃO DE SANEAMENTO AMBIENTAL NA COMUNIDADE RURAL
COLONIA MERGULHÃO, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – PR**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA
2015

THAYZE ROCHELE SABEI

**A INSERÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO FORMAL NO PROCESSO DE
IMPLANTAÇÃO DE SANEAMENTO AMBIENTAL NA COMUNIDADE RURAL
COLONIA MERGULHÃO, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS –PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Curitiba como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Área de Concentração: Avaliação de Bacias Hidrográficas.

Orientadora: Prof^a.Dr^a.Tamara Simone van Kaick
- UTFPR

CURITIBA
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S115i Sabei, Thayze Rochele
2015 A inserção da educação ambiental não formal no processo de
implantação de saneamento ambiental na comunidade rural Colônia
Mergulhão, São José dos Pinhais-PR / Thayze Rochele
Sabei.-- 2015.
98 f.: il.; 30 cm

Texto em português, com resumo em inglês.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal
do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
Ambiental, Curitiba, 2015.
Bibliografia: f. 90-96.

1. Saneamento rural - São José dos Pinhais (PR). 2.
Alagadiços construídos. 3. Águas residuais - Purificação
- Aspectos ambientais. 4. Esgotos - Projetos e construção. 5.
Educação ambiental. 6. Educação não-formal. 7. Percepção. 8.
Tecnologia apropriada. 9. Tecnologia ambiental - Dissertações.
I. Kaick, Tamara Simone Van, orient. II. Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em
Ciência e Tecnologia Ambiental. III. Título.

CDD 22 -- 363.7

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba

TERMO DE APROVAÇÃO

A INSERÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO FORMAL NO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE SANEAMENTO AMBIENTAL NA COMUNIDADE RURAL COLONIA MERGULHÃO, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – PR

Dissertação de mestrado apresentada como requisito para obtenção do grau de mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

Prof^a. Dra. Tamara Simone van Kaick
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR

Membro:

Prof. Dr. Fernando Hermes Passig
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR

Membro:

Prof. Dr. Jefferson de Queiroz Crispim
Universidade Estadual Campo Mourão – FECILCAMP/UNESPAR

CURITIBA, 20 de Agosto de 2015

Dedico a Deus, a minha amada mãe Lourdes Ferreira Sabei (*in memoriam*), sem o seu exemplo de perseverança este trabalho não seria possível, à minha filha Yasmin, por ter se tornado a razão principal da minha vida, pela sua paciência e delicadeza, e que em algum momento de sua vida eu possa justificar as minhas ausências na busca do saber, ao meu sonho e ao Universo, que me ensinou um novo olhar para a vida, que esse trabalho possa de alguma forma contribuir com a preservação do meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, pelas bênçãos recebidas, por me guiar e estar sempre comigo, tornando todos os obstáculos uma vitória.

À minha orientadora e amiga Tamara Simone van Kaick, por acreditar e confiar em mim. Por todas as suas instruções e orientações recebidas, sempre com muita atenção, dedicação e paciência.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR e a CAPES pelo incentivo financeiro concebido através da bolsa de Demanda Social (DS).

Ao Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER, em especial a Jôsemeri Bernardelli, por todo apoio, incentivo, dedicação e amizade, por ter se tornado uma pessoa especial em minha vida com seus ensinamentos e por estar sempre junto durante a caminhada.

As Secretárias da Agricultura, Meio Ambiente, Vigilância Sanitária de São José dos Pinhais/PR.

Aos moradores que contribuíram e acompanharam o trabalho de campo, os quais tornaram amigos inesquecíveis, Sr. Vladislau Perbiche, Sra. Márcia Perbiche, Sr. Nelson Rocha, Terezinha Feldes, Afonso Feldes, Alex Rocha e João Vanderlei da Silva Conceição.

A todos os colegas e professores da pós-graduação na UTFPR, pelo convívio e aprendizado.

Ao colega Marlon Panizon, pelo seu apoio e toda sua dedicação em me ajudar a construção deste trabalho.

A amiga Sirlei Rosa, onde nem mesmo a distância foi capaz de encurtar nosso laço de amizade, sempre me incentivando e me apoiando em tudo.

A minha família, que me inspiraram na certeza de que poderia realizar mais esse sonho, em especial a minha mãe (*in memoriam*), só tenho a agradecer desde os primeiros passos, “se eu pudesse fazê-la eterna... eterna eu a faria”, sinto muito sua falta.

E a todos que fizeram parte direta ou indiretamente dessa caminhada, meus eternos agradecimentos.

SABEI, Thayze Rochele. A INSERÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO FORMAL NO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE SANEAMENTO AMBIENTAL NA COMUNIDADE RURAL COLONIA MERGULHÃO, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS – PR. 2015. 94. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) Programa de Pós Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

RESUMO

Um dos maiores problemas ambientais da população brasileira é a falta de tratamento de esgoto, principalmente em comunidades rurais e de baixa renda. O desenvolvimento de tecnologias para saneamento eficientes e de baixo custo precisam ser desenvolvidas para atender a população desfavorecida deste serviço básico. Nesse trabalho foi proposta a implantação de uma tecnologia denominada wetlands construídos, também conhecida por Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes – ETEZR. O objetivo do trabalho foi desenvolver uma proposta de Educação Ambiental não formal para o saneamento, utilizando metodologias de sensibilização para os moradores e implantação desta tecnologia ETEZR na comunidade rural da Colônia Mergulhão em São José dos Pinhais - PR. Com o apoio técnico do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, foram implantadas 5 ETEZR na colônia, por meio de 3 Oficinas teóricas e práticas, nas quais participaram no total 67 pessoas da comunidade, 5 técnicos da EMATER e 13 da Prefeitura Municipal do Município. Após 4 meses da implantação foram realizadas 2 coletas do efluente bruto e tratado para analisar parâmetros físico-químicos e biológicos. Os resultados avaliados pelos parâmetros químicos DBO, DQO, fósforo, nitrogênio amoniacal comparando esgoto bruto e tratado, demonstram que as ETEZR são eficientes no tratamento de esgoto. Nas 5 estações a eficiência mínima e máxima entre os parâmetros básicos analisados foram de 52,2 a 95,5% para a DBO; 47 a 94,5% para a DQO; 21,5 a 96% para fósforo; 30 a 98% para nitrogênio amoniacal. Os óleos e graxas, e a série de sólidos também obtiveram significativa redução em seus valores quando comparados o esgoto bruto e o esgoto tratado, e os parâmetros biológicos avaliados por meio dos coliformes apresentaram uma redução entre 80 a 99%. Com a aplicação do processo de Educação Ambiental voltado ao saneamento foi possível avaliar a percepção da população para a aceitação da tecnologia de saneamento ambiental utilizando as ETEZR, compreender as necessidades e conceitos de saneamento para a comunidade. : Esta pesquisa avaliou o desenvolvimento da metodologia aplicada pela Educação Ambiental não formal, a fim de proporcionar subsídios ao processo do plano de saneamento rural para o município.

Palavras chave: Wetlands Construídos; Sensibilização; Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes; oficinas para saneamento; Tecnologias não convencionais.

SABEI, Thayze Rochele. **EDUCATION INSERT ENVIRONMENTAL NO FORMAL IN THE PROCESS OF ENVIRONMENTAL SANITATION OF IMPLEMENTATION IN THE COMMUNITY RURAL COLÔNIA MERGULHÃO, SAO JOSE DOS PINHAIS – PR.** 2015.97f. Dissertation (Masters in Environmental Science and Technology) Graduate Program, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2015.

ABSTRACT

One of the biggest environmental problems of the population is the lack of sewage treatment, especially in rural communities and low-income. The development of technologies for efficient, low-cost sanitation need to be developed to meet the disadvantaged people of this basic service. This work was the implementation proposal of a technology called constructed wetlands, also known as Wastewater Treatment Plant for Roots Zone - ETEZR. The objective was to develop a non-formal environmental education proposal for redevelopment, using outreach methods for residents and deployment of this technology ETEZR in the rural community of Cologne Grebe in Sao Jose dos Pinhais - PR. With technical support from the Paranaense Technical Assistance and Rural Extension Institute -EMATER and the Federal Technological University of Paraná - UTFPR, 5 ETEZR were deployed in the colony through three theoretical and practical workshops, which involved total 67 people from the community 5 technicians EMATER and 13 of the Municipal Town Hall. Após 4 months of implementation were carried out two collections of raw wastewater and treated to analyze physical, chemical and biological parameters. The results evaluated by chemical parameters BOD, COD, phosphorus, ammonia nitrogen comparing raw and treated sewage, demonstrate that ETEZR are effective in the treatment of sewage. 5 Seasons minimum and maximum efficiency between the basic parameters analyzed were 52.2 to 95.5% for BOD; 47 to 94.5% for COD; 21.5 to 96% phosphorus; 30-98% for ammonia nitrogen. Oils and greases, and a series of solid also achieved a significant reduction in their values when comparing the raw sewage and treated sewage, and biological parameters evaluated by means of coliforms showed a reduction of 80 to 99%. With the implementation of environmental education process aimed sanitation was possible to evaluate the perception of the population to accept the environmental sanitation technology using the ETEZR, understand the needs and sanitation concepts for the community. This research evaluated the development of the methodology applied by the non-formal environmental education in order to provide subsidies for rural sanitation plan process for the municipality.

Keywords: Constructed Wetlands; Awareness; Sewage treatment Root Zone; workshops for sanitation; Non-conventional technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema da ETE por meio de Zona de Raízes.....	19
Figura 2 Esquema representativo de um filtro plantado.....	21
Figura 3 Esquema de reator do tipo tanque séptico.....	25
Figura 4. Localização da área de estudo, Colônia Mergulhão.....	35
Figura 5. Etapas do desenvolvimento do trabalho na comunidade Mergulhão.....	38
Figura 6. Coleta do efluente bruto na parte superior da estação.....	43
Figura 7. Coleta do esgoto e do efluente tratado.....	43
Figura 8. Coleta de efluente tratado.....	44
Figura 9. Respostas sobre a importância de tratar os efluentes.....	47
Figura 10 Palestra e aplicação dos questionários no Recanto São Miguel.....	49
Figura 11 Encaixe das tubulações e perfuração para distribuição.....	53
Figura 12. Colocação da manta e preenchimento com telhas.....	54
Figura 13 Preenchimento com areia e pedras.....	54
Figura 14. Mudanças recém plantadas e sistema operando após 1 ano.....	55
Figura 15. Representação ETZR 02.....	56
Figura 16 Mudanças recém plantadas e com 5 meses.....	57
Figura 17 Tubulações de distribuição e retirada do meio.....	58
Figura 18 Preenchimento do filtro.....	59
Figura 19 Estação em funcionamento	60
Figura 20 Colocação da manta e preenchimento com telhas.....	60
Figura 21 Filtro preenchido.....	62
Figura 22 Plantas estabelecidas.....	62
Figura 23 Construção ETZR Cozinha.....	63
Figura 24 ETZR para o esgoto do banheiro	66
Figura 25 Caixa de Gordura Restaurante.....	67
Figura 26 ETEZR finalizada e mudanças recém plantadas.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Abordagens com sistemas de Wetlands construídos.....	23
Tabela 2 Datas de implementação das ETZR e coleta do efluente.....	39
Tabela 3 Respostas das perguntas 3, 4 e 5 do questionário.....	46
Tabela 4 Características das 5 ETZR em análise.....	51
Tabela 5 Gastos para implementação das ETZR	70
Tabela 6 Custos dos materiais utilizados na construção.....	70
Tabela 7 Parâmetros físico-químicos da ETEZR 01(São Miguel).....	72
Tabela 8 Parâmetros físico-químicos da ETEZR 02 (Roda Dagua).....	73
Tabela 9 Parâmetros físico-químicos da ETEZR 03 (residência 1).....	78
Tabela 10 Parâmetros físico-químicos da ETEZR 04 (residência 2).....	79
Tabela 11 Parâmetros físico-químicos da ETEZR 05 Restaurante (Cozinha).....	82
Tabela 12 Parâmetros físico-químicos da ETEZR 05 Restaurante (Sanitários)...	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas
ACAVIM - Associação Caminho do Vinho – Colônia Mergulhão
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO - Demanda Química de Oxigênio
E.Coli- Escherichia Coli
FUNASA -Fundação Nacional de Saúde
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
m² - Metros quadrados
m³ - Metros cúbicos
mg - Miligrama
mg/L - Miligramas por litro
NH₄⁺ - Amônia
NMP/100ml - Número mais provável em 100 ml
pH - Potencial hidrogeniônico
PNEA- Política Nacional De Educação Ambiental
RMC – Região Metropolitana De Curitiba
VISA - Secretária Municipal da Vigilância Sanitária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 SANEAMENTO.....	15
3.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONAS DE RAÍZES.....	16
3.2.1 Wetlands Naturais.....	17
3.2.2 Wetlands Construídas de Fluxo Superficial (FS).....	18
3.2.3 Wetlands Construídas de Fluxo Subsuperficial (FSS).....	19
3.2.4 Wetlands Construídas de Fluxo Horizontal.....	20
3.2.5 Sistemas implantados.....	21
3.2.6 Tanque Séptico e Caixa de Gordura.....	24
3.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	28
3.3.1 Percepção Ambiental e Sensibilização.....	29
3.4 INSTRUMENTOS DE PESQUISA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	32
3.5 COMUNIDADE RURAL COLÔNIA MERGULHÃO.....	34
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1 INSTRUMENTOS DE PESQUISA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	37
4.2 SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL.....	39
4.2.1 Planejamento para a construção das ETEZR.....	40
4.2.2 Monitoramento das ETZR's e coleta dos efluentes.....	41
4.2.3 Divulgação dos Resultados após a implantação das ETEZR's.....	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1 Sensibilização ambiental.....	45
5.2 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DAS ETZR's.....	49
5.3 CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DAS ETZR's.....	69
5.4 MONITORAMENTO E DESEMPENHO DAS ETZR's.....	71
5.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PARA A COMUNIDADE.....	85
6 CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS.....	90
APÊNDICE 01.....	97
APÊNDICE 02.....	98

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais da população brasileira é a falta de tratamento do esgoto doméstico. Segundo o IBGE (2010), no Brasil, 47,2% da população não possui rede coletora de esgoto nem ao menos fossa séptica. Isso significa que quase 100 milhões de habitantes não dispõem desses serviços, o problema é ainda mais grave nas comunidades rurais e de baixa renda.

O Estado do Paraná não está muito diferente da situação atual brasileira. Segundo dados do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2010), 83,6% dos domicílios são atendidos pelos serviços de abastecimento de água potável, mas apenas 37,6% são atendidos por rede coletora de esgoto. O percentual é ainda mais reduzido quando se trata de tratamento adequado do esgoto coletado.

A qualidade e o acesso aos serviços de saneamento estão diretamente relacionados ao contexto brasileiro de saúde pública. Para a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA 2014), a relação de investimento em saneamento é de aproximadamente 1 para 4, ou seja, a cada R\$1,00 investido no setor temos cerca de R\$4,00 economizados com saúde.

A procura por estruturas de saneamento mais sustentáveis e ao mesmo tempo mais baratas nos levam a buscar 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 a Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes (ETEZR), a qual utiliza um biofiltro composto por plantas macrófitas para o tratamento das águas residuais, sendo uma tipologia de *Wetland* construído que vem sendo aplicada em zonas rurais. Estas estações atendem pequenas comunidades, escolas e residências unifamiliares, pois ocupa pequeno espaço na área externa da residência, e ainda pode ser integrado de forma não agressiva ao ambiente (PAGLIARINE JÚNIOR *et al.*, 2012).

Devido à situação sócio-econômica brasileira, em especial, a dificuldade para o tratamento de efluentes em zonas rurais, são necessários mais investimentos no desenvolvimento de tecnologias alternativas de baixo custo e de

alta eficiência para o tratamento. O tratamento de esgoto utilizando plantas macrófitas está se revelando uma alternativa eficiente e de baixo custo quando comparadas aos sistemas convencionais (LEMES *et al.*, 2008).

Portanto, neste trabalho será apresentada uma alternativa para esta problemática ambiental através da proposta de estações do tipo Wetlands construído para a comunidade rural Colônia Mergulhão localizada em São José dos Pinhais (PR), com a implementação de cinco Estações de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes. Foi possível fazer o acompanhamento do sistema através de visitas técnicas e análises laboratoriais para alguns parâmetros, identificando quais são os aspectos envolvidos na construção, nos custos financeiros, no repasse da tecnologia, e avaliar como ocorreu o processo de Educação Ambiental não formal, a percepção e a aceitação da comunidade perante a sensibilização ambiental para o saneamento.

2OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um processo de Educação Ambiental não formal utilizando conceitos do planejamento de 5 ETEZR, implementação, acompanhamento e monitoramento de uma tecnologia para o saneamento rural na comunidade rural na Colônia Mergulhão em São José dos Pinhais (PR).

2.2OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar um levantamento sobre o conhecimento que a comunidade possui a respeito do saneamento ambiental e sobre diferentes tecnologias para tratamento de esgoto, sensibilizado – os sobre a falta de tratamento de esgoto

- Planejar e implantar cinco ETEZR com o acompanhamento dos proprietários e moradores da comunidade em forma de oficinas;

- Acompanhar o desenvolvimento das cinco ETEZR e monitorar a eficiência através de análises físico-químicas e microbiológicas;

- Avaliar o processo de Educação Ambiental não formal, diagnosticando a percepção e o aceite da comunidade para a tecnologia proposta após a implantação da mesma.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SANEAMENTO

O saneamento básico no Brasil constitui um grande desafio a ser alcançado, pois 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 de doenças e preservar o meio ambiente o Plano Nacional de Saneamento estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Define um conjunto de serviços presentes na Lei nº 11.445/2007 voltados para a infra-estrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Indica também os princípios da integralidade, equidade, universalidade, planejamento, intersetorialidade e o controle social (BRASIL, 2007).

A falta de saneamento básico é apontada como um dos fatores atuais que estão fortemente associados aos problemas de saúde pública e à poluição das águas. Por conta disso, as águas do planeta estão cada vez mais poluídas e é cada vez maior o número de pessoas, na grande maioria crianças que morrem por doenças transmitidas pela água contaminada (LEMES *et al.*, 2008).

Em áreas rurais 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, o uso abusivo de água na irrigação. A ação destas atividades e seus impactos são decorrentes de uma estrutura de saneamento inadequada no meio

rural podem ser superiores àqueles que são produzidos nos grandes centros urbanos (LAUTENSCHLAGER, 2001).

A falta de investimentos e de infraestrutura em saneamento básico em comunidades rurais, foi um dos desafios que propiciou a evolução de estudos e pesquisas de métodos alternativos aos convencionais para o tratamento de esgotos nestas regiões que não são atendidas por esse serviço. Nesse caso, 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 tanto financeiras como em eficiência, sendo uma alternativa para o saneamento (LEMES *et al.*, 2008).

Essa alternativa de tecnologia apropriada, assim como a educação ambiental é fundamental para buscar a melhoria da qualidade de vida da população inserida nesse contexto.

A comunidade necessita estar informada sobre essa tecnologia tanto para a aceitabilidade, monitoramento e manutenção desse sistema, e para isso se faz necessário proporcionar uma educação para tal onde deve ser trabalhada com a informação para esse conhecimento. Este tipo de educação corresponde ao sistema não formal, e pode ser incluída na linha da Educação Ambiental voltada para o Saneamento Ambiental.

3.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR ZONAS DE RAIZES (WETLANDS)

Os primeiros estudos com sistema de zona de raízes conhecido por *Wetlands* construídos de fluxo subsuperficial vertical foram realizados na década de 70 na Alemanha. 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 (KAICK, 2002).

Os *Wetlands* podem ser classificados de diversas formas dependendo do tipo de vegetação, naturais ou construídas. A construção planejada de *wetlands* constitui tecnologia relativamente recente. Tais *Wetlands* procuram introduzir a

simbiose entre plantas, microrganismos e substrato, com o objetivo principal de proporcionar um tratamento adequado ao esgoto. Estes sistemas também têm sido utilizados como instrumentos importantes tanto no controle de inundações, tratamento de água da chuva, tratamento de esgoto, despoluição de rios e por vezes para a produção de alimentos (KAICK, 2002; TONIATO, 2005; SEZERINO, 2006).

As plantas adotadas precisam ser obrigatoriamente macrófitas aquáticas. Dentre várias espécies destacam-se: *Zantedeschia aethiopica* (Copo de leite), *Phragmites australis* (Junco); *Hedychium coronarium* (Lírio-do-brejo, borboleta, lágrima-de-moça) entre outras (KAICK, 2002). Recomenda-se o plantio das mudas três meses após o início do funcionamento do sistema, aguardando a adaptação biológica, ou assim que a ETE estiver com líquido na sua cota máxima.

São descritas na literatura três tipos de *Wetlands*: 1- **Wetlands naturais** que apresentam fluxo superficial; 2- **Wetlands construídas** que apresentam fluxo superficial (FS) e fluxo subsuperficial (FSS); 3- **Wetlands construídas de fluxo horizontal** (FH). Um grande número de variações de projeto existe para cada uma destas alternativas. Além destas três alternativas, pode-se ainda combiná-las entre si, ou com outras tecnologias naturais e criar sistemas híbridos que satisfaçam necessidades específicas. Cada alternativa tem vantagens e desvantagens para distintas aplicações (KAICK, 2002; MAIER, TONIATO, 2005; SEZERINO, 2006; LEMES *et al.* 2008).

3.2.1 *Wetlands* Naturais

As *Wetlands* naturais usadas para o tratamento de águas residuárias necessitam de um menor esforço do ponto de vista de projeto executivo 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-existent. Do ponto de vista qualitativo *wetlands* naturais incluem os mesmos componentes que as *wetlands* construídas onde os principais são: 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 dos 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.

3.2.2 *Wetlands* Construídas de Fluxo Superficial (FS)

Segundo Toniato (2005), as *wetlands* construídas procuram reproduzir o comportamento de *wetlands* naturais, principalmente aquelas que apresentam fluxos superficiais rasos. São quatro as características principais dessas *wetlands*: 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 aperfeiçoar o fluxo superficial do material afluente com relação à eficiência de tratamento.

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 (LAUTENSCHLAGER, 2001).

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 (TONIATO, 2005; SEZERINO, 2006).

3.2.3 *Wetlands* Construídas de Fluxo Subsuperficial (FSS)

De acordo com Sezerino (2002), este sistema foi idealizado como uma tecnologia de controle de poluição em que os processos de depuração da matéria orgânica, a transformação da série nitrogenada e a retenção do fósforo acontecem a partir da combinação de processos físicos (filtração e sedimentação); químicos (adsorção, complexação e troca iônica) e biológicos (degradação microbológica aeróbia e anaeróbia), além da retirada de nutrientes pelas macrófitas aquáticas. Tais sistemas tratam as águas residuárias passando-as através de meios porosos contendo raízes de plantas, por meio de fluxos horizontais ou verticais, (Figura 1).

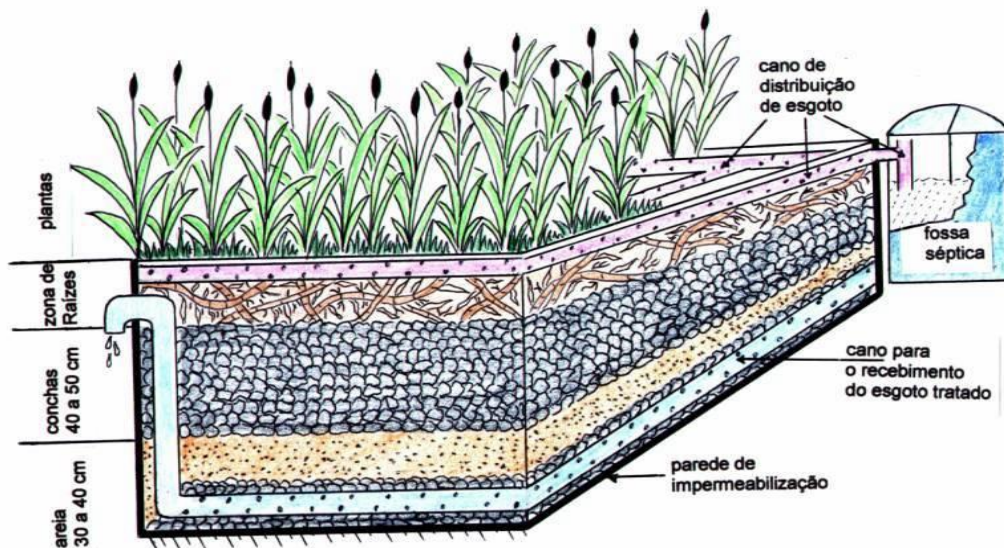


Figura 1. Esquema de uma ETEZR de Fluxo Vertical Subsuperficial.
Fonte: KAICK (2002).

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 deve manter todo o fluxo subsuperficial, ou sua maior parte, através do meio poroso.

A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial de microrganismos aderidos.

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, que finalmente são responsáveis pela remoção dos poluentes da água. Toda a água tratada e polida pela Zona de Raízes pode ser 100% reciclada (DA SILVA, 2008).

Os sistemas com plantas são eficientes porque o processo de degradação da matéria orgânica (mineralização, nitrificação, desnitrificação) é muito completo, devido à grande biomassa. Além disso, são removidos a carga orgânica e nutrientes (por exemplo, fósforo e nitrogênio) que levam à eutrofização das águas, elimina patógenos como coliformes, e substâncias inorgânicas como fenóis e metais pesados. Sistemas de tratamento de esgoto com plantas podem ser configurados como elementos de Paisagismo Ambiental (Biótipos, por exemplo), em forma de jardins ou parques (DA SILVA, 2008).

As plantas que compõem a zona de raízes neste sistema podem ser de gêneros diferentes desde que tenham características básicas como: aerênquimas bem desenvolvidos no caule e raízes que devem ser em forma de cabeleira, devem ser de preferência nativos da região ou da área de instalação do sistema, por estarem adaptadas às condições climáticas do local da instalação das ETEZR (KAICK, 2002; SEZERINO, 2006).

3.2.4 *Wetlands* Construídas de Fluxo horizontal (FH)

O filtro plantado com macrófitas é chamado de “fluxo horizontal”, porque o esgoto é alimentado na zona de entrada e percola através dos poros do material filtrante, em um caminho mais ou menos horizontal, até alcançar a zona de saída (Figura 2). Nesse processo, a depuração dos elementos físicos, químicos e biológicos dos esgotos se dá através de uma combinação de elementos e mecanismos. O princípio básico é a formação de biofilme aderido a um meio suporte e raízes das plantas, onde comunidades de microrganismos, em meio a zonas aeróbias, anaeróbias e anóxicas, promovem a degradação por meio de processos físicos e químicos (PHILIPPI e SEZERINO, 2014).

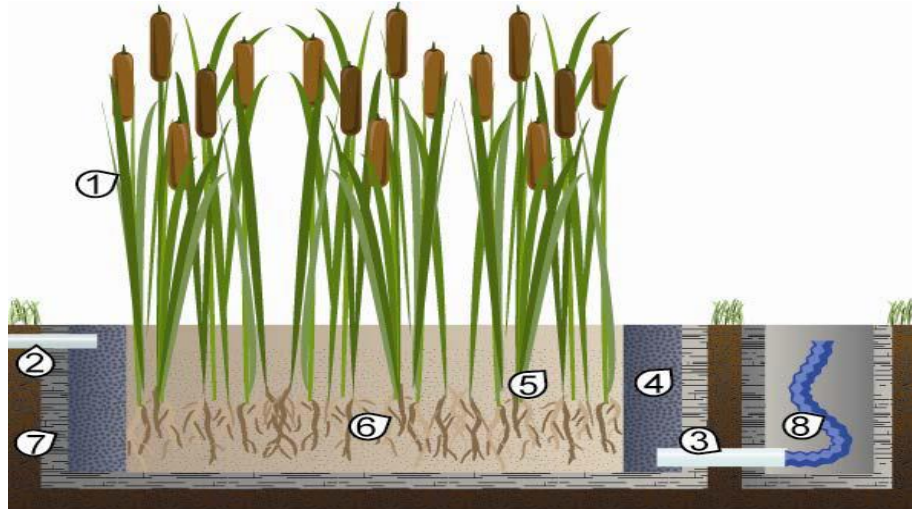


Figura 2. Esquema representativo de um filtro plantado de fluxo horizontal. 1 -Macrófitas; 2- Tubulação de alimentação perfurada; 3- Tubulação de coleta perfurada; 4- Brita na zona de entrada e de saída; 5-Areia no leito filtrante; 6- Raízes e rizomas; 7- Impermeabilização da lateral e do fundo; 8- Tubulação de controle de nível.
Fonte: OLIJNYK (2008).

3.2.5 Sistemas Implantados

Atualmente existem inúmeros registros na literatura de estudos e experiências de utilização de *wetlands* naturais ou construídas na remoção de nutrientes e contaminantes de esgotos urbanos. Os resultados desses trabalhos são bastante variáveis em função, basicamente, dos tipos de espécies químicas presentes nesses efluentes, da carga dos mesmos à área alagável e do tipo *wetlands* construídas utilizada.

No Brasil, a primeira tentativa de utilização de sistemas de *wetlands* construídas para purificação de águas foi feita por Salati & Rodrigues (1982), com a construção de um lago artificial nas proximidades de um córrego altamente poluído (Rio Piracicamirim) localizado em Piracicaba/SP. As experiências iniciais foram satisfatórias e os trabalhos foram continuados a partir de 1985, pela Construtora Ambiental Ltda, que posteriormente se transformou no Instituto de Ecologia Aplicada. Foram desenvolvidas novas tecnologias, procurando, especialmente aumentar a eficiência do sistema, diminuindo os investimentos.

No Estado do Paraná os primeiros trabalhos com Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes, que são sistemas subsuperficiais foram realizados 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), entre outros.

Na Tabela 1 abaixo, estão descritos alguns trabalhos realizados de implantação de ETEZR's, com características de esgoto doméstico, eficiência de alguns parâmetros e espécie vegetal utilizada para compor o sistema.

Tabela 1. Sistemas de Wetlands construídos implantados por diversos autores considerando fluxo, tamanho e eficiência de remoção de alguns parâmetros físico-químicos. Legenda: TDH= Tempo de detenção hidráulica; Q= Vazão do sistema; DBO=Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO=Demanda Química de Oxigênio N= Nitrogênio; F= fósforo; WFV=Wetlands de Fluxo Vertical; WFVS= Wetlands de Fluxo Vertical Subsuperficial; WFH=Wetlands Fluxo Horizontal; WFHS=Wetlands Fluxo Vertical Subsuperficial

Fonte: Autora

Autor; Estado (UF); Ano;	Fluxo e (TDH dias)	Número Usuários	Área (m ²)	Q (L/hab/d)	DBO %	DQO %	E. Coli %	N (mg/l) %	Fósforo %	Espécie Planta
Maier, (2007). Santa Maria-RS	WFV(3)	5	5	120	99,1	98,9	99,8	80,4	91,1	<i>Colocasium antiquorum(inhame)</i>
Pagliarini Junior, et al, (2011) Campo Mourão PR	WFV	4	4	120	84	85	-	-	85	<i>Cymbopogon nardus (L.) Rendle e Canna indica Lily</i>
Lemes, et al, (2008) Irati- PR	WFV	5	5,7	120	88	80	94	-	54	<i>Copo de leite</i>
Arsego & Silveira, (2014). Francisco Beltrão – PR	WFVS(3)	160	5,5	25	88	94	-	30	80	<i>Copo de leite</i>
Rodrigues, et al, 2011, Campos Novos –SC	WFH(9)	190	152	25	72	77	80	80	80	<i>Thypha sp. (taboa)</i>
Sezerino, et al, (2010) Palhoça -SC	WFH(3)	3	8	102,3	-	82,7	-	56	73,5	<i>Cyperus papyrus.</i>
Sezerino, et al, (2011), Santo Amaro da Imperatriz-SC	WFH	4	6	120	-	83	-	23	63	<i>Cyperus papyrus</i>
Sezerino, et al, (2002), Florianopolis- SC	WFH	5	10	120	-	83	-	17	53	<i>Cyperus papyrus</i>
Weber & Tanabe, (2009) Guaraqueçaba - PR	WFV(3,5)	4	2,89	180	86	87	69	-	-	<i>Crinum sppCebolana</i>
	WFV(2,8)	8	6	720	92	94	83	-	-	<i>Crinum spp e Cebolana</i>
De Araujo Almeida, et al, (2010).Goiania- GO	WFHS(2,7)	5	4,8 m ²	81	90	78	99 (termot.)	-	-	<i>Hedychium coronarium J. König) e Typha angustifolia</i>

A Tabela 1 mostra como aumentou o número de pesquisas utilizando a ETEZR nas suas diferentes formas de implantação, já é possível identificar a aplicação desta tecnologia em mais estados como PR, SC, RS e GO, já tivemos o 1 e 2º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos sendo o primeiro no ano de 2013, em Florianópolis SC e o segundo em 2015 na cidade de Curitiba PR, o que demonstra o interesse no desenvolvimento e aplicação desta tecnologia no Brasil.

Lemes *et al.*, (2008) descreve que a implantação do sistema realizado em duas residências rurais no município de Irati, no Paraná, está atualmente servindo para trabalhos de educação ambiental nas escolas da região, e na conscientização local da comunidade demonstrando sua importância no tratamento de esgoto e tem se mostrado eficiente em diversos parâmetros, atendendo as expectativas dos moradores.

Em 2008, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foi desenvolvida uma pesquisa na qual foram implantadas 18 ETEZR's no Paraná em pequenas propriedades rurais (<10 hectares) seguidas do tratamento primário, fossa séptica e caixa de gordura, foram nos municípios de Campo Mourão (11), Rancho Alegre do Oeste (7) e (1) no município de Corumbataí do Sul (PAGLIARINE *et al.*, 2012).

Os resultados das avaliações foram positivos e relatados por Domiciliano *et al.*, (2009), com a melhoria dos parâmetros analisados como: pH, a qualidade do efluente como: pH, oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade atendendo aos padrões de lançamento preconizados na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 357/2005).

3.2.6 Tanque séptico e caixa de gordura

Segundo a NBR 7229/1993 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o tanque séptico é uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão. Os tanques sépticos podem ser de câmara única ou de câmaras em série.

O tanque de câmara única é uma unidade de apenas um compartimento, em cuja zona superior deve ocorrer processos de sedimentação e de flotação e digestão da espuma, prestando-se a zona inferior ao acúmulo e digestão do lodo sedimentado. Já o tanque de câmaras em série é uma unidade com dois ou mais compartimentos contínuos, dispostos seqüencialmente no sentido do fluxo e interligados adequadamente, nos quais devem ocorrer, conjunta e decrescentemente, processos de flotação, sedimentação e digestão.

De acordo com Andrade Neto (1997), os tanques sépticos são tanques simples e tem a função de reter os sólidos que estão contidos no esgoto através da sedimentação. Esses sólidos, ao se depositarem no fundo são submetidos à decomposição por microrganismos anaeróbios, os quais degradam a matéria orgânica principalmente CH_4 e CO_2 . Segundo Sobrinho (1991), esse reator pode apresentar uma eficiência de 30 a 50% de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e 50 a 80 % de remoção de sólidos suspensos presentes nos esgotos sanitários.

Nesses reatores, uma parcela dos sólidos presentes nos esgotos sedimenta (por ação da gravidade) e compõe o lodo de fundo, enquanto outra parte fica na superfície (formando uma espuma) auxiliada por bolhas de gás produzidas pelo metabolismo microbiano anaeróbio que ocorre nesse reator (Figura 3).

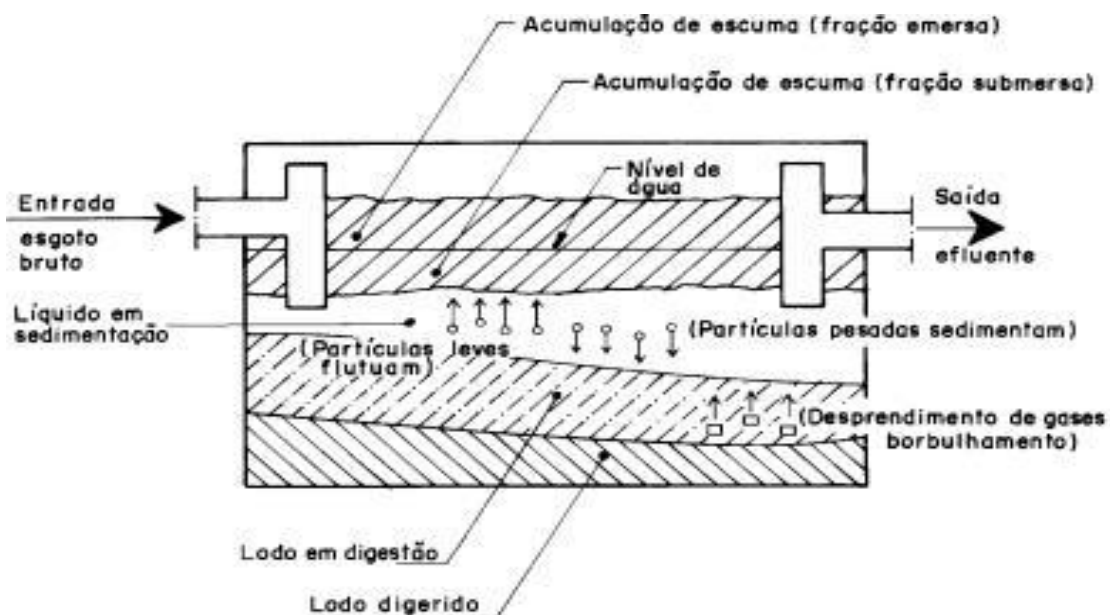


Figura 3. Esquema de um reator do tipo tanque séptico.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997).

Os anteparos apresentados na região superior do reator servem para reter a espuma que aí se forma, bem como diminuir a velocidade do esgoto que entra no reator. Os tanques sépticos são usualmente empregados em locais não servidos por rede coletora de esgotos (WITKOVSKI e VIDAL, 2009).

O tanque séptico é projetado de modo a receber todos os despejos domésticos (cozinha, lavanderias domiciliares, lavatórios, vasos sanitários, bidês, banheiros, chuveiros, mictórios, ralos de pisos de compartimentos interiores, entre outros), ou qualquer outro despejo, cujas características se assemelham as do esgoto doméstico.

Contudo é obrigatória a intercalação de um dispositivo de retenção de gordura (caixa de gordura) na canalização que conduz os despejos das cozinhas para o tanque séptico. O dimensionamento de um tanque séptico deve ser criterioso, construído de acordo com a norma NBR específica considerando as características para cada tipo e tamanho da instalação, seja uma residência, um escritório, uma fábrica, uma escola, um restaurante ou outros. Podem ser do tipo pré-moldado ou construído no próprio local.

Durante a concepção de um sistema de fossa séptica deve-se estabelecer a sua localização. É importante que não seja muito perto das moradias, pois pode vir a causar odor desagradável, e nem muito longe, com intuito de minimizar o custo com tubulações para transportar os despejos. Recomenda-se que elas sejam construídas próximas ao banheiro, a fim de reduzir o número curvas nas canalizações. Também é importante que a sua construção seja no nível mais baixo do terreno e longe de qualquer fonte de captação de água para evitar contaminações. O efluente de saída do tanque séptico ainda precisa ser encaminhado a um pós tratamento ou unidade de disposição, uma vez que esse efluente ainda apresenta elevado teor de matéria orgânica solúvel (que não sedimenta) e de organismos patogênicos (WITKOVSKI e VIDAL, 2009).

A caixa de gordura também é de fundamental importância como tratamento preliminar. É definida como uma caixa destinada a reter na sua parte superior as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto. Forma assim, camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma conforme disposto na ABNT/NBR 8160 (1999).

Segundo esta norma é estabelecida o dimensionamento para cada imóvel. Para residências com até duas pias, a caixa precisa ter capacidade mínima para 18 litros.

As caixas de gordura devem ser dimensionadas levando-se em conta: a) para a coleta de apenas uma cozinha, pode ser usada a caixa de gordura pequena ou a caixa de gordura simples; b) para a coleta de duas cozinhas, pode ser usada a caixa de gordura simples ou a caixa de gordura dupla; c) para a coleta de três até 12 cozinhas, deve ser usada a caixa de gordura dupla; d) para a coleta de mais de 12 cozinhas, ou ainda, para cozinhas de restaurantes, escolas, hospitais, quartéis, etc., devem ser previstas caixas de gordura especiais. Devem ser divididas em duas câmaras, uma receptora e outra vertedoura, separadas por um septo não removível.

A Resolução CONAMA nº 357 foi embasada em parâmetros e padrões de qualidade de água em legislações do Canadá, Estados Unidos, Austrália, Comunidade Européia e OMS. Regulamenta o descarte de efluentes sobre corpos d'água limitando a carga poluidora lançada de acordo com o tipo de uso estabelecido para a água do corpo receptor (classe da água) (BRASIL, 2005).

Portanto, no caso do esgoto tratado, a sua disposição final foi regulamentada pelo CONAMA 357/05 e estabelecem as condições, parâmetros, padrões máximos de lançamento de efluentes; o resíduo tratado de qualquer fonte poluidora somente poderá ser lançado diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam as suas condições, padrões e exigências; assegura sanções de acordo com o impacto ambiental gerado pelo efluente lançado.

Apesar de termos normas de construção adequadas para as estruturas de saneamento, a educação para o saneamento é importante para que o cidadão possa compreender a finalidade de tratar de forma adequada o esgoto gerado. Para tanto, a Educação Ambiental se torna importante, pois pelo olhar sistêmico, ela pode conferir ao gerador deste resíduo/esgoto, a responsabilidade como cidadão de cuidar e ter a certeza que está fazendo a ação certa para minimizar os impactos gerados pelos lançamentos indevidos.

3.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A constante intervenção humana vem transformando o ambiente natural resultando em locais desafiadores para a sobrevivência dos seres vivos, inclusive a do próprio ser humano. A falta de pessoas ecologicamente conscientizadas e sensibilizadas para reverter o quadro atual de impactos ambientais, faz com que a educação ambiental seja de extrema importância neste âmbito. Tem sido discutida em vários encontros ecológicos que reúnem vários países a fim de promover estratégias para minimizar os diversos problemas ambientais (POLLI e SILVA, 2012).

Um dos principais objetivos da EA consiste em contribuir para a compreensão da complexidade do ambiente em suas dimensões ecológica, econômica, social, cultural, política, ética e tecnológica. Dessa forma, proporciona ao cidadão uma visão holística da realidade e qual sua importância de sua organização e participação na defesa de todas as formas de vida. Busca criar oportunidades para sensibilização dos problemas ambientais, além de propiciar reflexão desses problemas na busca de soluções (PONICIANO *et al.*, 2014).

Seus princípios básicos são praticamente os mesmos do Pro-NEA. 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 (BRASIL, 2007).

A EA para Lemos e Teresinha (2004), demonstra ser fundamental para o processo de mudança de percepção do ambiente e com consequência direta nas atitudes tomadas pela sociedade. De acordo com Amaral (2001) a EA não é uma disciplina isolada, existindo uma transdisciplinaridade do tema entre todos os

conteúdos curriculares. Ressalta que os processos pedagógicos destinados à formação ambiental são organizados e avaliados pelo sistema educacional público e privado em séries sequenciais desde a educação infantil à superior.

Segundo Da Silva, (2008) a EA não formal é exercida em diversos espaços da vida social. Deve ser praticada em casa pela família, nas instituições de aprendizagem através de 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, comunidades e igrejas. É menos estruturada do que a EA formal.

A Educação Ambiental informal é exercida em diversos espaços da vida social, mas não necessariamente possui compromisso com a sua continuidade. Não se exige definição clara da sua forma de ação, metodologia e tipos de avaliação. Por exemplo, os meios de comunicação escrita e falada têm enfatizado 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)

É um componente fundamental para projetos de Saneamento a EA justifica-se ao dar oportunidade à população, propicia benefícios por meio da sensibilização das pessoas para a mudança de comportamento em relação ao meio ambiente. Permite assim, uma melhoria da qualidade de vida dos sujeitos, numa perspectiva emancipatória com ampla participação e mobilização comunitária (PONICIANO *et al.*, 2014).

Em comunidades rurais, para se colocar em prática um projeto que envolva a sensibilização ambiental é imprescindível analisar a percepção do ambiente pelo grupo envolvido. Elaborar um diagnóstico ambiental prévio a partir da concepção ambiental do grupo. Posteriormente, devem-se elencar alternativas metodológicas, de forma a motivar a reflexão da comunidade a respeito do seu contexto social, político, econômica e cultural. Motivar a participação ativa da comunidade através das criações de situações-problema, que despertem o interesse em propor soluções para os problemas ambientais que mais afetam a sua vida cotidiana (ALVES *et al.*, 2007).

A Educação Ambiental aliada a Percepção Ambiental devem ter como objetivo a transmissão de conhecimentos e a compreensão dos problemas ambientais e conseqüentemente provocar uma maior sensibilização das pessoas a respeito da preservação dos recursos naturais, bem como a preservação de riscos e acidentes ambientais e correção de processos que afetam a qualidade (MELAZO, 2005).

3.3.1 Percepção Ambiental e sensibilização

A importância da pesquisa em percepção ambiental surge com o fato de um entendimento sobre valores, necessidades, atitudes e expectativas que determinados sujeitos têm em relação ao seu meio vivencial. Essa importância foi ressaltada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO) em 1973 para o planejamento do ambiente.

O estudo da percepção ambiental de uma comunidade é uma ferramenta essencial para a compreensão de comportamentos humanos e para o planejamento de ações que promovam a sensibilização e o desenvolvimento de posturas éticas e responsáveis perante o ambiente (MARCZWSKI, 2006). A percepção ambiental vem sendo estudada em diversas áreas do conhecimento, como na psicologia, geografia, biologia, antropologia e meio ambiente, por exemplo, e busca entender melhor os fatores, mecanismos e processos que levam as pessoas a terem opiniões e atitudes em relação ao meio em que vive (BERGMAM, 2007).

São estratégias de defesa do meio natural e ajudam a reaproximar o homem da natureza, garantindo um futuro com mais qualidade de vida para todos, já que despertam maior responsabilidade e respeito dos indivíduos em relação ao ambiente em que vivem (VILLAR *et al.*, 2008). Embora a sociedade aparente perceber os problemas ambientais, a maioria das pessoas não conhece as origens. Conseqüentemente, as formas de enfrentamento tornam-se difíceis e não resolvem os danos causados. Não havendo massa crítica sobre o assunto, a sociedade não

percebe os impactos ambientais e sociais a que está submetida e reproduz idéias distorcidas dos mesmos (FERNANDES *et al.*, 2005).

O conhecimento da percepção da população sobre o meio ambiente e o lugar em que ela vive, permite ao gestor ou educador planejar e elaborar projetos em educação ambiental. Possibilita avaliar, estimular e propor ações mitigadoras dos impactos ambientais; fornecer elementos para as políticas públicas de forma eficaz; mas, nada disso é possível sem participação da comunidade nas políticas públicas, nos processos de decisão, planejamento e no controle social (BAY e SILVA, 2011).

Segundo Okamoto (2002), a percepção ambiental aborda questões sobre o comportamento humano, colocando-o como resultante de um processo perceptivo que o ambiente possui sendo um papel fundamental. Os projetistas não devem se preocupar só com a construção que se faz, mas com a composição em relação ao ambiente. As pessoas mudam várias vezes de casa ou de trabalho, não se apegando à construção, visto que existe pouca afetividade entre o ser humano e a edificação, a maior importância está na harmonia e na boa convivência com o ambiente.

A tendência de se empregar o termo *sensibilização* reflete justamente a necessidade de se ir além da transmissão de novos conceitos atrelados ao meio ambiente, uma vez observada à ineficiência em gerar mudanças comportamentais a partir desse paradigma dominante. A sensibilização traz, portanto, a proposta de transposição do enfoque racional na prática educativa e a busca de se atingir a dimensão emotiva, espiritual da pessoa humana na sua interação com a natureza (MARIN *et al.*, 2003).

A sensibilização ambiental tem como objetivo informar e esclarecer as pessoas sobre problemas ambientais e suas possíveis soluções. É um componente fundamental para a reflexão de uma sociedade mais sustentável, e é indispensável para a preservação do meio ambiente. Sato e Santos (2006), 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, 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. Ihe forem apresentados os meios da mudança que levem a uma atitude mais correta para com o meio ambiente.

A percepção das belezas da natureza ou dos graves problemas ambientais constitui um elemento importante para a compreensão da temática ambiental. Quando essas noções ficam simplesmente na ação de sensibilização, não produzem avanços significativos para uma compreensão mais abrangente da sociedade, nem se refletem em mudanças de atitudes e, muito menos, ajudam a construir uma nova forma de racionalidade ambiental, que consideramos o objetivo final do processo de Educação Ambiental para o desenvolvimento sustentável (MEDINA, 2001).

Segundo, Guerra e Taglieber (2002), a sensibilização de um grupo de pessoas proporcionada pelas vivências de oficinas práticas, permite expressar outra visão de natureza e ambiente. Esse processo vivenciado sugere que a sensibilização e a percepção podem ser importantes para provocar uma evolução das representações mentais e sociais, importantes para iniciar um trabalho de sensibilização ambiental, é o primeiro passo para a conscientização nas práticas de EA.

3.4 INSTRUMENTOS DE PESQUISA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A avaliação da EA pode ser feita de diferentes maneiras entre elas: diagnóstico rápido participativo, questionário, entrevistas para utilizar como instrumentos de coletas de dados quantitativos e qualitativos, pesquisa-ação, oficinas e monitoramento através de visitas in loco. É importante utilizarmos vários métodos diferentes na pesquisa social, pois cada método apresenta uma força e uma fraqueza. Desta maneira, utilizando diferentes métodos o fenômeno social freqüentemente é bem sucedido (BABBIE, 2005).

O diagnóstico rápido participativo é caracterizado pela análise participativa da situação. O diagnóstico rápido participativo é uma investigação coletiva e uma aprendizagem mútua para conhecer as problemáticas da comunidade e possibilitar

um desenvolvimento sustentável. Para isso é designada uma equipe multidisciplinar, composta por membros da comunidade rural, técnicos locais, técnicos de várias secretárias municipais como saúde e educação, universidades, além de representantes de organizações não governamentais (KUMMER, 2007).

A metodologia do diagnóstico rápido participativo é um processo contínuo, e se caracteriza por 6 etapas, entre elas: sensibilização e mobilização; diagnóstico participativo; planejamento participativo; execução de atividade e projetos específicos e monitoramento, avaliação, acompanhamento e planejamento. A etapa de sensibilização é o pré requisito para o início do trabalho em comunidade, sendo uma ferramenta importante para trabalhar a sensibilização junto com os questionários e a entrevista semi-estruturada (KUMMER, 2007).

O questionário pode ser entendido como técnica de investigação que para Gil (1999) é composto por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escritos às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas. As respostas dos questionários permitirão vislumbrar, em parte, os fundamentos teóricos e empíricos que norteiam a prática dos pesquisados. Neste sentido, são questionários auto aplicados, porque são questões propostas por escrito aos respondentes. A entrevista é uma ótima opção tanto para validar o questionário como para avaliar as respostas do questionário.

Segundo Tomazello (2001), para validar o questionário, o pesquisador poderá utilizá-la caso perceba discrepâncias entre as respostas, levantando algumas dúvidas quanto à verificação de coerência das idéias. E para avaliar algumas respostas do questionário, quando o pesquisador levantar algumas dúvidas nas respostas dadas para as questões abertas. A entrevista poderá variar muito em função das respostas, do meio, da formação do entrevistado e cada caso deve ser analisado com suas especificidades.

A entrevista deve ser realizada após o universo pesquisado responder ao questionário, encaminhá-lo para o pesquisador e esse fazer uma leitura do questionário, tentando identificar dúvidas quanto à verificação de coerência das respostas dadas. Ela deve ser do tipo estruturado e deve ser preparada em função das respostas do questionário com perguntas que possam suprir o que o

questionário não pôde fazer. Ou seja, a entrevista deve ter questões dirigidas a completar o questionário (TOMAZELLO, 2001).

As entrevistas do tipo *Survey* é um método de pesquisa amplamente utilizado em pesquisas de opinião pública, de mercado e, atualmente, em pesquisas sociais que, objetivamente, visam descrever, explicar e/ou explorar características ou variáveis de uma população por meio de uma amostra estatisticamente extraída desse universo sendo uma fonte essencial de evidências para estudos de caso, uma vez que geralmente lidam com atividades de pessoas ou grupos (BARBETTA, 2002).

Um instrumento bem conhecido de pesquisa para a educação ambiental são as Oficinas. Para Meireles e Oliveira (2007), as oficinas é um local onde se produz se cria, se conserta, pondo em prática toda criatividade. Nas comunidades, o trabalho consiste em desenvolver, criar, consertar. Toda atividade é realizada em grupo, o que possibilita a integração entre as pessoas. Na oficina pode haver, subgrupos, divisões de tarefas.

Programas e projetos que visam construir sociedades sustentáveis uma metodologia que se torna de grande importância é a pesquisa-ação. Têm como objetivo interagir com a comunidade para investigá-la, sobre os aspectos sociais e/ou ambientais contribuir na criação e elaboração de intervenções aos problemas apresentados. A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social baseada no conhecimento empírico e é realizada como uma ação ou como resolução de um determinado problema, que pode ser coletivo, onde os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de maneira cooperativa e participativa (THIOLLENT,1997).

3.5 COMUNIDADE RURAL COLÔNIA MERGULHÃO

A área de estudo está localizada em São José dos Pinhais – PR, integrante do primeiro planalto paranaense do município, situado na porção Sul da Região Metropolitana de Curitiba. O local de estudo é a Colônia Mergulhão localizado em área rural, entre as Colônias Acyoli, Murici e Rio Pequeno, a 10 km da sede do município.

Nas coordenadas latitude 25° 32' 05"S e longitude 49° 12' 23"W. Possui uma distância aproximada de 25 km do centro de Curitiba (Figura 4).

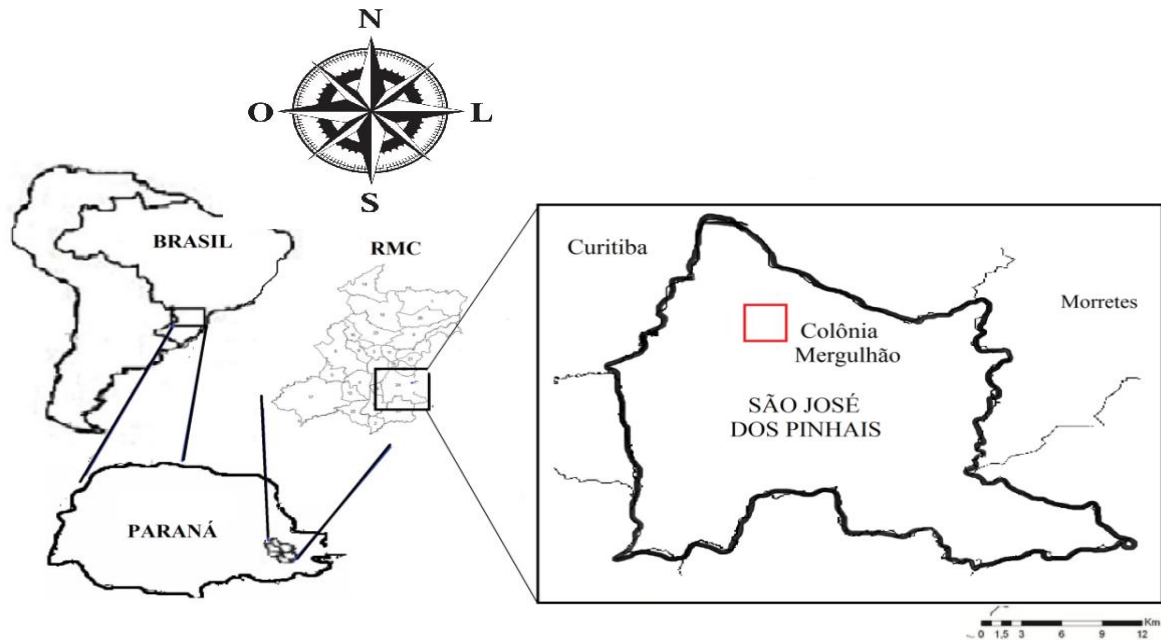


Figura 4. Localização da área de estudo, Colônia Mergulhão.

Legenda: RMC = Região Metropolitana de Curitiba.

Fonte: Autor

Segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES (2009) possui uma altitude média de 900 metros, porém em algumas áreas de borda encontramos altitudes que variam de 300 a 1200 metros.

O clima da região é subtropical úmido mesotérmico e a média da temperatura nos meses mais quentes é inferior a 22°C e nos meses mais frios inferior a 16°C, com verões frescos e sem estação seca definida. É comum a ocorrência de geadas nos meses de inverno (FERREIRA, 1996).

É uma comunidade composta em geral por agricultores e seus familiares, descendentes de imigrantes europeus. O potencial turístico desta comunidade 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).

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).

A Colônia Mergulhão é uma das 60 comunidades rurais de São José dos Pinhais. Segundo Corona (2011) na comunidade moram entre 80 e 100 famílias, sendo aproximadamente 30 famílias de agricultores. Estima-se uma população total de aproximadamente 500 pessoas, algumas delas de agricultores, a comunidade conta com importante participação de um contingente populacional composto por moradores que trabalham nos centros urbanos mais próximos (São José dos Pinhais e Curitiba), a proximidade dos núcleos facilita o deslocamento e a existência de transporte coletivo efetivo. Também existem diversas chácaras dedicadas exclusivamente às atividades de lazer com pousadas, café colonial, pesque e pague e vinícolas (DE SOUZA *et al.*, 2008).

A agricultura familiar é o formato social responsável pela constituição e pelo desenvolvimento dessa comunidade até os dias atuais. Isso porque, para a maioria das famílias, a principal fonte de renda está vinculada às atividades agropecuárias e à produção tradicional de uva, de vinho e de “miudezas” (salame, queijo, doces, conservas e ovos), que hoje se vinculam às estratégias voltadas ao turismo rural (CORONA, 2011). 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 à 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 atingir os mesmos (ACAVIM, 2004).

Uma das questões discutidas na ACAVIM é à falta de saneamento básico, principalmente o relacionado à falta de tratamento de esgoto na região. Para atender esta demanda, a ACAVIM buscou apoio com a EMATER, que junto com a UTFPR, propôs apresentar uma proposta de solução que foi de construir ETEZR utilizando o modelo subsuperficial de fluxo vertical e afogado, desenvolvido pela professora van Kaick (2002), estabelecendo assim uma parceria entre a EMATER e a UTFPR, para que pudesse ter o suporte técnico, assim como o monitoramento e a análise da eficiência do tratamento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 INSTRUMENTOS DE PESQUISA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A avaliação da Educação Ambiental pode ser qualitativa e quantitativa de pesquisa ação, e os instrumentos utilizados para avaliar a pesquisa são: diagnóstico rápido participativo com os questionários, entrevistas e diário de bordo para registrar dados referentes às oficinas e visitas de campo, coletas e análises de amostras do efluente bruto e tratado das ETEZR.

Foram aplicados dois questionários: um de levantamento prévio realizado na comunidade em relação à sensibilização para o saneamento e um ao término das implantações das 5 ETEZR. Os questionários foram submetidos para a validação do grupo docente de professores do PPGCTA-UTFPR, onde os resultados possibilitaram pequenos ajustes e evidenciaram a viabilidade de aplicação do instrumento na comunidade. Em seguida foi submetido na Plataforma Brasil-Comitê de Ética em Pesquisa (número 871.653) para aprovação e autorização para execução da parte prática.

A aplicação dos questionários foi em forma de entrevista e as respostas foram anotadas no diário de bordo. Este é um caderno no qual foram registrados os dias de ação da pesquisa e para cada dia é realizado um relato. Assim, as informações serviram de base para a análise do questionário e as respectivas observações tais como percepção e discussão realizadas. Está presente em todas as etapas do desenvolvimento do trabalho.

A Universidade tem como objetivo a extensão, sendo um dos tripés da missão, que são: ensino, pesquisa e extensão. Portanto, a parceria entre a EMATER e a UTFPR, traz oportunidades de desenvolver tecnologias por meio da pesquisa e aplicação na prática rural, que seria a extensão, oportunizando aos alunos a experiência de vivenciar a aplicação dos conceitos teóricos na prática, e desenvolvendo pesquisa.

Para desenvolver a programação da pesquisa, foram definidas etapas contínuas, nas quais a sensibilização é o início do processo. Após avaliação do ciclo, inicia-se novo procedimento que novamente tem como início a sensibilização, sendo, portanto, um processo contínuo. O ciclo da programação da pesquisa está demonstrado com suas respectivas etapas (Figura 5).

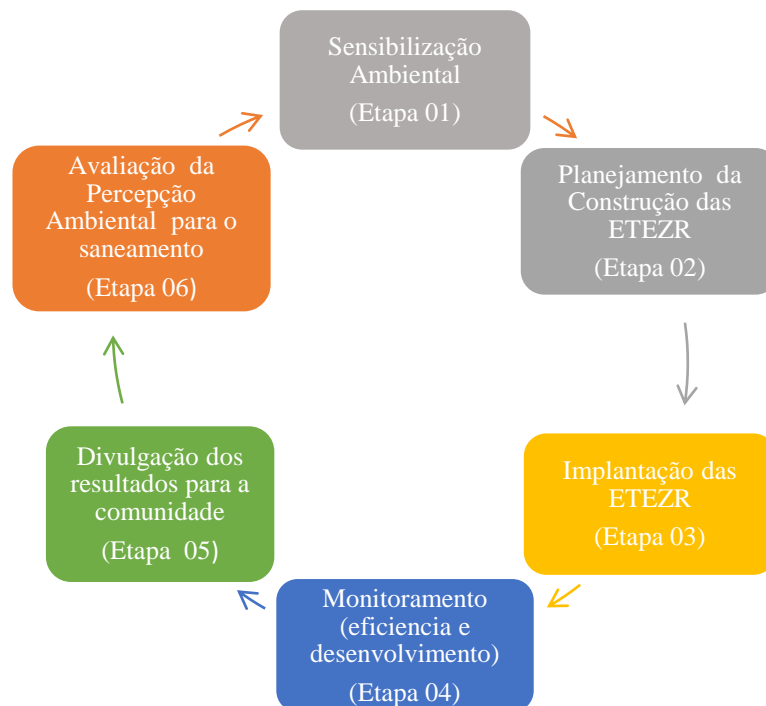


Figura 5. Etapas do desenvolvimento do trabalho na comunidade Mergulhão.
Fonte: Autora

Para se ter uma compreensão melhor do ciclo, nos próximos sub-capítulos será descrita a realização de cada etapa do ciclo.

4.2 SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL

O repasse dessa tecnologia de tratamento de esgoto por ETEZR, para a comunidade, se utiliza de metodologias voltadas para a Educação Ambiental não formal, sensibilização, pesquisa-ação, oficinas e a aplicação dos questionários e as entrevistas semi-estruturada, que fazem parte da etapa inicial do Diagnóstico Rápido Participativo, já descrito no item 3.4. O acompanhamento por meio das visitas e as datas da implantação das estações estão indicados na Tabela 2.

Tabela 2. Datas de Implantação, coleta do efluente e acompanhamento das ETEZR's
Fonte: Autora

Etapa/ETEZR	São Miguel	Residência 1	Roda D'Água	Restaurante	Residência 2
Implantação	27/08/2013	03/10/2013	07/03/2014	22/05/2014	10/10/2014
1ª coleta	08/12/2014	08/12/2014	08/12/2014	08/12/2014	08/12/2014
2ª coleta	04/03/2015	08/06/2015	04/03/2015	04/03/2015	04/03/2015
	10/10/2013	20/09/2013	10/04/2014	07/07/2014	08/12/2014
	28/10/2013	20/11/2013	06/05/2014	10/09/2014	23/02/2015
	20/11/2013	02/02/2014	22/06/2014	08/12/2014	04/03/2015
	02/02/2014	10/04/2014	07/07/2014	23/02/2015	29/04/2015
	10/04/2014	06/05/2014	10/09/2014	04/03/2015	21/05/2015
	06/05/2014	22/06/2014	08/12/2014	29/04/2015	30/06/2015
Visitas de	22/06/2014	07/07/2014	23/02/2015	21/05/2015	
acompanhamento	07/07/2014	10/09/2014	04/03/2015	30/06/2015	
	10/09/2014	08/12/2014	29/04/2015		
	08/12/2014	23/02/2015	21/05/2015		
	23/02/2015	04/03/2015	30/06/2015		
	04/03/2015	28/04/2015			
	29/04/2015	20/01/2015			
	21/05/2015				
Entrevista de avaliação do final do processo.	30/06/2015	30/06/2015	21/07/2015	21/07/2015	21/07/2015

O processo de sensibilização foi realizado em duas etapas: a primeira com formadores de opinião e técnicos de instituições atuantes na região do Caminho do Vinho. O contato foi gerenciado pela EMATER, em reunião com os técnicos da Secretária Municipal da Agricultura, Vigilância Sanitária (VISA), ACAVIM e UTFPR. Essa reunião teve participação de 21 técnicos e associados, e foi realizada no dia 08 de agosto de 2013 na Secretaria de Agricultura do Município. A reunião foi conduzida por técnicos da EMATER e UTFPR, na qual foi possível repassar as experiências com o tratamento das ETEZR, assim como os conceitos de saneamento básico, tecnologias disponíveis, possibilidades e estratégias de implantação.

A segunda etapa foi à realização de uma palestra para os moradores da comunidade e associados da ACAVIM no dia 28 de janeiro de 2014. A mesma foi divulgada através de convites distribuídos pessoalmente para os moradores, na igreja da comunidade no dia da missa, e enviada por email para todos os associados da ACAVIM. Nesta palestra apresentada pela UTFPR e a VISA, foram abordados os mesmos temas que já haviam sido discutidos na primeira etapa. No início dessa palestra foi realizado um levantamento do conhecimento atual sobre o tema, por meio da aplicação de um questionário (Apêndice 1).

Após a palestra ficou pré-definida a implantação da terceira estação que seria, visto que, as duas primeiras que foram implantadas antes da realização da palestra. A proposta repassada foi de um curso prático, em forma de Oficina, como foi na realização da primeira estação, onde para isso faz-se necessário desenvolver um planejamento para tal ação.

4.2.1 Planejamento e construção das ETEZR's.

A unidade local da EMATER de São José dos Pinhais tem em seu planejamento as instalações de ETEZR's, como alternativa para o saneamento rural. No ano de 2013, este trabalho teve início no Caminho do Vinho, em contato feito, as ações passaram a ser desenvolvida em parceria da UTFPR.

Foram implantadas 5 ETEZR e para cada uma delas houve o planejamento da construção, pois surgiram situações diferentes referentes a: número de pessoas, vazão de água, tipo de solo, área de instalação, materiais e espécies de

plantas disponíveis. Cada situação foi analisada tendo a orientação de técnicos da EMATER e a UTFPR. Para cada sistema, foi realizado um croqui apresentando o cálculo do material, elaborado pelo técnico especialista da EMATER.

A Oficina para a implantação da estação Recanto São Miguel aconteceu antes da palestra de sensibilização. Por ser o local que tinha esse sistema implantado a palestra foi realizada na comunidade e esta observou o sistema já em desenvolvimento e em processo de adaptação. Após a palestra ficou definido que a segunda estação seria implantada em uma Residência para 5 usuários.

Os técnicos da EMATER repassaram o tamanho adequado da ETEZR e o material que iria utilizar. Assim foi divulgada uma Oficina para a comunidade divulgada na associação dos moradores e outros contatos da EMATER e secretaria do município. Após essa segunda oficina surgiram a demanda de mais 2 estabelecimentos e uma residência, onde para cada situação, foi elaborado um breve projeto, com seu dimensionamento e quantidade do material que seria utilizado para a implantação das estações. Das cinco estações três foram implantadas no dia da Oficina junto com a comunidade, na qual foi possível repassar aos participantes a tecnologia de construção e manutenção do sistema. E as outras 2 em residências foram construídas pelos próprios moradores de cada local.

Dentre as 5 ETEZR's implantadas somente o restaurante Panela de Barro houve a necessidade do dimensionamento da caixa de gordura e da fossa séptica, e para isso foi utilizado o cálculo da vazão estimada no consumo de acordo com a norma NBR 7229/1993 para fossa séptica e NBR 8160/1999 para caixa de gordura. Os demais locais que implantaram o sistema já tinham esse tratamento preliminar e não foi preciso construir ou adaptar ao sistema de zona de raízes. O custo da instalação de cada estação foi pago pelo próprio proprietário de cada residência, o qual se prontificou em adquirir todo material necessário para a construção da mesma.

4.2.2 Monitoramento das ETEZR's e Coleta dos efluentes

Após a construção ocorreram visitas mensais para acompanhar e observar o sistema, tirar dúvidas dos proprietários, as quais foram anotadas no diário de

bordo, a fim de utilizar esses dados para o estudo da aceitabilidade da comunidade perante a implantação desse sistema. O acompanhamento foi feito nas 5 estações e a coleta para analisar os parâmetros físico químico no esgoto bruto quanto no tratado foram: temperatura, pH, DBO, DQO, fósforo Total, nitrito, nitrato, óleos e graxas, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Totais Fixos, Sólidos Totais Voláteis, Sólidos Totais, Turbidez e nitrogênio amoniacal. Dentre as análises microbiológicas foram realizadas: *Escherichia coli*, *Coliformes* Totais e *Coliformes* Termotolerantes. Esses parâmetros foram analisados após a implantação dos sistemas e teve duas amostras, sendo uma amostra do efluente bruto considerado o efluente dos tanques sépticos e uma amostra do efluente tratado que é o efluente que sai da ETEZR.

Na primeira amostragem realizada em dezembro houve dificuldades de acesso as fossas sépticas por estarem isoladas, o esgoto bruto foi coletado na superfície da ETEZR, próximo ao cano de entrada, conforme(Figura 06 A) e (Figura 06 B) e o esgoto tratado coletado do cano de respiro (Figura 07 A) que é o encanamento que fica no fundo da ETEZR, entre o piso do fundo impermeabilizado(areia, cimento e vedante) (Figura 07 B)e a primeira camada do filtro físico.O acesso ao encanamento é através do cano de “respiro”, onde também é possível observar a altura do leito afogado e que conduz o efluente tratado para fora da ETEZR.

Para a segunda coleta as amostras do esgoto bruto foram retiradas diretamente da fossa séptica e a amostra do esgoto tratado como foi feita na anteriormente retiradas do cano de respiro.



Figura 6 A e 6 B Coleta do efluente bruto e na parte superior da estação.
Fonte Autora



Figura 7. A- Coleta do esgoto tratado no cano de respiro. B- Efluente tratado.
Fonte: Autora

As amostras foram enviadas ao laboratório Limnobrás em Curitiba- PR, que utilizou as seguintes metodologias: *Standard Methods for Examination*. (AWWA/APHA/WEF, 1998).

O efluente foi coletado e armazenado em frascos de PVC (Plástico transparente), (Figura 8 A) e vidros esterilizados pra os exames (microbiológicas), fornecidos pelo laboratório e transportados em caixa térmica com gelo para conservação das amostras. As coletas foram realizadas com o auxílio seringas de 60 ml descartáveis e mangueiras de 1,10 m cada, sendo 5 frascos para amostra do esgoto bruto e 5 frascos para a amostra do esgoto tratado.

Para medir os parâmetros de pH e temperatura foi utilizada a sonda multiparâmetros da marca Hanna HI9828 (Figura 8B).



Figura 8- A. Coleta de efluente tratado. B- Uso da sonda multiparâmetros.
Fonte: Autora

4.2.3 Divulgação dos Resultados após a implantação das ETEZR's

A divulgação das análises realizadas foi realizado no mês de julho, em uma das visitas de acompanhamento do sistema e repassado aos moradores de cada residência e empreendimento os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das duas coletas acompanhando assim o desenvolvimento e a eficiência das estações.

No mesmo dia da visita de acompanhamento foi aplicado um questionário em forma de entrevista para poder avaliar como se deu o processo de sensibilização e a aceitabilidade da comunidade perante o trabalho desenvolvido nesse período com as ETEZR.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sensibilização Ambiental.

A realização da parceria entre a EMATER e a UTFPR foi essencial para o desenvolvimento do trabalho e disseminação dessa tecnologia de ETEZR nas comunidades que a EMATER está inserida. A extensão rural é considerada pela EMATER um dos elos mais importantes para realizar as atividades agrícolas e rurais, contribuindo para o desenvolvimento rural sustentável no qual o saneamento ambiental faz parte.

A primeira etapa do trabalho se deu com uma reunião com os técnicos de instituições atuantes na região do Caminho do Vinho, sendo eles da EMATER, Secretária Municipal da Agricultura, Vigilância Sanitária (VISA), ACAVIM e UTFPR. Essa reunião teve participação de 21 técnicos e associados, e foi realizada no dia 05 de agosto de 2013 na Secretaria de Agricultura do Município de São José dos Pinhais. A reunião foi conduzida pelo técnico da EMATER e pela UTFPR, na qual foi possível repassar as experiências com o tratamento da ETEZR's, assim como os conceitos de saneamento básico, tecnologias disponíveis, possibilidades e estratégias de implantação para comunidades da cidade de São José dos Pinhais, Paraná.

A segunda etapa aconteceu a realização da palestra no Recanto São Miguel propriedade que faz parte do Roteiro Turístico Caminho do Vinho e local onde foi implantado a primeira ETEZR que estava em funcionamento há 5 meses.

Durante a realização da palestra foi possível visualizar o sistema já em funcionamento repassando a comunidade essa tecnologia disponível, assim como suas possibilidades e importância de planejar a construção e acompanhar o sistema.

A divulgação da palestra para a comunidade começou a serem realizadas 30 dias antes da data programada, visando repassar ao maior número moradores, possível, os meios de comunicação utilizados para a divulgação foram: convites entregues aos moradores em estabelecimentos e residências, distribuídos na igreja

da comunidade no dia da missa, que é realizado mensalmente e convites encaminhados por email aos associados da ACAVIM. A realização da palestra foi dia 28 de janeiro de 2014 (terça-feira, 19:00 hrs), e compareceram 18 pessoas.

Nesta fase inicial do processo de sensibilização, a abordagem para a entrevista dos moradores consistiu em uma apresentação pessoal, seguida da aplicação de um questionário.

O questionário serviu como um instrumento de coleta de dados e permitiu uma abordagem qualitativa do conhecimento dos participantes em relação ao saneamento. A apresentação da pesquisa ocorreu de forma bastante sucinta, com a indicação que se tratava de uma análise sobre o conhecimento das questões relacionadas ao saneamento ambiental, e da tecnologia proposta da ETEZR. Após esta apresentação e identificação, os moradores foram questionados se gostariam ou não de responder ao questionário.

A entrevista para esta pesquisa foi realizada com 11 moradores. Na Tabela 3. Estão descritos os resultados referentes às perguntas 03; 05; do questionário.

Tabela 3. Respostas das perguntas 3 e 5 do questionário de sensibilização.

Número de entrevistas	1	2	3	1	1	2	1
Pergunta 03. Núm. de moradores.	6	5	3	5	5	3	4
Pergunta 05. Tempo que mora na residência.	5 anos	6 anos	8-10 anos	12 anos	20 anos	20-25 anos	+ de 25 anos

Fonte: Autora, 2015.

Dos entrevistados, 6 eram do sexo feminino e 5 do sexo masculino. Em relação aos resultados obtidos na pergunta 03, a média de habitantes por residência avaliada pelo questionário é de 4,7 hab/residência. A pesquisa realizada por Corona (2011) constatou que as famílias da comunidade Mergulhão têm uma média 5,1 hab/residência com uma média de 2,6 filhos por família.

Na pergunta 4, foi possível identificar uma média de tempo de residência sendo que 36% dos entrevistados moram há mais de 20 anos no município na zona rural. Segundo Corona (2011), a grande maioria das famílias é de agricultores

e residem no local há mais 20 anos, o que faz com que a comunidade tenha uma auto-imagem muito positiva baseada na luta dos pioneiros e na história do lugar.

Através da pergunta 06 identificou-se que todos os entrevistados possuíam algum tipo de tratamento, porém de estruturas básicas de saneamento previstas para a zona rural. Segundo IBGE/PNAD (2012) apenas 5,2% dos domicílios estão ligados à rede de coleta de esgotos e 28,3% utilizam a fossa séptica como solução para o tratamento dos dejetos. Os demais domicílios (66,5%) depositam os dejetos em fossas negras ou fossas rudimentares, lança em cursos d'água ou diretamente no solo a céu aberto.

Esses tipos de fossas negras são muito utilizados no tratamento de efluentes produzidos nos domicílios rurais, e em locais onde é parcial ou não há infraestrutura de captação de esgoto sanitário existente. Segundo Pimenta *et al.*, (2002), a presença destas fossas podem representar um risco aos aquíferos subterrâneos, tendo em vista, à infiltração no solo e os impactos negativos provenientes da decomposição da matéria orgânica, quando em excesso.

Em relação a atividade econômica exercida pelos entrevistados, 5 são agricultores, 4 donas de casa, 2 auxiliar de serviços gerais (pedreiros). Todos os entrevistados afirmaram que gostariam de ter seu esgoto tratado, e quando perguntado qual a importância de tratar esses efluentes, surgiram algumas respostas, que podem ser visualizadas na Figura 09:



Figura 9. Respostas sobre a importância de tratar os efluentes.
Fonte: Autora.

O resultado para a pergunta 06 indica que os entrevistados entendem que a falta de tratamento do esgoto pode ser um dos fatores de contaminação do meio ambiente (n= 4), e que o tratamento pode evitar doenças (n=4). Isto indica uma percepção dos riscos que a falta de tratamento de esgoto podem trazer para o meio ambiente e a população.

Dois entrevistados se preocuparam apenas com as questões voltadas ao incômodo detectado pelo sentido do olfato, ou seja, tratar esgoto para não ter cheiro, pelo incômodo que isto pode se tornar. Um dos entrevistados não sabia dizer qual era a importância do tratamento do esgoto, o que pode indicar falta de percepção, ou pouco conhecimento sobre o tema, não dando importância para esse aspecto. Em relação a pergunta 9, os participantes demonstraram pouco conhecimento em relação as alternativas para tratar os efluentes, 3 deles já ouviram falar sobre zona de raízes e acham interessante, e os outros 8 entrevistados nunca ouviram falar.

Segundo um dos entrevistados “os moradores não tem muito interesse em tratar seu esgoto, porque eles acham que indo para fossa ou sumidouro é suficiente, não tem conhecimento sobre o que seria melhor e porque tratar”. A partir das respostas para as perguntas 5,6 e 9 foi possível identificar a importância da realização de oficinas sobre o tema saneamento ambiental, para que houvesse mais interação e um melhor entendimento sobre o tema tratamento de esgoto. Houve interesse dos moradores em participar das oficinas, ficando pré definida que o próximo encontro seria no Sítio Roda D'Água, local onde seria implantada próxima estação de ETEZR, em forma de oficina (Figura 10).



Figura 10. Palestra e aplicação dos questionários realizada no Recanto São Miguel em 28/01/2014.

Fonte: Autora, 2014.

5.2 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DAS ETEZRs.

Devido ao fato de não existir nenhuma norma brasileira para esta tecnologia, o que é levado em consideração para dimensionar o tamanho da ETEZR é o número de pessoas que utiliza o sistema e a vazão de água utilizada por dia. Foram utilizados parâmetros estruturais e de cálculo de área baseados em van Kaick (2002), que utiliza 1 m² por pessoa, levando em consideração o consumo de 120 L/pessoa/dia, e Sezerino & Philippi (2000), com uma área de 0,8 m²/pessoa, aplicando esses valores para tratar efluentes de uma residência (5 pessoas). No caso de empreendimento como o Recanto São Miguel, Sítio Roda D'Água e o restaurante Panela de Barro, foi dimensionado com base num consumo de 25 L/pessoa/dia, conforme sugere a NRB 7229 (1993) para restaurantes e 120 L/pessoa/dia para residências.

Para cada estação foi realizado um planejamento com as pesquisadoras da UTFPR, técnicos da EMATER e o proprietário do local, ficando definida a oficina e o projeto da ETEZR a ser construída. Para todas as 5 ETEZR, foi feita uma lista dos materiais a serem utilizados para o preenchimento do filtro, das plantas que

iriam compor o sistema, observando e priorizando materiais de baixo custo e plantas nativas da região, facilmente adaptáveis ou com facilidade na aquisição das mudas. Mas somente no restaurante Panela de Barro houve necessidade de construir fossa séptica e caixa de gordura. As demais já tinham ou adaptaram para fazer parte do tratamento preliminar do esgoto.

Na Tabela 4, estão descritos os dados que caracterizam as 5 estações implantadas na Colônia Mergulhão, em São José dos Pinhais - PR, como: volume (m^3), área superficial (m^2), estimativa da vazão utilizada, o volume (m^3), número de pessoas atendidas e plantas que compõe o sistema.

Tabela 4. Características das 5 ETEZR implantadas na Colônia Mergulhão, São José dos Pinhais - PR. Legenda ;.C;P= Largura x Comprimento x Profundidade. Fonte Autora

ETZR/ Característica	Numero Usuário	Vazão (L/hab/d)	Fossa séptica	Caixa de gordura (L;C;P)	Área (m ²)	Volume (m ³)	Volume (L.C.P) (m ³)	Espécie Vegetal (macrófita)
ETZR 01 (Recanto São Miguel)	160	25	0,8x1,0	0,45x0,27x 0,18	12	14,4	3x4x1,3 15,6	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (copo – de- leite) <i>Cyperus papyrus</i> (papiro), <i>Canna indica</i> (cana da índia)
ETEZR 02 (Residência 01)	3	120	0,8x1,0	0,27x0,27x 0,20	4	2,64	2x2x1,3 5,2	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (copo – de- leite) <i>Cyperus</i> <i>papyrus</i> (papiro), <i>Canna</i> <i>índica</i> (cana da índia)
ETEZR 03 (Sítio Roda D'Água)	450	25	0,8x1,0	0,45x0,27x 0,20	9	10.8	3x3x1,3 11,7	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (copo – de- leite) <i>Canna indica</i> (cana da índia)
ETEZR 04 (Cozinha) (Panela de Barro)	130	25	-	1,3x0,86x 0,86	4	57.2	2x2x1,4 5,6	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (copo – de- leite)
ETEZR 04 (banheiros) (Panela de Barro)	130	25	2x2x1,5	-	9	11.7	3x3x1,4 12,6	Sem plantas
ETEZR 05 (Residência 02)	4	120	0,6x0,8	0,25x0,25x 0,20	2,5	3,3	1,6x1,6x1,4 3,58	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (copo – de- leite) <i>Canna indica</i> (cana da índia)

A primeira estação implantada foi Recanto São Miguel (ETEZR 1), que pertence à família Perbiche, descendentes de Poloneses. A família transformou a propriedade em um espaço para eventos e atualmente possui um salão de festas e área de lazer.

Em uma visita dos técnicos da EMATER na propriedade, a família ressaltou que a vários anos gostariam de ter implantado alguma alternativa para tratar o esgoto. A EMATER fez a proposta da implantação da ETEZR, com a definição das datas da construção, escavação, impermeabilização e por fim, a Oficina com o preenchimento do filtro. O esboço do projeto, quantidades de material, dimensionamento, foram passados por email para o proprietário.

A estação foi implantada antes da realização da palestra de sensibilização, e teve um ponto positivo ao utilizar o local que já havia implantado o sistema, onde despertou a curiosidade da comunidade em conhecer o sistema.

A oficina foi realizada dia 27 de agosto de 2013 e teve a participação de 21 pessoas da comunidade, representantes da Secretária Municipal da Vigilância Sanitária (VISA), Secretária da Agricultura (SEMAG), EMATER, ACAVIM, e a UTFPR. A Oficina foi conduzida pelo técnico Orlando Assis, do Instituto EMATER, que foi repassado à população a importância desses sistemas e suas formas de aplicação, estrutura, manutenção e cuidados necessários para um bom funcionamento (Figura 11).

O tratamento primário já estava ligado no encanamento do empreendimento proveniente dos banheiros passando primeiramente, pela fossa séptica e os da cozinha passando pela caixa de gordura, que são indispensáveis para o bom funcionamento do sistema. Os efluentes da residência, na qual moram 5 pessoas, também foram direcionados para a estação, passando pela fossa e caixa de gordura. Os efluentes da lavanderia não foram ligados sendo utilizados para lavar calçadas da residência e canal, adquirindo assim um hábito de economizar água para esses fins. Após esse tratamento preliminar/primário, os efluentes seguem até a ETEZR para iniciar o processo de tratamento secundário.



Figura 11. Tanque de raízes, pronto para receber os materiais filtrantes.

Fonte: Autora.

O tanque da ETEZR foi escavado seguindo as medidas corretas de suas dimensões, ou seja, 4,00x3,00x1,30 (L,C,P). Antes de iniciar o preenchimento do meio suporte (filtro físico), foram preparadas as tubulações utilizadas na distribuição do efluente dentro do filtro foram de 100 mm de diâmetro com 6 m de comprimento e cortados para ficarem condizente com o tamanho da ETEZR.

Para montar a tubulação que distribui o efluente pelo filtro com raízes, três canos de 75 mm foram utilizados e cortados no comprimento de 3,5 metros, e encaixados em seguida os canos foram perfurados, com uma broca de 7,5 mm, 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 12 A. Encaixe das tubulações. B. Perfuração para distribuição.
Fonte: Autora.

Foi utilizada uma manta bidim para enrolar as tubulações (Figura 13A), pois ao preencher com o primeiro material filtrante (telhas reutilizadas), poderia entrar pequenos pedaços das telhas e isso iria obstruir a drenagem do efluente tratado. A primeira camada de material utilizado como substrato foram telhas quebradas, cobrindo uma profundidade de cerca de 40 cm. (Figura 13B).



Figura 13 A. Colocação da Manta. B. Preenchimento com telhas.

Fonte: Autora

Na segunda camada, foram colocados 40 cm de areia grossa (Figura 14A). e na sequência 30 cm de pedra brita nº 4, (Figura 14B). Para finalizar o 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. E por último foi colocado 20 cm pedra brita nº 2 (pedrisco), para um melhor acabamento, o que pode evitar odores e a presença de insetos.

Nesse mesmo dia a ETEZR ficou pronta para receber os efluentes e para o plantio das mudas recomendadas que fossem plantados 60 dias após sua implantação, desta forma foi possível observar o nível da água através do cano de respiro, garantindo assim a sobrevivência das plantas. Durante esse período não houve realização de eventos no local.



Figura 14 A. Preenchimento com areia. B. Pedras e tubulação.
Fonte: Autora.

As mudas foram plantadas pelo proprietário tendo as suas raízes colocadas cerca de 10 cm de profundidade abaixo da camada das pedras (Figura15 A). Para compor a vegetação foram plantadas mudas de *Zantedeschia aethiopica* (copo-de-leite), *Canna índica* (canna-da-índia) e papyrus que o proprietário adquiriu uma muda no comércio, as outras duas existem em abundância na comunidade e foram de fácil aquisição. Na Figura 15 B, é possível perceber o desenvolvimento das plantas após 1 ano recebendo os efluentes.



Figura 15A. Mudanças recém plantadas.
Fonte: Autora.

B. Sistema operando após 1 ano.

A segunda estação (ETEZR 02) foi implantada em uma residência para atender a demanda de 3 usuários, o interesse em readequar o sistema de tratamento do esgoto surgiu como resultado de uma orientação técnica prestada pela EMATER, durante uma visita na propriedade.

A construção da ETEZR foi realizada no dia 03 de setembro de 2013, e seguiu a mesma metodologia da Oficina realizada no Recanto São Miguel, com a participação e orientação técnica do biólogo Orlando Assis, do Instituto EMATER, e da UTFPR a qual foi repassando à 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, entre elas moradores da comunidade, técnicos da Secretária da Agricultura e Vigilância Sanitária.

O início da construção do sistema foi realizada dias antes da realização da oficina, que foi a preparação do solo para construir a estação, com a escavação do buraco feita pelo próprio morador que seguiu o tamanho pré dimensionado, revestindo com tijolos e impermeabilizado com argamassa (areia, cimento e vedante) para evitar infiltração no solo.

O sistema de encanamento da residência provenientes dos banheiros (vaso sanitário) passa pela fossa séptica e na caixa de gordura passa os efluentes vindos da pia do banheiro, chuveiro e pia da cozinha. A água utilizada na lavanderia é sempre utilizada para lavagem de canil e calçadas e por esse motivo não foi ligada ao sistema. Após o tratamento preliminar, os efluentes seguem até a ETEZR para

iniciar o processo de tratamento secundário. O desenho representativo da ETEZR 02, pode ser visualizado na Figura 16.

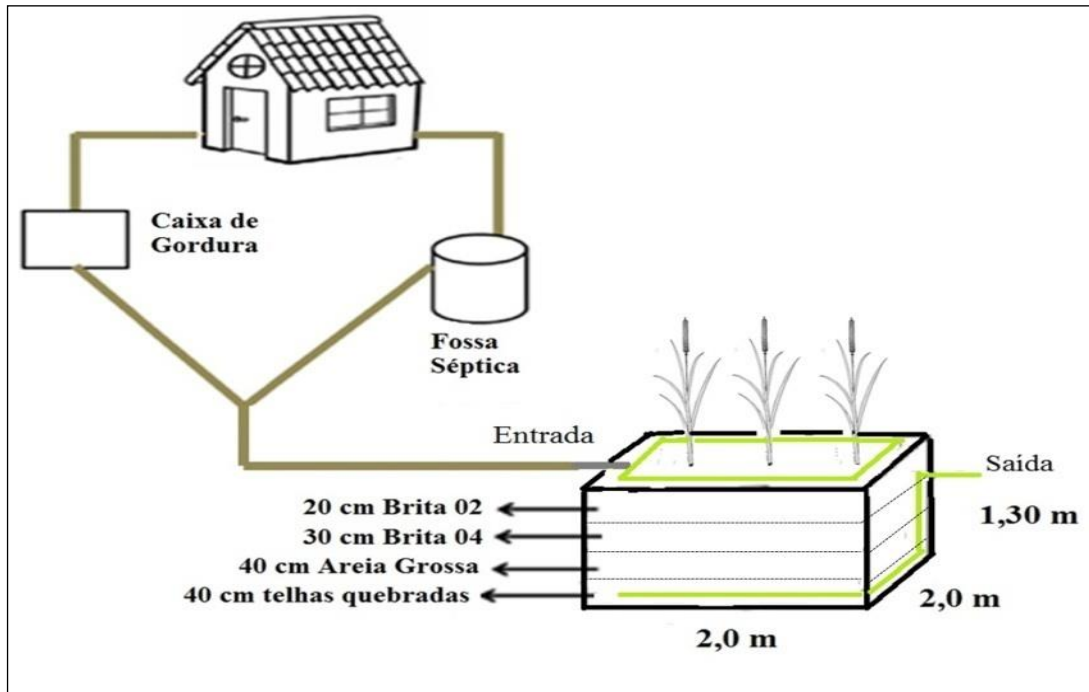


Figura 16. Representação esquemática da ETEZR 02.
Fonte: Autora

No mês seguinte a implantação, em uma visita de acompanhamento, levamos fotos de outras estações e também das espécies de plantas macrófitas que poderiam ser utilizadas, para que os moradores pudessem identificar e por conhecer as espécies e ter facilidade em encontrar na região optou – se por compor a zona de raízes somente com a *Zantedeschia aethiopica* (copo-de-leite), e a, *Canna Índica* (cana da índica) e *Cyperus papyrus* (papiro).

O proprietário plantou as mudas em novembro (Figura 17 A), 70 dias após o início da utilização da estação quando já era possível perceber que o nível da água já estava com menos de 10 cm abaixo da camada superficial o que seria ideal para o plantio das mudas. E com 5 meses de funcionamento já era possível verificar o bom desenvolvimento das plantas (Figura 17B)



Figura 17 A. Mudanças recém plantadas.
Fonte: Autora.

B. Sistema com 5 meses.

Após 6 meses de operação a moradora, percebeu que o efluente de entrada da estação estava transbordando e o nível de água medido pelo cano de respiro e baixando gradativamente, ficando retido esse efluente na entrada do sistema, aumentando o odor que era possível sentir mesmo estando longe ao sistema.

Após esse relato foi feita uma visita e a conclusão foi a necessidade de realizar a manutenção do sistema para readequar e descobrir o motivo do problema, ficando definido a data para esse procedimento.

No dia 07 de abril de 2014 iniciaram o processo de manutenção, realizada pela equipe da EMATER, UTFPR, os moradores da Residência e um servente de serviços gerais. Ao iniciar o processo de retirada dos materiais, foi possível observar que os canos estavam obstruídos por uma grande quantidade de fezes conforme (Figura 18A), o qual teria sido o motivo do entupimento, e para ter certeza que esse seria o problema, foi retirado todo o material, (Figura 18B), pois inicialmente houve a preocupação com a manta bidim, que foi colocada no sistema, que pudesse estar retendo também esse efluente, após toda retirada do material foi possível constatar que o problema foi mesmo com a quantidade de sólidos entrando na estação.



Figura 18 A. Tubulações de distribuição.
Fonte: Autora.

B. Retirada do material filtrante.

Na oficina realizada em setembro para a construção, foram repassadas as informações para os proprietários que ao ligar os efluentes na estação, haveria a necessidade de limpar a caixa de gordura assim como a fossa séptica onde o tempo de limpeza deveria ser observado pelos moradores podendo variar o tempo dependendo do seu uso, podendo variar de no mínimo 1 ano e no máximo 5 anos, evitando assim que o sistema venha a ter maiores problemas, como não foi observada e feito a limpeza antes de ligar os canos ao sistema ocorreu esse entupimento com 6 meses e a necessidade de manutenção foi inevitável.

Após a retirada de todo o material para constatar que o problema tinha sido a obstrução dos canos, foi iniciado o processo para colocar todo material novamente. Os canos foram lavados, e recolocados, e no mesmo dia a estação ficou pronta para voltar a receber os efluentes (Figura 19A) e (Figura 19B), os moradores se comprometeram em religar somente depois de fazer a limpeza na fossa e da caixa de gordura que foi realizada 3 dias após a manutenção do sistema. Após 30 dias de funcionamento foram plantadas as mudas de copo de leite e cana indica, para compor o sistema.



Figura 19 A. Preenchimento do meio suporte. B. ETEZR pronta para receber os efluentes.
Fonte: Autora.

Após 1 ano e 6 meses de funcionamento da ETEZR após a readequação do sistema, foi possível perceber o bom desenvolvimento da parte vegetal (Figura 20).



Figura 20. Estação em funcionamento em março, 2015.
Fonte: Autora.

A realização da palestra de sensibilização ambiental ocorreu após a implantação da segunda estação e foi realizado no Recanto São Miguel, (01/2014) através dessa palestra surgiu o interesse de outros moradores em adequar seu

sistema de esgoto, nesse mesmo dia ficou definido a data para a realização da terceira implantação da ETEZR, que seria realizado em forma de Oficina.

A Oficina para a implantação da ETEZR 03 foi realizada no dia 07 de março de 2014, 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. Houve uma contextualização e orientação técnica do biólogo Orlando Assis, do Instituto EMATER, e da professora Tamara Simone van Kaick da UTFPR, participação 23 pessoas da Oficina.

O início da construção do sistema foi feita uma semana antes a escavação do buraco feita com retro escavadeira por uma empresa especializada, o tanque foi construído com tijolos e devidamente impermeabilizado com argamassa de cimento e areia para evitar infiltração no solo, o tanque foi preparado por 2 funcionários do empreendimento.

Os canos que recebem o efluente tratado foram cortados e perfurados com broca 8 mm, para evitar que houvesse entupimento dos canos foram encapados com manta bidim, (Figura 21A), ficando assim preparados para receber o material filtrante.

A primeira camada de material utilizado como substrato foram telhas quebradas (Figura 21B), cobrindo uma profundidade de cerca de 40 cm, seguida de 40 cm de areia grossa e 30 cm de brita nº 4.

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 medido e preparado com os furos.



Figura 21 A. Colocação da Manta. B. Preenchimento com telhas.
Fonte: Autora.

A finalização do preenchimento do filtro foi com pedra brita nº 1 (pedrisco), que ajuda a evitar a presença de insetos. Neste mesmo dia, foi possível finalizar a estação (Figura 22A) estando pronta para receber o efluente (Figura 22 B).



Figura 22 A. Filtro sendo finalizado. 22 B. Estação pronta.
Fonte: Autora.

Para compor a vegetação o proprietário optou pelo copo-de-leite e papyrus por ser de sua preferência e por ter as espécies plantadas em seu empreendimento (Figura 23A) e (Figura 23B)



Figura 23 A. Plantas estabelecidas.
Fonte: Autora.

B. Copo de leite e papiirus.

Com a realização da Oficina, um dos participantes, o proprietário do Restaurante Panela de Barro se propôs a implantar o sistema e ficou agendada uma visita no local para planejar como seria feita a implantação. O restaurante serve diariamente, exceto nos domingos comidas caseiras, feita na sua maioria do forno a lenha, e bem apreciado pelos frequentadores por oferecer comidas típicas mineira, atendendo desde 2012 um total de 130 pessoas, podendo receber até 150 pessoas diariamente

O proprietário do Restaurante após a motivação com a palestra optou pela implantação do sistema pelo custo benefício que ele teria e pela necessidade de tratar esse efluente de maneira adequada. O restaurante tinha 3 fossas do tipo poço sumidouro que eram cimentados com tijolos e todo o efluente era direcionado, sendo que uma delas recebia só os efluentes do banheiro, e as outras duas o efluente da cozinha, que antes de ser direcionado para a fossa passava por uma caixa de gordura ineficiente. Segundo o proprietário mensalmente era preciso contratar um caminhão para limpar as fossas, para esgotar e poder começar utilizá-la novamente, tendo uma despesa mensal de R\$ 450,00 para realizar esse serviço.

Após a visita no local com os técnicos da EMATER, e a professora Tamara van Kaick da UTFPR, ficou pré determinado o dimensionamento das estações, a caixa de gordura e a readequação de um dos poços, o qual seria utilizado como fossa séptica para o tratamento preliminar do esgoto vindo dos banheiros. A

proposta foi a construção de duas ETEZR, uma para receber somente os efluentes do banheiro e a outra para receber somente os efluentes da cozinha. Também foi calculada uma média de quais seriam os materiais que seriam utilizados para a construção, assim como o local de disposição, e os dimensionamentos das mesmas.

Para implantar o sistema optou-se em isolar 2 desses poços (sumidouro) e readequar um deles para ser usado como a fossa séptica, e para os efluentes da cozinha foi dimensionamento a caixa de gordura.

O dimensionamento da fossa séptica foi na norma da ABNT a NBR 7229/93. Segundo essa norma o restaurante que atende diariamente cerca de 130 pessoas, podendo servir até 150 refeições por dia, para restaurantes que 1 refeição diária a contribuição de esgoto (C) é de 25 litros por pessoa/dia. Já o período de detenção depende da contribuição diária (C), estima-se que a contribuição diária é de 150 refeição x 25 L/p = 3750 L. Para uma contribuição entre 3001 a 4500 litros por dia, o período de detenção (T) é 0,83 dias.

A taxa de acumulação de lodo digerido depende do intervalo de tempo entre limpezas (anos). Foi repassado ao proprietário a importância de acompanhar o funcionamento do sistema de tratamento observando com freqüência para verificar a necessidade de realizar a limpeza que pode ser anual ou pode haver necessidade de manutenção em um intervalo menor de tempo. De acordo com a NBR 7229, cada pessoa (refeição) nos restaurantes contribui com 0,10 litros de lodo fresco.

A taxa de acumulação de lodo digerido depende do intervalo de tempo entre limpezas (meses, ou ano) e a temperatura média do mês mais frio do ano. Considerando que a temperatura média do mês mais frio está entre 10° C e 20°C e que as limpezas serão realizadas todo ano (limpezas anuais), a NBR 7229 indica o valor de K= 65.

A primeira etapa para o cálculo de dimensionamento do tanque séptico foi determinar o volume útil (L), tendo as informações, utilizou-se a fórmula indicada na NBR 7229:

Onde:

V = volume útil da fossa séptica

N = número de pessoas ou unidades de contribuição.

C = contribuição de despejos, em litro/pessoa/dia

T = período de detenção, em dia

K = taxa de acumulação de lodo digerido/d.

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia

$$V = 1000 + N (CT + K Lf)$$

$$V = 1000 + 150 (25 \cdot 0,83 + 65 \cdot 0,10)$$

$$V = 5.087 \text{ L} = \mathbf{5,08 \text{ m}^3}$$

A norma NBR 7229 menciona que os tanques sépticos podem ser cilíndricos, prismáticos ou retangulares. Os cilíndricos são empregados em situações onde se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade; os prismáticos retangulares, nos casos em que sejam desejáveis maiores área horizontal e menor profundidade.

Para o restaurante optou-se por construir uma fossa séptica prismática retangular, facilitando assim a readequação do sumidouro que era utilizado anteriormente para despejos do esgoto dos banheiros.

As medidas internas dos tanques seguiram a profundidade útil que varia entre os valores mínimos e máximos de acordo com o volume útil obtido mediante o resultado da fórmula. Para volumes até 6m³ deve-se adotar uma profundidade mínima de 1,20 m e máxima de 2,20 m. O diâmetro interno mínimo é de 1,10 m; a largura interna mínima: 0,80 m, e a relação comprimento/largura (para tanques prismáticos retangulares) o mínimo é 2:1 e o máximo 4:1.

A fossa séptica seguiu as dimensões de 2,00x2,00x1,50 (L,C,P), seguida da ETEZR que tem o tamanho de 3,00 x 3,00 x 1,50 (L,C,P)

Para a caixa de gordura o dimensionamento levou em consideração as prerrogativas das Normas técnicas da ABNT NBR 8160/99, referente a esgotamento sanitário. Esta Norma incorpora alguns quesitos básicos referentes à qualidade do projeto, execução, uso e manutenção das instalações prediais de esgoto sanitário.

A caixa de gordura é destinada a reter as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto gerado na cozinha do restaurante, sua estrutura é dividida em duas câmaras, uma receptora e outra vertedoura, separadas por um septo não removível. Assim como a fossa séptica também tem a necessidade de realizar manutenção,

pois forma camadas na parte superior da caixa que devem ser removidas, evitando que estes componentes possam obstruir a mesma e não realizar de maneira adequada o tratamento preliminar desse efluente antes de ser lançado na ETEZR.

O dimensionamento foi realizado de acordo com o número de pessoas atendidas (150), e ficou definida o tamanho de 1,30x0,60x0,50 (L,C,P) seguida da ETEZR medindo 2,00x2,00x1,50 (L,C,P)

O processo de construção iniciou-se no mês de fevereiro/2014 foram alguns dias para a conclusão dos sistemas por ser um trabalho de grande dimensão e somente com a mão de obra do proprietário e de um integrante da família que trabalha como servente de serviços gerais.

Após definir o local para construção do sistema, foi realizada a escavação dos buracos feita com retro escavadeira por uma empresa especializada, os tanques foram construídos com tijolos e impermeabilizado com cimento para evitar infiltração no solo (Figura 24A) e (Figura 24B).



Figura 24A. Construção ETEZR cozinha.
Fonte: Autora.

B. Caixa de gordura.

Para o esgoto dos banheiros foi readequado um dos sumidouros que já havia do local para a construção da fossa séptica, foi preciso aumentar o seu tamanho e ficou com 2,00x2,00x1,50(L,C,P), seguida da ETEZR dimensionada em 3,00 x 3,00 x 1,50 (L,C,P)(Figura 25).



Figura 25. ETEZR para os esgotos dos banheiros.
Fonte: Autora.

Após dois meses de funcionamento, em uma das visitas de acompanhamento e por relatos do proprietário, foi possível perceber que a caixa de gordura (Figura 26A) não estava atendendo a demanda e precisaria ser readequada, havendo a necessidade de dimensionada para um número maior de pessoas, pois o efluente que estava entrando na estação (Figura 26B) possuía uma grande quantidade de gordura, e isso poderia vir a causar entupimento nos canos.

Para essa readequação, foi feita uma visita com os técnicos da EMATER e da Vigilância Sanitária para propor um novo dimensionamento, que seguiu as Normas da NBR 8160/99 utilizando um volume útil calculado para o número de 300 refeições diárias, ou seja, um valor maior de pessoas atendidas, ficando assim com 1,30x0,86x0,86 (L, C,P).



Figura 26 A. Caixa de gordura restaurante. B caixa de gordura, e ETEZR.
Fonte: Autora.

Após a readequação da caixa de gordura, o sistema voltou a receber os efluentes e encontra-se em fase de adaptação, aguardando atingir o nível de água suficiente para plantar as mudas das espécies recomendadas. A construção da ETEZR 05 foi em uma residência e ocorreu em um momento adequado no qual o proprietário estava desmanchando a antiga casa de madeira e construindo uma nova, assim foi possível planejar o encanamento corretamente, ligando a fossa séptica somente para o banheiro e a caixa de gordura para a cozinha, seguidos do sistema de zona de raízes. O morador dessa residência foi uma das pessoas convidadas a participar da palestra sobre a importância do saneamento e alternativa de tratamento e se motivou em implantar esse sistema de tratamento de efluentes, visto que a idéia inicial era fazer somente fossa séptica comum.

A construção foi realizada pelo proprietário da residência que já havia participado da reunião de sensibilização e das duas Oficinas que foram realizadas anteriormente no Recanto São Miguel e no Sítio Roda D'Água, estando assim apto para construir a estação em sua residência. Foi dimensionado o tamanho da sua estação e quais os materiais que seriam utilizados assim como suas quantidades. Para atender a demanda de 5 pessoas seguiu as dimensões de 2,00x2,00x1,30 (L,C,P) (Figura 27A).

O início da implementação foi acompanhada pela UTFPR e pela EMATER e no dia 10/09/2014 e se deu com o preenchimento do filtro físico, o proprietário já havia feito o buraco e impermeabilizado evitando a infiltração no solo, e o preenchimento foi feito da mesma maneira da ETEZR construída na residência 01.

Após esse tratamento preliminar, os efluentes seguem até a ETEZR para iniciar o processo de tratamento secundário. Na semana seguinte da implantação, em uma visita de acompanhamento, levamos fotos de outras estações das espécies de plantas macrófitas que poderiam ser utilizadas.

O proprietário optou por compor a zona de raízes somente com a *Zantedeschia aethiopica* (copo-de-leite), e a *Canna índica* (cana índica) por conhecer as espécies e ter facilidade em encontrar na região. As mudas (Figura 27B) foram plantadas cerca de 40 dias após o início da utilização da estação quando foi possível perceber que o nível da água já estava com menos de 10 cm abaixo da camada superficial.



Figura 27- A. ETE finalizada.

27- B Plantas recém plantadas.

5.3 CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE CADA ETEZR.

O valor de construção de uma unidade ETEZR para uma família de até 6 pessoas é de aproximadamente R\$ 1.000,00 (hum mil reais), este valor pode mudar dependendo do material utilizado e da diária da mão-de-obra local (DOMICILIANO *et al*, 2009). Na Tabela 5 estão descritos os valores gastos para implantar as ETEZR.

Tabela 5. Valores gastos para implementação das ETEZR's na Colônia Mergulhão

ETEZR's	ETEZR 01	ETEZR 02	ETEZR 03	ETEZR 04	ETEZR 05
Total R\$	3.473,00	805,08	3.800,00	+/- 7.500,00	890,00

A construção da estação 02 e 05 foram realizadas pelos moradores de cada residência não havendo custo com mão de obra especializada e contratação do serviço de retro escavadeira para escavar o solo. E para a estação 01, 03 e 04, houve a necessidade de contratar esses serviços, aumentando assim o valor gasto para implantar o sistema.

Na Tabela 06 segue a lista de materiais utilizados e custos para implantação da ETEZR do Recanto São Miguel que atende uma demanda de 160 pessoas. Com as dimensões de 3,00x4,00x1,30= 15,6 m³ de área.

Tabela 6. Custos dos materiais utilizados na ETEZR 01 – Recanto São Miguel.

Material	Quantidade	Custo unitário	Custo total
Tubulações 100 mm	10	R\$ 32,50	R\$ 325,00
Tubulações 75 mm	5	R\$ 29,99	R\$ 149,99
Joelhos 75 mm	10	R\$ 2,30	R\$ 230,00
Te 100 mm	2	R\$ 2,90	R\$ 5,80
Te 75 mm	4	R\$ 5,60	R\$ 23,00
Areia Grossa m ³	4	R\$ 64,90	R\$ 259,90
Cimento saco 50 kg	5	R\$ 21,42	R\$ 107,10
Vedante 3.8 kg	2	R\$ 26,50	R\$ 53,00
Manta bidim	6	R\$ 43,26	R\$ 259,60
Pedra Brita m ³ núm. 01	4	R\$ 77,40	R\$ 309,60
Bloco de concreto	230	R\$ 2,38	R\$ 547,40
Fossa p/ 12 pessoas	1	R\$ 88,00	R\$ 88,00
retro-escavadeira / hrs.	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Pedreiro/ dia	2	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00
Total			R\$ 3.473,00

5.4 MONITORAMENTO E DESEMPENHO DAS ETEZR's

Foram realizadas duas coletas de cada estação, sendo retirada uma amostra do efluente bruto e uma do efluente tratado nos dias 08/12/2014 e dia 07/03/2015. Com exceção da ETEZR 02 que a segunda coleta foi realizada no dia 08/06/2015. As mesmas foram encaminhadas para o laboratório contratado para a realização das análises dos parâmetros, físico-químico e microbiológico.

A primeira coleta realizada em dezembro houve dificuldades de acesso as fossas sépticas por estarem isoladas e o esgoto bruto foi coletado na superfície da ETEZR, a coleta do esgoto tratado foi realizada no cano de respiro. Para a segunda coleta as amostras do esgoto bruto foram retiradas diretamente da fossa séptica e a amostra do esgoto tratado no cano de respiro. Os resultados das análises das amostras das 5 ETEZR são apresentados na seqüência, agrupando aquelas que possuem semelhanças de acordo com o volume e caracterização do efluente gerado (Tabela 7 e 8).

A ETEZR 01, Recanto São Miguel é um empreendimento com salão de festas e atende até 160 pessoas nos fins de semana, o efluente que segue para a estação é oriundo da cozinha e dos banheiros, e a ETEZR 03 no Sítio Roda D'Água, pode atender até 450 pessoas no salão de festa que funciona nos fins de semana, o esgoto gerado é da cozinha e dos banheiros.

A ETEZR 02 e ETEZR 05 são estações implantadas para o tratamento de esgoto doméstico, são residências com 3 e 4 moradores. A ETEZR 04 do Restaurante Panela de Barro, não será comparada com as demais, devido as características do efluente gerado na cozinha que atende a demanda de até 150 refeições diariamente.

Tabela 7. Parâmetros físico-químicos analisados no efluente bruto e tratado e eficiência de tratamento da ETZR 01 Recanto São Miguel

PARÂMETROS	COLETA 1			COLETA 2			Media e Desvio Bruto	Media e Desvio tratado
	BRUTO	TRATADO	EFICIÊNCIA (%)	BRUTO	TRATADO	EFICIÊNCIA (%)		
Temperatura °C	26,8	23,4	-	24,4	24	-	51,2±1,70	23,7±0,42
pH	7,8	7,7	-	6,68	6,8	-	14,48±0,79	7,25±0,64
DBO (mg/L)	207,0	115,0	44,4	135,0	16,6	88,1	342±50,9	65,8±69,8
DQO (mg/L)	411,0	217,0	47,2	366,0	<25	93,1	777±31,82	121±135
Fósforo total (mg/L)	13,3	10,1	24,6	15,2	12,1	21,5	28,5±1,34	11,1±1,41
Nitrato – N (mg/L)	17,0	15,5	8,8	14,0	<10	28,5	31±2,12	12,75±3,89
Nítrito – N (mg/L)	1,34	1,24	7,4	0,19	1,02	28,5	1,53±0,81	1,13±10,16
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	95,0	95,0	0	134,0	57,0	57,4	229±27,5	76±26
Óleos e Graxas Total (mg/L)	19,0	6,0	68,4	90,0	12,0	86,6	109±50,2	9±4,24
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	160,0	100,0	37,5	90,0	10,0	88,8	250±49,5	55±63,6
Sólidos Totais (mg/L)	526,0	1.390,0	- 164,2	476,0	230,0	51,7	1002±35,3	230±82,2
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	242,0	314,0	- 29,7	304,0	152,0	55,6	546±43	233±114
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	284,0	1.076,0	-278,8	176,0	78,0	55,6	460±76	78±705
Turbidez (NTU)	79,5	67,0	15,7	94,7	40,3	94,7	174,2±10,7	53,65±18,8
Coli. Termotolerantes (NMP/100mL)	3.500.000	1.700,000	96,0	>16.000.000	110,0	100	16035000±112	110±120
Coliformes Totais (NMP/100mL)	16.000.000	5.400.000	66,2	>16.000.000	790,0	100	32000000±0,00	2700395±381
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	3.500.000	140.000	95,1	>16.000.000	68,0	100	19500000±883	70034±989

Tabela 8. Parâmetros físicos químicos analisados no efluente bruto e tratado, eficiência e desvio padrão da ETEZR Sítio Roda D'Água

PARÂMETRO/COLETA	COLETA 1			COLETA 2			Media BRUTO	Media TRATADO
	BRUTO	TRATADO	EFICIENCIA (%)	BRUTO	TRATADO	EFICIENCIA (%)		
Temperatura °C	24,,1	23,0	-	23,4	22,3	-	23,75±0,49	22,6±0,49
pH	6,3	10,4	-	7,02	6,9	-	6,66±0,51	8,65±2,47
DBO (mg/L)	1.183	55,0	95,3	345,0	252,0	27,0	345±592	153,5±139
DQO (mg/L)	1.800	284,0	84,2	646,0	341,0	47,2	646±816	312,5±40,3
Fósforo total (mg/L)	26,3	10,4	60,4	15,0	12,0	20,0	20,65±7,99	11,2±1,13
Nitrato – N (mg/L)	93,5	9	90,3	15,5	11,0	29,0	54,5±55	10±1,41
Nitrito – N (mg/L)	4,64	1	78,4	0,38	<0,25	20,0	2,51±3,01	1±0,53
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	184	118	35,8	58,8	38,9	30,56	121,4±88	78,4±55,1
Óleos e Graxas Total (mg/L)	1.540	9,0	99,4	423,0	33,0	92,2	423±789	21±16,9
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	6.340	190,0	97,0	550,0	35,0	93,6	550±4094	112,5±109
Sólidos Totais (mg/L)	2.800	550,0	80,3	2.058,0	734,0	64,3	2429±524	642±130
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	1.482	414	72,6	498,0	374,0	24,9	990±695	394±28,2
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	1.318	136	89,6	1.560,0	360,0	76,9	1439±171	248±158
Turbidez (NTU)	3.125,0	77,5	97,5	310,0	49,0	84,2	1717,5±1990	63,2±20,15
Coli. Termotolerantes (nmp/100mL)	5.400,00	3.500,000	35,19	22.000	23.000	-4,5	5400±11737	176150±13789
Coliformes Totais (NMP/100mL)	16.000,00	5.400,000	33,6	130.000	130.000	-4,5	16000±8060	2765000±88105
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	5.400.000	3.500.000	35,1	22.000	23.000	-4,5	540000±3802	1761500±245861

Em relação à temperatura da ETEZR 01 e da ETEZR 03, foi possível perceber que pode ocorrer uma variação de 2°C, entre o efluente bruto e tratado e o pH variou entre 6,3 a 10,4. A primeira coleta da ETEZR 01 foi realizada com 1 ano e 4 meses após a implantação e a ETEZR 03 a primeira coleta foi realizada 9 meses após sua implantação, mais há 7 meses começou a receber os efluentes.

A eficiência em relação à DBO e DQO das duas ETEZR foi diferenciada e não apresentou semelhança devido a dinâmica do uso do sistema que influencia na quantidade de esgoto que entram nas estações. A ETEZR 01 apresentou uma eficiência média de 44,4% na primeira coleta e na segunda 88,1% para DBO. Segundo resolução CONAMA 430/2011, os padrões de lançamento devem ter redução mínima de 60%, nessa amostragem houve conformidade na segunda coleta. Para a DQO a eficiência apresentou uma relação semelhante, na primeira coleta com 47,2% e na segunda coleta 93,1%.

A ETEZR 03 apresentou uma eficiência de 95,3% e na segunda coleta 27% para DBO, apresentando similaridade no parâmetro DQO, o qual apresentou 84,2% e na segunda coleta 47,2%.

Os autores Arsego & Silveira (2014), em suas pesquisas com *wetlands* obtiveram eficiência de DBO de 88%, e DQO 94% em uma estação de fluxo vertical subsuperficial construída para atender 160 habitantes e Rodrigues *et al*, (2011), apresentou eficiência de 72% e DQO 77% em uma estação de fluxo horizontal construída para atender a demanda de 190 usuários. Essas duas estações atenderam alunos de escola sendo a caracterização de efluente similar a das ETEZR 01 e 03.

Uma das diferenças que pode ser apontado, comparando com as estações implantadas dos autores citados é que a ETEZR 01 e 03 recebe esgoto de forma descontínua com um carregamento maior nos finais de semana, alterando a dinâmica do fluxo hidráulico, o que explica a diferença da eficiência entre a primeira e segunda coleta, pois nas escolas o sistema recebe esgoto diariamente, apesar dessa diferença a eficiência se mantém similar com as dos autores citados.

Quanto ao fósforo as duas estações apresentaram resultados similares na segunda coleta, com eficiência de 20 a 21,5%, na primeira coleta houve uma diferença tanto entre o efluente bruto como o tratado apresentando entre as estações estudadas pelos autores citados acima, que apresentaram 80% de

eficiência para o fósforo utilizando as espécies *Zantedeschia aethiopica* (copo-de-leite) e *Thypha sp.* (taboa), apesar das plantas estarem em estágio diferentes de crescimento das ETEZR 01 e 03, aparentemente a assimilação do fósforo pelas plantas não se mostrou muito diferenciada e está abaixo dos que os autores citados obtiveram em suas pesquisas, estando assim abaixo dos valores desejados pela legislação que demanda 5 mg/L, onde a média das estações foi de média 10 mg/L.

A relação entre os resultados no nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato demonstram que está ocorrendo o processo de nitrificação nos dois sistemas e possivelmente as plantas estão conseguindo assimilar o nitrato pela diferença obtida entre o esgoto bruto e tratado, principalmente no parâmetro nitrato. Ocorrendo uma significativa redução desses parâmetros, entre 21% a 60 % de redução, o que pressupõe a necessidade de um tempo maior para ciclagem dessas plantas.

Quanto aos óleos e graxas as duas estações apresentaram boa eficiência atendendo a legislação que é de até 50 mg/L, os resultados obtiveram 68,4% e 99,4% de redução o mesmo ocorre com os sólidos suspensos totais, sólidos totais fixos e sólidos voláteis que apresentam eficiência de 37,5 a 97%, e turbidez variando entre 15,7 a 97,5% nas duas estações.

Os coliformes termotolerantes, coliformes totais e *Escherchia coli*, as duas estações apresentaram uma excelente redução dos valores, apresentando eficiência de 36,6 a 100%, sendo que a segunda coleta da ETEZR 03 foi à única que se mostrou negativa para esses parâmetros. Este resultado da eficiência negativa pode ser justificado devido ao fato da estação ter recebido efluente durante 3 dias consecutivos e no 4 dia foi realizado a coleta, o grande volume de esgoto gerado nos dias anteriores podem ter ocasionado o arraste dos coliformes no filtro de areia, explicando a baixa eficiência encontrada no efluente tratado.

Apesar de a dinâmica hidráulica estar mais intensa estar mais intensa na segunda coleta da estação 03 os demais parâmetros ainda obteve eficiência.

Pagliarini *et al.* (2011), trabalhou com uma ETEZR de fluxo vertical, para atender 4 pessoas, teve resultados de DBO 410,9 mg/L para o esgoto bruto, e 210 mg/L na DBO do esgoto tratado, obtendo uma eficiência de 50%. Neste caso, a ETEZR de fluxo vertical e afogado, demonstrou uma eficiência maior com 61,5%.

Essa ETEZR recebe um maior número de pessoas nos fins de semana, o fluxo contínuo da residência é baixo em relação ao tamanho da área construída, tendo assim uma dinâmica diferenciada de uma estação implementada em uma residência, onde o fluxo de efluentes que entra na estação é contínuo e diário.

O sistema apresentou eficiência na remoção de coliformes, sendo: Coliformes Termotolerantes 96%, coliformes totais 66,1% e *Escherichia coli* 95,1% para a primeira coleta e para a segunda. Quanto à turbidez, na primeira coleta o resultado foi de 15,7% de eficiência entre bruto e tratado e na segunda coleta a redução da turbidez foram 94,7%. Tanto nitrito, nitrogênio amoniacal não apresentam diferença entre as amostras do esgoto bruto e tratado. Percebe-se que houve uma diferença entre o bruto e o esgoto tratado em relação ao fósforo total, com eficiência de 24,6 %. Em situações similares a esta pesquisa, Pagliarini *et al.*, (2011), obteve um melhor resultado com eficiência de 85% para fósforo e Lemes *et al.*, (2011) 54%.

Em sistemas que utilizam plantas, espera-se uma assimilação do fósforo melhor, e desta forma uma eficiência entre esgoto bruto e tratado nas ETEZR. De forma similar pode-se observar que a eficiência para nitrato – N foi de 8,8 %, nitrito – N de 7,4%.Em sistemas que utilizam plantas, espera-se uma assimilação do fósforo melhor, e desta forma uma eficiência entre esgoto bruto e tratado nas ETEZR. Os resultados dos sólidos suspensos totais apresentaram uma redução de 37,5% e os óleos e graxas apresentaram uma redução de 68,4%.Mas os resultados para sólidos totais apresentaram um aumento de 167, 26% entre bruto e tratado, ocorrendo de forma similar para os sólidos fixos, que apresentaram aumento de 29,7% e nos sólidos totais voláteis com aumento de 278,8%.

Estes resultados demonstram que houve erro na coleta, ou troca de frascos no laboratório, principalmente das amostras do esgoto bruto, o que indica que os resultados da eficiência geral em todos os parâmetros poderiam ter sido melhores. A ETEZR 02, foi o segundo sistema implantado na residência 01 a primeira coleta na foi realizada 1 ano e 4 meses após a implantação do sistema, e a segunda coleta foi realizada com 1 ano e 9 meses. Os resultados dos parâmetros analisados estão na Tabela 9 a seguir.

Na ETEZR 05 a primeira coleta foi 3 meses após implantação e as mudas estavam recém plantadas com cerca de 1 mês, mas já foi possível verificar a eficiência do sistema (Tabela 10).

Tabela 9. Parâmetros físico químicos analisados no efluente bruto e tratado, eficiência e desvio padrão da ETEZR Residência 1

PARÂMETRO/COLETA	COLETA 1			COLETA 2			Media e Desvio Bruto	Media e Desvio Tratado
	BRUTO	TRATADO	EFICIENCIA (%)	BRUTO	TRATADO	EFICIENCIA (%)		
Temperatura °C	23,2	22,6	-	19,9	16,0	-	21,552	19,3±4,7
pH	7,8	7,2	-	7,6	7,2	-	7,7±0,1	7,2±0,0
DBO (mg/L)	894,0	61,0	93,1	713,0	32,0	95,5	803,5±128	46,5±20,5
DQO (mg/L)	1.155,0	86,0	92,5	1.820,0	102,0	94,4	14875±4702	94±11,3
Fósforo total (mg/L)	46,0	25,0	45,6	56,0	25,0	55,4	51±7,1	25±0,0
Nitrato – N (mg/L)	42,5	10,5	75,2	81,0	13,5	83,3	61,75±27,2	12±2,1
Nitrito – N (mg/L)	1,50	1,39	7,3	0,6	7,6	-1.166	1,05±0,6	4,5±4,4
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	394,0	224,0	43,1	615,0	234,0	62,0	504,5±156	229±7,1
Óleos e Graxas Total (mg/L)	46,0	<5,0	89,13	176,0	12,0	93,2	111±91,9	8,5±4,9
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	460,0	60,0	86,9	510,0	40,0	92,2	485±35,4	50±14,1
Sólidos Totais (mg/L)	3.872,0	508,0	86,8	2.464,0	2.922,0	-10,4	14256±14680	1715±1707
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	2.278,0	406,6	82,1	1.228,0	2.300,0	-87,3	7279±7072	1353±1338
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	1.594,0	102,0	93,6	1.236,0	622,0	49,7	6977±7612	362±367
Turbidez (NTU)	242,0	15,0	93,8	773,0	36,9	95,2	507,5±375	25,9±15
Coli. Termotolerantes (NMP/100mL)	790.000	2.300	99,7	1.300.000	20,0	100,0	1045000±360	1160±1612
Coliformes Totais (NMP/100mL)	9.200.000	7.000	99,9	5.400.000	230.000	95,7	4870000±612	118500±157
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	790.000	2.300	99,7	1.300.000	20,0	100,0	401500±549	1160±1612

Tabela 10. Parâmetros físico químicos analisados no efluente bruto e tratado, eficiência e desvio padrão da ETEZR Residência 2

	COLETA 1			COLETA 2			Media BRUTO	Media TRATADO
	BRUTO	TRATADO	EFICIENCIA (%)	BRUTO	TRATADO	EFICIENCIA (%)		
Temperatura °C	25,4	24,2	-	24,3	22,8	25,4	24,85±0,78	23,5±0,99
pH	7,2	7,0	-	7,0	6,9	7,2	7,1±0,14	6,95±0,07
DBO (mg/L)	280	3	98,9	116,0	3,0	280	198±115	3±0,00
DQO (mg/L)	901	24	97,3	279,0	<25,0	901	590±439	24±0,71
Fósforo total (mg/L)	15,7	0,8	94,9	26,0	1,0	15,7	20,85±7,28	0,9±0,14
Nitrato – N (mg/L)	39,5	9	77,2	18,0	<10,0	39,5	28,75±15,5	9±0,71
Nitrito – N (mg/L)	2,64	1,37	48,1	<0,25	<0,25	2,64	2,64±1,69	1,37±5,37
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	53,0	10,3	80,5	160,0	2,7	53,0	106,5±75	6,5±42,7
Óleos e Graxas Total (mg/L)	50	40,0	92,0	77,0	<5,0	50	63,5±19	40±14,14
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	2.560,0	62,0	97,3	80,0	42,0	2.560,0	1320±1753	52±30,45
Sólidos Totais (mg/L)	1.558,0	1.632	-4,8	1.436,0	674	1.558,0	1497±86	674±677
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	1.094	140	84,4	410,0	40,0	1.094	752±483	90±70
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	464	1.464	-215	1.396,0	264	464	930±659	264±70,71
Turbidez (NTU)	2.220,00	34	98,4	50,3	23,9	2.220,00	1135±1214	28,95±7,14
Coli. Termotolerantes (nmp/100mL)	490	78	84,0	23.000	45,0	490	11745±15916	61,5±23,33
Coliformes Totais (NMP/100mL)	16.000.000	33.000	99,7	79.000	78,0	16.000.000	8039500±33000	78±23
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	28.000	45	99,8	23.000	<18,0	28.000	24,85±45	45±19

Em relação a temperatura da ETEZR 02 e da ETEZR 05, foi possível perceber que pode ocorrer uma variação de até 4°C, entre o efluente bruto e tratado e o pH variou pouco entre 6,9 a 7,8. A eficiência em relação à DBO e DQO das duas ETEZR se manteve praticamente igual variando entre 93,1 a 98,9%. Os autores Maier (2007), Pagliarini *et al.*, (2011), Lemes *et al.*, (2008) obtiveram eficiência similares para DBO e DQO em *wetlands* de fluxo vertical que atendiam até 5 usuários. Sezerino *et al.*, (2002; 2010; 2011), também obteve uma eficiência de DQO de 83%

Quanto ao fósforo as duas estações apresentaram resultados diferenciados sendo que a ETEZR 02 apresentou uma eficiência de 45,6 a 55,4% e a ETEZR 05 apresentou uma eficiência de 95 a 96 %, a explicação que pode ser dada a essa ocorrência é que as plantas estavam em fase de adaptação e crescimento e na ETEZR 02 as plantas já estavam em fase adulta e bem desenvolvidas.

Os autores Maier (2007), obteve uma eficiência de 91% e Pagliarini Junior *et al.*, (2011) com 85% e Lemes *et al.*, 54%, sendo que esta última possui o mesmo sistema construtivo das ETEZR dessa pesquisa. A relação entre os resultados no Nitrogênio Amônia, nitrito e nitrato demonstram que está ocorrendo o processo de nitrificação nos dois sistemas e possivelmente as plantas estão conseguindo assimilar o nitrato pela diferença obtida entre o esgoto bruto e tratado, observado principalmente por meio do parâmetro nitrato. Quanto aos óleos e graxas, as duas estações apresentaram boa eficiência com resultados entre 89,1 a 93,2%. O mesmo ocorre com os sólidos suspensos totais, sólidos totais fixos e sólidos voláteis que apresentam eficiência de 47 a 97% de redução e a turbidez variando de 52,4 a 98,4%

Os coliformes termotolerantes, coliformes totais e *Escherchia coli*, as duas estações apresentaram uma excelente redução dos valores, apresentando eficiência de 84 a 100%. É possível observar que nas estações 02 e 05 que atendem residências e possui uma dinâmica hidráulica intermitente, apresentam resultados com variações menores entre a eficiência dos parâmetros. Desta forma a dinâmica hidráulica do fluxo do esgoto das estações analisadas até o momento tem uma influência direta com a eficiência dos diversos parâmetros.

A primeira análise da ETEZR 03 do Restaurante Panela de Barro, ocorreu 7 meses após a implantação do sistema, e a segunda 13 meses. Foram construídas

duas ETEZR's uma para o esgoto gerado na cozinha, e outra para o esgoto dos banheiros. Para a primeira coleta foram retiradas amostras somente da estação que recebe o esgoto da cozinha, sendo coletado o efluente bruto na caixa de gordura e o tratado no cano de respiro.

Para a realização da segunda análise, foi possível realizar a coleta das duas ETEZR, sendo do esgoto bruto retirado da fossa séptica e da caixa de gordura e o esgoto tratado dos canos de respiro.

O resultado da ETEZR que recebe o esgoto da cozinha está demonstrado na Tabela 11. Os parâmetros físico-químicos tiveram uma eficiência de DQO 48% e DBO 52% e o nutriente fósforo obteve redução de 61,9%. O aumento nas concentrações de nitrogênio (-125%) na saída pode ser um resultado obtido devido à instabilidade do sistema, o dimensionamento da caixa de gordura, seu tempo de operação e por ainda não ter plantas na estação. A turbidez demonstra que existe instabilidade no sistema (-6,47).

Em relação aos sólidos todos os parâmetros analisados obtiverem redução significativa, com eficiência de 36,1% a 86,2%. Em relação a temperatura da ETEZR 04 que atende o esgoto gerado na cozinha, apresentou uma variação de até 2°C, entre o efluente bruto e tratado e o pH se mostrou mais ácido variando entre 4,1 a 5,1%. Para os parâmetros DBO e DQO apresentou valores elevados entre 1.075 mg/L e 3.065 mg/L demonstrando que a característica desse efluente é diferenciada das demais estações apresentadas nesta pesquisa, que foi entre 16,6 a 1.820 mg/L. A eficiência da DBO variou de 27,3 a 52,8%, e a DQO de 26,8 a 48,7%. Quanto ao fósforo a estação apresentou uma eficiência que variou de 14,2 a 61,9% esta estação não possui plantas desenvolvidas no dois períodos de coleta, portanto, a assimilação do fósforo não foi realizada pelas plantas

Tabela 11. Parâmetros físico-químico analisados no efluente bruto e tratado, eficiência e desvio padrão da ETEZR Restaurante (Cozinha)

	COLETA 1			COLETA 2			Média desvio BRUTO	Media e desvio TRATADO
	BRUTO	TRATADO	EFICIENCIA (%)	BRUTO	TRATADO	EFICIENCIA (%)		
Temperatura °C	26,0	24,5	-	27,2	25,4	-	26,6±0,85	25,0±0,64
pH	4,8	4,1	-	5,01	5,16	-	4,905±0,15	4,6±0,75
DBO (mg/L)	2.282,0	1.075,00	52,8	1.601,0	1.163,0	27,36	2282±481	1075±62
DQO (mg/L)	3.065,00	1.570,0	48,7	3.330,0	2.435,0	26,88	3065±187	1570±611
Fósforo total (mg/L)	33,9	12,9	61,9	14,0	12,0	14,29	23,95±14	12±0,64
Nitrato – N (mg/L)	37,5	24,0	36,0	98,0	52,0	-160,0	67,75±42	38±19
Nitrito – N (mg/L)	1,15	1,45	-26,0	1,4	1,5	-7,14	1,275±0,18	1,5±0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	12,0	27,0	-125,00	8,3	25,6	-208,43	10,15± 2,6	26±0,99
Óleos e Graxas Total (mg/L)	130,0	48,0	63,08	4.138,0	377,0	90,89	130±2834	212±232
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	387	140,0	63,82	2.980,0	410,0	86,24	387±1883	275±190
Sólidos Totais (mg/L)	3.170,00	1.162,0	63,3	3.030,0	1.934,0	36,17	3170±98	1162±545
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	858	526,0	37,5	890,0	552,0	37,98	874±22	539±18
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	2.312,00	626,0	72,9	2.140,0	1.382,0	35,42	2312±121	626±534
Turbidez (NTU)	239,5	255,0	-6,47	1.750,0	913,0	99,74	239,5±106	584±465
Coli. Termotolerantes (nmp/100mL)	130.000	1.100	97,50	>16.000.00 0	940.000	99,41	130000±80000	1100±663
Coliformes Totais (NMP/100mL)	2.400.00	13.000	99,4	>16.000.00 0	940.000	99,41	240000±5656	13000±655
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	28.000	700	97,5	350.000	700.000	-100	2800000±22768	700±494

A relação entre os resultados no nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato não foi possível identificar o processo de nitrificação no sistema, os resultados se mostraram bem variados nessa sequência não sendo possível identificar nesse momento quais seriam os processos que estão ocorrendo, provavelmente a gordura contida no esgoto pode estar influenciando, no processo de nitrificação.

Quanto aos óleos e graxas, percebe-se que existe uma contribuição grande de gordura no esgoto bruto aonde foi identificado em uma das amostras 4.138 mg/L, apesar do alto valor a estação consegue chegar a uma eficiência de tratamento de 63,0 a 90,8%

Os sólidos suspensos totais, sólidos totais fixos e sólidos voláteis que apresentaram eficiência que variou de 35,4 a 72,9%. E a turbidez variou de -6,47 a 99,7% esta diferença pode ser explicada devido ao fato de serem processados alimentos na cozinha como a beterraba que influenciam diretamente no resultado da turbidez, onde foi possível encontrar a coloração da beterraba na amostra do efluente tratado.

Os coliformes termotolerantes, coliformes totais apresentaram uma eficiência de remoção de 97,5 a 99,4%. Na coleta 02 a *Escherchia coli*, apresentou um aumento de entre o esgoto bruto e tratado indicando a presença de maior valor no efluente tratado. Este resultado indica a necessidade de um monitoramento contínuo para identificar qual o motivo dessa elevação do NMP/100 mL.

A coleta dos efluentes provenientes dos banheiros do Restaurante Panela do Barro foi realizada no dia 04/03/2015. As plantas que faziam parte da composição do sistema, haviam sido plantadas recentemente (2 semanas) estando em fase de adaptação.

Tabela 12.ETEZR, Restaurante Panela de Barro, esgoto banheiros.

PARÂMETROS	COLETA 1		
	BRUTO	TRATADO	EFICIEN CIA(%)
Temperatura °C	25,2	24,5	-
pH	6,6	6,1	-
DBO (mg/L)	603,0	12,0	52,8
DQO (mg/L)	1.310,0	<25,0	-
Fósforo total (mg/L)	15,0	6,0	60,0
Nitrato – N (mg/L)	34,5	<10,0	-
Nitrito – N (mg/L)	0,54	<25,0	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	66,6	95,0	-42,0
Óleos e Graxas Total (mg/L)	64,0	<5,0	-
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	330,0	80,0	75,7
Sólidos Totais (mg/L)	1.518,0	810,0	46,6
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	730,0	634,0	13,15
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	788,0	176,0	77,6
Turbidez (NTU)	398,0	77,8	80,4
Coli. Termotolerantes (nmp/100mL)	2.400.000	110,0	100,0
Coliformes Totais (NMP/100mL)	5.400.000	170,0	100,0
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	220.000	40,0	99,9

Para essa ETEZR, foi realizada somente uma coleta e nesse caso não foi possível comparar os resultados, porém é possível verificar eficiência no sistema, com uma redução significativa quando comparado o esgoto bruto com o esgoto tratado, com 52,8% para DBO. Para o nutriente fósforo a redução foi de 60%. O aumento nas concentrações de nitrogênio (-42,0) pode ser um resultado obtido devido à instabilidade do sistema, seu tempo de operação e pelas plantas da estação ainda não estarem estabilizadas. A turbidez teve 80,4% de redução.

Em relação aos sólidos todos os parâmetros analisados obtiverem redução significativa, com eficiência de 46,6 a 77,6%.

Entre a relação do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato não foram possíveis identificar o processo de nitrificação no sistema, o que dificulta entender melhor as questões que influenciam nesse resultado.

Os coliformes termotolerantes, coliformes totais apresentaram uma eficiência de remoção de 99 a 100%.

5.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PARA A COMUNIDADE E AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO.

Para apresentar os resultados do trabalho realizado na comunidade, na última visita de acompanhamento do sistema realizado em julho/2015, foi possível repassar a cada proprietário os resultados das análises laboratoriais enfatizando que é importante que esse seja um processo contínuo onde todos serão responsáveis por continuarem o trabalho de divulgação dessa tecnologia, assim como a instalação o acompanhamento e monitoramento da mesma.

Nesse mesmo dia para avaliar a percepção e como se deu esse processo de aceitação dos moradores após a implantação das ETEZR's, foi realizada uma entrevista para responder um questionário com 6 perguntas e com base nas respostas foi possível verificar como se deu o processo de sensibilização e aceitabilidade da comunidade após a implementação das estações de tratamento.

A entrevista foi realizada com os moradores das duas residências que implantaram o sistema, com os 3 proprietários dos empreendimentos, que são os usuários diretos do sistema. Os demais entrevistados foram técnicos da EMATER, da VISA e da Secretaria da Agricultura de São José dos Pinhais, totalizando 12 participantes da entrevista. Com o resultado das entrevistas foi possível avaliar o processo de sensibilização e verificar como foi a aceitação das pessoas envolvidas.

Os entrevistados foram respondendo de forma informal sobre as questões levantadas, podendo ao longo da entrevista ser abordadas outras questões que podem ser consideradas relevantes.

A primeira pergunta questionada foi como eles consideravam o processo de instalação e adaptação do sistema, todos os entrevistados responderam que foi fácil, que não houve maiores dificuldades em implantar o sistema desde que haja uma preparação e capacitação para tal, assim como está sendo fácil acompanhar o desenvolvimento do sistema por meio da observação do desenvolvimento das plantas e altura/nível do volume afogado na estação.

Quanto ao custo (R\$) para a implantação: 5 deles responderam ser de baixo custo, principalmente se fosse comparar com os valores que seriam cobrados pela Sanepar que é a companhia de saneamento que coleta e trata o esgoto na área urbana da cidade, onde é cobrado 80% (esgoto) do valor que é consumido da água tratada. E outras 7 pessoas disseram que os valores são altos e relevantes, o que pode-se concluir que há a necessidade de viabilizar esses valores, utilizando ou substituindo por materiais de menor custo.

A pergunta 3, foi direcionada somente para as pessoas que tiveram o sistema implantado, onde foi questionado como está o funcionamento e se deu algum problema, 4 deles responderam que está em perfeito funcionamento, plantas se desenvolvendo, nível de água de acordo com a utilização do sistema e sem cheiro. 1 deles (restaurante), talvez precise de adequações, o sistema ainda está sem plantas e mesmo com a readequação da caixa de gordura, a quantidade de gordura retirada ainda é muito grande, o que pressupõe que a uma necessidade de sensibilizar as cozinheiras que descartam esses efluentes com gordura na pia.

Quando perguntado se o sistema trouxe benefícios, quais foram as vantagens ou desvantagem: as 12 pessoas que participaram da entrevista responderam que a maior e melhor vantagem foi a destinação adequada ao esgoto, podendo assim estar preservando o meio ambiente. Não foi apontada nenhuma desvantagem.

E para finalizar foi perguntado se acreditam que a implantação da ETEZR contribuiu para a melhoria da qualidade do meio ambiente. Todos responderam que sim, que acreditam que estão contribuindo, não só com o meio ambiente mas com uma melhor qualidade de vida para eles mesmos.

Com isso é possível perceber que toda ação extensionista realizada até o momento assumiu um caráter educativo e efetivamente transformador, sendo que a comunidade e as pessoas envolvidas são os protagonistas para esse processo de desenvolvimento, que teve através do conhecimento da realidade, da organização da ação, sua execução e acompanhamento um grande sucesso na concretização do trabalho proposto. Além disso, um ponto positivo para a realização do trabalho foi que nesse caso a população já tinha em mente a necessidade de tratar esses efluentes sendo previamente sensibilizados para a questão.

A percepção ambiental, e a aceitabilidade foram mediadas pela vivencia que auxiliou nessa inter-relação entre ser humano e meio ambiente. Desta forma, há um

reconhecimento de cada indivíduo, através de sua própria percepção, que constrói uma compreensão diante da experiência vivenciada.

As oficinas, o envolvimento de técnicos da EMATER e da VISA no processo também trouxeram novos elementos para o tema saneamento rural, no qual se procura dar uma alternativa para o saneamento, mas levando em conta o monitoramento. O monitoramento ao longo da vida útil destas 5 ETEZR poderá trazer uma oportunidade de processo de gestão para as áreas rurais. Portanto, o envolvimento da comunidade se responsabilizando pela implantação e o acompanhamento dos órgãos competentes no nível municipal, compõem uma forma de gestão compartilhada.

Esta forma compartilhada de gestão é um desenho relativamente novo, mas previsto pela Agenda 21, pelos planos de comitês de bacias, a questão é organizar a sociedade civil e o cidadão para atuar de forma compartilhada a gestão, é que faz parte desta pesquisa. A Educação Ambiental não formal teria este papel de empoderamento da sociedade civil para as questões voltadas ao saneamento, foco desta pesquisa, levando em conta que são cidadãos da comunidade que querem obter condições melhores e de qualidade para as suas residências, pequenos empreendimentos e ambiente.

Neste sentido esta pesquisa traz uma oportunidade de indicar os passos, ou o método de gestão conforme apresentado no item 4.1 Figura 5, para o desenvolvimento e implantação de novas tecnologias ou replicação desta em outras residências e pequenos empreendimentos.

6 CONCLUSÃO

A Educação Ambiental não formal teve um papel importante na percepção e na sensibilização ambiental envolvendo toda a comunidade, garantindo um futuro com uma melhor qualidade de vida, e despertando a responsabilidade e respeito dos indivíduos em relação ao ambiente em que vivem.

A percepção ambiental foi essencial para compreender como o homem está inserido no meio ambiente e a necessidade de cuidar e protegê-lo dos impactos gerados pela nossa existência, principalmente no que se refere à geração de esgoto. Dessa forma foi fundamental para compreender essa inter-relação, e suas condutas, traçando assim mudanças de comportamentos.

A participação e o acompanhamento da comunidade no desenvolvimento do projeto buscaram despertar em alguns moradores o interesse em construir uma ETEZR em suas propriedades, pois os mesmos poderão verificar na prática os benefícios do sistema no tratamento de esgoto, assim como os custos para a implantação, e dessa forma o objetivo de transferência da tecnologia e sua replicabilidade devem ser alcançados.

Esses sistemas podem ser construídos 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, pelo fato do sistema ser afogado. O sistema utiliza um método simples e que pode ser empregado tanto em áreas urbanas quanto rurais, funcionando como tratamento eficiente de esgoto sanitário, sendo uma tecnologia alternativa com alto índice de replicabilidade socioambiental e se integrando ao quintal ou jardim sem trazer prejuízos estéticos à residência.

Os resultados obtidos nas primeiras análises de qualidade dos efluentes demonstram um bom funcionamento e eficiência, é importante destacar que os mesmos representam apenas uma análise pontual sem periodicidade. Para se ter uma avaliação mais precisa da eficiência das ETEZR, seriam necessárias uma sequência de coletas nos quais deveriam ser observados as seguintes variáveis: fatores meteorológicos, taxas hidráulicas, variações da carga orgânicas que afetam diretamente a eficiência havendo, portanto, a necessidade de maiores estudos e

acompanhamento sistemático para melhor entender a plasticidade das ETEZR no que se refere à capacidade de depuração do esgoto.

As estações implantadas no restaurante estão sendo uma nova experiência para os estudos e adequações nas ETEZR, nesse tipo de estabelecimento, visto que o efluente gerado na cozinha é composto de uma grande quantidade de óleos e graxas, que são de difícil decomposição.

Atualmente as 5 estações estão em funcionamento, as plantas estão se desenvolvendo bem e pelas análises foi possível identificar a eficiência, mas seria interessante manter o monitoramento para verificar ao longo do tempo as variações que as ETEZR podem ter, devido as variáveis as quais estão expostas. As coletas de amostras do esgoto tratado quando comparado ao esgoto bruto tem se mostrado eficiente, reduzindo significativamente os parâmetros e atendendo assim as expectativas dos moradores.

O poder público e a parceria com a Universidade é o aporte fundamental para que esse sistema obtenha confiabilidade, monitorando e apoiando tecnicamente e educacionalmente o processo de gestão voltado para o saneamento. Porém faz-se necessário dar continuidade a esta proposta, afim de estabelecer o turismo rural, no qual tanto os proprietários como os usuários se sintam seguros da qualidade do ambiente e dos corpos hídricos da região da Colônia Mergulhão.

Esta proposta de parceria entre as instituições gestoras e de ensino superior poderá trazer de fato um novo conceito de gestão compartilhada e permite o processo de extensão que a Universidade precisa desenvolver para aplicar os conhecimentos gerados em pesquisa e fortalecer o processo de ensino para as questões práticas da sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (1993). NBR 7229. **Construção e instalação de Fossas Sépticas e disposição dos efluentes finais**. Rio de Janeiro: ABNT 37p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997) NBR 13969. **Projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementares e disposição final dos efluentes de tanques sépticos: procedimentos**. Rio de Janeiro: ABNT. 57p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160:1999**. Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.
- ALVES, L. I. F.; DA SILVA, M. M. P.; VASCONCELOS, K.; Jean C. **Educação Ambiental em comunidades rurais de Juazeirinho-PB: Estratégias e Desafios**. *Revista eletrônica do Mestrado Educação Ambiental*. Rio Grande do Sul-RS, v. 19.2007.
- 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 NETO, C.O. **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários. Experiência Brasileira**. Rio de Janeiro. .Abes. 1997. 301p.
- _____. ASSOCIAÇÃO CAMINHO DO VINHO COLÔNIA Mergulhão - **ACAVIM**. Disponível em: <<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.sapo.pt/natureza-e-biente/gestaoambiental/content/sensibilizacao-ambiental-importancia-e-relacao-com-a-gestaoambiental>>. Acesso em 02 de outubro de 2013.
- BABBIE, E. 2005. **Métodos de pesquisa de survey**. Belo Horizonte: UFMG.
- BARBETTA, P. A.; **Estatística aplicada às ciências sociais**. 5ª ed. Capítulo 3. Florianópolis: Ed. UFSC, 2002.
- BAY, A. M. C.; DA SILVA, V. P. **Percepção Ambiental de Moradores do Bairro e Liberdade de Parnamirim/Rn sobre a Implantação do Esgotamento Sanitário**. *HOLOS*, v. 3, p. 97-112, 2011.
- BERNA, V. **Como fazer educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: Paulus, 2004.
- BERGMAN, M. **Análise da percepção ambiental da população ribeirinha do Rio Santo Cristo e de estudantes e professores de duas escolas públicas**,

município de Giruá, RS. 2007. Dissertação (Mestrado em Ecologia)- Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

BRASIL, M. S. MATOS, A. T. **Avaliação de Aspectos Hidráulicos e Hidrológicos de Sistemas Alagados Construídos de Fluxo Subsuperficial.** Engenharia Sanitária Ambiental. Vol. 13. n. 3. p323-328. 2008.

_____. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N 357 de 17.03.2005.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 14 dez 2014.

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

CALDAS, A.L. R.; SOCORRO R. M. **Avaliação da percepção ambiental: estudo de caso da comunidade ribeirinha da microbacia do Rio Magu.** REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado de Educação Ambiental, v. 15, 2012.

CORONA, H. M. P. **A Agricultura Familiar Na RMC: Um Olhar Sobre a Relação Ambiente e Sociedade a partir da Comunidade Mergulhão.** Redes, v. 16, n. 3, p. 138-156, 2011.

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

DE SOUZA, Osmar Tomaz. **Políticas de Desenvolvimento Rural, produção e preservação ambiental: diálogo efetivo entre sociedade e natureza ou parasitismo mútuo de linguagem?. Políticas de Desenvolvimento Rural, Produção e Preservação Ambiental .** Revista: Tempo da Ciência (15) 29 : 147-167, 1º semestre 2008.

DE ÁVILA, Renata Oliveira. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte.** 2005. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

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

DOS SANTOS, Irani; KOBAYAMA, M;. **Aplicação do TOPMODEL para determinação de áreas saturadas da bacia do rio Pequeno, São José dos Pinhais, PR, Brasil.** Revista Ambiente e Água–Na Interdisciplinary Journal of Applied Science: v, v. 3, n. 2, 2008

_____. FAGIONATTO, S. **O que tem a ver percepção ambiental com a educação ambiental?** São Paulo, Mar. 2007. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br>>. Acesso em: 10 mai. 2014

_____. FERNANDES, R. S., SOUZA, V. J., PELISSARI, V. B., FERNANDES, S.T. **Uso da Percepção Ambiental como Instrumento de Gestão em Aplicações Ligadas às Áreas Educacional, Social e Ambiental**. Rede Brasileira De Centros De Educação Ambiental. Rede CEAS. Notícias, 2009. Disponível em: <http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/Percepcao_Ambiental.pdf> Acesso em: 12 jan. 2015.

FERREIRA, J.C.V. 1996. **O Paraná e seus municípios**. Maringá. Memória Brasileira, p.728, 1996.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

_____. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Saneamento Rural**, 2012, Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural>

GADOTTI, M. **Educar para a Sustentabilidade**. Inclusão Social, v. 3, n. 1, 2009.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GUERRA, A. F. Silveira; TAGLIEBER, J. E. **A Inserção da Educação Ambiental no Currículo: O Olhar dos Pesquisadores de um Programa de Mestrado em Educação**. GE: Educação Ambiental, n. 22, 2002.

_____. 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.

_____. 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> Acesso 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 Econômico e Social. 14 jun. 2009.

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

KAICK, T. S.V; MACEDO, C. X.; PRESZNHUK, R. A. **Jardim Ecológico– Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes: Análise e Comparação da Eficiência de uma Tecnologia de Saneamento Adequada e Sustentável**. VI Semana de estudos Ambientais, UNICENTRO, Irati, PR, 2008.

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

KUMMER, L. **Metodologia Participativa no Meio rural: Uma visão interdisciplinar, conceitos ferramentas e vivências.** Projeto Pró-renda Desenvolvimento Local Sustentável – Bahia- 2007

LAYRARGUES, P.P. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental.** São Paulo: Cortez, p. 72-103, 2006.

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

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.

LEMO, Carolina Alves; GUERRA, Teresinha. **Aspectos dos Usos da água, agrotóxicos e percepção ambiental no meio rural, Maquiné, RS, Brasil.** Revista online Geografia – Volume 13 – Número 2- jul/dez. 2004.

MACHADO, M. M. **O diário de bordo como ferramenta fenomenológica para o pesquisador em artes cênicas.** Sala Preta, v. 2, p. 260-263, 2002.

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.

MEDINA, Naná Mininni. **A Formação dos professores em Educação Ambiental. SEF. Panorama da Educação Ambiental no ensino fundamental.** Brasília: MEC/SEF, p. 17-24, 2001.

MELAZO, Guilherme Coelho. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares & Trilhas**, 2009.

NAIME, R., GARCIA, A. C. Utilização de enraizadas no tratamento de efluentes agroindustriais. Estudos tecnológicos - Vol.1, n.2, 9-20. 2005.

OLIVEIRA, N.A.S. **A Educação Ambiental e a Percepção Fenomenológica, através de mapas mentais.** Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. 16: 32-46. 2007

OLIJNYK, Débora Parcias. **Avaliação da nitrificação e desnitrificação de esgoto doméstico empregando filtros plantados com macrófitas (wetlands) de fluxos vertical e horizontal: sistemas híbridos**. 2008. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

_____. NORONHA, I.O. **Percepção e Comportamento Sócio-Ambiental: A Problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Revista acadêmica, n.3.set/out/Nov 2007.

Disponível em <<http://www.mg.senac.br/revistasenac/edicoes.3.htm>>. acesso em:19 jan.2015

OKAMOTO, J. **Percepção Ambiental e Comportamento: Visão holística da percepção ambiental na arquitetura e comunicação**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.

OLIVEIRA, I. MEIRELES, M. – **Oficinas e Dinâmicas: Técnicas para trabalho em grupo**. Coleção Encanto Jovem. 3.ed. – São Paulo: Paulinas, 2007.

PAGLIARINI J. S. N.; PAROLIN, M.; CRISPIM, J. Q. **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.

PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H. **Aplicação de sistemas tipo Wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas**. Florianópolis: Ed. do Autor, 2004. 144p

PIMENTA, H. C. D; TORRES, F. R. M.; RODRIGUES, B. S.; ROCHA JR., J. M. **O Esgoto: A importância do Tratamento e as Opções Tecnológicas**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, 2002.

PONCIANO, E. F.; DOS SANTOS, A. C.; DA CRUZ O.; Raimunda N. **A Educação Ambiental como Estratégia de Emancipação dos Sujeitos: Um Estudo da Política de Saneamento Ambiental Desenvolvida pela Fundação Nacional de Saúde-Funasa**. Caminhos de Geografia, v. 15, n. 49, 2014

POLLI, A.; SIGNORINI, T. **A Inserção da Educação Ambiental na prática pedagógica**. Ambiente & Educação V. 17/ Nº 2 / 2012

SALATI, E.& RODRIGUES, N.S. **De poluente a nutriente, a descoberta do aguapé.Revista Brasileira da Tecnologia,13 (3): 37-42, 1982.**

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 Indústria, Comércio e Turismo – Departamento de Turismo. **Roteiro Rural Caminho do**

Vinho. <<http://www.sjp.pr.gov.br/caminhodovinho/historico.php>>. Acesso em: 07 out. 2012

SEZERINO, P. H. **Potencial dos Filtros Plantados com Macrófitas (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

SEZERINO, P. H.; TREIN, C. M.; PELISSARI, C.; BENTO, A. P.; PHILLIPI, L. S. **Wetlands** **construídos empregados no tratamento descentralizado de esgotos.** In: XVIII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO, 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: ASSEMAE, 2014.

SILVA, C. M. S. **A Percepção Ambiental de moradores de comunidades carentes – a ZEIS Brasilit.** Relatório. Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco. Recife, 2006.

SIPINSKI, M. A.; VAN KAICK, T. S. **Estação de tratamento de esgoto (ETE) piloto na Reserva Morro da Mina/SPVS, Antonina Paraná.** Cadernos do Litoral, Curitiba, n. 3, p. 64, 2000.

SOBRINHO, P. **O emprego de decanto-digestor e filtros anaeróbios.** In: **Seminário Sobre Saneamento de Baixo Custo.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Out.Anais p115-130. 1991.

SOUZA, J.T. *et al.* **Pós-tratamento efluentes de reator UASB utilizando sistemas “Wetlands”construídos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.1, p.87-91.Campina Grande, PB, DEAg / UFPB. 2000.

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.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações.** São Paulo: Atlas, 1997

TOMAZELLO, M. G. C. **Reflexões acerca das dissertações e teses brasileiras em educação ambiental do período 1987-2001.** *Enseñanza de las Ciencias*, número extra. CD-ROM, 2005.

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.

USEPA, **SubsurfaceFlowConstructedWetlands for WastewaterTreatment – A Technology Assessment.** EUA, Office ofWater, 1993. 87 p.

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.

VILLAR, L. M. **A percepção ambiental entre os habitantes da região noroeste do estado do Rio de Janeiro.** Escola Anna Nery Revista de Enfermagem, v. 12, n. 3, p. 537-543, 2008.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águasresiduárias.** Belo Horizonte: DESA – Universidade Federal de Minas Gerais, 211p.Revista GEOMAE - Vol. 02, Nº Esp. 01, 2º SEM/2011.1996.

VON SPERLING, M. 2009 **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. Belo Horizonte: UFMG. 2009 p. 245

WITKOVSKI, Adriane; VIDAL, Carlos Magno de Souza. **Proposição de sistema de tratamento de esgoto sanitário constituído de tanque séptico seguido de zona de raízes para ser implementado em pequenas comunidades rurais.** Revista Eletrônica *Lato Sensu* – UNICENTRO ISSN: 1980-6116. Ed. 7 Ano: 2009

APÊNDICE 01

Questionário 01

Questionário a ser aplicado antes da palestra sobre saneamento ambiental e a importância de uma alternativa de tratamento de esgoto. Tem como objetivo, obter respostas sobre o conhecimento das questões relacionadas ao mesmo.

1) Nome:

2) sexo:

() Feminino

() Masculino

3) Quantas pessoas moram na sua residência____

4) Qual a sua principal atividade

() agricultor

() do lar () _____

5) Há quanto tempo mora no bairro?

6) Para onde é encaminhado o esgoto gerado na sua casa?

7) Você gostaria de ter seu esgoto tratado?

() sim () não () Talvez

8) Qual a importância desse tratamento?

() evitar mau cheiro () contamina a água do poço () prejudica a saúde

() _____

9) Você conhece alguma outra alternativa para tratar esses efluentes?

() sim () não () quais _____

10) Você já ouviu falar dessa técnica que utiliza plantas para tratar o esgoto?

O que você acha de ter um sistema de tratamento, como se fosse um jardim?

() Interessante

() Não pensei sobre isso

() não tenho interesse.

()

APÊNDICE 02

Questionário 02

Questionário que deverá ser aplicado no término do trabalho, depois do processo de sensibilização, implantação e avaliação das estações de tratamento instaladas. Tem o objetivo de verificar como se deu o processo de sensibilização e aceitabilidade da comunidade após a implementação das estações de tratamento.

- 1) Como foi o processo de instalação e adaptação do sistema?
() fácil () difícil () médio
- 2) Os custos para implantação foram relevantes.
- 3) Como está funcionando o sistema?
() Bem
() Houve problemas, quais ? _____
- 4) O sistema trouxe benefícios, quais?
- 5) O sistema trouxe desvantagens, quais?
- 6) Acredita que contribuiu para o meio ambiente esse tipo de tratamento?