Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Hidráulica e Saneamento
Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental

“Elaboração Participativa de uma Proposta de Reestruturação do
Sistema de Tratamento de Esgoto da Comunidade do Maruja – Parque
Estadual da Ilha do Cardoso/SP.”

MARIA ANGELICA BARBOSA BECCATO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós Graduação em Ciências da
Engenharia Ambiental como da Escola
de Engenharia de São Carlos, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ciências da Engenharia
Ambiental .

Orientadora: Dra. ENEIDA SALATI

São Carlos – SP

2004

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos à Profª Eneida, por acreditar neste trabalho e pela nova amizade!

Ao Prof. Nivaldo Nordi, grande amigo painho, que sempre esteve de portas abertas!

Ao CNPq pela bolsa concedida.

Ao corpo de funcionários do CRHEA, pela simpatia e auxílio em etapas do desenvolvimento do trabalho, em especial o técnico Amândio, pela ajuda nas análises de laboratório.

Ao Marcos Campolim, pela oportunidade de desenvolver o trabalho.

Aos funcionários do Parque, pela simpatia e amizade.

Aos moradores do Maruja, em especial os representantes da AMOMAR e aqueles que participaram das longas reuniões para discutir o trabalho. Ao sr. Ezequiel, muito obrigado pela confiança e empenho em auxiliar o que fosse preciso. Nossa luta continua!

Ao pessoal do Instituto de Ecologia Aplicada, pelo apoio e dicas no trabalho.

À Ludmila Sadokoff, monitora da ETE de Emaús, muito obrigada pela atenção e receptividade nas nossas breves conversas.

Ao sr Jorge, de Emaús, não só meus agradecimentos pela receptividade, como minha admiração por este exemplo de vida!

Ao pessoal do Núcleo Picinguaba e da comunidade de Camburi – Ubatuba, pela simpatia e receptividade durante nossa breve estadia.

À Dani, meu especial agradecimento pelos ensinamentos do mundo limnológico e pelas várias conversas!

Aos queridos amigos do Canteiro, pelas longas e divertidas reuniões!

Às super mocras companheiras do laboratório, Tia Thé, Thaís, Sheila, Dedê, Camila, Mayra, Fê, Tati, Sarinha, como seriam as coletas e as reuniões se não fosse essa equipe! Também pela grande amizade! O Franzé também está incluso!

Aos novos e velhos amigos que acompanharam o trabalho de longe ou de perto!

Aos meus amigos queridos que já não moram mais em São Carlos: Ana, Jairo, Gui, Thaís, Helena, Chicão, Cendi, Veio, Davi, Pati, Wil, Gui e muitos outros que estão no coração!

À minha família, um agradecimento mais que especial. Todo o trabalho eu devo à vocês: Pai, Mãe, Cris, Beto, Mari, Viv's, Guigui, Vera, Rui. Obrigada pela força, carinho e principalmente pela confiança.

Ao Geriba, pelo amor e companheirismo.

Resumo

Beccato, M.A.B. (2004). *Elaboração Participativa de uma Proposta de Reestruturação do Sistema de Tratamento de Esgoto da Comunidade do Maruja – Parque Estadual da Ilha do Cardoso/SP*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Este trabalho trata da elaboração e encaminhamento de uma proposta de reestruturação do sistema de tratamento de esgoto da comunidade do Maruja PEIC – SP. A comunidade caracteriza-se pela tradicional cultura caíçara, atividades de pesca artesanal e ecoturismo como fonte de renda, entre outros aspectos. A iniciativa do trabalho partiu da solicitação pelos próprios moradores, por meio da Associação de Moradores do Maruja (AMOMAR), e pela direção do Parque, da realização de estudos que viabilizassem a solução de problemas advindos das estações de tratamento de esgoto existentes na comunidade. Sendo um assunto multidisciplinar, o trabalho envolveu etapas com diferentes enfoques para atingir seu objetivo. Foi realizado um diagnóstico para identificação dos problemas existentes nas pequenas estações de tratamento através de análises laboratoriais, entrevistas com moradores e levantamento do histórico de implantação destes sistemas. A partir disso foram pesquisadas alternativas de tratamento de esgoto condizentes com a realidade local com base em parâmetros para projeto previamente estabelecidos. Chegou-se a conclusão de que sistemas combinados de alagados construídos compõem a alternativa mais indicada para o local. Foi feito um breve estudo de caso sobre a utilização desta técnica na Comunidade de Serviços – Emaús-Ubatuba/SP, que apresenta características semelhantes a comunidade do Marujá. Durante todo o trabalho foram feitas discussões com moradores locais do Marujá e membros de instituições governamentais e não governamentais a fim de consolidar o envolvimento de diferentes grupos na resolução do problema. Finalmente, foi elaborado um projeto, com fins de encaminhamento para uma instituição financiadora, prevendo atividades de implantação de um novo sistema de tratamento e de envolvimento comunitário em todas as etapas do projeto, visando sua auto-sustentabilidade.

Palavras-chave: tratamento de esgoto, áreas alagadas construídas, pesquisa participativa, pesquisa ação, sustentabilidade.

Abstract

Beccato, M. A. B. *Participative elaboration of a proposal for restructuring the sewage system treatment in the community of Marujá, State Park –Ilha do Cardoso/ São Paulo – Brazil*. M. Sc. – Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

This essay is about the elaboration of a proposal for restructuring the sewage system treatment in the community of Marujá, State Park –Ilha do Cardoso (PEIC) -São Paulo. The community is known by its traditional “Caçara” culture, fishing handmade and ecotourism as income and they are part of an association of local residents (AMOMAR). The initiative of the proposal was from the local residents together with the direction of the Park in order to study the possibilities of adopting solutions for the problems originated in sewage treatment stations which already existed in the community. As it is part of a multidisciplinary topic, the work deals with different focuses and phases to reach its objective. A diagnosis was made to identify the problems in the small treatment stations through laboratorial analyses, interviews with the community and a historical research on the implement of those systems. Then, a search for alternative sewage treatment was done, adequate to the local reality of the population, stabilishing parameters for the project. It was concluded that the combined system of constructed wetlands are the most adequate alternative for the area. So, a brief study was made about the technique implemented on the Service Community – Emaús/Ubatuba –SP. During the project, discussions were carried on with the local residents and members of governamental institutions and ONGs, looking for a better participation of different groups in the solution of the problems. Finally, a project was elaborated to be sent to a financial institution, foreseeing activities to implement a new system of treatment with the involvement of the community in all the phases.

Key words: sewage treatment, constructed wetlands, participatory research, action research, sustainability.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	pág
01	
CAP 1- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	pág
06	
1- Introdução	pág 06
2- Paisagem Natural	pág 08
2.1 Aspectos Biofísicos	pág 09
2.2 – Breve Descrição dos Tipos de Ecossistemas Presentes na Comunidade do Maruja	pág 11
<i>Floresta Pluvial Tropical da Planície Litorânea</i>	pág 12
<i>Manguezal</i>	pág 13
3 – Contexto Histórico-Social	pág 15
3.1 – Histórico da Região	pág 15
3.2 – Caiçaras	pág 16
3.3 – A Criação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso	pág 18
3.4 – A Comunidade do Maruja	pág 20
3.5 A Associação dos Moradores do Maruja	pág 23
4 –Referências Bibliográficas	pág 26
 CAP 2 – DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA	 pág
28	
1 – Introdução	pág 28
2 – Objetivos Específicos	pág 30
3 – Métodos	pág 31
4 – Resultados	pág 33
4.1 – Histórico sobre a Elaboração do Projeto e Implantação do Sistema Existente	pág 33
4.2 – Sobre a Situação Atual dos Sistemas	pág 36

5 – Discussão	pág 46
6 – Conclusões	pág 56
7 – Referências Bibliográficas	pág 57

CAP 3 – ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO

61

1 – Introdução	pág 61
2 – Objetivos Específicos	pág 65
3 – Métodos	pág 66
4 – Resultados e Discussão	pág 67
4.1 –Parâmetros para Projeto	pág 67
4.2 – Alternativas de tratamento	pág 71
4.3 – Alternativas Indicadas para a Comunidade do Maruja	pág 85
4.4 – Considerações Importantes sobre Áreas Alagadas Construídas	pág 86
4.5 – Estudo de Caso	pág 102
5 – Conclusão	pág 115
6 – Referências Bibliográficas	pág 116

CAP 4 – PARTICIPANTES DO TRABALHO

pág 123

1 – Introdução	pág 123
2 – Objetivos	pág 129
3 – Métodos	pág 130
4 – Resultados e Discussão	pág 135
4.1 – 1ª Fase de Discussões: Apresentação do Diagnóstico	pág 135
4.2 – Visita à Comunidade de Serviços Emaús -Ubatuba-SP	pág 135
4.3 – 2ª Fase de Discussões: Mais Esclarecimentos	pág 138
4.4 – Cadastro dos Moradores	pág 145
4.5 – Exposição	pág 147
4.6 – Ida do Grupo Canteiro e Reunião com Diretor do Parque	pág 148
4.7 – Reuniões com o Grupo Canteiro, Instituto de Ecologia Aplicada, AMOMAR e Comitê de Apoio à Gestão do Parque	pág 149

5– Algumas Considerações sobre o Processo de Envolvimento dos Grupos	pág
153	
6 – Conclusão	pág 157
7 – Referências Bibliográficas	pág 158

CAP 5 – O PROJETO

161

1 – Introdução	pág 161
2 – O Projeto	pág 164
2.1 – Capa	pág 165
2.2 – Apresentação	pág 165
2.3 – Justificativa	pág 168
2.3 – Atividades Anteriores	pág 172
2.5 – Objetivo Geral	pág 172
2.6 – Objetivos Específicos	pág 172
2.7 – Metodologia	pág 181
2.8 Avaliação do Processo	pág 192
2.9 – Avaliação dos Resultados	pág 197
2.10 – Avaliação de Impacto	pág 201
2.11 – Parcerias e Alianças	pág 205
2.12 – Equipe Técnica	pág 206
2.13 – Comunicação do Projeto	pág 207
2.14 – Cronograma Físico – Financeiro	pág 209
2.15 – Orçamento	pág 215
3 – Considerações sobre o Projeto e o Resultado da Seleção	pág 224
4- Bibliografia	pág 227

RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

pág 228

ANEXO

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização da ilha do Cardoso no Complexo Estuarino –Lagunar de Iguape Cananéia e Paranaguá.	pág 7
Figura 02: Localização da Comunidade do Maruja	pág 7
Figura 03: Casa de moradores locais construída em clareira aberta na restinga	pág 12
Figura 04: estrato arbustivo-arbóreo denso com presença de epífitas	pág 13
Figura 05: Vegetação de mangue com sistema radicular caracterizado por raízes escora e pneumatóforas	pág 14
Figura 06: Praia da Laje, visitada por turistas	pág 22
Figura 07: Cerco –fixo armado no canal, uma das atividades da pesca artesanal.	pág 22
Figura 08: Equipe de mutirão e lixo coletado em atividade organizada pelo PEIC em parceria com a AMOMAR.	pág 25
Figura 09: Desenho esquemático do sistema de tratamento implantado na comunidade do Maruja	pág 35
Figura 10: fossa séptica cheia em época de baixa temporada, localizada na passagem para a porta do banheiro de turistas em uma pousada	pág 37
Figura 11: fossa séptica responsável pelo armazenamento de resíduos de uma pousada para 23 pessoas	pág 37
Figura 12: visualização da camada de areia que envolve os canos do sistema, através de uma escavação feita pelos moradores.	pág 38
Figura 13: ilustra o nível da altura do cano de saída do sistema em uma condição de maré baixa	pág 39
Figura 14: ilustra a abertura do mesmo cano quase totalmente preenchida por folhas e sedimento	pág 39
Figura 15: ilustra macrófitas do tipo Taboa secas e mortas na área de “zona de raízes”.	pág 40
Figura 16: a área delimitada pela linha é uma área de “zona de raízes”, sem	

plantas e sem sinalização, pessoas circulam nesta área e crianças brincam.	pág 41
Figura 17: a área delimitada pela linha é uma “zona de raízes” com algumas plantas quase secas e sem nenhuma cerca ou sinalização	pág 41
Figura 18: Concentração de Sólidos Suspensos Voláteis, Fixos e Totais na fossa séptica, entrada e saída do efluente da área de “zona de raízes”.	pág 43
Figura 19: Concentração de nutrientes na fossa séptica, entrada e saída do efluente na área de “zona de raízes”.	pág 44
Figura 20: variação da concentração de nitrogênio orgânico total, amônia, nitrito, nitrato e oxigênio dissolvido ao longo do sistema	pág 53
Figura 21: Desenho esquemático de um sistema de tratamento através de alagados construídos utilizando canal com plantas aquáticas flutuantes.	pág 94
Figura 22: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo superficial.	pág 96
Figura 23: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo sub-superficial.	pág 97
Figura 24: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo vertical.	pág 98
Figura 25: Desenho esquemático de um solo filtrante com fluxo descendente	pág 100
Figura 26: Desenho esquemático de um canal de solo filtrante com fluxo ascendente	pág 100
Figura 27: Desenho esquemático da estrutura de um solo filtrante - fluxo ascendente e descendente	pág 101
Figura 28: Esquema dos componentes da ETE e direção do fluxo do esgoto em tratamento da Comunidade de Serviço – Emaús Ubatuba	pág 106
Figura 29: Fossa séptica central com sistema de gradeamento	pág 111
Figura. 30: válvulas de liberação do efluente para os solos filtrantes	pág 111
Figura 31: Sistemas de solos filtrantes de fluxo ascendente;	pág 111
Figuras.32 e 33: 1º e 2º canais com macrófitas flutuantes Aguapé e Lemna, Aguapé e Pistia	pág 112

Figura. 34: córrego no qual o efluente tratado é lançado	pág 112
Figura.35: Composteira com macrófitas provenientes dos canais	pág 113
Figura 36: Sr. Jorge – operador mostrando o composto gerado na composteira.	pág 113
Figura. 37: Horta comunitária cultivada com composto gerado na composteira	pág 113
Figura. 38: Crianças da comunidade – saudáveis e alimentadas com produtos da horta entre outros	pág 114
Figura 39: Horta comunitária no primeiro plano e construção da marcenaria escola ao fundo	pág 114
Figura. 40: Sr. Jorge dando explicações iniciais sobre a comunidade	pág 136
Figura. 41: Grupos observando a horta da comunidade	pág 136
Figuras 42 e 43: Sr. Jorge mostrando o sistemas de alagados construídos ao Grupo Maruja e Grupo Canteiro	pág 136
Figuras 44 e 45: cartazes sobre saneamento dispostos na parede e reunião com representantes da AMOMAR	pág 139
Figura 46: Cartaz com informações sobre a caracterização de esgotos domésticos	pág 140
Figura 47: Cartaz com informações sobre doenças de veiculação hídrica	pág 140
Figura 48: Cartaz com esquemas de técnicas de alagados construídos	pág 141
Figura 49: Cartaz com fotos sobre os aspectos construtivos	pág 142
Figura 50: Cartaz com fotos de ETEs que utilizam técnicas de alagados construídos	pág 142
Figura 51: Cadastramento dos moradores e da estrutura sanitária em suas casas	pág 146
Figura. 52: tipos de fossas encontradas no cadastramento da comunidade do Maruja	pág 147
Figura 53: Pesquisadora apresentando o projeto elaborado na reunião do Comitê	pág 151

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Características da comunidade e fatores que influenciam na escolha da alternativa a ser escolhida – parâmetros para projeto	pág 70
Quadro 02: Principais características dos níveis de tratamento de esgotos	pág 71
Quadro 03: Resumo das principais características dos sistemas de tratamento de esgotos.	pág 73
Quadro 4: Parceiros e suas funções no projeto	pág 205
Quadro 5: Meios de comunicação e suas referidas quantidades.	pág 209
Quadro 6: Valores de Contrapartida	pág 215
Quadro 7: Orçamento 1º Semestre	pág 216
Quadro 8: Orçamento 2º Semestre	pág 219
Quadro 9: Orçamento 3º semestre	pág 220
Quadro 10 Orçamento 4º semestre	pág 222

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Concentração de Sólidos Suspensos Fixos, Voláteis e Totais nos componentes do sistema.	pág 42
Tabela 02: Concentração de nutrientes nos componentes do sistema.	pág 44
Tabela 03: variação das concentrações de alguns parâmetros analisados do efluente no sistema, em porcentagem	pág 45
Tabela 04: parâmetros pH, Condutividade elétrica, Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Salinidade de amostras coletadas na fossa séptica, entrada e saída do efluente no sistema	pág 45
Tabela 05: Concentração de compostos nitrogenados e oxigênio dissolvido nos componentes do sistema	pág 53
TABELA 06: Eficiência de tratamento da estação implantada na comunidade EMAÚS – Ubatuba	pág 109
Tabela 7: Objetivos Específicos	pág 174
Tabela 8: Avaliação de Processo.	pág 193
Tabela 9: Avaliação dos Resultados	pág 197
Tabela 10: Avaliação de Impacto	pág 202
Tabela 11 - Mês 1 ao 6	pág 210
Tabela 12 - Mês 7 Ao 12	pág 212
Tabela 13 - Mês 13 Ao 18	pág 213
Tabela 14 - Mês 19 ao 24	pág 214

APRESENTAÇÃO

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida humana e dos demais seres vivos. Sua grande importância é reflexo de suas funções fundamentais dentro dos ecossistemas e nas atividades antrópicas. Sendo assim, a qualidade da água interfere no equilíbrio e na dinâmica ambiental, na saúde e sobrevivência das populações e na economia das sociedades humanas.

Segundo von SPERLING (1996), além do ciclo da água no globo terrestre, existem ciclos internos da água nas sociedades, onde esta permanece na sua forma líquida mas tem suas características alteradas em virtude da sua utilização. Neste ciclo interno, a água passa pelas etapas - *água bruta*, quando é retirada do rio, lago ou lençol subterrâneo, com determinada qualidade; *água tratada*, a qual após a captação, a água sofre transformações durante seu tratamento, para se adequar aos padrões previstos para abastecimento público ou industrial; *água usada (esgoto bruto)*, onde após a utilização da água, esta sofre novas alterações em sua qualidade, vindo a constituir-se em um despejo líquido; e *esgoto tratado*, que consiste no tratamento dos despejos para a remoção de seus principais poluentes, alterando a qualidade do líquido antes de ser lançado ao corpo receptor. Neste, face à diluição e mecanismos de autodepuração, a qualidade da água volta a sofrer novas modificações.

Sendo assim, dentre os principais usos da água, devido à alta carga poluente decorrente do tipo de utilização, os abastecimentos doméstico e industrial estão freqüentemente associados a um tratamento prévio, conforme os requisitos e parâmetros de qualidade exigidos.

Como afirma ODUM (1993), a eficiência da exploração e a resiliência dos recursos naturais são características de consumidores e recursos que se desenvolveram no decorrer de longos períodos de interação. Entretanto, segundo RICKLEFS (1996), a capacidade da população humana em explorar os sistemas naturais atingiu alturas fora de quaisquer proporções pela sua habilidade em utilizar ferramentas, tornando os recursos naturais renováveis cada vez mais escassos até que estejam próximos do esgotamento e incapazes de sustentar mesmo uma pequena exploração.

Este é o caso dos recursos hídricos onde, de acordo com SALATI (1999), qualquer modificação na oferta natural de água em decorrência de alterações climáticas e/ou atividades antrópicas, poderá trazer profundas oscilações no equilíbrio dinâmico dos sistemas naturais assim como sérias conseqüências econômicas e sociais.

Neste contexto, o novo paradigma de Desenvolvimento Sustentável não só exige um processo de mudança em relação a orientação do desenvolvimento tecnológico, a ação institucional, a direção dos investimentos e a forma de uso dos recursos, para que estes tenham a capacidade e o potencial de atender as necessidades humanas para o presente e para as gerações futuras. Na compreensão de BERKES *et al*/(1998) a sustentabilidade deve se basear também no pressuposto de que tanto os sistemas naturais como os sociais estão em contínua mudança, numa dinâmica não-linear, sujeita a imprevisibilidades ou 'surpresas' decorrentes do próprio comportamento das sociedades ou também dos fenômenos naturais. Sendo assim, um planejamento que busque ser sustentável, deve envolver aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais, e exigir um conhecimento contínuo das

condições mutáveis dos sistemas sociais e naturais, tornando-se flexível e adaptativo à dinâmica destes sistemas.

Desta forma, o sucesso de um trabalho que busca a solução de problemas de determinado local, depende tanto da participação dos agentes externos (pesquisadores, instituições governamentais e não governamentais) quanto da participação efetiva dos usuários ou pessoas envolvidas na situação observada.

Este foi o caso do desenvolvimento deste trabalho, que partiu da iniciativa dos moradores da comunidade do Maruja – Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC) e da direção do Parque em solicitar estudos e alternativas para a resolução dos problemas que as estações de tratamento de esgoto vêm causando para a comunidade.

Em função disso, o objetivo geral deste trabalho consistiu em:

“Elaborar de forma participativa uma proposta de reestruturação do sistema de tratamento de esgoto da comunidade do Maruja”.

Para tanto, foi preciso realizar etapas com diferentes enfoques, já que o problema envolve tecnologias, paisagem natural e população humana,, entre outros aspectos.

Sendo assim, a dissertação foi dividida nos seguintes capítulos:

- **Capítulo 1 – Caracterização da Área:** traz algumas informações detalhadas sobre o contexto natural e histórico-social do Parque com ênfase na comunidade do Maruja.
- **Capítulo 2 – Diagnóstico do Problema:** trata-se de uma análise da situação dos sistemas de tratamento existentes na comunidade, através de investigação sobre o processo de implantação, entrevistas com moradores locais e análises laboratoriais
- **Capítulo 3 – Alternativas de Tratamento:** enfoca a busca de alternativas de tratamento de esgotos condizentes com a realidade local através do estabelecimento de parâmetros para projeto. Traz um breve estudo de caso sobre a alternativa de tratamento mais indicada –

sistemas combinados de alagados construídos, implantada na comunidade Emaús – Ubatuba/SP, de caráter semelhante à do Maruja.

- **Capítulo 4 – Participantes do Trabalho:** relata o processo de envolvimento entre pesquisadora comunidade local, direção do parque, organização não governamental e empresa privada ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho.
- **Capítulo 5 – O Projeto:** traz informações sobre o projeto de reestruturação elaborado, abordando o modo como foi redigido e seu conteúdo.

Portanto, trata-se de um trabalho bastante complexo que envolve diferentes abordagens para o desencadeamento da solução de um problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERKES, F. *et al.* (1998). Science, sustainability and resource management. **Linking ecological and social system**, Stockholm, Ambio SE.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, RJ, 1988. 434 p
- RICKLEFS (1996). RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, RJ. 470 p.
- SALATI, E. *et al.* (1999). In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. Água e o Desenvolvimento Sustentável. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, p 39-64.
- VON SPERLING, M. (1996). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. –Belo Horizonte: Depto. De Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG.

CAP 1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

1 - INTRODUÇÃO

A Ilha do Cardoso (coordenadas 25° 05' a 25° 15' LAT S e 47° 53' A 48° 06' LONG W) é pertencente do município de Cananéia, e situa-se na porção limítrofe do litoral sul do Estado de São Paulo com o Estado do Paraná, na região central do Complexo Estuarino - Lagunar de Iguape, Cananéia – Paranaguá que se estende desde a Estação Ecológica Juréia-Itatins (SP) até a cidade de Paranaguá (PR) (figura 01), drenado principalmente pela Bacia do Rio Ribeira do Iguape. Com cerca de 22.500 hectares, a Ilha é banhada ao norte e noroeste pela baía de Trepandé, a oeste pelo Mar de Trepandé e canal de Ararapira, a leste pelo oceano Atlântico e ao sul pela barra do Ararapira. Próximo à Ilha, existem as ilhas oceânicas do Bom Abrigo, Cambriú, Castilho e Figueira.

Figura 01 Localização da ilha do Cardoso no Complexo Estuarino – Lagunar de Iguape Cananéia e Paranaguá. Fonte: site www.terraavista.pt

Na Ilha residem 397 pessoas distribuídas em sete comunidades: Itacuruçá, Marujá, Enseada da Baleia e Vila Rápida, Pontal do Leste, Foles e Cambriú, além de alguns sítios isolados, como em Lages, Morretinho, Ipanema, Costão dos Andrades e Trepandé, sendo alguns destes presentes apenas nas memórias de poucos moradores (SILVA, 2000). Há também uma aldeia indígena guarani M'bya. A comunidade do Maruja localiza-se na parte central da Ilha como mostra a figura 02, com vistas para o canal estuarino e para o Oceano Atlântico.

Figura 02: Localização da Ilha do Cardoso e da comunidade do Maruja. Fonte: www.terraavista.pt

2 – PAISAGEM NATURAL

A Ilha do Cardoso tornou-se Parque Estadual (PEIC) em 1962, em função principalmente da quantidade de representantes da Biodiversidade da Mata Atlântica que abriga em seus diversos tipos de ecossistemas: praias, costões rochosos, estuário, rios, restinga, floresta pluvial tropical da planície litorânea, floresta pluvial tropical Atlântica e manguezal. Este ecocomplexo¹ consagrou ao Parque e à região que ele se insere inúmeros títulos de grande importância e responsabilidade, conforme mencionado por SÃO PAULO *et al* (2001): “Zona núcleo da Reserva da Biosfera – Patrimônio Natural da Humanidade” /UNESCO (1992); “uma das três regiões da América do Sul que apresentam maior diversidade de aves limícolas”/ Rede Hemisférica de Aves Playeras (RHAP, EUA); “um dos principais criadores marinhos do Atlântico Sul” / União Internacional para a Conservação da natureza (IUCN).

Segundo SÃO PAULO (2001), estudos realizados no Parque indicam a presença de cerca de 1200 espécies de plantas identificadas (118 de orquídeas e 41 de bromélias), 70 espécies de mamíferos, destacando-se aquelas ameaçadas de extinção como a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), a lontra (*Lutra longicaudis*), e o bugiu (*Alouatta guariba*) e mais de 400 espécies de aves, sendo algumas migratórias e outras ameaçadas de extinção como o jacu (*Penelope obscura*) e a jacutinga (*Pipile jacutinga*). Além disso, encontram-se no Parque algumas espécies endêmicas, como o morcego *Lasiurus ebonus* e a maior concentração de espécies de aves ameaçadas ou raras da região neotropical, como o papagaio da cara roxa *Amazona brasiliensis*.

¹ Ecocomplexo: termo proposto por Blandin e Lamotte e utilizado por MARQUES (1991) para um nível de integração superior ao de ecossistema, o qual sendo um conjunto de ecossistemas interativos, naturais ou modificados, têm uma história ecológica e humana comum e apresenta novas propriedades emergentes.

2.1. Aspectos Biofísicos

Segundo ADAMS (2000), a distribuição anual das chuvas, sem estação seca é um dos fatores determinantes para as características deste ecocomplexo. De acordo com SÃO PAULO (2001), a estimativa de precipitação anual mínima é por volta de 1.400mm, a média está em cerca de 2.000mm e a máxima em torno de 2.500 a 3.000mm, sendo janeiro, fevereiro e março os meses de maior precipitação, e junho, julho e agosto os de menor quantidade de chuvas. Segundo ADAMS (2000), os cursos d'água que drenam a Mata Atlântica são dependentes da alta pluviosidade da área e possuem as características da água das chuvas - pH ácido e baixo conteúdo de nutrientes, já que estão associadas ao substrato antigo e altamente lixiviado do Pré-Cambriano, ou ao substrato do Pleistoceno-Holoceno das restingas.

MONTEIRO *apud* SÃO PAULO (2001) coloca que a área do PEIC se enquadra na classificação de "clima subtropical úmido da fachada oriental da América do Sul", sendo a gênese das chuvas diretamente associada à atividade da Frente Polar Atlântica. As montanhas rochosas da Ilha do Cardoso funcionam como uma barreira para o avanço das massas de ar provenientes do oceano e do sul do continente, direcionando correntes de convecção que condensam e provocam chuvas de caráter orográfico, podendo também causar nevoeiros ocasionais. Os ventos são oriundos predominantemente do quadrante sul.

As médias térmicas anuais oscilam entre 20° e 22°C, proporcionando amplitudes térmicas anuais com pouca variação, com exceção de alguns dias de inverno que atingem temperaturas inferiores a 10°C e alguns dias de verão que alcançam valores entre 37° e 40°C. O comportamento da temperatura sofre modificações importantes decorrentes da distribuição das chuvas, da orientação das vertentes em face dos ventos, bem como do relevo e sua orientação.

Conforme adaptação elaborada por SÃO PAULO (2001) para o diagnóstico geológico, geomorfológico e pedológico realizado para o PEIC, o maciço central da Ilha do Cardoso é composto em grande parte por rochas intrusivas brasileiras de

composição sieníticas a monzonito-sieníticas. Sua orla é formada predominantemente por rochas cristalinas recobertas de sedimentos arenosos e argilosos quaternários. Os litotipos sedimentares presentes na ilha são: areias marinhas litorâneas correlatas à Formação Cananéia (de idade pleistocênica); sedimentos arenosos marinhos litorâneos, flúvio-lagunares e de baías arenosas e argilosas; sedimentos de mangue e pântano (areias e argilas) holocênicos; e sedimentos continentais (areias e argilas) quaternários indiferenciados, podendo recobrir formações marinhas e flúvio-lagunares. Na planície costeira destaca-se a presença de Espodossolos Ferrocárbicos Hidromórficos, que caracterizam-se por permanecerem saturados com água em um ou mais horizontes, dentro de 100 cm de superfície do solo por longos períodos; e os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, que possuem lençol freático elevado durante a maior parte do ano, são mal drenados e apresentam entre outras, as seguintes características:

- saturação com água permanente dentro de 50 cm de superfície do solo; e/ou
- presença de lençol freático dentro de 150 cm de superfície do solo, durante a época seca; e/ou
- presença do lençol freático dentro de 50 cm de profundidade, durante algum tempo, na maioria dos anos, característico de áreas alagadas.

De acordo com Plano de Gestão do PEIC – fase I (SÃO PAULO/, 1998), existe alta vulnerabilidade do aquífero devido a alta permeabilidade apresentada pelos sedimentos arenosos somada a posição rasa do lençol freático. Havendo ocupação humana e ausência de tratamento de esgoto, toda esta combinação torna a água subterrânea do domínio da planície costeira altamente susceptível a contaminação. Nesse sentido, as regiões mais ocupadas desta área, como Núcleo Perequê e Vila do Maruja, representam locais críticos de contaminação ambiental.

2.2 – Breve Descrição dos Tipos de Ecossistemas Presentes na Comunidade do Maruja

Sendo este vilarejo localizado na porção central da Ilha, no início da estreita e longa faixa de planície litorânea que se estende em aproximadamente 18 km por 500 m de largura em direção ao sul, é possível destacar três tipos de ecossistemas predominantes na área da comunidade:

- ***Restinga***: juntamente com dunas e praias, este ecossistema apresenta-se na interface entre os ambientes marinhos e continentais e é formado por depósitos de areia que têm sua origem associada a movimentos transgressivos ocorridos no período geológico do quaternário. Tais movimentos através da ação dos ventos, tempestades e correntes marítimas moldaram cordões litorâneos característicos (DIEGUES, 1988). A restinga é formada por um conjunto de comunidades vegetais distintas sob influência marinha e fluvio-marinha, que se entremeiam e são classificadas como edáficas por dependerem mais da natureza do solo do que do clima. São observadas regiões com árvores baixas e com árvores altas. O solo é arenoso, com fina camada de húmus e drenagem lenta. O estrato herbáceo apresenta bromélias, pteridófitas, briófitas, orquídeas e aráceas (SUGYAMA *apud* SÃO PAULO/, 2001). Próximo ao mar, a vegetação é rastejante e herbácea, tolerante ao sal e xerofítica. Em solos mais afastados e elevados as bromélias são dominantes, sendo a maioria espécies de chão, formando um verdadeiro jardim de bromélias. Estas, segundo ADAMS (2000), acumulam água das chuvas proporcionando pequenos reservatórios em suas folhas, constituindo um mundo limnológico à parte, que apresenta uma fauna bastante diversificada e associada. Além disso, a restinga é considerada área de alimentação para espécies de aves migratórias florestais, já que apresenta um mosaico de diferentes tipos florestais com disponibilidade de frutos maduros durante grande parte do ano. Em determinadas áreas da restinga é possível notar a formação de alguns brejos de águas salobras que, como mencionado no

Plano de Gestão do PEIC (SÃO PAULO, 1998), são formados pela água da chuva durante as marés altas mensais e pela mudança da desembocadura dos rios que deságuam no mar aberto. Tais brejos são dominados por determinadas macrófitas aquáticas como a taboa *Thypha latifolia* e *Spartinia ciliata*. As casas dos moradores são construídas em clareiras abertas nas áreas de restinga, como pode ser observado na figura 03;

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Figura 03: Casa de moradores locais construída em clareira aberta na restinga

- Floresta Pluvial Tropical da Planície Litorânea: compõe a zona de transição entre restinga e floresta de encosta, onde a vegetação arbórea consiste em espécies típicas destes ecossistemas conforme o desenvolvimento do solo, apresentando três estratos arbóreos mais ou menos contínuos, grande quantidade de epífitas e lianas e estrato arbustivo-herbáceo denso, como pode ser visualizado na figura 04. A transição da restinga para a floresta é gradativa e caracterizada pelo desaparecimento da vegetação de cobertura do solo, ao mesmo tempo em que a camada de serrapilheira torna-se mais espessa e há uma regressão nos caracteres xerofíticos (DE GRANDE & LOPES *apud* SÃO Paulo, 2001). É o tipo de mata fechada

mais próxima da vila, distanciando-se desta em aproximadamente 400 metros em direção ao norte;

Foto: Beccato, M.A.B. (2000)

Figura 04: estrato arbustivo-arbóreo denso com presença de epífitas.

- **Manguezal:** Os manguezais são zonas de elevada produtividade biológica e transformação de nutrientes em matéria orgânica, já que apresentam condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais (SCHAEFFER-NOVELLI, *apud* SÃO PAULO, 2001). Constituem unidades ecossistêmicas de função especializada, por sua característica de ambiente salinizado dada a inundação constante pela água do mar, graças ao movimento de marés. O sedimento é lodoso, com baixos teores de oxigênio. Muitas vezes são considerados zonas primitivas e áreas preservadas para manter a produção pesqueira das regiões adjacentes e garantir a estabilização das formações. A vegetação espessa, de hábitos arborescentes ou arbustivos e com grande desenvolvimento de um sistema

radicular, com numerosas raízes escora e pneumatóforas (figura 05), proporciona alimento e retém detritos, possibilitando encontrar neste ambiente representantes de todos os níveis tróficos da cadeia alimentar. O número de espécies vegetais é bastante reduzido, dividindo-se em essenciais ou obrigatórias, como aquelas dos gêneros *Laguncularia*, *Rhizophora* e *Avicennia*; e espécies facultativas ou marginais, que vivem sobre solos de limo e areia, e são atingidas pelas marés de grande amplitude (ADAMS,2000). Nos manguezais é possível visualizar sem dificuldades a presença de invertebrados como moluscos e crustáceos e outros vertebrados que interagem no entorno deste ecossistema, como a lontra – *lutra longicaudis* e o jacaré do papo amarelo – *Caiman latirostris*, além da ictiofauna e avifauna. Este ecossistema é encontrado a oeste da Ilha, bordejando o canal estuarino que a circunda .

Foto: Beccato, M.A.B. (2000)

Figura 05: Vegetação de mangue com sistema radicular caracterizado por raízes escora e pneumatóforas.

3 – CONTEXTO HISTÓRICO – SOCIAL

3.1 – Histórico da Região

O histórico de ocupação da Ilha do Cardoso data a cerca de 5.000 anos atrás por tribos nômades ou semi-nômades, que registraram sua passagem nesta área através dos “sambaquis”, sítios arqueológicos constituídos por restos de fogueira, ossos humanos e de animais e alguns utensílios.

Posteriormente, esta porção do litoral sul foi ocupada por grupos indígenas tupiniquins e carijós sendo os primeiros caracterizados por uma economia extratora e produtora, desenvolvendo lavouras através do sistema de coivara que sobrevive até os dias atuais na figura do caiçara; e o segundo conhecido por sua numerosa população e por sua hostilidade (ADAMS, 2000).

Com a chegada dos europeus no séc XVI, a Ilha do Cardoso e a região de Iguape e Cananéia foram palcos de importantes momentos da história do Brasil: em 1531, Martim Afonso de Souza comandando a expedição que possuía a missão de estabelecer núcleos de povoamento e demarcar as fronteiras determinadas pelo Tratado de Tordesilhas, avistou o promontório de Itacuruçá (parte norte da Ilha do Cardoso) e colocou um marco de pedra com as quinas de Portugal.

Entre os séculos XVII e XVIII a região de Cananéia viveu uma época de prosperidade e por volta dessa data, a Ilha do Cardoso chegou a ser mais habitada do que Cananéia, devido à fertilidade de suas terras, abundância de peixes e facilidade de transporte através de grandes canoas (SILVA, 2000). Segundo consta no Plano de Gestão do PEIC – fase I (SÃO PAULO, 1998), esta região tornou-se bastante importante entre os séculos XVII e XVIII através do ciclo da mineração, da cultura do arroz e da construção naval. A partir do século XIX, a produção agrícola passou a ser desvalorizada em função de uma série de fatores e a pesca passou a ter grande expressão. No início do século XX, a Ilha do Cardoso em virtude da

abundância de peixes, água potável, solo fértil e riqueza de espécies da fauna e da flora, abrigou um número de pessoas maior do que em Cananéia.

Parte da população que ocupava todo o litoral paulista, inclusive a região de Cananéia, era constituída por descendentes da mescla da contribuição étnico-cultural dos indígenas, colonizadores portugueses e em menor parte dos escravos africanos.

Segundo ADAMS (2000), o termo caíçara tem origem no vocábulo tupi-guarani dos índios que ocupavam o litoral. Este termo era utilizado para denominar as estacas colocadas em volta das aldeias e o curral feito de galhos para cercar os peixes. Posteriormente, o termo passou a designar as palhoças construídas na beira da praia para guardar os petrechos de pesca, sendo mais tarde, de acordo com Fundação SOS Mata Atlântica, apud ADAMS *op cit*, utilizado para identificar o morador de Cananéia e daí para algumas populações nativas da faixa litorânea que se estende do Rio de Janeiro até o norte do Paraná (ADAMS,2000; BEGOSSI,2001; MALDONADO,1997; DIEGUES & ARRUDA,2001; DIEGUES 1988)

3.2 – Caiçaras

Segundo DIEGUES & ARRUDA (2001), as comunidades caiçaras se desenvolveram principalmente nos interstícios dos grandes ciclos econômicos do período colonial, fortalecendo-se através das atividades de pesca e coleta principalmente quando a produção para a exportação entrava em declínio. Propagaram-se principalmente no litoral dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e norte de Santa Catarina, fazendo parte da origem e história de cidades como Parati, Santos, São Vicente, Iguape, Ubatuba, Ilhabela, São Sebastião, Antonina, Cananéia e Paranaguá, e com as quais até os dias atuais, mantêm vínculos comerciais para aquisição de produtos e bens não produzidos nos sítios e nas praias (DIEGUES & ARRUDA, 2001).

Segundo ADAMS (2000), o grupo doméstico caiçara era de grande

importância, pois era responsável pela reprodução, trabalho, produção e consumo.

Através de técnicas e conhecimentos desenvolvidos e passados de geração em geração, a unidade permanecia principalmente com a divisão de funções: a mulher era a principal responsável pela manutenção e organização do grupo doméstico, já que exercia o papel de mãe de família, dona de casa, trabalhadora do lar e da roça, enquanto o marido se responsabilizava por atividades braçais e técnicas como caça, pesca, derrubada e queimada, construção de ranchos de moradia, transporte e comercialização de excedentes agrícolas, condução das canoas e dos trabalhos da roça, plantio e colheita.

Tais comunidades ainda mantêm como base de sua sobrevivência principalmente atividades de agricultura itinerante e da pequena pesca (DIEGUES, 1983; ADAMS, 2000). De acordo com BEGOSSI (2001), a relação de parentesco está presente em muitas regras e práticas, podendo ser visualizada no processamento da farinha de mandioca e nas saídas de pesca que muitas vezes são realizadas por tripulações de irmãos. A tomada de decisões em relação às atividades de pesca e agricultura ou em relação a conflitos do cotidiano é bem variada entre as comunidades: em algumas prevalece o respeito aos mais velhos enquanto em outras a responsabilidade da liderança é direcionada em reuniões, conforme o contexto do problema a ser solucionado.

Segundo DIEGUES & ARRUDA (2001) ameaças à organização das comunidades caiçaras e ao exercício de suas atividades tradicionais estão relacionadas principalmente a dois fatores: o turismo de massa e a criação de áreas naturais protegidas. O primeiro fator é decorrente da especulação imobiliária, iniciada entre as décadas de 1950 e 1960 com a construção de rodovias que ligam as grandes cidades ao litoral, promovendo a construção de empreendimentos imobiliários que privaram grande parte dos caiçaras da posse de suas praias, direcionando-os a morar longe do local de trabalho e exercer outros trabalhos, como caseiros e pedreiros por exemplo, em detrimento das atividades pesqueiras. O segundo fator trouxe limitações

a algumas atividades tradicionais caiçaras e conseqüentemente seu modo de vida, em função da restrição de práticas e locais de moradia impostas pelo regulamento de determinadas categorias de unidades de conservação, em favor da preservação da biodiversidade e ecossistemas naturais. Tais regulamentações geralmente não levam em consideração conhecimentos e práticas de manejo realizadas por comunidades tradicionais existentes nestas áreas, que podem auxiliar no processo de conservação das espécies (DIEGUES, 2000).

Entretanto, tais problemas vem sendo enfrentados com apoio de organizações não-governamentais e institutos de pesquisa, e associações de moradores são formadas em diversos lugares, efetivando o processo de participação dessas comunidades em reuniões governamentais e congressos (DIEGUES & ARRUDA, 2001), de forma a permitir que as populações locais tenham autonomia para decidir os rumos de suas comunidades e suas culturas.

3.3 – A Criação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso

Em 1962, foi criado o Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), com objetivos de preservação que envolviam a contenção das ações e empreendimentos imobiliários iniciados na Ilha; paralisação da exploração dos sambaquis, da fauna e da flora; criação de um parque natural; estabelecimento de uma base de estudos da Comissão de Pré-história e implantação de um instituto de pesquisa (SÃO PAULO, 2001).

Nesta data, a Ilha contava com cerca de 350 famílias que viviam basicamente da roça e pesca sazonais. Com a criação do PEIC, muitas famílias que subsistiam da pequena agricultura foram expulsas ou saíram da ilha a partir da proibição de se fazer roça ou porque venderam suas posses de terra a especuladores imobiliários. Os caiçaras locais que permaneceram na ilha passaram a viver exclusivamente da pesca e clandestinamente do extrativismo, caça e roça (SILVA, 2000).

De acordo com DIEGUES (2001), o primeiro Plano de Manejo da Ilha do

Cardoso, produzido em 1976, não mencionava a presença de centenas de famílias de moradores tradicionais caiçaras e proibia as atividades de subsistência delas, obrigadas assim a migrar para a cidade de Cananéia, onde passaram a engrossar o número de moradores pobres da cidade. Em muitos casos, os moradores foram simplesmente expulsos de seus territórios sem receber nenhum tipo de indenização.

A questão fundiária do PEIC foi muito complexa desde sua criação. Segundo o Plano de Gestão do PEIC –Fase I publicado no SÃO PAULO (1998), havia dúvidas e conflitos em se determinar o responsável pelas terras e conseqüentemente ações de indenização: a União ou o Estado de São Paulo. Após uma série de trâmites judiciais a única certeza existente era a de que o Parque foi criado.

Atualmente o PEIC integra a rede de Unidades de Conservação administrada pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, através do Instituto Florestal (IF).

De acordo com o Plano de Manejo do Parque, é considerado morador tradicional o chefe de família que lá reside há no mínimo três gerações; desenvolve atividades de baixa interferência no meio ambiente, caracterizadas pela pequena escala e baseada no uso dos recursos, e possui conhecimentos e domínio das técnicas tradicionais.

Para a elaboração do atual Plano de Manejo, documento legal que prevê as diretrizes de gestão desta Unidade de Conservação, foram realizadas oficinas e discussões nas diversas fases de elaboração com a participação de representantes das comunidades tradicionais da Ilha, de forma a reconhecer a existência destas populações, e conciliar a conservação cultural com a preservação da biodiversidade.

A administração do Parque conta com o Comitê de Apoio à Gestão do PEIC, órgão colegiado reconhecido oficialmente, de caráter consultivo, para auxiliar no gerenciamento da área. Implantado em 1997, o Comitê é constituído por 5 representantes das comunidades tradicionais, pelo diretor do Parque, representantes do IBAMA, do IF, da APA de Juréia- Iguape – Cananéia , do Instituto de Pesca, da Colônia de Pescadores, da Prefeitura e Câmara de Cananéia, da Pastoral de

Cananéia, Polícia Ambiental, de duas ONGs ambientalistas, da Secretaria da Educação, da Associação Comercial de Cananéia e da Associação de Monitores Ambientais de Cananéia (AMOAMCA). Cada membro integrante do Comitê tem direito a voto e as reuniões são abertas para esclarecimentos, discussões e solicitações. O Comitê promove reuniões mensais cada vez em uma comunidade, para discutir questões de gerenciamento que envolvem os problemas dos habitantes da Ilha, zoneamento ambiental, projetos de pesquisa científica e educação ambiental, entre outros aspectos.

Em função do caráter restritivo colocado pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) para a categoria de Parque, qualquer atividade desenvolvida no seu interior, incluindo reformas das edificações, número de turistas, infra-estrutura, pesquisa científica, práticas de plantio e pesca, programas turísticos, etc, deve ser submetida à aprovação pela direção do Parque com o auxílio do Comitê e em maior instância pelo Instituto Florestal.

A existência de um Comitê para auxiliar gestão do Parque é uma iniciativa de grande mérito praticada em poucas unidades de Conservação, mesmo que a presença de um alto percentual dos moradores das comunidades locais seja atingida em um processo a longo prazo, vencendo barreiras geográficas, de compreensão da importância de sua participação e de disponibilidade e vontade para a discussão.

3.4 – A Comunidade do Marujá

A comunidade do Marujá situa-se no início da estreita faixa de restinga da Ilha do Cardoso com vistas tanto para o oceano Atlântico, *mar de fora*, como para o canal estuarino, *mar de dentro*. Antigamente, conforme relatado por um morador tradicional, a vila do Marujá recebia o nome de Praia do Meio, e antes da decretação de Parque Estadual, aproximadamente na década de 1950 este local foi loteado, demarcado e catalogado, passando a se chamar Balneário do Marujá. Nesta época foram vendidas mais de 500 propriedades na região, sendo a maioria dos

compradores pessoas de baixa renda, que efetuavam o pagamento em prestações. Conseqüentemente, com a decretação do Parque, aqueles que não possuíam recibo de quitação acabaram abandonando a compra e os que já haviam construído, ou arrendaram, ou abandonaram, ou ainda permanecem por lá.

Atualmente existem 27 casas de veranistas e 50 casas de moradores tradicionais caiçaras, totalizando 173 pessoas residentes na comunidade, sendo 12 não tradicionais e 161 tradicionais.

O acesso à Ilha, e conseqüentemente a esta comunidade, se dá somente através de transporte marítimo/fluvial. O acesso terrestre até os pontos mais próximos da Ilha são as rodovias que levam até o município de Cananéia e uma via alternativa até o bairro do Ariri (ponto mais próximo da comunidade do Marujá).

A comunidade possui escola primária, capela, um telefone público, um posto de saúde e um centro comunitário. As principais atividades de fomento mercantil são o eco-turismo na alta temporada e a pesca artesanal na baixa estação. Os moradores possuem pousadas, quartos para locação, área para camping ou restaurante. Foi estabelecido pela administração do PEIC, juntamente com o Comitê de Apoio à Gestão do PEIC e a AMOMAR, um número máximo de turistas nas épocas de alta temporada (aproximadamente mil pessoas), que se distribuem nas dependências dos moradores conforme as condições de infra-estrutura que oferecem, principalmente número de sanitários. É uma região da Ilha que apresenta além da infra-estrutura, muitos atrativos turísticos como trilhas na Mata Atlântica para conhecer as cachoeiras e piscinas naturais, praias, restinga, manguezal, costão rochoso. Tratando-se de uma categoria de Unidade de Conservação de Uso Restrito, os passeios e trilhas são obrigatoriamente guiados por Monitores Ambientais, sendo que alguns deles são moradores da própria comunidade. Além dos atrativos naturais, a população local organiza e participa de festas tradicionais regionais e locais, como a Festa da Tainha no inverno e as noites de forró e fandango (música regional) no tempo de verão.

Nas épocas de baixa temporada a atividade predominante é a pesca artesanal. Varias modalidades são praticadas pelos moradores, dentre elas a

pesca de *calôa* e o *cerco-fixo*, sendo este último considerado pelos pescadores uma ciência, devido à precisão necessária para sua confecção e montagem, e uma arte, devido à sua bela contribuição na composição da paisagem natural (BECCATO, 2002).

A figura 06 ilustra uma das praias visitadas pelos turista e a figura 07 ilustra uma armação de cerco-fixo, colocada pelos moradores nas épocas de baixa temporada.

Foto: Beccato, M.A.B. (2000)

Figura 06: Praia da Laje, visitada por turistas.

Foto: Beccato, M.A.B. (2001)

Figura 07: Cerco –fixo armado no canal, uma das atividades da pesca artesanal.

Sendo o turismo a nova alternativa de fonte de renda para subsistência, em detrimento de atividades tradicionais de roça e caça, os moradores dessa comunidade experimentaram um novo modo de vida, já que o esforço e desgaste de um dia de trabalho é menor e o lucro financeiro é maior. A maior circulação do dinheiro, trouxe a necessidade de aprimorar a infra-estrutura para receber mais e melhor os turistas, promovendo também uma certa melhora nas condições de vida, embora a estrutura das casas e o modo de vida da população, observados pela pesquisadora neste trabalho, indicam uma classificação de baixa renda para a população predominante. O único freio para o aumento do ciclo de geração de renda proporcionado pelo turismo são as limitações colocadas pelo Comitê de Apoio a Gestão do PEIC e pela direção do parque. Esta fonte de renda, que carrega, implícita e até explicitamente, um caráter de competição para atrair mais turistas, fomenta algumas vezes desavenças e ressentimentos, mas que felizmente são resolvidos na mesa de um bar ou num jogo de futebol.

A intensa passagem de pesquisadores e turistas também proporcionou troca de informações, principalmente referentes à legislação ambiental e garantia dos direitos das comunidades tradicionais. Conseqüentemente, os moradores do Marujá manifestaram maior participação nas fases de elaboração do Plano de Manejo do Parque.

Esta comunidade destaca-se por possuir uma Associação dos Moradores do Maruja (AMOMAR), criada e constituída pelos próprios moradores, com eleições periódicas para a renovação dos dirigentes e que tem como objetivo, de acordo com seu estatuto, “usar de todos os meios legais necessários para conseguir melhores condições de vida para os associados, suas famílias e para os moradores do bairro Maruja e vizinhanças”.

Além da associação de moradores, a comunidade possui dois representantes que, juntamente com representantes das outras comunidades e de outras instituições, integram o Comitê de Apoio a Gestão do PEIC.

3.5 – A Associação dos Moradores do Marujá - AMOMAR

Em 1998, foi fundada pelos moradores, a Associação dos Moradores do Marujá (AMOMAR), que tem como objetivo principal conseguir melhores condições de vida para os moradores da comunidade. Neste mesmo ano, a AMOMAR integrou o grupo de discussão da Primeira Fase do Plano de Manejo através do Plano de Gestão Ambiental do PEIC, a fim de compatibilizar de forma mais efetiva os anseios das comunidades caiçaras que habitam o interior e o entorno da Unidade de Conservação.

A AMOMAR também integra o Comitê de Apoio à Gestão do Parque, participando das tomadas de decisões e encaminhamentos relacionados ao PEIC.

Com o objetivo de construir um espaço comum de discussão, reuniões e eventos, a Associação promoveu em 1998 a construção de um Centro Comunitário no vilarejo.

Em parceria com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Instituto Florestal (IF), e recursos financeiros obtidos através de uma organização não governamental (ONG) alemã, em 1998 a AMOMAR viabilizou a implantação de infra-estrutura para o abastecimento de água para os moradores da comunidade. Construído em regime de mutirão, tal infra-estrutura atende 51 famílias de moradores tradicionais, além da demanda de aproximadamente 1000 visitantes que circulam na comunidade na alta temporada.

Em decorrência da participação da AMOMAR na gestão do Parque, são realizadas freqüentemente assembléias nas comunidades para discutir assuntos de interesse mútuo, como exemplo a realização de um abaixo-assinado para acelerar o processo de instalação de um telefone comunitário nas comunidades do Parque, a operação verão em 1999 de controle e avaliação da visitação pública, monitoramento e fiscalização ambiental, 3 mutirões anuais de limpeza da praia do Meio (Marujá) desde 1999, 1ª operação de limpeza do manguezal em 2003.

A Associação participou também, em parceria com PEIC, da elaboração de um programa de controle do fluxo turístico na comunidade que limita a quantidade de pessoas que pernoitam no vilarejo, através do estabelecimento de um número máximo de barracas e quartos de pousadas que os moradores podem abrigar. Como suporte ao programa de turismo local e incentivo às atividades de turismo nos outros municípios, membros da AMOMAR oferecem palestras para a formação de monitores ambientais desde 2000. Este planejamento do turismo conferiu ao PEIC em 2003 o Prêmio SENAC de Turismo Sustentável pelo trabalho de Turismo de Base Comunitária da Ilha do Cardoso.

Atividades de orientação dos moradores para a separação do resíduo orgânico e do resíduo seco e transporte deste último para Cananéia também foi uma iniciativa da AMOMAR. Atualmente são realizadas 1 viagem por semana nas épocas de baixa temporada e 2 ou 3 viagens durante a alta temporada. Nos mutirões de limpeza de praia os moradores conseguem coletar cerca de 300 a 500 sacos de 120L de resíduos por mutirão (figura 08).

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Figura 08: Equipe de mutirão e lixo coletado em atividade organizada pelo PEIC em parceria com a AMOMAR.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, C. (2000). **Caiçaras na Mata Atlântica: pesquisa científica versus planejamento e gestão ambiental**. Annablume: FAPESP, São Paulo.
- BECCATO, M.A.B. (2002) **Técnicas e estratégias de pesca relacionadas à confecção de cerco-fixo por pescadores artesanais do Parque Estadual da Ilha do Cardoso e seu entorno**. Monografia (Conclusão de Curso), UFSCar, São Carlos. 2002. 51p
- BEGOSSI, A. (2001). Resiliência e populações neotradicionais: os Caiçaras (Mata Atlântica) e os Caboclos (Amazônia, Brasil). In: **Espaços e Recursos Naturais de Uso Comum**. DIEGUES, A. C. & MOREIRA, A.C. (Orgs). NUPAUB-USP, São Paulo.
- DIEGUES, A.C. (1983). **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar**. São Paulo: Ed. Ática. Ensaios 94.
- DIEGUES, A.C. (1988). A pesca artesanal no litoral brasileiro: cenários e estratégias para a sua sobrevivência. **Série: Trabalhos e Estudos**. NUPAUB-USP, São Paulo.
- _____(1988). Diversidade Biológica e Culturas Tradicionais Litorâneas: O Caso das Comunidades Caiçaras. **Série: Documentos e Relatórios de Pesquisa**. NUPAUB-CEMAR-USP, São Paulo.
- _____(2000). Etnoconservação da Natureza: enfoques alternativos. In: **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. DIEGUES, A. C. (Org). Hucitec NUPAUB-USP, São Paulo.
- _____(2001). **Ecologia Humana e Planejamento Costeiro**. 2ª edição, NUPAUB – USP, São Paulo.
- DIEGUES, A.C. & ARRUDA, R.S.V. (2001). **Saberes Tradicionais e Biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; São Paulo: USP. 176p. (Biodiversidade 4).
- MALDONADO, W. (1997). Comunidades Caiçaras e o Parque Estadual da Ilhabela. In: **Ilhas e Sociedades Insulares**. DIEGUES, A.C. (Org). NUPAUB – USP, São Paulo.

MARQUES, J.G.W. (1991). **Aspectos ecológicos na etnoictiologia dos pescadores do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba, Alagoas.** Dissertação (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, SP.

SÃO PAULO (Estado), SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE e INSTITUTO FLOESTAL (1998). **Plano de Gestão Ambiental do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – Fase I.** Diário Oficial, Vol 108 – nº 60. São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Estado), SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE e INSTITUTO FLOESTAL (2001). **Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso.** Cananéia – SP.

SILVA, V.C.F. (2000). Pesca e Uso do Espaço Costeiro na Ilha do Cardoso – Litoral Sul de São Paulo. In: **Comunidades Tradicionais e Manejo dos Recursos da Mata Atlântica.** DIEGUES, A.C. & VIANA (Orgs). NUPAUB–USP, São Paulo.

CAP 2 - DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA

1- INTRODUÇÃO

A fragilidade dos sistemas públicos de saneamento em continentes como América Latina, África e Ásia, manifestada na ausência de redes coletoras de esgoto e na qualidade da água distribuída à população, quando os sistemas de abastecimento se fazem presentes, pode ser um responsável potencial da prevalência das doenças de veiculação hídrica (Daniel, 2001).

Esta situação associada a condições de miséria, desnutrição, insalubridade doméstica e ambiental, concorre para a manutenção dos índices de mortalidade infantil do Brasil entre os mais elevados do continente. A estimativa realizada em 2000 pela Fundação IBGE aponta para um índice de 35,5 óbitos de menores de um ano por mil nascidos vivos. No Brasil, as doenças de veiculação hídrica correspondem a 65% do total de internações hospitalares (ABES,1993).

Neste contexto, segundo IBGE (2002), 64,6% da população brasileira é beneficiada com rede geral de esgoto sanitário; 26,9 % adotam outras formas de disposição final como sumidouros ou fossas, e 8,5% não têm nenhum tipo de instalação. Rede coletora de esgoto não necessariamente significa que ele é tratado:

atualmente no Brasil, estima-se que cerca de 10% do esgoto coletado passa por uma estação ou algum tipo de tratamento. Os demais são lançados diretamente nos corpos d'água. Esta situação coloca em risco não só a saúde pública como o ambiente natural.

A infra-estrutura de saneamento e a qualidade da água do lençol freático da comunidade do Marujá são aspectos considerados pela administração do PEIC desde o Plano de Gestão Ambiental do PEIC – Fase I (SÃO PAULO, 1998).

As comunidades caiçaras existentes no Parque, com exceção do Núcleo Perequê, ainda não contam com este tipo de infra-estrutura, destinando os dejetos em fossas mal elaboradas, tornando-se susceptíveis às doenças de veiculação hídrica e colocando em risco o ambiente natural.

Visando a resolução de problemas oriundos da falta de tratamento de esgoto, no início do ano de 2000 a AMOMAR em parceria com a direção do PEIC, deu início, na comunidade do Marujá, à implantação de um sistema de tratamento de esgoto domiciliar, do tipo "zona de raízes". Foram implantadas 20 pequenas unidades de sistemas de tratamento biológico de esgoto, construídas em mutirão, sendo que cada unidade é responsável pelo saneamento de cinco famílias em média, além dos turistas que se hospedam em suas residências. Também foram implantadas fossas sépticas distribuídas nas casas dos moradores.

Entretanto, uma série de problemas como mau cheiro, entupimento dos canos, transbordamento das fossas, começaram a ocorrer pouco tempo após a implantação da infra-estrutura, permanecendo até os dias do desenvolvimento deste estudo.

Esta etapa do trabalho trata-se da realização de um diagnóstico que identificou as falhas que compõem o problema, de forma a elaborar uma ferramenta que permitiu além de uma contextualização detalhada, o direcionamento na busca de uma solução adequada à realidade local.

2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar um histórico sobre as etapas do processo de elaboração do projeto, construção e funcionamento da infra-estrutura de tratamento de esgoto implantada;
- Realizar observações e registros fotográficos dos sistemas implantados, e verificar as condições de seus componentes;
- Realizar entrevistas com os moradores locais a respeito da eficiência do sistema desde sua implantação, e sobre outros aspectos relacionados ao saneamento básico;
- Realizar coletas em dois sistemas indicados pelos moradores, que apresentem eficiências boa e ruim, respectivamente.

3 – MÉTODOS

Para o levantamento do histórico do problema, foi realizada uma entrevista aberta não organizada (MELLO,1994; CHIZZOTTI 2000), com o diretor vigente do PEIC (oceanógrafo Marcos Campolim), no início do ano de 2002 e consulta a alguns materiais (plantas esquemáticas, ofícios) relacionados ao projeto de saneamento implantado, entre eles um parecer sobre a eficiência dos sistemas elaborado pela CETESB em 2000.

Em setembro do mesmo ano, foi realizada uma visita à comunidade do Maruja, com duração de dez dias, onde foram realizadas observações e registros fotográficos dos sistemas, entrevistas abertas e semi-estruturadas (VIERTLER, 2002) a alguns moradores e análises físicas, químicas e biológicas de três pontos de dois sistemas que funcionavam bem e mau respectivamente, conforme a indicação dos moradores. Foi levado equipamento e material de coleta para reunir amostras dos seis pontos durante cinco dias. Entretanto, devido ausência de pontos de inspeção nos sistemas e de vazão do efluente final em uma das unidades escolhidas, só foi possível coletar amostras em apenas uma unidade, no último dia desta visita. Os pontos escolhidos foram a fossa séptica, a entrada do afluente na área de “zona de raízes” e a saída do efluente desta mesma área por meio de tubulação que o conduz ao canal estuarino. As amostras foram coletadas na parte da manhã por volta das 10:00 horas, com céu ensolarado, sem nuvens.

As análises laboratoriais foram feitas no período 04/10/02 a 09/10/02, nos laboratórios do Núcleo de Estudos dos Ecossistemas Aquáticos (NEEA) do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA) – Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos, sendo os equipamentos utilizados na coleta de campo e no laboratório gentilmente cedidos pelo referido núcleo. Os procedimentos das análises realizadas são descritos a seguir:

- **Temperatura da água (°C), Oxigênio Dissolvido (mg O₂.L⁻¹), Condutividade elétrica, Salinidade e pH:** As medidas destas variáveis foram realizadas no local da coleta com aparelho de campo de sensor múltiplo, marca HORIBA, modelo U10.
- **Material em Suspensão (mg.L⁻¹):** Para a determinação das concentrações do material em suspensão (total, orgânico e inorgânico), foi utilizada a técnica gravimétrica descrita em TEIXEIRA *et al.* (1965) e TUNDISI (1969).
- **Fósforo Total (mg.L⁻¹):** Para a determinação das concentrações do fósforo total foi utilizada a técnica descrita no APHA (1995).
- **Fosfato Total e Inorgânico Dissolvido (µg.L⁻¹):** Para determinação das concentrações de fosfato total e inorgânico dissolvido foi utilizada a técnica descrita em STRICKLAND & PARSONS (1960).
- **Nitrogênio Orgânico Total (mg.L⁻¹):** Para determinação das concentrações de nitrogênio orgânico total foi utilizado o aparelho da marca BUCHI, no qual o funcionamento segue o método de GOLTERMAN *et al* (1978).
- **Amônia, Nitrato e Nitrito (mg.L⁻¹):** Para a determinação das concentrações de amônia foi utilizada a técnica descrita em KOROLEFF (1976) e para as concentrações de nitrato foi utilizada a técnica descrita em MACKERETH *et al.* (1978) e nitrito a técnica descrita em GOLTERMAN *et al* (1978).

Para finalizar esta etapa do trabalho, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas em 5 moradores, com o intuito de confirmar alguns dados já constatados.

4- RESULTADOS

4.1- Histórico Sobre a Elaboração do Projeto e Implantação do Sistema Existente

Conforme consultado no material disponível no PEIC sobre a infra-estrutura de saneamento básico, a preocupação com a qualidade da água dos moradores da comunidade foi acentuada em 1985, quando foram detectados coliformes totais e fecais em poços artesianos que abasteciam os habitantes com água potável. A partir disso, após elaboração de um projeto e muitas tentativas de angariar recursos financeiros, em 1995 a direção do PEIC conseguiu aprovação de um financiamento através de uma ONG alemã, para implantação de rede de abastecimento de água potável, oriunda de uma nascente do PEIC, para quase todos os moradores tradicionais da Vila do Marujá.

Entretanto, o problema de contaminação do solo e lençol freático não foi sanado, já que não havia nenhuma destinação adequada para o esgoto gerado na comunidade. O processo de discussão a respeito do tratamento de esgoto começou em 1998 e, em junho de 1999 foi iniciado um projeto de escoamento do esgoto local através da implantação de fossas sépticas e rede coletora, financiado pela mesma ONG alemã, anteriormente mencionada.

Uma ONG brasileira, com sede em Cananéia, tomou iniciativa de viabilizar a um projeto para o tratamento de esgoto antes de sua destinação final, pois considerava que apenas a rede coletora e o escoamento do esgoto não eram suficientes para garantir a qualidade de vida (saúde) dos moradores e nem a interferência negativa ao meio ambiente. O projeto tratava-se da implantação, na comunidade do Maruja, de 22 unidades de um "Sistema de Tratamento Biológico dos Resíduos Líquidos através de Zona de Raízes", desenvolvido por uma empresa de Santa Catarina em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão de Santa Catarina (EPAGRI). Tal sistema consistia na utilização de plantas e

microorganismos do solo para depuração esgoto, semelhante às técnicas de tratamento de água e esgoto por meio de áreas alagadas construídas².

A ONG brasileira foi a instituição proponente do projeto, com parcerias da AMOMAR, do PEIC, outras duas instituições de preservação do meio ambiente e apoio do IBAMA/APA Cananéia-Iguape-Peruíbe. O projeto técnico e seu acompanhamento foram responsabilidades da empresa de Santa Catarina. Foram feitas algumas tentativas para conseguir um financiamento do projeto, entretanto, os recursos financeiros angariados não foram suficientes para cobrir a totalidade de custos necessários. A AMOMAR disponibilizou uma parte dos recursos relacionados ao material de construção. O restante (custos da elaboração do projeto técnico executivo e acompanhamento durante a construção) foi viabilizado pela ONG brasileira. Em função disso, foram feitas algumas modificações na composição da área de zona de raízes para diminuir os gastos: pouca quantidade brita, utilização de areia e ausência de material impermeabilizante. Foram construídas 20 unidades de tratamento em regime de mutirão pelos próprios moradores. O acompanhamento técnico durante a execução da obra ocorreu durante apenas três dias, segundo relato dos moradores.

Cada unidade do sistema é responsável pelo saneamento de cinco famílias em média, sendo que cada residência recebe determinado número de visitantes conforme as condições que oferecem, principalmente o número de sanitários.

As unidades de tratamento consistem em fossa séptica familiar; área de “zona de raízes” coletiva para onde o efluente das fossas é conduzido através de uma tubulação de PVC (100mm), que subdivide-se em 13 canos perfurados de PVC (50mm). O efluente final é conduzido para o canal estuarino por meio de um cano de PVC (75mm). Os canos perfurados da área da “zona de raízes” são cobertos por areia e as plantas que se encontram na superfície são macrófitas aquáticas do tipo *Taboa* *Typha dominguensis*. A declividade entre a tubulação de saída da fossa séptica e o

² Uma revisão bibliográfica sobre estas técnicas será descrita no próximo capítulo.

ponto de saída do efluente no canal estuarino é pequena, dificilmente ultrapassando 40 cm. Um desenho esquemático do sistema está na figura 09.

SISTEMA DE TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ESGOTO

Figura 09: Desenho esquemático do sistema de tratamento implantado na comunidade do Maruja. Fonte: disponibilizado pela Associação dos Moradores do Maruja.

Após alguns meses de funcionamento os sistemas começaram a apresentar problemas como mau cheiro e transbordamento das fossas. A AMOMAR e a direção do PEIC solicitaram assistência da empresa de Santa Catarina, que escreveu uma carta argumentando que os problemas eram decorrentes do tamanho das fossas e também das modificações realizadas para diminuir os gastos e, portanto não lhe cabia nenhuma responsabilidade.

Em outubro de 2000, direção do PEIC solicitou à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) uma avaliação expedita dos sistemas alternativos de tratamento de esgoto. Inicialmente, o critério utilizado pelos técnicos para a seleção dos sistemas analisados teria base no sistema que apresentasse maior vazão. Entretanto, os sistemas escolhidos apresentavam baixa ou nenhuma vazão na tubulação de saída no momento da coleta, o que impossibilitou a realização de uma avaliação de sua eficiência. O procedimento que se seguiu foi o de coletar amostras de água do lençol freático em poços próximos aos locais de tratamento dos esgotos e na região do ponto de lançamento no canal estuarino, para análise de coliformes fecais e totais.

Constatou-se neste parecer: a possibilidade de infiltração e contaminação das águas subterrâneas devido à ausência de impermeabilização da área de “zona de raízes”; entupimento nos drenos de distribuição de esgoto na mesma área, com conseqüente extravasamento do mesmo na superfície dos solos; mistura de esgoto sanitário com o de cozinha, e morte de parte da vegetação utilizada no sistema. Um dos poços analisados não atendia o critério de potabilidade já que apresentava quantidade de coliformes totais e fecais acima do padrões estabelecidos pela legislação vigente. As amostras coletadas em determinados pontos do canal não chegaram a comprometer a balneabilidade apesar de apresentarem certa contaminação por coliformes fecais (máximo 1000 coliformes por 100 mililitros - segundo CONAMA 20/ 86, condição de balneabilidade satisfatória).

No ano seguinte (2001), com a intenção de encontrar uma alternativa para solucionar o problema, a direção do PEIC e membros da AMOMAR realizaram algumas visitas a diversos tipos de estações de tratamento de esgoto que poderiam se adequar a sua realidade local, entre elas a estação de tratamento de esgoto da Fazenda Demétria em Botucatu (SP), uma estação em Santa Catarina e a estação da comunidade da Ilha Rasa (PR). Entretanto, nenhuma medida foi tomada até o início do desenvolvimento deste trabalho.

4.2- A Situação Atual dos Sistemas

A visita à comunidade do Maruja, no ano de 2002, para a contextualização das condições dos sistemas existentes permitiu observar as seguintes situações, sendo algumas delas anteriormente constatadas no parecer da CETESB:

- **ausência da caixa de gordura**: segundo relato de um representante da AMOMAR, a maioria das residências não possui caixa de gordura para coleta dos resíduos da cozinha. Sendo assim, estes rejeitos são conduzidos para fossa séptica e contribuem para seu entupimento assim como dos canos do sistema;

- **fossa séptica mal dimensionada**: em muitas residências a capacidade da fossa séptica não é suficiente para o número de moradores permanentes como pode ser visto nas figuras 10 e 11. Com o intenso fluxo de visitantes durante a alta temporada (figura 13), o problema é agravado e causa o transbordamento da fossa, entupimento dos canos e conseqüentemente o comprometimento da eficiência do sistema. As fossas existentes na maioria das casas são do tipo cilíndricas, com cerca de 1,20m de altura e aproximadamente 0,60cm de diâmetro.

Foto: Beccato, M.A.B. (2002).

Figura 10: fossa séptica cheia em época de baixa temporada, localizada na passagem para a porta do banheiro de turistas em uma pousada.

Foto: Beccato, M.A.B. (2002).

Figura 11: fossa séptica responsável pelo armazenamento de resíduos de uma pousada para 23 pessoas.

- **tubos perfurados da "zona de raízes"**: as perfurações destas tubulações são milimétricas, dificultam a vazão do afluente dos tubos para a "zona de raízes" e conseqüentemente a ação de absorção pelas raízes das plantas. Além disso, estes canos são cobertos com areia, como pode ser visualizado na figura 12, o que contribui ainda mais para o entupimento das perfurações e dos canos.

Foto: Beccato, M.A.B. (2002).

Figura 12: visualização da camada de areia que envolve os canos do sistema.

- **tubulação de saída do efluente final**: esta tubulação conduz o efluente diretamente para o canal estuarino que circunda parte da ilha. A baixa declividade existente no local faz com que esta tubulação seja coberta pela maré durante seu ciclo diário de enchente (figuras 13 e 14). A ausência de uma alternativa do tipo válvula de controle faz com que a força da maré exerça uma pressão negativa na saída do efluente no interior da tubulação, contribuindo também para o entupimento dos canos perfurados e ineficiência do sistema.

Foto: Beccato, M.A.B. (2002).

Figura 13: ilustra o nível da altura do cano de saída do sistema em uma condição de maré baixa.

Foto: Beccato, M.A.B. (2002).

Figura 14: ilustra a abertura do mesmo cano quase totalmente preenchida por folhas e sedimento

- **ausência de impermeabilização do solo na área da “zona de raízes” e morte das plantas:** a área continua sem nenhum tipo de material impermeabilizante, de forma a contribuir com a possibilidade de contaminação do solo arenoso e conseqüentemente do lençol freático. Além disso, esta situação não permite criar uma condição de alagado nesta área, causando a morte das plantas aquáticas (taboas), como ilustrado na figura 15, que são um dos principais responsáveis pelo tratamento do esgoto.

Foto: Beccato, M.A.B. (2002).

Figura 15: ilustra macrófitas do tipo Taboa, secas e mortas na área de “zona de raízes”.

- **ausência de pontos de inspeção:** ausência destes pontos torna-se um grande obstáculo para coleta de amostras para o monitoramento do sistema e acompanhamento de seu desempenho, além de dificultar a busca de soluções práticas caso ocorra problemas em seus componentes.

- **ausência de sinalização e/ou delimitação da área de “zona de raízes”:** não existe nenhuma sinalização ou cerca delimitando esta área (figura 16 e 17) que impessa a circulação de pessoas ou a armação de barracas de “camping” bem próximos a ela, o que aumenta o risco à saúde de moradores e visitantes.

Foto: Beccato, M.A.B. (2002).

Figura 16: a área delimitada pela linha é uma área de “zona de raízes”, sem plantas e sem sinalização, pessoas circulam nesta área e crianças brincam.

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Figura 17: a área delimitada pela linha é uma “zona de raízes” com algumas plantas quase secas e sem nenhuma cerca ou sinalização

O insuficiente acompanhamento técnico durante a construção das unidades de tratamento e a falta de orientação sobre seu funcionamento aos moradores, gerou

uma certa confusão sobre a função e a posição de cada componente: nas conversas com alguns moradores que participaram do mutirão, muitos não sabiam exatamente onde é a ligação dos tubos perfurados com a tubulação de saída do sistema, ou a que profundidade os canos perfurados se encontram, ou ainda, se realmente existe uma malha de tubos perfurados para a coleta do efluente tratado como consta na planta do projeto (figura 09). Tal situação, de desconhecimento sobre os procedimentos de operação, compromete tanto a eficiência do sistema como a resolução de eventuais problemas nos seus componentes, pelos próprios habitantes da comunidade.

As análises físicas, químicas e biológicas realizadas no sistema apresentaram os seguintes resultados:

- **Sólidos Suspensos Totais:** os pontos analisados apresentaram os resultados descritos na tabela 01 e ilustrados na figura 18:

Tabela 01: Concentração de Sólidos Suspensos Fixos, Voláteis e Totais nos componentes do sistema.

	Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)
Fossa Séptica	40,63492	340,873	381,5079
Entrada (zona de raízes)	35,61905	327,8095	363,4286
Saída (zona de raízes)	0,777778	32,61111	33,38889

Figura 18: Concentração de Sólidos Suspensos Voláteis, Fixos e Totais na fossa séptica, entrada e saída do efluente da área de “zona de raízes”.

Constatou-se que 89% dos sólidos totais, da amostra da fossa séptica, correspondem a sólidos voláteis, qualificando o afluente com elevada quantidade de matéria orgânica, característico de esgoto doméstico, segundo von SPERLING (1996).

- Nutrientes: estas análises apontaram os resultados descritos na tabela 02:

Tabela 02: Concentração de nutrientes nos componentes do sistema.

Concentração em mg/L	<i>Fossa séptica</i>	<i>Entrada</i>	<i>Saída</i>
Amônia (NH_4^+)	52,794	60,8	45,122
Nitrato (NO_3^-)	0,1433	0,1998	0,2089
Nitrito (NO_2^-)	0,0148	0,0223	0,01159
Nitrogênio orgânico total	53,2933	60,34	0,3266
Fosfato inorgânico	5,9566	6,326	3,9456
Fosfato total dissolvido	6,0872	6,6438	4,179
Fósforo total	17,5502	16,5342	10,8554

A figura 19 ilustra a variação da concentração de nutrientes nos pontos analisados do sistema:

Figura 19: Concentração de nutrientes na fossa séptica, entrada e saída do efluente na área de "zona de raízes".

Para avaliar a eficiência do sistema, apresenta-se na tabela 03 a porcentagem de redução ou aumento das concentrações dos parâmetros analisados:

Tabela 03: variação das concentrações de alguns parâmetros analisados do efluente no sistema, em porcentagem.

Nutrientes	Redução	Aumento
Amônia	14,5%	
Nitrito	21,69%	
Nitrato	-	45,7%
Nitrogênio orgânico total	99,38%	
Fosfato inorgânico	33,76%	
Fosfato total dissolvido	31,3%	
Fósforo Total	38,14%	
Sólidos Suspensos Totais	91,25%	

- pH, Condutividade elétrica, Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Salinidade: os valores constatados para estas variáveis nos componentes do sistema são apresentados na tabela 04:

Tabela 04: parâmetros pH, Condutividade elétrica, Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Salinidade de amostras coletadas na fossa séptica, entrada e saída do efluente no sistema.

	Fossa Séptica	Entrada do Sistema	Saída do sistema
pH	6,15	6,26	6,61
Condutividade elétrica (µS/cm)	534	490	387
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	0,13	0,01	2,73
Temperatura (°C)	21,5	22,2	21,7
Salinidade (%)	0,02	0,02	0,01

5 - DISCUSSÃO

Para a elaboração de um projeto técnico executivo de uma estação de tratamento de esgoto, segundo Andrade-Neto & Campos (1999), é essencial um planejamento cuidadoso, que contemple itens das seguintes etapas importantes:

- Diagnóstico das condições existentes;
- Estudo de alternativas e escolha de melhor solução;
- O projeto executivo.

Na primeira etapa, os autores recomendam um levantamento de dados referentes à situação atual do local, como cadastro de habitantes a serem beneficiados, vazões das habitações, custos e receita da comunidade, locais de lançamento, classe e característica dos corpos receptores, distribuição da população servida, etc. Na segunda fase, é fundamental uma análise de todas as alternativas viáveis àquela situação, ponderando e mensurando, entre outros aspectos, a eficiência necessária para o tratamento, o espaço disponível para a implantação das estações, estudos geofísicos e plani-altimétricos do local, tratamento e destino final de lodos, análise sobre as condições técnicas gerais de cada alternativa, análise de custos presentes e futuros com construção, operação e manutenção da estação, necessidade de energia elétrica, etc. Com relação ao projeto executivo, é recomendado um detalhamento das conclusões das etapas anteriores, viabilizando a execução da obra de forma eficiente.

Com o histórico sobre a elaboração do projeto e implantação dos sistemas na comunidade do Maruja foi possível visualizar o significativo anseio dos moradores em contornar os problemas relacionados ao saneamento. Entretanto, o imediatismo associado à desatenção às etapas fundamentais anteriormente mencionadas, proporcionou um problema maior aos habitantes. Cabe ressaltar que de forma alguma é responsabilidade dos moradores a noção destas etapas básicas e sim da equipe (empresa de Santa Catarina) destinada à elaboração e implantação da proposta de saneamento.

O descuido desta equipe em relação de alguns aspectos tornou o projeto inconseqüente, colocando em risco a saúde da população local e visitante e a preservação do ambiente natural.

O tamanho das fossas em relação ao número de moradores locais e visitantes que freqüentam as suas residências, associado à ausência de caixas de gordura na maioria das casas, e às pequenas perfurações das tubulações da área de “zona de raízes”, não foi considerado um problema sério que pudesse contribuir para a ineficiência do tratamento. Conforme colocado por ANDRADE NETO *et al.* (1999), as fossas sépticas ou decanto-digestores, devem ser dimensionadas com base nos volumes destinados à decantação e à acumulação de lodo. O primeiro deve levar em consideração a contribuição de esgotos (vazão) e o tempo de retenção do afluente na zona de decantação da fossa; o segundo deve contemplar o número de pessoas contribuintes, a produção de lodo fresco (não digerido em litros por habitantes por dia), o coeficiente do volume de lodo por adensamento e destruição dos sólidos na zona de digestão, e o tempo de digestão do lodo na fossa. Conforme a NBR 7229 (ABNT, 1993), para uma família de cinco pessoas que receba dez turistas em sua residência, a caixa de gordura e fossa séptica devem apresentar um dimensionamento que corresponda a 80 litros e 5000 litros respectivamente. Como foi constatado neste trabalho, a maioria das casas não possuem caixa de gordura e apresentam uma fossa padrão cilíndrica que suporta aproximadamente 170 litros. Sendo assim, há um incremento do volume de líquidos e sólidos nas fossas, e estas não permitem que haja um tempo de retenção do afluente suficiente para a decantação de sólidos, o que promove o transbordamento do afluente, refluxo para os vasos sanitários e entupimento dos canos do sistema. As perfurações pequenas da tubulação da área de “zona de raízes” contribuem ainda mais para esta situação já que dificultam a passagem dos sólidos do interior dos tubos para a respectiva área de tratamento.

Esta situação promove o risco à saúde pública já que os microorganismos patogênicos presentes no esgoto que transborda das fossas permanecem na

superfície do solo, muitas vezes em áreas de circulação de pessoas e principalmente crianças. Segundo DANIEL (2001), a forma de resistência de alguns protozoários em diversos ambientes, através de cistos e oocistos, explica sua prevalência e sua resistência a alguns desinfetantes com grande eficiência como o cloro. Conforme descrito por BRASIL (2004), Von SPERLING (1996) e DANIEL (*op. cit*), muitas doenças de veiculação hídrica relacionadas ao esgoto são transmitidas não só pela ingestão da água contaminada, mas pelo contato direto da pele com o solo contaminado por larvas de helmintos (ancilostomose e estrongiloidose), pelo contato da pele com águas de superfície contaminada por cercárias (esquistossomose), pela ingestão de alimentos contaminados diretamente pelos dejetos ou de água contaminada (ascaridíase, amebíase, febres tifóide e paratífóide), e pela ingestão de alimentos diretamente contaminados pela mão do homem por falta de higiene pessoal (diarréias infecciosas).

Além disso, tanto os animais silvestres como os domésticos que circulam na comunidade também estão susceptíveis a algum tipo de contaminação. Segundo MAGALHÃES *apud* SANTOS 2003, doenças como cólera, leptospirose, difteria entre outras, estão reaparecendo como ameaças a representantes da fauna, afetando o equilíbrio das espécies. Como exemplo tem-se a extinção de muitas espécies de aves endêmicas do Hawaí devido a reservatório de doenças introduzidas por seres humanos, propositadamente ou acidentalmente (VAN RIPER *apud* SANTOS 2003).

Outro aspecto a ser considerado é a relação custo/benefício do projeto de saneamento implantado. De acordo com ANDRADE-NETO & CAMPOS (1999) esta relação deve ser intrinsecamente associada às rentabilidades sociais e ambientais, inclusive o retorno social do capital investido. No sistema implantado na comunidade do Maruja, este critério também não foi trabalhado com a devida atenção, já que optou-se por construir as unidades de tratamento da área de “zona de raízes” mesmo sem alguns materiais essenciais ao seu funcionamento, como o material impermeabilizante e a utilização de quantidade significativa de material de maior

granulação (brita ou pedrisco), devido a insuficiente quantia de recursos financeiros angariados.

A opção por um tipo de tratamento que explora o potencial de absorção das raízes de plantas aquáticas necessita para o seu funcionamento, de um grau mínimo de umidade. Sendo estas unidades de tratamento instaladas em áreas relativamente pequenas na comunidade, a falta de material impermeabilizante em solo arenoso não proporciona um aporte de água suficiente para a manutenção e sobrevivência das plantas aquáticas. Segundo a BRASIL (2004) este tipo de solo apresenta um coeficiente de infiltração³ maior que 90 L/ m². dia (considerado rápida absorção relativa) e permeabilidade alta, por volta de 50cm/h, conforme descrito em BRAGA (1998). Dessa forma, a pouca quantidade de afluente que chega através dos tubos perfurados, se espalha rapidamente no solo sem atingir as raízes das plantas, dificultando seu papel na absorção dos nutrientes e conseqüentemente sua morte, como foi constatado.

A aplicação contínua de esgoto no solo, sem nenhum tipo de controle ou manejo pode, após um certo período, provocar a compactação/ colmatção do solo e alteração nas suas características físicas, químicas e biológicas (BRAGA, 1998; COSTA *et al.*, 2001; CORAUCCI FILHO, 1999b). Sendo assim, nas áreas de “zona de raízes” da comunidade do Maruja, o solo pode estar perdendo sua capacidade de absorção do efluente, contribuindo ainda mais para o entupimento das fossas.

A utilização de material granular de maior diâmetro, como brita ou pedrisco, em quantidade razoável na área de “zona de raízes”, associada a utilização de material impermeabilizante, evitaria o entupimento da tubulação perfurada pela areia (STEINER *et al.* 1993b), além de proporcionar ao solo maior porosidade e conseqüentemente uma velocidade de infiltração mais rápida até as raízes das plantas (BRASIL, 2004; BRAGA, 1998). Além disso, esta estrutura pode ser utilizada como material suporte para o crescimento de bactérias que atuam nos processos de

³ Por definição, o coeficiente de infiltração representa o número de litros que 1m² de área de infiltração do solo é capaz de absorver em um dia.

tratamento de esgoto (SANCHES E SOUZA *et al.*, 2000; NOUR, *et al.*, 2000; MENDONÇA, *et al.* 2000).

Em seus trabalhos com disposição de esgotos sanitários em solo arenoso pelo método de Infiltração Rápida BRAGA (1998), argumenta que o nível do lençol freático durante o período de inundação deve estar a uma distância superior a 1 metro em relação à área de infiltração e superior a 3 metros no período de secagem. Como mencionado no capítulo anterior deste trabalho, a região do Maruja apresenta lençol freático a uma altura de aproximadamente 1,5 metros abaixo da superfície do solo. Segundo os moradores: *"É só cavar mais ou menos um metro e meio de fundura que a água já começa a brotar..."*. Considerando todo o contexto descrito, inclusive o fato de em 1985 já ter sido constatada a presença de coliformes fecais em águas de abastecimento oriundas do lençol freático, é possível inferir novamente sobre o risco à saúde da espécie humana e animal através da contaminação das águas subterrâneas.

Quanto a qualidade da água, a resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (1986) classifica as águas doces, salobras e salinas de acordo com parâmetros e indicadores específicos visando a defesa de seus níveis de qualidade e assegurando seus usos preponderantes. A região do canal estuarino onde o efluente da comunidade do Maruja é lançado em diferente pontos, corresponde à classe 7, que segundo a resolução correspondem às "águas salobras destinadas à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana". Esta classificação é relacionada à qualidade do corpo receptor. Como águas residuárias sofrem diluição no corpo receptor após serem lançadas no mesmo, a Resolução CONAMA/86 estabelece no artigo 21 parâmetros de qualidade para lançamento de efluentes advindos de qualquer fonte poluidora. Além disso, a legislação estadual também estabelece parâmetros para classificar as águas sob sua jurisdição e para o lançamento de efluentes nas mesmas, geralmente indicando limites mais restritivos.

Sendo assim, a análise dos resultados deve relacioná-los aos parâmetros mais restritivos para determinados componentes quando indicados na legislação.

De acordo com ANDRADE NETO & CAMPOS (1999) os esgotos domésticos possuem mais de 98% de sua composição constituída por água, sendo o restante composto por contaminantes, dentre os quais se destacam sólidos orgânicos e inorgânicos dissolvidos e em suspensão, compostos orgânicos (40 a 60% de proteínas, 25 a 50% de carboidratos, e cerca de 10% de óleos e graxas), nutrientes (nitrogênio e fósforo), e microorganismos patogênicos.

No presente estudo, os valores encontrados para os sólidos em suspensão indicam uma remoção significativa da matéria orgânica no sistema pela ação mecânica de filtração proporcionada pelo solo arenoso e pela ação de decomposição por microorganismos presentes no solo.

Segundo ESTEVES (1988), o nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, entre elas o nitrogênio molecular (N_2), o nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), o íon amônio (NH_4^+), o óxido nitroso, o nitrogênio orgânico dissolvido (peptídeos, aminoácidos, uréia, etc) e o nitrogênio orgânico particulado (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos). Somente quando a concentração das formas inorgânicas de nitrogênio atinge valores muito baixos ou é esgotada as formas orgânicas são aproveitadas.

As análises realizadas neste trabalho indicam uma concentração de amônia por volta de 45 mg/L NH_3 , valor cerca de 9 vezes maior do que o permitido pelo artigo 21 da Resolução CONAMA 20/86, que coloca como limite máximo permitido para o lançamento o valor de 5,0 mg/L NH_3 .

O sensor múltiplo utilizado na análise "in situ" indicou baixa concentração de oxigênio dissolvido nos componentes do sistema, desfavorecendo a prevalência de bactérias aeróbias importantes para a decomposição da matéria orgânica. Na saída do sistema foi detectada a concentração de 2,7 mg/L O_2 , valor relativamente baixo em relação à quantidade mínima de oxigênio dissolvido estabelecida para a classificação de águas salobras (superior a 5 mg/L O_2). Esta situação também

pode ser um reflexo de uma provável condição de colmatção do solo e da morte da plantas, que além de outras funções, são importantes provedores de oxigênio ao solo.

O valor encontrado na saída do sistema para o oxigênio dissolvido, indica uma possível diminuição da atividade bacteriana, reduzindo a decomposição da matéria orgânica e o grau de mineralização no interior do solo. Dessa forma, os processos químicos de disponibilização de nutrientes para as plantas são comprometidos, principalmente aqueles predominantemente aeróbios como é do processo de nitrificação⁴ (CORAUCCI FILHO *et al.*, 1999a). A dificuldade de realização do processo de nitrificação por falta de oxigênio disponível pode ser responsável pela alta concentração de amônia (cerca de 45,12 mg/L (NH₃)) e baixa concentração de nitrato (cerca de 0,21 mg/L (NO₃⁻)) na saída do sistema. Vale lembrar que para oxidar 1,0 miligrama do íon amônio, são necessários 4,3 miligramas de oxigênio. Portanto, o percentual de aumento significativo da concentração do nitrato (em torno de 45%) não representa um aumento significativo de sua produção em valores reais, já que sua concentração na saída do sistema corresponde a 0,2089 mg/L(NO₃⁻).

Segundo ESTEVES (1988), algumas bactérias (anaeróbias facultativas) utilizam nitrato como receptor de hidrogênio e “transportador” de oxigênio (processo de respiração de nitrato), reduzindo-o a nitrogênio molecular ou a amônia. Este autor coloca que a amonificação do nitrato é realizada por bactérias como *Enterobacter* e *Escherichia coli*, que em condições anaeróbias reduzem o nitrato à amônia. Sendo tais bactérias características de esgotos domésticos e, portanto presentes no sistema, a elevada concentração de amônia pode ser justificada também por este fato.

A pequena ordem de remoção do nitrito (21,69%) também é um reflexo da condição próxima à anaerobiose, pois tal composto, assim com a amônia, em presença de oxigênio sofreria oxidação formando nitrato.

⁴ Nitrificação: processo de oxidação biológica de compostos nitrogenados reduzidos (e. g. amônia e nitrito) formando nitrato como produto. (ESTEVES, 1988).

A redução significativa de nitrogênio orgânico total, na ordem de 99% associada a baixa concentração de oxigênio, provavelmente está relacionada ao processo mecânico de filtração do solo, o qual a eficiência também é demonstrada através do alto percentual de redução dos sólidos em suspensão, além da presença de bactérias anaeróbias que degradam a matéria orgânica através de vias metabólicas fermentativas, apresentando como principais produtos finais o gás metano e dióxido de carbono (SPEECE, 1996), responsáveis pelo mal cheiro. Esta eficiência de remoção do nitrogênio é alta em relação a trabalhos de tratamento de esgoto doméstico que utilizam áreas alagadas construídas (STEINER, *et al.* 1993a; PARESCHI, 2004) e de sistema de disposição no solo pelo método de infiltração rápida (LIMA,; BRAGA 1998; LUCAS FILHO *et al.* 2000). No entanto este alto percentual não permite inferir sobre uma boa eficiência do sistema como um todo, já que os demais parâmetros analisados, indicam que o sistema de tratamento de esgoto não apresenta a eficiência necessária exigida pela legislação.

A figura 20, baseada na tabela 05 apresenta a variação das concentrações dos compostos nitrogenados e do oxigênio dissolvido ao longo do sistema ilustrando as relações entre os processos de nitrificação e produção de amônia a partir do nitrato com a presença de oxigênio dissolvido.

Tabela 05: Concentração de compostos nitrogenados e oxigênio dissolvido nos componentes do sistema

	Nitrogênio orgânico total	Amônia (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Oxigênio dissolv (mg/L)
Fossa séptica	53,2933	52.794	0.1433	0.0148	0.13
Entrada	60,34	60.8	0.1998	0.0223	0.01
Saída	0,3266	45.122	0.2089	0.01159	2.73

Figura 20: variação da concentração de nitrogênio orgânico total, amônia, nitrito, nitrato e oxigênio dissolvido ao longo do sistema.

Com relação ao fósforo e demais compostos fosfatados, os principais mecanismos de remoção são a precipitação química ou adsorção ao alumínio e ferro presentes nas partículas do solo; a imobilização na forma de compostos orgânicos na camada de lodo biológico, e a utilização no metabolismo da vegetação. ESTEVES (1988), coloca que o fosfato inorgânico é a principal forma assimilada em grandes quantidades durante a fotossíntese por macrófitas aquáticas. Em trabalhos de tratamento de esgoto doméstico através de infiltração/percolação com a utilização de plantas, e áreas alagadas construídas que utilizam macrófitas aquáticas, a remoção do fósforo no sistema pode chegar até 90% (SALATI FILHO *et al.* 1987; LUCAS FILHO, *et al.* 2000; PARESCHI, 2004). Tal premissa pode justificar a baixa remoção de todas as formas de fósforo variando entre 31 a 38% no sistema estudado, já que as poucas plantas sobreviventes utilizadas na “zona de raízes” se encontram em estado debilitado. Além disso, BRAGA (1998) coloca que a remoção efetiva do fósforo depende do tempo de detenção do afluente no solo, da taxa de percolação através do perfil do solo e da distância de percurso do fluxo. O estado de compactação ou colmatação do solo interfere diretamente na taxa de infiltração que pode influenciar no tempo de residência do afluente, prejudicando os processos de remoção.

Segundo ESTEVES (1988), a condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica através da concentração dos íons presentes. Em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade. Tanto a temperatura como o pH podem influenciar os valores da condutividade, já que a atividade iônica de uma solução aumenta cerca de 2% a cada °C. Conforme o autor, a carga orgânica pode interferir nos valores de condutividade, já que várias substâncias orgânicas são ionizáveis e portanto podem contribuir para a elevação do valor na amostra. Neste estudo, observou-se que a temperatura apresentou pouca variação no sistema, oscilando entre 21,5 e 22,2 °C. O pH também permaneceu dentro da neutralidade, com pouquíssima variação. Sendo assim, os altos valores da condutividade podem ser justificados pelo elevado teor de matéria orgânica presentes no esgoto doméstico.

Outro aspecto encontrado neste estudo que merece atenção por sua interferência na eficiência do sistema é a aplicação de uma proposta de tratamento de esgoto sem o envolvimento suficiente dos moradores na questão do saneamento, tanto pela ausência de acompanhamento técnico necessário durante a construção das unidades, como pela falta de orientações e esclarecimentos aos moradores sobre o funcionamento do sistema. Tal desatenção gerou muitas dúvidas aos habitantes quanto à operação do e busca de possíveis soluções para os problemas encontrados, além da insegurança e descrédito em relação ao tratamento de esgoto e à propostas de reestruturação destes sistemas. STEINER *et al* (1993 a), ao analisar a performance de estações de tratamento doméstico com áreas alagadas construídas em pequenas comunidades, afirmam que a maioria dos problemas existentes advêm de erros cometidos durante a construção. Os autores afirmam que os princípios básicos de construção são relativamente simples, mas devem ser seguidos e supervisionados rigorosamente para que se tenha sucesso em seu funcionamento. Além disso, orientações para observações práticas sobre o funcionamento dos componentes do sistema e o monitoramento freqüente de alguns parâmetros básicos são necessários

para fornecer informações sobre sua eficiência ao longo do tempo, permitindo adequações necessárias.

6 - CONCLUSÕES

O diagnostico apresentado neste trabalho, envolvendo o histórico do projeto e condições de implantação da obra, as informações levantadas em conversas com os habitantes e com a direção do PEIC, a visualização do estado em que se encontram as fossas e as áreas de “zona de raízes”, além das análises realizadas em uma unidade de tratamento, permite concluir que as unidades de tratamento de esgoto na comunidade do Maruja apresentam riscos à saúde pública e à qualidade e preservação do ambiente natural.

É evidente a urgência de reestruturação destes sistemas através de um projeto que contemple o dimensionamento correto dos componentes, o acompanhamento rigoroso da execução das obras, as características sócio-ambientais do local e principalmente o envolvimento dos moradores em todas as etapas de elaboração e execução da proposta. Tal projeto deve proporcionar aos habitantes condições de operar o sistema e solucionar possíveis problemas, garantindo a eficiência do tratamento e maior autonomia em relação às intervenções externas. Deve também contar com um programa de monitoramento que permita o acompanhamento da eficiência do sistema, gerando informações sobre o manejo adequado. A escolha do tipo de tratamento a ser utilizado deve partir de um estudo envolvendo aspectos operacionais e de custo/benefício, entre outros fatores importantes concernentes à realidade local.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. (1993). "Pesquisa – Dados Fundamentais" – Resultados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE – **Revista Bio**, Ano V, nº 2, Mar/Abr – Rio de Janeiro. P10-12.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1993). **NBR 7229 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 15p.

ANDRADE NETO, C.O. & CAMPOS, J.R. (1999). Introdução. In: CAMPOS, J.R.(coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.

ANDRADE NETO, C.O. *et al* (1999). Decanto-Digestores In: CAMPOS, J.R. (coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.

APHA - American Public Health Association (1995). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 17 ed. Washington, DC.

BRAGA, F.S. (1998) **Disposição de Esgotos Sanitários por Infiltração Rápida, sob condições de Campo e de Laboratório, em solo arenoso de região litorânea**. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

BRASIL – FUNASA - Fundação Nacional da Saúde. (2004).**Manual do Saneamento**. 3ª ed. Revisada. Brasília: Funasa. 408 p.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2000). Avaliação do sistema alternativo de esgoto no Parque Estadual da Ilha do Cardoso. **Informação Técnica nº 0305/2000/CSCS**.

- CHIZZOTTI, A. (2000). **Pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. São Paulo: Cortez.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (1986). Resolução nº20/1986. 24p. Brasil.
- CORAUCCI FILHO, B. (1999 a) *et al.* Bases Conceituais da Disposição Controlada de Águas Residuárias no solo. In: Campos R. J. (coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.
- CORAUCCI FILHO, B. (1999 b) *et al.* Tecnologia do Tratamento de Águas Residuárias no Solo: Infiltração Rápida, Irrigação e Escoamento Superficial. In: Campos R. J. (coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.
- COSTA, A. N., *et al.* (2001). Estudo de caso – Utilização do Lodo de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) na cultura do Mamoeiro no norte do Estado do Espírito Santo. In: Andreoli, C.V. (cord.). **Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final**. Rio de Janeiro: RIMA, ABES. 282p. Projeto PROSAB.
- DANIEL, L. A. (2001) **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Rio de Janeiro: RIMA/ABES.
- ESTEVES, F.A. (1988) **Fundamentos da Limnologia**. Rio de Janeiro. 575 pp.
- GOLTERMAN, H.L. *et al.* (1978). **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. Oxford, Blacwel Scscientific (IBP Handbook, n.8).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Disponível no site <http://www.Ibge.gov.br/> . Acesso em Agosto 2003.
- KOROLEFF, F. (1976). Determination of nutrients. In: Grashoff, K. (ed.) **Methods of seawater anlysis**. Verlag. Chemie. Winhein, p117-181.
- LIMA, M.R.P. . Avaliação do Potencial de Nitrificação/Denitrificação de solo arenoso altamente permeável tratando esgoto sanitário. In: **Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. ABES I-062.

- LUCAS FILHO *et al.* (2000). Pós- tratamento pelo método da Infiltração-percolação e do Escoamento Subsuperficial. In: Campos, J.R. (cord.): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo – Coletânea de trabalhos técnicos**. São Carlos. 348p – Projeto PROSAB.
- MACKARETH, F.J. *et al.* (1978). Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association Scientific Publication**, 36. Titus, Wilson & Sons.
- MELLO, L. C. (1994) **Antropologia Cultural. Iniciação , Teoria e Temas**. Petrópolis: Vozes, Rio de Janeiro.
- MENDONÇA, N.M. *et al.* (2000). Caracterização do material suporte e estudo da partida de um reator anaeróbio de leito expandido tratando esgoto sanitário. In: Campos, J.R. (cord.): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo – Coletânea de trabalhos técnicos**. São Carlos. 348p – Projeto PROSAB.
- NOUR, E.A.A. *et al.* (2000). Estudo hidrodinâmico de um filtro anaeróbio utilizando bambu como meio suporte. In: Campos, J.R. (cord.): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo – Coletânea de trabalhos técnicos**. São Carlos. 348p – Projeto PROSAB.
- PARESCHI, D. (2004) **Caracterização da fauna de rotífera em área alagada construída para tratamento de esgoto doméstico – Piracicaba /SP**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.
- SALATI, E. FILHO *et al.* (1987) Eutrophization control in large reservoirs using Constructed Wetlands Systems – Integrated Aquatic Plant Management. In: Smith *et al.*(eds): **Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery**. Magnolia Publishing Inc. Orlando, Flórida.
- SANCHEZ e SOUZA, L. *et al.* (2000). Avaliação da operação em regime hidráulico transiente de um reator UASB e filtros anaeróbios para o tratamento de esgotos sanitários. In: Campos, J.R. (cord.): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo – Coletânea de trabalhos técnicos**. São Carlos. 348p – Projeto PROSAB.
- SANTOS, E. A.V. (2003). **Medicina da Conservação**. Monografia de Conclusão de Curso de Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Londrina. Londrina- PR. 31p.

- SÃO PAULO (Estado), SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE e INSTITUTO FLOESTAL (1998). **Plano de Gestão Ambiental do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – Fase I**. Diário Oficial, Vol 108 – nº 60. São Paulo, SP.
- SPEECE, R.E. (1996) **Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters**. Nashville, Tennessee, Archea Press.
- STEINER, R.G.*et al.* (1993 a). Small constructed wetlands systems for domestic wastewater treatment and their performance. In: MOSHIRI, G.A (edit.) **Constructed Wetlands for water Improvement**. Pensacola, Florida, 491-498 p.
- STEINER, R.G.*et al.* (1993 b). General design, construction, and operation guidelines for small constructed wetlands systems. In: Moshiri, G.A (edit.) **Constructed Wetlands for water Improvement**. Pensacola, Florida, 499- 507 p.
- STICKLAND, J. D. & PARSONS, T.R. (1960) A manual of sea water analysis. **Bulletin. Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, 125: 1-185.
- TEIXEIRA, A.C. *et al.* (1965). Plankton studies in a mangrove II; the standing-stock and some ecological factors. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, 24: 23-41.
- TUNDISI, J.G. (1969) Produção primária, “standing stock” e fracionamento do fitoplankton na região lagunar de Cananéia. Tese (Doutorado) 131p. São Paulo: Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo.
- VIERTLER, R.B. (2002) Métodos antropológicos como ferramenta para estudos em Etnobiologia e Etnoecologia. In: Amorozo, M. C.*et al.* (eds) **Métodos de Coleta e Análise de Dados em Etnobiologia, Etnoecologia e Disciplinas Correlatas.** Rio Claro: Unesp/CNPq.
- von SPERLING, M. (1996) **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. –Belo Horizonte: Depto. de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais.

CAP 3 – ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO

1 - INTRODUÇÃO

Segundo Von SPERLING (1996 a), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, e sofre constantes alterações ao passar tanto pelo o ciclo natural do globo terrestre como nos ciclos internos nas sociedades humanas, em virtude da sua utilização.

Entende-se por poluição das águas a adição de substâncias ou de formas de energia que direta ou indiretamente alterem a natureza do corpo d'água de modo a prejudicar os legítimos usos que deles são feitos. Do ponto de vista legal referente ao controle da poluição, que objetiva fins práticos, esta definição é associada às alterações indesejadas provocadas pelas atividades e intervenções humanas no ambiente. As fontes poluidoras podem ser classificadas em pontuais ou difusas,

conforme a extensão de impacto em um corpo d'água (VON SPERLING, *op cit* e BRAGA *et al.* (2002).

O lançamento "in natura" de esgotos domésticos é exemplo de agente poluidor pontual por apresentar contaminantes físicos, químicos e biológicos em concentrações que podem alterar a qualidade da água, prejudicando suas formas de utilização, e comprometendo a saúde pública e a qualidade e preservação do ambiente natural.

De acordo com ANDRADE NETO & CAMPOS (1999), dependendo da carga orgânica lançada, os esgotos provocam a total degradação do ambiente ou, em outros casos, o meio demonstra ter condições de receber e decompor os contaminantes até alcançar um nível que não cause problemas ou alterações acentuadas. Esse fato demonstra que a natureza tem condições de promover o "tratamento" dos esgotos, desde que não ocorra sobrecarga e que haja boas condições ambientais que permitam a evolução, reprodução e crescimento de organismos que decompõem a matéria orgânica.

Estes autores argumentam que uma estação de tratamento de esgoto é em essência um sistema que explora os mesmos organismos que proliferam na água e no solo, mas de maneira que os processos de degradação e depuração sejam otimizados e os custos minimizados, objetivando a maior eficiência possível dentro das restrições que se impõem pela proteção do corpo receptor e pelas limitações dos recursos disponíveis.

De acordo com DANIEL (2001), a inexistência de coleta de águas residuárias fomentou desde os tempos remotos a associação da água como veículo na disseminação de diversas enfermidades. A relação entre a turbidez da água, proporcionada pelas fezes humanas, e a perspectiva de transmissão de várias moléstias, motivou a preocupação com o desenvolvimento de tecnologias para o tratamento dos despejos, tornando a filtração e a decantação as formas mais antigas de tratamento de água, já que apresentavam certa eficiência na remoção de partículas suspensas e do odor. Segundo FORESTI (apostila de aula), o

desenvolvimento de tecnologias de tratamento de esgotos por meio de processos anaeróbios teve uma contribuição significativa a partir de 1880, sendo atualmente as pesquisas nessa área realizadas principalmente por países em desenvolvimento, como o Brasil, México e Colômbia, já que as condições climáticas são favoráveis à operação de reatores à temperatura ambiente.

Atualmente, existem diversas alternativas tecnicamente viáveis para o tratamento de esgotos, desde as mais simples até as mais complexas, utilizando processos aeróbios e anaeróbios conjunta ou separadamente. Para ANDRADE NETO & CAMPOS (1999), os baixos níveis de atendimento à população brasileira com serviços de saneamento básico, sobretudo coleta e tratamento de esgotos sanitários, se devem principalmente a problemas de ordem política e econômica e não por falta de tecnologias. Segundo os autores, sempre houve a prevalência de aplicação de alternativas de tratamento de esgoto em grandes centros urbanos, com a utilização de tecnologias geralmente importadas, que em muitos casos não seriam necessárias caso fossem realizadas adaptações dos recursos tecnológicos às condições brasileiras. Diante das condições ambientais, culturais e econômicas do Brasil, soluções funcionalmente simples e de baixo custo são aquelas que utilizam os processos “mais naturais”, com reatores menos mecanizados, fáceis de serem construídos e operados, e com eficiência necessária para que o efluente final se encontre dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação.

Vale ressaltar que no Brasil muitos estudos vem sendo desenvolvidos na área de saneamento por importantes grupos de pesquisa do país, ligados às principais universidades, órgãos de licenciamento, superintendências estaduais de abastecimento de água e esgoto, entre outros.

Conforme ANDRADE-NETO & CAMPOS (1999), muitas alternativas de tratamento podem ser eliminadas após uma simples avaliação inicial de fatores básicos como: área disponível, nível sócio-econômico predominante, disponibilidade de energia, entre outros.

Este capítulo trata-se da determinação de parâmetros para projeto baseados em fatores limitantes da comunidade do Maruja, e confrontados com aspectos determinantes das principais alternativas de tratamento de esgoto existentes, desde as mais simples as mais complexas, de forma a reunir subsídios para a proposta de reestruturação do sistema de tratamento de esgoto do local. A partir da opção indicada, é relatado um estudo de caso sobre o desempenho desta tecnologia aplicada na pequena comunidade de Serviço Emaús, em Ubatuba – SP, com o intuito de averiguar em escala real a eficiência e repercussão destas técnicas.

2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os fatores que apresentam influencia direta na escolha da alternativa de tratamento de esgoto adequada à realidade local da Comunidade do Maruja.
- Apresentar, de maneira justificável, as tecnologias indicadas para serem empregadas nesta comunidade, contemplando a fácil operação e a relação baixo custo/alto benefício.
- Realizar um estudo de caso sobre a eficiência e repercussão das tecnologias indicadas, empregadas em estação de tratamento de esgoto de uma comunidade com características semelhantes às do Marujá.

3- MÉTODOS

Os fatores determinantes na escolha da alternativa de tratamento de esgoto foram estabelecidos a partir das observações da realidade local, considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais da comunidade do Maruja, descritos anteriormente nos capítulos “Caracterização da Área” e “Diagnóstico do Problema”.

Para selecionar a alternativa de tratamento de esgoto mais adequada ao contexto da comunidade, e que subsidia a proposta deste trabalho, foi feita uma revisão bibliográfica da literatura específica sobre tecnologias utilizadas nos processos de tratamento, desde as mais simples às mais complexas, tendo como orientação os parâmetros para projetos previamente estabelecidos. A pesquisa sobre tais tecnologias foi realizada desde março de 2002, e acompanhou o desenvolvimento do trabalho. Algumas disciplinas cursadas nos Programas de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (CRHEA – EESC/USP-São Carlos) e Hidráulica e Saneamento (DHS – EESC/ USP – São Carlos) foram fundamentais para esta etapa do trabalho, destacando a disciplina “Processos Anaeróbios”, ministrada pelo Prof. Dr. Marcelo Zaiat, e a disciplina “Oxidação e Desinfecção de Águas, Efluentes Líquidos e Lodos de Estações de Tratamento de Esgotos”, ministrada pelo Prof. Dr. Luis Antônio Daniel.

O estudo de caso realizado foi sobre a estação de tratamento de esgoto da Comunidade de Serviços Emaús – Ubatuba, que se situa no litoral norte de São Paulo. Esta estação foi monitorada durante alguns anos por meio de relatórios do operador e análises químicas físicas e biológicas de parâmetros relevantes que permitem a avaliação da eficiência do sistema. Foi realizada uma entrevista aberta (MELO, 1994) com a bióloga responsável pelo monitoramento da estação, uma entrevista semi-estruturada (VIERTLER, 2002) com o operador do sistema, que também é o fundador e Secretário geral da comunidade, além de observações de campo e registro fotográfico.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 –Parâmetros para Projeto

Segundo BRASIL (2003) e ANDRADE-NETO & CAMPOS (1999), o planejamento de estações de tratamento de esgotos deve contar com informações básicas para que a obra seja encaminhada com segurança, funcionalidade, adequação, facilidade de construção, manutenção e operação e, principalmente, a possibilidade do emprego da mão-de-obra, material, matérias-primas e tecnologias existentes ou correspondentes à realidade local.

Um estudo mais detalhado deve contemplar vazões, locais de lançamento, classe e característica do corpo receptor, definição da eficiência necessária para o tratamento, distribuição da população servida, estudos geofísicos na área de implantação das estações, destino final de lodos, custos de construção, operação e manutenção de cada alternativa, e análise do impacto ambiental de cada alternativa.

A comunidade do Maruja conta com aproximadamente 170 habitantes de moradia fixa, e 1000 turistas por temporada. A possibilidade de aumento populacional é referente apenas ao número de residentes já que o turismo é controlado pelas normas do Parque. Entretanto, a alternativa a ser escolhida deve ser capaz de suportar uma variação abrupta de aumento e diminuição de carga nas épocas de entrada e saída de turistas durante a alta temporada.

A população se distribui ao longo de 2km do braço de restinga, sendo o maior número de casas concentrado numa faixa de aproximadamente 850m de comprimento por aproximadamente 500m de largura. As casas estão dispostas bem próximas umas as outras e a declividade é relativamente baixa. O solo é predominantemente arenoso e o lençol freático é alto, entretanto, devem ser feitos levantamentos plani-altimétricos mais detalhados para o projeto executivo. A energia elétrica disponível para os moradores é decorrente de gerador a diesel e placas solares. Sendo assim, inicialmente deve-se optar por pequenas estações de tratamento dispostas próximas às residências, semelhante à situação atual, que

dispensam o uso de energia elétrica. Porém não se deve descartar a possibilidade de estudo de implantação de uma única estação de tratamento em um local mais afastado, utilizando tecnologias alternativas de geração de energia elétrica (eólica e/ou solar) para bombeamento do resíduo líquido das casas até a estação.

O canal estuarino será o corpo receptor do efluente tratado que, como mencionado no capítulo anterior, se enquadra na classe 7 – Águas Salobras - da classificação da Resolução CONAMA 20/86. A opção pela construção de pequenas estações de tratamento exige que a tecnologia utilizada proporcione grande eficiência na remoção de coliformes fecais, já que nesta condição, o efluente tratado será lançado em diversos pontos do canal, sendo alguns deles utilizados para o lazer e recreação das crianças da comunidade.

Como caracterizado no capítulo 1 deste trabalho, os habitantes da comunidade são de tradicional cultura caiçara, e possuem como principais atividades de geração de renda a pesca artesanal e o turismo. As características da comunidade, mencionadas nos capítulos 1 e 2 indicam como baixa-renda o nível socioeconômico predominante. Sendo assim, a escolha do tipo de tratamento deve ser norteadas também pela fácil operação e baixo custo de construção e principalmente de manutenção.

Segundo Von SPERLING (1996) e ANDRADE-NETO & CAMPOS (1999), a vazão doméstica é função do consumo médio diário de água de um indivíduo (quota per capita). As vazões de esgotos variam durante o dia, entre os dias da semana e nas diferentes estações do ano, conforme os hábitos da comunidade e condições socioeconômicas da população, o clima, o custo da água, entre outros fatores. Durante um ciclo de 24 horas, as vazões de esgoto começam a aumentar a partir das 6:00 da manhã, conforme o início de algumas atividades diárias, alcançam um ápice entre 10:00 e 14:00 horas, referente ao horário de almoço, e diminuem gradativamente até atingir um novo ápice entre as 17:00 e 22:00 horas, correspondente a hora do jantar. Na comunidade do Maruja também existe uma variação decorrente do fluxo turístico na épocas de alta temporada. Segundo

VON SPERLING (*op cit*), a ocorrência de ligações clandestinas de esgoto à rede pluvial, ligações indevidas dos esgotos à rede pluvial e infiltração na rede de esgoto são fatores que também influenciam diretamente na vazão. Entretanto, as flutuações são amortecidas ao longo da rede coletora, ou seja, quanto maior a rede, maior o tempo de residência do resíduo líquido na mesma, menor a chance de vazões de pico se sobreporem simultaneamente na entrada da estação.

Na comunidade do Maruja, não existe atividade industrial, portanto a vazão doméstica é decorrente somente dos esgotos oriundos dos domicílios. Para orientar esta etapa do trabalho é possível utilizar os valores de vazão doméstica média de esgotos sugeridos na NBR 7229/1993 e descritos em VON SPERLING (1996 a): para residências de ocupantes permanentes a vazão está entre 100 a 160 L/hab . dia; para ocupantes temporários (turistas) a vazão está entre 100 a 200 L /hab . dia. Vale ressaltar que para a elaboração do projeto executivo das estações, deve-se efetuar medições de vazão “in loco” através de coletas de amostras representativas para se obter uma caracterização quantitativa real, a fim de evitar falhas decorrentes de super ou sub-dimensionamento.

A partir desta contextualização, o quadro 01 abaixo resume algumas condições da comunidade e os principais fatores que influenciam na escolha da alternativa de tratamento de esgoto mais indicada a realidade do local:

Quadro 01: Características da comunidade e fatores que influenciam na escolha da alternativa a ser escolhida – parâmetros para projeto.

Fatores que influenciam	Situação Local	Parâmetros para Projeto
Variação de carga	Alta durante temporadas turísticas - 170 residentes (vazão 100 a 160 L/hab . dia) e 1000 pessoas por temporada (vazão 100 a 200 L/ pessoa . dia)	Resistência à variação de carga
Área disponível	Não muito grande, perto das casas	Pequenas áreas
Energia elétrica	gerador, placa solar e eólica	Ausência de equipamentos que necessitam de energia elétrica
Condições de solo e lençol freático	Solo predominantemente arenoso; lençol freático alto ($\pm$ 1,50m abaixo da superfície do solo)	Impermeabilização, pouca profundidade disponível
Corpo receptor	Canal estuarino considerado classe 7 – Águas Salobras	pH: 6,5 a 8,5 OD: $\geq$ 5 mg/L O ₂ materiais sedimentáveis: até 1ml/litro em teste de 1hora em cone Imhoff amônia: $\leq$ 5 mg/L N (artigo 21) Coliformes fecais: $\leq$ a 1000 coliformes por 100ml em 80% de 5 amostras mensais. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 20°: $\leq$ 5 mg/L O ₂
Eficiência necessária	Corpo receptor destinado área de lazer e pesca	Alta eficiência na remoção de coliformes fecais
Custos	População de baixa renda	Baixo custo de construção e manutenção
Operação	Moradores locais	Simples e fácil
Mão de obra	Moradores locais	Facilidade de construção
Impacto ambiental e estético	Unidade de Conservação de uso restrito – alta biodiversidade. Estações próximas às residências	Mínimo impacto paisagístico e ausência de maus odores

4.2 - Alternativas de Tratamento de Esgotos

O tratamento dos esgotos ocorre em diferentes níveis, que podem ser separados e denominados tecnicamente de preliminar, primário, secundário ou terciário. As características de cada nível são descritas no quadro 02.

Quadro 02: Principais características dos níveis de tratamento de esgotos

Nível	Características
Preliminar	Responsável pela remoção de sólidos grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia), por meio de mecanismos físicos como sedimentação e retenção proporcionada pelo gradeamento.
Primário	Objetiva a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e DBO em suspensão (matéria orgânica referente aos sólidos em suspensão sedimentáveis) através de caixas retentoras de areia ou decantadores.
Secundário	Promove a remoção de DBO em suspensão (matéria orgânica fina em suspensão) e DBO solúvel através da degradação biológica de compostos carbonáceos e decomposição de carboidratos, óleos e graxas e proteínas a compostos mais simples como CO ₂ , H ₂ O, NH ₃ , H ₂ S, entre outros. Remove também parte dos nutrientes e parte de microorganismos patogênicos. Nesta fase há um aumento da biomassa bacteriana (lodo biológico) que atua no tratamento em função da reprodução das mesmas.
Terciário	Visa a remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), compostos não biodegradáveis, metais pesados, sólidos inorgânicos dissolvidos, sólidos em suspensão remanescentes e microorganismos patogênicos.

Fonte: Adaptado de VON SPERLING (1996 a) e Andrade Neto & Campos (1999)

Os processos de tratamento podem ocorrer em condições aeróbias ou anaeróbias, ou com a combinação de ambas em diferentes fases do tratamento.

No Brasil, segundo VON SPERLING (1996a) os sistemas de tratamento de esgoto doméstico mais freqüentes são: lagoas de estabilização, lodos ativados, sistemas aeróbios com biofilmes (baixa carga, alta carga, biodisco), sistemas anaeróbios (reator anaeróbio de manta de lodo, filtro anaeróbio), disposição no solo (infiltração lenta, rápida sub-superficial e escoamento superficial). A utilização de áreas alagadas naturais ou construídas para o tratamento de águas residuárias, segundo SALATI (2000), vem sendo adotada em todo o mundo como um mecanismo de preservação e/ou melhoria da qualidade de água. No Brasil, esta tecnologia vem sendo pesquisada e utilizada para o tratamento de diferentes qualidades de efluentes.

O Anexo deste trabalho traz uma descrição detalhada das principais características de diferentes alternativas de tratamento de esgoto (desde as mais simples às mais complexas), abordando entre outros aspectos a estrutura, funcionamento, operação e eficiência no tratamento. O quadro 03 sistematiza algumas informações importantes sobre estas tecnologias.

QUADRO 03 : Resumo das principais características dos sistemas de tratamento de esgotos.

Sistemas de Tratamento	Eficiência de Remoção (%)				Requisitos		Custos de implantação	Tempo de detenção hidráulica	Quantidade de Lodo a ser tratado	Quantidade de biomassa produzida	Grau de operação
	DBO	N	P	Colif	Área (m ² /hab)	Potência (W /hab)	(US\$ /hab)	(dias)	(m ³ / hab . ano)	(Ton. Matéria seca /ha.ano)	
Decanto-digestores	35 -40	10-25	10 -20	30 -40	0,03 – 0,05	0	0,1 -0,5	0,5 a 1,0	0,6 - 13	NP	Simples
Filtro Biológico (baixa carga)	85 -93	30 -40	30 -45	60 -90	0,5 -0,7	0,2 -0,6	50 -90	NA	0,4 -0,6	NP	Simples-moderado
Filtro Biológico (alta carga)	80 -90	30-40	30 -45	60 -90	0,3 -0,45	0,5– 1,0	40 -70	NA	1,1-1,5	NP	Moderado - certa sofisticação
Biodiscos	85 -93	30 -40	30 -45	60 -90	0,15 – 0,25	0,7– 1,6	70 -120	0,2 - 0,3	0,7 -1,0	NP	Moderado
Filtros Anaeróbios	70 -90	10-25	10 -20	60 -90	0,2 -0,4	0	30 -80	1,0 - 2,0	0,07 -0,1	NP	Moderado com cuidados
Infiltração Rápida	86 -98	10 -80	30-99	> 99	1 -6	0	5 -15	NA	NP	NP	Simples - Moderado
Infiltração Lenta	94 -99	65 -95	75 -99	> 99	10 -50	0	10 -20	NA	NP	13	Simples
Infiltração Subsuperficial	90 -98	10 -40	85 -95	>99	1-5	0	5 -15	NA	NP	*	Moderado

Sistemas de Tratamento	Eficiência de Remoção (%)				Requisitos		Custos de implantação	Tempo de detenção hidráulica	Quantidade de Lodo a ser tratado	Quantidade de biomassa produzida	Grau de operação
	DBO	N	P	Colif	Área (m ² /hab)	Potência (W/hab)	(US\$/hab)	(dias)	(m ³ /hab . ano)	(Ton. Matéria seca /ha.ano)	
Escoamento superficial	85 -95	10 -80	20 -50	>90	1 -6	0	5 -15	NA	NP	*	Moderado com cuidados
Lagoa de estabilização facultativa	70 -85	30 -50	20 -60	60 -96	2,0 -5,0	0	10 -30	15 -30	NP	NP	Simple
Lagoa Anaeróbia	70 -90	30 -50	20 -60	60 -99,9	1,5 -3,5	0	10 -25	12 -24	NP	NP	Simple
Lagoa Aerada Facultativa de mistura completa	70 -85	30 -50	20 -60	60 -99	0,3 -0,6	1,0 -1,7	10 -25	4 -7	NP	NP	Moderado com cuidados
Lodos Ativados	85 -98	15 -40	10 -45	60- 90	0,2 -0,35	1,5 -4,0	40 -120	0,4 -1,2	0,7 -1,5	NP	Complexo
Reator Anaeróbio	60 -80	10 -25	10 -20	60 -90	0,05 – 0,10	0	20 -40	0,3 -0,5	0,07 -0,1	NP	Complexo
alagados construídos com plantas flutuantes	50-80	60-90	70-90	80- 96	0,4-1,0"	0	1-5"	1 -5	NP	110	Simple
Alagados construídos com plantas emergentes – fluxo superficial	50-95	40–70	30-90	> 99	*	0	*	*	NP	*	Simple
Alagados construídos com plantas emergentes – fluxo horiz. sub-superficial	40-90	40–70	30-70	80-90	*	0	*	*	NP	*	Simple

Sistemas de Tratamento	Eficiência de Remoção (%)				Requisitos		Custos de implantação	Tempo de detenção hidráulica	Quantidade de Lodo a ser tratado	Quantidade de biomassa produzida	Grau de operação
	DBO	N	P	Colif	Área (m ² /hab)	Potência (W/hab)	(US\$/hab)	(dias)	(m ³ /hab . ano)	(Ton. Matéria seca /ha.ano)	
Alagados construídos com plantas emergentes– fluxo vertical. sub-superficial	30-60	25 -60	23 -98	40-70	0,6 -1	0	1-5"	1-5	NP	73	Simples
Alagados construídos com plantas fixas submersas	*	*	*	*	*	0	*	*	NP	*	Simples
Sistema DHS com solos filtrantes	40-60	30-80	30-80	> 90	0,3-1"	0	5-10"	100L /s.ha	NP	49,28	Simples
Sistemas Combinados de alagados construídos	50 -98	30-98	20 -99	> 99	0,7 -2	0	15 -25"	variável	NP	variável	Simples

Fontes: adaptado de VON SPERLING (1996 a), KNIGHT (1993), BASTIAN & HAMMER (1993), COOPER, SALATI (2000), BRIX (1993), CORAUCCI FILHO (2001), PARESCHI (2004), NOGUEIRA (2003).

NA – Não Aplicável

NP – Não Produz

* - Não há informação

" – Com base em dimensionamento de ante-projeto para 265 pessoas

Os requisitos energéticos não incluem o eventual bombeamento do esgoto bruto.

A seguir é apresentada uma breve análise sobre a viabilidade de cada alternativa de tratamento, considerando os requisitos necessários para a escolha de uma proposta adequada à comunidade do Maruja (quadro 01) e as informações contidas no Anexo e no quadro 03:

Decanto-Digestores

Consiste em uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, que promove o tratamento através de processos de sedimentação, flotação e digestão, e transforma bioquimicamente os sólidos e o material graxo, em substâncias e compostos mais simples e estáveis. É condizente com a realidade local para realizar o tratamento primário, em função do baixo custo, fácil operação e pequenos requisitos de área.

Fossa Biodigestora da EMBRAPA

Consiste em três fossas conectadas que são alimentadas mensalmente com uma mistura de esterco bovino para estimular os processos de depuração pelos microorganismos. Não suporta variação de carga sendo eficiente apenas para um número reduzido de pessoas. No caso da comunidade do Maruja, isto torna-se uma desvantagem devido a oscilação de carga promovida pelo fluxo turístico, além de não promover o tratamento de águas residuárias da cozinha, chuveiro e pias, que contém alguns materiais eutrofizantes como N e P que podem causar contaminação ao lençol freático superficial, principalmente por nitratos. Outro aspecto a ser considerado, é que a região de estudo não possui criação de gado para alimentar a fossa com esterco bovino na frequência necessária (mensalmente).

Filtros Biológicos

São sistemas que utilizam material suporte para o crescimento de microrganismos, de forma a promover a depuração dos esgotos. Existem quatro técnicas principais:

Filtros Aeróbios de Baixa Carga:

Segundo VON SPERLING (*op cit*) e GONÇALVES *et al* (2001) caracterizam-se por um leito de material grosseiro, sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos, percolando em direção aos drenos do fundo. A operação do sistema é simples, mas a capacidade de suportar grandes variações de fluxo é pequena além de apresentar alta sensibilidade a cargas tóxicas. Os custos de implantação são altos e a probabilidade de proliferação de moscas é alta. Tais fatores são limitantes para a implantação deste tipo de sistema na comunidade do Maruja, além disso, pode ser necessário ainda um pós-tratamento para atingir eficiências maiores na remoção de coliformes, nitrogênio e fósforo, aumentando os custos de implantação do sistema. A alta possibilidade de proliferação de moscas também é uma desvantagem.

Filtros Biológicos de Alta Carga:

Segundo VON SPERLING (1996 a) e GONÇALVES *et al* (2001) são conceitualmente similares aos de baixa carga diferenciando-se pelo fato de receberem uma carga maior de DBO por unidade de volume do leito, o que reduz o requisito de área e também a eficiência de remoção de matéria orgânica, além de diminuir a possibilidade de estabilização do lodo no filtro. A operação é ligeiramente mais sofisticada do que os filtros de baixa carga, os custos de implantação são elevados e o lodo deve ser completamente tratado e encaminhado para uma adequada disposição final. Este tipo de tratamento demanda uma certa

quantidade de energia elétrica. Tais fatores tornam desfavorável a utilização destes sistemas na comunidade do Maruja.

Biodiscos:

São uma variação destes sistemas aeróbios, que utilizam discos suporte para o crescimento de biomassa bacteriana. São utilizados em pequenas comunidades devido a limitação do diâmetro dos discos, o que diminui os requisitos de área (em torno de 0,15 a 0,25m² por habitante). Entretanto os custos de implantação são elevados e o sistema demanda gastos com energia elétrica, além disso, o nível de operação é moderado. Tais fatores associados à necessidade de suporte de variação de carga que a comunidade do Maruja exige, inviabilizam a aplicação desta alternativa para o tratamento do esgoto da comunidade.

Filtros Anaeróbios:

Também consistem em tanques preenchidos de material suporte para o crescimento de uma população microbiana. Embora a utilização de material suporte seja bastante interessante para promover a eficiência de remoção de DBO, a necessidade de um pós-tratamento para a remoção principalmente de microorganismos patogênicos presentes no efluente de filtros anaeróbios, significa um aumento de área e custos de implantação e manutenção, dependendo do tipo de pós-tratamento adotado. Sendo assim, a utilização de somente filtros anaeróbios foi descartada para a comunidade do Maruja, mas o princípio destes sistemas, principalmente no que se refere ao material suporte deve ser considerado, em função de sua contribuição para a eficiência do sistema.

Disposição Controlada no Solo

A aplicação de esgotos no solo tem como objetivo o tratamento das águas residuárias de forma a possibilitar a sua reutilização, ou como uma forma controlada

de disposição final. Ema ambos os casos há a recarga de lençóis subterrâneos e/ou evapotranspiração (VON SPERLING 1996 a). existem diversas técnicas, entre elas:

-Infiltração Rápida ou Infiltração / Percolação:

Neste método, segundo CORAUCCI FILHO *et al* (1999 b), o tratamento de despejos visa o recarregamento de aquíferos subterrâneos ou recuperação do efluente tratado através de drenos para o reuso na irrigação, recreação e uso industrial.

Apesar das vantagens, estes sistemas podem promover maus odores, proliferação de insetos e vermes, e contaminação do lençol subterrâneo com nitratos. Devido a estes fatores, aos requisitos de área relativamente altos e as condições de área disponível na comunidade do Maruja (entre as residências) assim como a altura do lençol freático e possível impacto estético, esta técnica não é considerada a mais adequada a realidade local.

Infiltração Lenta ou Irrigação

Este tipo de sistema consiste na aplicação de despejos sobre um terreno de forma controlada, visando o crescimento da vegetação através do fornecimento de nutrientes e água presentes no esgoto. Entretanto, estes sistemas exigem requisitos de área elevadíssimos e podem promover maus odores, além de contaminação de lençol freático por nitratos, colmatção e saturação/impermeabilização do solo devido ao aumento de sua salinidade, que consequentemente pode causar prejuízos metabólicos e fisiológicos às plantas (CORAUCCI FILHO *op cit*). A necessidade de grandes áreas, de uma certa distância do lençol freático e as técnicas de aplicação desenvolvidas neste método de disposição dificultam sua viabilidade na comunidade do Maruja, entretanto, a associação das propriedades de tratamento da combinação solo – planta e sua eficiência, além da simplicidade de operação e manejo, e a possibilidade de re-aproveitamento da biomassa vegetal são características bastante interessantes e adequadas à realidade local da comunidade.

Infiltração Sub-Superficial

Segundo VON SPERLING (1996 a), nestes sistemas o esgoto deve sofrer um pré-tratamento para ser aplicado ao solo em um nível abaixo de sua superfície. O efluente se infiltra através de tubulações perfuradas enterradas em escavações preenchidas com um meio poroso que permitem a manutenção da estrutura de escavação, o livre fluxo do esgoto e o armazenamento deste durante vazões de pico. O efluente tratado se junta com a água subterrânea local. As técnicas principais são os *Sumidouros*, a *Vala de Infiltração* e a *Vala de Filtração*.

Os sistemas de tratamento através de sumidouros e valas de infiltração não se adequam à comunidade do Maruja por exigirem grandes áreas e uma distância maior do lençol freático em relação à superfície do solo para evitar problemas de contaminação. O sistema de vala de filtração em solo arenoso, apesar de interessante também exige grandes áreas de comprimento da vala, além de cuidados no seu dimensionamento que permitam o suporte de variações bruscas de carga e impermeabilização da área para evitar a contaminação do lençol freático.

- Escoamento Superficial

Este método de disposição de esgoto no solo, segundo CORAUCCI FILHO *et al* (1999 b) consiste na aplicação dos esgotos ao longo da faixa superior de terrenos em declive, de forma a promover o escoamento do mesmo sobre a superfície do solo, que geralmente é coberta com determinados tipos de gramíneas. O sistema pode gerar maus odores e parte de sua eficiência é dependente dos requisitos nutricionais da vegetação que recobre a superfície do tabuleiro. Depende mais da declividade do terreno do que das características do solo, desde que o mesmo apresente pouca permeabilidade, o que não é o caso da comunidade do Maruja. Outro aspecto desfavorável são os grandes requisitos de área para os tabuleiros, o tanque de armazenamento e a possibilidade de maus odores.

Lagoas de Estabilização

São reservatórios construídos em diques de terra e fundo compactados e impermeabilizados, constituindo-se em uma das formas mais simples para o tratamento dos esgotos. Segundo VON SPERLING (1996 b), existem tipos de lagoas de estabilização que se diferenciam pelos níveis de simplicidade operacional e pelos requisitos de área. Conforme o autor, nas lagoas facultativas a DBO solúvel é estabilizada aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, graças ao oxigênio fornecido por algas através da fotossíntese, e a DBO suspensa tende a sedimentar-se sendo estabilizada por bactérias anaeróbias no fundo da lagoa. Com relação à comunidade do Maruja, este tipo de tratamento se enquadra em alguns requisitos, entretanto a necessidade de grandes áreas e a profundidade da lagoa inviabilizam o uso desta tecnologia para o tratamento do esgoto da comunidade.

As lagoas anaeróbias, de acordo com MONTEGGIA & ALÉM SOBRINHO (1999), produzem efluentes com ausência de oxigênio, altas concentrações de amônia e sulfetos, fazendo-se necessários um pós-tratamento. Também necessitam de elevadas quantidades de área, além de apresentar agravantes como exalação de maus odores e acúmulo de materiais flutuantes, exigindo uma localização mais afastada pelo aspecto visual e pelo mau cheiro. Estas características tornam inviável a adoção desta alternativa para a realidade local deste trabalho.

Os sistemas de lagoas aeradas facultativas, de mistura completa e decantação, segundo VON SPERLING (*op cit*) também apresentam eficiências semelhantes às lagoas facultativas, exigem áreas relativamente menores, mas necessitam de equipamentos um pouco mais sofisticados que demandam gastos de energia relativamente elevados. Este último fator impossibilita a adoção desta tecnologia neste trabalho.

As lagoas de maturação, segundo BRASIL (2004) tem como principal finalidade à redução de coliformes fecais, sendo construídas após qualquer sistema de tratamento de esgotos domésticos. Segundo VON SPERLING (1996 b), podem

atingir eficiências de remoção de coliformes na ordem de 99,9%. A área necessária para este tipo de lagoa é relativamente menor do que a área das demais lagoas, mas ainda é grande devido a menor profundidade da lagoa.

Lodos Ativados

Sistemas de lodos ativados consistem em tanque de aeração e tanque de decantação e uma etapa de recirculação do lodo. Esta tecnologia envolve um nível de mecanização maior, o que implica em uma operação mais especializada. Sendo assim, esta situação associada ao consumo de energia elétrica não se torna adequada à comunidade do Maruja

Reator Anaeróbio de Manta de Lodo

Estes reatores, também denominados por CHERNICHARO *et al* (1999) de Reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor*), Reator de Manta de Lodo, Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo, ou ainda de acordo com VON SPERLING (1996 a), de RAFA (Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente), consistem em estruturas verticais cilíndricas ou prismático-retangulares, onde a biomassa cresce dispersa no meio, constituindo a manta de lodo, sem aderência a um meio suporte. Estes sistemas suportam altas taxas de carga orgânica, entretanto, nestas condições o período de partida deve ser mais longo e a operação do sistema exige mão de obra um pouco mais qualificada, associada a um rigoroso monitoramento.

Uma variação deste tipo de reator é o *Reator Anaeróbio de Leito Expandido/Fluidificado*, Estes reatores ainda são pouco utilizados em escala real para o tratamento de águas residuárias, pois ainda estão em fases de estudos e

experimentações. Suas vantagens estão associadas principalmente a presença de biomassa ativa aderida, otimizando a eficiência de remoção da matéria orgânica, entretanto tais sistemas necessitam de elevados consumo de energia elétrica e construção e operação mais sofisticadas.

Embora estes sistemas apresentem alta eficiência de remoção de carga orgânica e um pequeno volume de lodo já estabilizado, a necessidade de um pós-tratamento associado à possibilidade de proliferação de maus odores, maior complexidade de construção e operação e seu aspecto estético tornam esta tecnologia inadequada à comunidade do Marujá.

Áreas Alagadas Construídas

Desde os anos cinquenta, as áreas alagadas, ou *wetlands* do termo inglês, vêm sendo utilizadas para a purificação de águas em diferentes partes do mundo, devido às suas propriedades de remoção e retenção de nutrientes, processamento de matéria orgânica e resíduos químicos e redução das cargas de sedimentos descartados nos corpos receptores.

De acordo com SALATI (2000) as áreas alagadas construídas são ecossistemas artificiais com diferentes tecnologias que utilizam os princípios básicos de modificação da qualidade de água das áreas alagadas naturais.

BRIX (1993) elaborou uma síntese dos sistemas de áreas alagadas construídas, classificando em quatro tipos de sistemas que variam de acordo com o tipo de plantas utilizadas (flutuantes, emergentes, submersas ou sistemas combinados). Existe também o sistema de Despoluição Hídrica com Solos – Patente Pi 850.3030, projetado por SALATI (1987).

De acordo com BRIX (1993), projetos que utilizam a combinação das diferentes técnicas de alagados construídos anteriormente descritas, permitem a intensificação da performance dos sistemas e o dimensionamento dos mesmos conforme as condições locais e especificações requeridas. Segundo SALATI

(2000), a combinação destes métodos, depende do problema a ser resolvido, da qualidade do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada na remoção de poluentes e contaminantes, da área disponível, do interesse na utilização da biomassa produzida e do interesse paisagístico. BRIX *op cit* afirma que sistemas combinados permitem que as vantagens específicas de cada técnica relacionadas ao tratamento, sejam exploradas em diferentes etapas, de forma a otimizar o desempenho do sistema como um todo, de acordo com os parâmetros de qualidade exigidos em cada local. Esta combinação pode incluir várias pequenas unidades contendo diferentes tipos de macrófitas, diferentes substratos, diferentes sentidos de fluxo, e até um certo grau de recirculação da água.

Além disso, as técnicas de alagados construídos apresentam vantagens comuns de fácil operação, baixo custo de implantação e manutenção e ausência de gastos com energia elétrica. A biomassa gerada pelas plantas pode ser destinada para alimentação, ração para animais, fertilizante de solo, na construção civil e para outros fins. CORAUCCI FILHO *et al* (2001) aponta como desvantagens destes sistemas a necessidade de composição de um substrato, a susceptibilidade a entupimento dos espaços vazios do substrato e a necessidade de manejo das macrófitas.

Entretanto tais desvantagens são facilmente superadas quando se tem a devida atenção aos aspectos construtivos e com a orientação para a correta operação do sistema. O autor ainda coloca como desvantagem a alta demanda de área, porém ao relacionar este aspecto com as eficiências atingidas tanto para nível secundário como para terciário, a área requerida para estes sistemas torna-se pequena em comparação as outras alternativas de tratamento, que apresentam boas eficiências para determinados parâmetros mas necessitam de pós-tratamento para um polimento geral do efluente.

Sendo assim, ao considerar os requisitos básicos necessários para adotar uma alternativa de tratamento para comunidade do Maruja, a linha de sistemas combinados de alagados construídos parece ser a mais adequada, devido a sua

convergência com a paisagem natural com a possibilidade de utilização de plantas locais, sua eficiência de remoção tanto em nível secundário e terciário e principalmente coliformes, à simplicidade de manejo e operação, ao baixo custo de implantação e manutenção, à ausência de gastos com energia elétrica e às diversas possibilidades de utilização da biomassa produzida.

4.3 Alternativas Indicadas para a Comunidade do Maruja

Ao analisar as características das alternativas de tratamento (Anexo e quadro 3) e relacioná-las com os requisitos necessários para a comunidade do Maruja (quadro 01), é possível indicar as seguintes alternativas para compor as pequenas estações de tratamento:

- utilização de caixa de gordura e fossa séptica para tratamento primário, já que a fossa séptica promove um eficiente tratamento primário e gera pouca quantidade de lodo;

- uma composição de um sistema combinado de alagados construídos utilizando solos filtrantes (Sistema DHS) de fluxo ascendente/descendente associados a canais de macrófitas flutuantes e/ou emergentes para tratamento secundário e terciário, já que tais sistemas associam características de diferentes linhas de tratamento que otimizam a eficiência dos processos de depuração, entre elas, o material suporte para crescimento de microorganismos pelas plantas; as propriedades de troca catiônica, sedimentação e mineralização proporcionadas pelo solo; regiões de anaerobiose e aerobiose no mesmo sistema de forma a estimular processos de nitrificação/denitrificação; alto potencial de absorção de nutrientes eutrofizantes através do manejo adequado das macrófitas.

Além disso, esta indicação também é sustentada por aspectos como alta eficiência de remoção de carga orgânica e coliforme totais e fecais; o baixo custo de implantação e manutenção; a simplicidade de operação; integração com aspecto paisagístico, e geração de subprodutos além do tratamento do esgoto.

A partir destes fatores, é possível elaborar uma proposta condizente com a realidade local, e que traz benefícios para a comunidade.

4.4 - Considerações Importantes sobre Áreas Alagadas Naturais e Construídas

Para um maior embasamento sobre a principal linha de tratamento indicada para a estação, sistemas combinados de áreas alagadas construídas, a seguir são descritos algumas informações importantes sobre o funcionamento, dinâmica, estrutura, entre outros aspectos.

De acordo com ODUM (1983) as áreas alagadas naturais podem ser definidas como qualquer área rasa coberta de água doce durante pelo menos uma parte do ciclo anual, permitindo que os solos estejam saturados de água continuamente ou durante parte do ano, sendo o hidro-período fator-chave determinante para a produtividade e composição de espécies da comunidade destas áreas. O autor classifica estas áreas como "ecossistemas de estabilidade de pulsos e de nível aquático flutuante".

COWARDIN *et al.* (1979), caracteriza estes ecossistemas como áreas de transição entre sistemas aquáticos e terrestres, onde o nível das águas subterrâneas é superficial ou próximo da superfície do solo, ou solo coberto por rasa camada de água, sendo o substrato composto por sedimentos pouco consolidados, hidromórficos e pobremente drenados. Tais condições permitem que, no mínimo sazonalmente, estas áreas sejam habitat de macrófitas.

Segundo TUNDISI *et al.* (1999), o funcionamento de lagos, rios, represas e áreas alagadas é controlado pelas complexas interações entre as condições climatológicas, os sistemas aquáticos e a bacia hidrográfica. Tais interações proporcionam um relevante efeito sobre o funcionamento dos processos biogeoquímicos e biogeofísicos levando a processos evolutivos complexos e variados sob ação permanente de seleção e, determinando assim, a diversidade das comunidades, associações de espécies, e as flutuações estacionais e interanuais

que ocorrem em cada local. Sendo assim, as adaptações às alterações hidrológicas, variações de salinidade e condutividade em diferentes latitudes, respostas a pulsos hidrológicos e à frequência das modificações, produzem padrões regionais de fauna e flora consistentes com a origem do sistema, os processos evolutivos e às ações antrópicas.

MISTCH & GOSSELINK (1994) ressaltam a importância das áreas alagadas por apresentarem propriedades emergentes a partir da interação de ecossistemas terrestres e aquáticos, considerando, portanto o estudo destas áreas um campo multidisciplinar, que envolve, entre outras, linhas de pesquisa da ecologia, engenharia, química e hidrologia.

Como afirmam MISTCH & GOSSELINK (1986), as áreas alagadas naturais não podem ser caracterizadas seguindo um padrão único porque estão relacionadas aos diferentes modos de uso e ocupação do solo e das águas das bacias hidrográficas. Também o manejo dessas áreas deve estar contextualizado com a dinâmica natural do local, uma vez que as mesmas cobrem condições hidrológicas amplas, estão nas margens de sistemas terrestres de limites bem definidos (terras mais altas) e aquáticos (terras mais baixas) e porque têm grande variedade de tamanhos, localizações e influências humanas.

Segundo SALATI (2000) estes ecossistemas apresentam importantes funções no ambiente onde estão inseridos, entre as quais se destacam:

- a capacidade de regularização dos fluxos de água, amortecendo os picos de enchentes;
- a capacidade de modificar e controlar a qualidade das águas;
- importância como local de reprodução e alimentação da fauna aquática, e área de refúgio da fauna terrestre, contribuindo para a manutenção da biodiversidade;
- o controle da erosão, evitando o assoreamento.

Para a autora, a característica mais marcante desses ecossistemas está nas condições de anóxia ou anaerobiose presentes no sedimento, que têm influencia

direta nos processos biogeoquímicos de transformação de compostos. Nas áreas temporariamente inundáveis, esta é a principal característica que determina a adaptação de vegetação tão específica a níveis muito baixos de oxigênio dissolvido.

Além disso, as áreas alagadas apresentam alto teor de matéria orgânica, decorrente da alta produtividade do sistema, promovendo um alto consumo de oxigênio nos processos oxidativos, de forma que o sistema torna-se reduzido rapidamente, atingindo potenciais redox muito negativos.

As transformações de oxi-redução de elementos presentes no solo e sedimento das áreas alagadas, de acordo com MOZETO (1999), provocam profundos efeitos sobre a disponibilização de nutrientes ou contaminantes à biota (plantas e animais), a chamada biodisponibilização e, por conseguinte, afetam de alguma forma a qualidade da água e de vida dos organismos residentes nesses ambientes.

Sendo assim, SALATI (2000) conclui que as áreas alagadas merecem distinção devido ao seu importante papel de aprisionamento/reprocessamento de nutrientes e contaminantes (se certas condições forem mantidas para certos tipos de áreas alagadas), podendo assim, contribuir para a melhoria da qualidade da água.

No Brasil, segundo SABESP/GEOTEC, (1998) extensas regiões podem ser incluídas nesta categoria, estimando-se que cerca de 400.000 km² ou 6,3% do território é recoberto por áreas alagadas naturais sendo as mais expressivas: o Pantanal Matogrossense, a região Amazônica, as áreas inundáveis formadas pelo rio Araguaia; pelo rio Paraguai, além dos manguezais nas regiões costeiras.

De acordo com SALATI (2000), os primeiros estudos realizados em áreas alagadas naturais no Brasil decorreram das observações feitas nas várzeas amazônicas, constatando-se que as características das águas que cobriam os lagos existentes ao longo do Rio Solimões no período das cheias, apresentavam modificações em suas características ao saírem dos lagos nos períodos de vazante. Tais modificações estão relacionadas à produção de biomassa que alimenta a fauna associada, a partir de nutrientes presentes na água.

Em diversos países, principalmente os EUA, já existem experiências no uso de áreas alagadas naturais para tratamento de águas residuárias e efluentes parcialmente tratados. De acordo com GEOTEC/SABESP (1998), o uso de efluentes tratados para a otimização, recuperação ou criação de áreas alagadas pode ser um manejo desejável e ambientalmente compatível já que os maiores benefícios potenciais obtidos pelo uso desse sistema incluem a preservação do ambiente, aumento de habitats para animais silvestres, aumento do potencial para recreação, estabilização e aumento do fluxo de água, adicionalmente ao tratamento de resíduo.

Preocupações ambientais sobre a insuficiente eficiência individual de sistemas sépticos, assim como os altos custos envolvidos na construção de sistemas concentrados de tratamento de esgotos, incitaram investigações sobre a possibilidade do uso de ecossistemas de áreas alagadas para este propósito (CESP/ FBDS, 2000). Entretanto, de acordo com WETZEL (1993) e CORAUCCI FILHO *et al* (2001) as políticas conservacionistas atuais levaram à inibição da utilização das áreas alagadas naturais para controle de fluxo ou tratamento de águas poluídas, já que seu uso indevido provocou profundas alterações descaracterizando estes ecossistemas.

Segundo os autores, tal fato despertou interesse mundial em pesquisas e desenvolvimento de áreas alagadas construídas para aplicações em tratamentos de águas residuárias e de abastecimento. Segundo MARQUES (1999), os objetivos de áreas alagadas construídas envolvem principalmente a otimização das propriedades relativas às funções de ciclagem de nutrientes; remoção da matéria orgânica, princípios ativos e metais, e a elevação de pH do líquido afluente. Além disso, MITSCH & GOSSELINK (1994), constataam a redução de custo energético, já que são sistemas que utilizam tanto a energia solar como a energia potencial interna para retro-alimentar o próprio sistema. Estes sistemas utilizam plantas aquáticas em substratos de areia, pedregulho ou solo, sendo a ação depuradora decorrente da: a) absorção de nutrientes (N e P) e metais pelas plantas, b) da adsorção de partículas nas raízes, c) da transferência de oxigênio para a rizosfera proporcionando um ambiente oxidante próximo às raízes, c) da criação de condições que promovem a precipitação e

sedimentação de poluentes e d) pela rizosfera constituir um suporte para a formação de biofilme que agrega uma diversificada população de microorganismos (BRIX 1993).

Portanto, as áreas alagadas construídas, diferem das naturais pelo seu regime hidrológico, que é controlado; pelo seu substrato, que é projetado para otimizar a condutividade hidráulica do sistema, e também pela biodiversidade presente em cada sistema, que pode ser manejada conforme as condições do local.

Sendo assim, para tratamento de afluentes altamente poluídos é recomendada a utilização de alagados construídos, já que tais sistemas são totalmente controlados e dimensionados de forma a não causar impactos negativos de poluição aos ecossistemas naturais.

No Brasil vários trabalhos com áreas alagadas construídas vêm sendo desenvolvidos para o tratamento de diferentes qualidades de efluentes, entre eles destacam-se: VALENTIN & ROSTON (1998) /UNICAMP; GIOVANNINI & MARQUES (1998) /UFRS; ROQUE PINTO *et al.* (1998) / Instituto Nacional de Tecnologia; Instituto de Ecologia Aplicada/Piracicaba/-SP (1997).

PARESCHI (2004) ao estudar as variáveis físicas e químicas da água residuária e a diversidade de organismos presentes na Estação de Tratamento de Esgoto de um Bairro de Piracicaba, que utiliza sistemas combinados de áreas alagadas construídas (solos filtrantes de fluxo ascendente e descendente e canais com plantas flutuantes e emergentes), constatou a alta eficiência de remoção de nitrogênio, fósforo, DBO, coliformes totais e fecais, além da distribuição heterogênea e abundância de espécies de organismos ao longo do sistema, decorrente de interações de competição e predação com outros organismos. A autora constatou que a riqueza e densidade de rotíferos aumentaram com a melhoria da qualidade da água, concluindo que tais organismos possam ser utilizados como indicadores de qualidade, além de apresentarem papel importante na redução de bactérias patogênicas.

GERBA *et al* (1999) também constataram a remoção de microorganismos patogênicos do tipo coliformes fecais, colifagos e protozoários patogênicos (*Giardia* e *Cyptosporidium*) em três tipos diferentes de sistemas de áreas alagadas

construídas, concluindo que sistemas combinados devem ser utilizados para atingir um alto nível de remoção destes microorganismos.

Existem várias técnicas de sistemas de áreas alagadas construídas, que segundo SALATI (2000), são utilizadas conforme as características do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada, do interesse da utilização da biomassa produzida e do interesse paisagístico. A maior parte destes sistemas constituem-se de canais retangulares de tamanho variável e pouca profundidade. A biomassa produzida pode ser destinada à produção de ração animal, energia, biofertilizantes e tijolos. De acordo com CESP/FBDS (2000), dentre as técnicas principais estão as áreas alagadas de fluxo superficial, nas quais as águas poluídas fluem horizontalmente sobre o sedimento; e áreas alagadas de infiltração, nas quais as águas poluídas fluem verticalmente por um sedimento altamente permeável, onde o efluente é coletado por drenos. Para estes tipos de sistemas, faz-se necessário o tratamento primário do afluente para a remoção de material grosseiro.

Algumas plantas de purificação de água projetadas e construídas no Brasil, demonstraram alta eficiência com a utilização de sistemas combinados. Assim, os projetos que vêm sendo desenvolvidos têm diferentes desenhos dependendo da sua finalidade. Em geral os projetos executados podem ser divididos em 4 grandes categorias (INSTITUTO DE ECOLOGIA APLICADA, 1997):

- Sistemas para purificação de grandes volumes de água, com a finalidade de recuperação de recursos hídricos ou pré-tratamento para Estação de Tratamento de Água (ETA).
- Sistemas para tratamento de esgoto urbano
- Sistemas para purificação de águas industriais.
- Sistemas para abastecimento de água industrial e urbana

Além disso, sistemas de tratamento envolvendo menores gastos de energia e

mão de obra tornaram-se alternativas atraentes para pequenas e médias comunidades, bairros afastados de centros urbanos, países em desenvolvimento e como estágio final de tratamento nos sistemas municipais convencionais (BRIX, 1993; STEINER *et al*, 1993).

Segundo BRIX (1993) a diferença principal entre sistemas convencionais de tratamento e sistemas que utilizam alagados construídos, é que os primeiros necessitam de grandes áreas construídas, maior quantidade de equipamentos e conseqüentemente maior demanda de energia elétrica e maior qualificação para o controle operacional. Sistemas de alagados construídos são facilmente manejáveis, são influenciados diretamente pelo ambiente no qual estão inseridos, a energia necessária é obtida através de processos naturais. Além disso, a biomassa produzida pode ser destinada para diversos fins de utilidade pública.

A seguir são descritas as características das técnicas de alagados construídos recomendadas para compor o sistema combinado proposto para a comunidade do Marujá.

Sistemas que utilizam Plantas Aquáticas Flutuantes

Consistem em canais rasos (aproximadamente 0,70 m de profundidade) geralmente longos e estreitos que podem conter apenas uma espécie de macrófitas ou uma combinação de espécies. A espécie mais estudada, de acordo com SALATI (2000) é a ***Eichornia crassipes*** da família das pontederiáceas, também conhecida como aguapé, baroneza, mururé, pavoá, rainha do lago, uapé e uapê. Segundo a autora, esta planta vem recebendo muita atenção pelas suas características de robustez associada a uma grande capacidade de crescimento vegetativo, além de resistência a águas altamente poluídas com grandes variações de nutrientes, pH, substâncias tóxicas, metais pesados e variações de temperatura. A sua alta capacidade de reprodução e crescimento, associada às características anteriormente mencionadas, permite que o aguapé se prolifere em taxas muito rápidas em rios e represas com elevado grau de contaminantes tóxicos e/ou eutrofizantes,

causando problemas de bloqueamento de canais e rios, prejudicando o tráfego de barcos, entre outros aspectos que contribuem para que esta planta seja considerada uma praga.

Entretanto, BRIX (1993) coloca que em sistemas de alagados construídos, tais características são fundamentais para uma boa eficiência de tratamento a nível secundário e terciário, já que o ecossistema aquático formado proporciona condições ótimas tanto para a degradação da matéria orgânica (remoção de DQO e DBO), como para processos de nitrificação/desnitrificação responsáveis pela remoção de nitrogênio. Tais nutrientes, inclusive o fósforo, são incorporados à biomassa das plantas, que devem ser freqüentemente removidas para sustentar a alta produtividade e retirar do sistema os nutrientes incorporados (TRIVEDY, *et al* 1985).

De acordo com BRIX (*op cit*) alguns projetos que utilizam esta técnica envolvem áreas com superfície livre da água para que o oxigênio atmosférico seja difundido no meio líquido e para que possa ocorrer produção de oxigênio pelas algas, semelhante a alguns processos que ocorrem em lagoas de estabilização.

Segundo De BUSK *et al* (1989), o tempo médio de retenção da água depende das características do afluente, bem como dos parâmetros pretendidos para o efluente final, variando geralmente entre 5-15 dias. MANFRINATO (1989) obteve sucesso em sistemas deste tipo adotando tempo de residência de apenas 01 dia. A maior parte dos sólidos em suspensão são removidos por sedimentação ou por adsorção no sistema radicular das plantas, sendo que o restante pode ser acumulado na superfície do sedimento (DeBUSK *et al*, 1989). WOLVERTON (1989), coloca que cargas elétricas associadas à zona de raízes do aguapé reagem com cargas opostas de partículas coloidais, como sólidos suspensos, promovendo sua aderência às raízes das plantas, onde são removidos do efluente, e digeridos e absorvidos pelas plantas e microorganismos presentes.

De acordo com BRIX (1993), sistemas que utilizam o aguapé apresentam muito sucesso em regiões tropicais e sub-tropicais, já que sua produtividade é seriamente afetada por temperaturas abaixo de 10°C. O autor coloca que a

eficiência do sistema na remoção de matéria orgânica e estabelecimento de condições para a nitrificação é decorrente da capacidade de transporte de oxigênio das folhas para as raízes, e do extenso material suporte proporcionado por estas últimas para os microorganismos decompositores. Segundo SALATI (2000) espécies como ***Lemna***, ***Spirodella*** e ***Wolffia*** sp vem sendo estudadas para serem utilizadas em alagados construídos que utilizam plantas flutuantes, já que apresentam boas eficiências de remoção de nutrientes de efluentes com tratamento secundário. BRIX (1993) coloca que a densa cobertura na lâmina d'água proporcionada por estas plantas dificulta tanto a difusão de oxigênio atmosférico para o meio líquido como o processo fotossintético (produção de oxigênio) pelo fitoplâncton, criando condições de anaerobiose que favorecem a denitrificação. Entretanto, de acordo com SALATI (2000), por apresentarem raízes pequenas, não são tão eficientes na remoção de partículas em suspensão. A Figura 21 ilustra um sistema de com plantas aquáticas flutuantes.

Figura 21: Desenho esquemático de um sistema de tratamento através de alagados construídos utilizando canal com plantas aquáticas flutuantes. Fonte: SALATI (2000).

Sistemas que utilizam Plantas Aquáticas Emergentes

Nesta técnica, são utilizadas plantas que possuem o sistema radicular preso ao sedimento, e o caule e as folhas parcialmente submersos. As espécies típicas de macrófitas aquáticas emergentes são conhecidas popularmente como juncos, e caracterizam-se como plantas herbáceas de diversas famílias. Segundo SALATI (2000), as espécies mais utilizadas em alagados construídos são a ***Phragmites***

australis, a ***Typha latifolia*** e a ***Scirpus lacustris***, sendo que todas são capazes de se adaptar em ambientes de sedimentos inundados devido aos grandes volumes de espaços internos que apresentam, capazes de transportar oxigênio para o sistema radicular (ARMSTRONG et al, 1991). Segundo Reddy et al apud BRIX (1993), parte do oxigênio pode sair do sistema radicular para a área em torno da rizosfera, criando condições de oxidação para os sedimentos geralmente anaeróbios, além de proporcionar a decomposição de matéria orgânica por processos aeróbios, e promover um ambiente propício ao crescimento de bactérias nitrificantes. A profunda penetração das raízes no sedimento, dependendo da espécie, permite uma considerável exploração do mesmo, já que estas plantas podem se desenvolver em situações nas quais o nível do lençol freático está 50 cm abaixo do nível do solo ou em situações nas quais o nível de água está 150 cm acima do nível do solo. Segundo BRIX, (1993) e SALATI (2000), esta técnica com macrófitas aquáticas emergentes pode se desenvolver através de três formas, descritas a seguir:

a) Macrófitas emergentes com fluxo superficial

Trata-se de um dos mais antigos sistemas de alagados construídos, com mais de 30 anos de operação na Holanda (GREINER & DE JONG, 1984). Segundo BRIX (1994) e SALATI (2000), um projeto deste tipo envolve um canal com 3-5 metros de largura e 100 m de comprimento, no qual é cultivado no substrato plantas típicas de alagados, tais como ***Phragmites australis***, ***Typha latifolia*** ou ***Scirpus lacustris***, mantendo-se uma lâmina d'água de 10-40 cm sobre a superfície do solo. A purificação da água ocorre por diversos mecanismos de ação de microorganismos que ficam fixados na superfície do solo e na parte submersa do caule das plantas. Eventualmente faz-se necessário a impermeabilização do canal para evitar contaminação de aquíferos. Segundo BRIX (op cit), a eficiência de remoção deste sistema é entorno de 96% para sólidos suspensos, 96% para DBO, 87% para DQO, 40% para N-Kjeldhal, e 30% para P-Total. A figura 22 ilustra um desenho esquemático deste tipo de sistema.

Figura 22: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo superficial. Fonte: SALATI (2000)

b) Macrófitas Emergentes com Fluxo Horizontal Sub-Superficial

Este método também envolve um canal longo, estreito e impermeabilizado diferenciando-se do sistema anterior pelo fato das plantas serem cultivadas sobre uma camada de pedriscos, na qual o efluente a ser purificado é conduzido através de um fluxo horizontal. Geralmente também são utilizadas plantas do tipo junco. Segundo BRIX (1994), centenas de sistemas deste tipo foram construídos e estão em operação nos Estados Unidos da América e na Europa, especificamente Dinamarca, Alemanha, Inglaterra, Áustria, Suíça e Suécia, sendo a maioria deles utilizando macrófitas do tipo *Phragmites australis*. Segundo BRIX (1993), conforme o efluente passa pela zona de raízes, a matéria orgânica é decomposta pelos microorganismos, o nitrogênio pode ser nitrificado, e o fósforo e os metais pesados se fixam no sedimento. Segundo o BRIX (1994), conforme o dimensionamento e a operação do sistema, e as condições da água a ser tratada, foram constatadas eficiências de remoção na ordem de 91% de sólidos suspensos, 89% de DBO, 33% de N e 32% de P. Segundo o autor, as raízes das plantas além de promoverem oxigênio para os processos de decomposição microbiana, permitem uma certa estabilização da condutividade hidráulica, embora os principais problemas que tem sido observados são a formação fluxo superficial, resultante de baixa condutividade hidráulica, que diminui o tempo de retenção hidráulica do afluente no sistema. A

figura 23 ilustra um desenho esquemático deste tipo de sistema.

Figura 23: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo sub-superficial. Fonte SALATI,(2000).

c) Macrófitas Emergentes com Fluxo Vertical

Este sistema apresenta um desenho variável, embora geralmente sejam utilizados canais longos com pouca profundidade. O mecanismo de distribuição do afluente assemelha-se em alguns aspectos com valas de filtração já que o mesmo é lançado sobre uma camada de solo ou areia, onde transpassa através de um fluxo vertical, sendo o efluente tratado coletado por drenos localizados na porção inferior dos sistemas. A diferença está na área requerida, que é bem menor (cerca de 0,6 a 1m² /hab); no processo de tratamento, que envolve o cultivo de macrófitas do tipo junco sobre as camadas de solo, e na composição do sistema, que necessita de canais com macrófitas dispostos paralelamente para promover a passagem do efluente em etapas (COOPER, 1993). Este sistema pode ser utilizado quando se requer maior condutividade hidráulica e maior oxigenação no sistema radicular (BRIX & SCHIERUP, 1990). De acordo com NOGUEIRA (2003), estes sistemas têm sido considerados o “estado da arte” dentro das técnicas de alagados construídos, devido a sua alta capacidade de purificação relacionada à redução da carga orgânica e ao favorecimento dos processos de nitrificação. O dimensionamento do sistema pode

promover, segundo BRIX (1994) remoções em torno de 87 a 96% de sólidos suspensos, 94 a 98% de DBO, 25% de N-Total, 23 a 98% de P e >99% de coliformes totais. Uma alternância de funcionamento, permitindo uma drenagem total aumenta a oxigenação da rizosfera e do substrato (HILL & SAWHNEY, 1981). Dessa forma é possível evitar os riscos de colmatação do solo inerentes a este método (NOGUEIRA, 2003). A Figura 24 ilustra um desenho esquemático de um canal com plantas aquáticas emergentes e fluxo vertical.

Figura 24: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo vertical. Fonte SALATI (2000).

Sistema Que Utiliza Solos Filtrantes

Este sistema de tratamento através de solos filtrantes é denominado Sistema DHS (Despoluição Hídrica com Solos - Patente PI 850.3030) e foi projetado por SALATI (1987). Trata-se de uma técnica onde o processo de tratamento se dá através de ações físico-químicas, biológicas e mecânicas proporcionadas por este tipo de solo, que segundo SALATI *et al* (1996), são constituídos por camadas superpostas de brita, pedrisco e solo cultivado com arroz (*Oriza sativa*) - uma macrófita aquática. Para que os solos apresentem características especiais como alto coeficiente de condutividade hidráulica e alta capacidade de troca catiônica, os autores indicam a utilização de vermiculita expandida e matéria orgânica fibrosa, sendo que esta correção é dosada a cada caso em função da qualidade do solo disponível na região. Geralmente são implantados no mínimo dois módulos de solos filtrantes, para que

sejam utilizados de forma alternada proporcionando adequado tempo de retenção hidráulica e períodos de pousio entre os solos, evitando sua colmatção. São utilizados materiais impermeabilizantes nos módulos, tanto para evitar a contaminação de aquíferos subterrâneos, como para proporcionar uma condição de área alagada. A qualidade do efluente a ser tratado e a eficiência que se deseja atingir determinam o dimensionamento dos módulos de solos, assim como a espessura das camadas que os constituem. As experiências realizadas pelos autores permitiram o tratamento utilizando taxa de aplicação de 100 até 300 l/s/ha. Segundo SALATI (2000), o mecanismo de depuração dos solos filtrantes é decorrente dos seguintes processos:

- da ação de filtração mecânica, relacionada diretamente com a estrutura granulométrica do solo e sua composição;
- da ação de filtração físico-química através da retenção de cátions e ânions, relacionada à capacidade de troca catiônica do solo;
- da ação biológica, decorrente da atuação de microorganismos decompositores presentes no solo, que ativam os processos biogeoquímicos promovendo a remoção de matéria orgânica, e atuam sobre outros microorganismos existentes nas águas poluídas, e da atuação das macrófitas, que retiram nutrientes do afluente, mantêm a permeabilidade do solo através de seu sistema radicular, que também serve de material suporte para os microorganismos.

Segundo SALATI *et al* (1996), os sistemas de solos filtrantes, dependendo da qualidade do efluente a ser tratado, podem funcionar com fluxo descendente ou ascendente conforme ilustram as figuras 25, 26 e 27:

Figura 25: Desenho esquemático de um solo filtrante com fluxo descendente. (Fonte: SALATI, 2000).

Figura 26: Desenho esquemático de um canal de solo filtrante com fluxo ascendente. A água a ser tratada é introduzida sob o sistema de drenagem sobre o qual está colocada a camada de solo filtrante (Fonte: SALATI, 2000).

Figura 27: Desenho esquemático da estrutura de um solo filtrante. Este tipo de configuração é utilizada tanto para solos filtrantes de fluxo ascendente como para fluxo descendente. Fonte: SALATI, 2000

De acordo com SALATI FILHO *et al*/ (1996), sistema de solo filtrante com fluxo ascendente foi projetado para aumentar a eficiência do Sistema DHS e para a utilização no tratamento de águas muito poluídas. Sendo assim, é normalmente utilizado no tratamento secundário e terciário de esgoto urbano. De acordo com os autores, o fluxo ascendente permite além da diminuição dos custos do tratamento primário convencional, já que esta tecnologia pode ser associada à fossas sépticas ou caixas de decantação, a minimização de problemas de maus odores e proliferação de insetos, pois o solo fica encharcado sem formar um fluxo superficial. Algumas modificações foram introduzidas para permitir uma remoção de partículas dos tubos de drenagem. Neste tipo de projeto um tubo complementar de menor diâmetro e com perfurações menores é introduzido no tubo de drenagem convencional. Este tubo permite um sistema de dupla difusão e também a remoção do tubo central para limpeza e manutenção (SALATI FILHO, 1996).

Para sistemas que utilizam solos filtrantes, foram encontradas eficiências na ordem de 70 % de DBO, 99% de coliformes, 65% de Fósforo e 60% de nitrogênio amoniacal (MANFRINATO *et al*, 1993).

Vale ressaltar que para a elaboração de um projeto técnico executivo para a comunidade do Maruja, serão consideradas as restrições estabelecidas pelo Parque em relação à introdução de espécies não nativas do local. Sendo assim, Para o sistemas de alagados construídos deverão ser utilizadas espécies presentes na região à fim de não causar impactos à biodiversidade local.

4.5 - Estudo de Caso

Para melhor compreensão do funcionamento e desempenho de uma estação de tratamento de esgoto que contempla a associação de fossa séptica e sistemas combinados de áreas alagadas construídas em uma pequena comunidade, foi feito um breve estudo de caso da Comunidade de Serviços Emaús, em Ubatuba, litoral norte de São Paulo.

Esta comunidade localiza-se na estrada que parte da região central de Ubatuba sentido ao município de Taubaté e abriga cerca de 200 moradores. Trata-se de uma comunidade de pessoas carentes que integram o movimento internacional Emaús. Este movimento foi fundado na França, em 1950, por um padre e um homem marginalizado e tem como objetivo principal a luta contra as causas e conseqüências da miséria e a marginalização das pessoas. O movimento é administrado por uma esfera internacional, uma esfera regional da América Latina, e um secretariado Nacional, referente às comunidades do Brasil. As comunidades são organizadas em diretorias, e no caso da comunidade de Serviço Emaús Ubatuba, não existe presidente, e sim o cargo de Secretario Geral, ocupado pelo Sr. Jorge.

Segundo relato do Sr. Jorge, a comunidade de Ubatuba foi fundada em 1990 por um padre do município de Cachoeira Paulista, com o objetivo de oferecer condições melhores de vida a algumas famílias carentes. Com recursos do

Movimento Internacional Emaús, foram construídas 20 casas para famílias que moravam na favela e que passaram por um difícil trabalho de valorização do ser humano e orientação para a luta contra as causas da miséria, conduzido pelo Sr. Jorge : *“Naquela época, eu deixei a família na Bahia e vim sozinho pra cá. Era um desconhecido aqui. Passei por diversas dificuldades porque era uma pessoa estrangeira aqui. Mas foi assim que Abbe Pierre (padre francês fundador do movimento) falou pra mim, quando ele disse que o nosso compromisso era acabar com a miséria e as causas da miséria. Existe miséria porque o homem passa fome. O homem que passa fome é capaz de tudo. A maneira que a gente tem de acabar com a miséria é alimentar o homem, e a maneira que a gente tem de acabar com a causa da miséria é conscientizar o homem, e não ficar enganando.”*

Dessa forma, o Sr, Jorge ajudou a fundar a comunidade e levou cerca de 59 pessoas marginalizadas para a habitá-la. Foi criada uma diretoria, um estatuto que contém normas, entre elas o estabelecimento de um contrato com as famílias que chegam, que dá direito à família à moradia, a utilização dos benefícios da comunidade (escola primária, horta comunitária, pocilga, cursos profissionalizantes, entre outros), sendo a contra-partida a avaliação do comportamento desta família durante um ano, principalmente no que se refere à conduta com os filhos, alcoolismo e violência familiar, e participação nos trabalhos de mutirão da comunidade.

A comunidade recebe qualquer tipo de doação, sendo os objetos ou utilizados pelos moradores ou reformados para a venda à preços baixos que atendam outras populações carentes. Os cursos oferecidos atendem tanto as pessoas da comunidade como moradores vizinhos, principalmente crianças e adolescentes. Segundo sr. Jorge, tudo na comunidade é reciclado e reaproveitado, com muita cooperação e organização, sem compromissos políticos ou religiosos.

O Sr. Jorge conta que 15 dias após a chegada dos moradores na comunidade, os sinais da miséria ainda eram manifestados porque as fossas estavam cheias e o esgoto era conduzido por valas a céu aberto pelas ruas, indo diretamente para um córrego próximo à comunidade. Segundo relatório da bióloga responsável pelo

monitoramento da estação, nesta época, foram constatadas enfermidades nos moradores locais, principalmente crianças, como hepatite e diarreia, além do mau cheiro e proliferação de moscas e mosquitos. Para não desestimular os moradores e continuar o trabalho de conscientização, Sr. Jorge foi em busca de alternativas de tratamento de esgoto para o vilarejo. Na sua opinião não era possível fazer um trabalho de conscientização de uma população sem lhe oferecer condições de crescimento. Após uma extenuante busca de auxílio junto à prefeitura de Ubatuba, durante um período de dois a três anos, com direito à respostas do tipo “os moradores da comunidade não são cidadãos de Ubatuba, pra que gastar dinheiro com pessoas que não votam na cidade?”, surgiu a oportunidade de uma parceria entre a prefeitura, a comunidade e o Instituto Ambiental do Prof. Dr. Enéas Salati, idealizador do sistema DHS de Despoluição Hídrica com solos (anteriormente descrito).

A prefeitura cedeu o material de construção, o Prof. Enéas e o Instituto Ambiental cederam a tecnologia, a elaboração e acompanhamento da implantação do projeto técnico – executivo, e a comunidade foi responsável pela mão de obra para a implantação, por meio de mutirão. A implantação do sistema foi assessorada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável, do Rio de Janeiro, e teve início em janeiro de 1994. Apesar de ser um sistema pequeno, a construção durou cerca de 8 meses porque os moradores só podiam trabalhar nos finais de semana.

A estação consiste na utilização de fossa séptica para tratamento primário, sistemas combinados de alagados construídos para tratamento secundário e terciário e uma composteira para tratamento do lodo e da biomassa produzida. Há um sistema de drenagem em volta dos componentes da estação para captar a água das chuvas. Cada residência possui uma fossa séptica e caixa de gordura, e os efluentes destas se encontram em um compartimento central com grades para a remoção de sólidos grosseiros. O efluente desta fossa central é encaminhado para uma área com dois módulos de solos filtrantes de fluxo ascendente, cultivados inicialmente com arroz (*Oriza sativa*), que funcionam alternadamente para promover o período de

pousio. Após passar pelos solos filtrantes, o efluente é encaminhado para dois canais com macrófitas flutuantes dispostos seqüencialmente. O primeiro canal contém aguapé (*Eichornia crassipes*) e *Lemna*, e o segundo canal contém aguapé e alface d'água (*Pistia estratiotis*). Após passar pelo último canal o efluente tratado é lançado no córrego próximo ao vilarejo (Classe 2). Os solos filtrantes ocupam uma área de 108 m² e os canais com macrófitas flutuantes ocupam cerca de 50 m². A declividade entre a fossa central e o ponto de escoamento do efluente tratado no rio é de cerca de 0,50 cm. Ao lado há uma área isolada, com mato, que pode ser utilizada como área de armazenamento caso haja problemas em algum dos componentes do sistema. A figura 28 ilustra um esquema da disposição dos componentes do sistema e o sentido do fluxo do afluente na estação.

Segundo relato do Sr. Jorge todo o processo de implantação da estação foi assessorado pelo Prof. Enéas e sua equipe, através de orientações e discussões de cada etapa da construção: *"O prof. Enéas, eu chamo de anjo da guarda porque ele confiou na capacidade da comunidade. Ele preparou o projeto e me entregou e eu acabei humildemente adquirindo conhecimento, com o apoio direto dele porque ele tava aqui auxiliando a gente. Tudo foi feito por nós."*

Figura 28: Esquema dos componentes da ETE e direção do fluxo do esgoto em tratamento da Comunidade de Serviço – Emaús Ubatuba Fonte: Adaptado de IEA (2002), sem escala.

A estação, inaugurada no ano de 1994, desde o seu início, foi operada pelo sr Jorge e outros moradores da comunidade, e monitorada durante alguns anos por uma bióloga contratada pela prefeitura de Ubatuba. O conhecimento local em relação ao manejo de terras cultiváveis, associado aos resultados do monitoramento, permitiu que sr. Jorge fizesse adequações dos componentes naturais do sistema, de forma a otimizar sua eficiência e as formas de utilização de seus produtos, como exemplo:

- o cultivo de arroz: Ao longo do tempo, sr Jorge percebeu que determinado tipo de mato que nascia no local proporcionou ao solo filtrante maior eficiência do que o arroz, além de demandar menos cuidados de cultivo. *"Quando era arroz, a água era de uma qualidade boa e o arroz de uma qualidade fabulosa. Chegamos a colher 4 sacos de uma bacia de solo filtrante. Nós colhia o grão, fazia análise dele e tinha uma qualidade maravilhosa. Mas o arroz você tem tirar todo tipo de mato e manter ele limpo. Então a gente limpando começou a pactar (compactar) a terra. Eu preferi fazer o teste de não limpar o arroz e deixar que outro mato nascesse. A partir daí eu constatei que a qualidade da água era melhor. Nós substituímos o arroz pelo mato porque ele tem raiz profunda, molinha que é fundamental pra chamar o dreno e protegê."*
- a preparação do solo: a partir de observações rotineiras e das orientações da equipe técnica, foi detectado que o pó de serra produzido na serraria da comunidade, proporcionava uma boa condutividade hidráulica no sistema de solo filtrante. *"Fui orientado pelo professor, pra colocar um solo que filtrasse. Então, tudo que foi feito ali, foi feito por mim numa garrafa de refrigerante, onde eu usava uma quantidade de brita, solo, e deixava a água passar. Então a coisa foi bem preparada, e nós usamos uma terra preta e uma vermelha e muito pó de serra, que eu continuo usando até hoje. Só que eu não jogo o pó de serra direto da serraria, ele tem que ser armazenado, pegar relento e vai danificando, depois vai pra lá (solo filtrante)."* Nesse sentido, é possível apontar uma analogia com o período de partida de reatores anaeróbios,

onde no caso o pó de serra deve ser armazenado ao relento para entrar em contato com bactérias decompositoras, servindo de material suporte para os microorganismos. Ao ser disposto no solo filtrante, já existe um biofilme formado que auxilia no processo de depuração do esgoto.

- O manejo das macrófitas: um dos aspectos principais da operação destes sistemas para garantir sua eficiência, é a retirada de determinada quantidade de macrófitas. Quanto a isso, sr. Jorge afirma: *“nesse sistema, quanto mais esgoto ir, melhor porque o aguapé brota mais rápido, e como nós recolhe o aguapé pra esterco, pra nós quanto mais aguapé melhor. Geralmente a gente tira 50%.”* As plantas retiradas são acondicionadas na composteira, juntamente com o lodo gerado nos canais retirado a cada 5 -6 meses pelo operador. É adicionado cal na composteira para otimizar o processo de desinfecção do lodo, já que o composto gerado – húmus, é adicionado na horta.

A manutenção da estação é realizada nos finais de semana pelo sr. Jorge e por algum outro morador. Observações diárias são realizadas por ele, já que a estação localiza-se próxima às casas.

Aspectos como ausência de mal-cheiro e circulação indesejada de mosquitos relatados na entrevista com a monitora e com o operador foram constatados durante as visitas da pesquisadora à estação. Segundo alguns relatórios de coleta para monitoramento da estação realizados no ano de 1994, 1996 e 1997, disponibilizados pela monitora e pelo operador, o sistema apresentou as seguintes eficiências, descritas na tabela abaixo:

TABELA 06: Eficiência de tratamento da estação implantada na comunidade EMAÚS - Ubatuba

Parâmetros	Eficiência em (%)					
	14/09/94	09/05/96	13/06/96	22/05/97	01/06/97	08/07/97
DBO	-	93,33	95,27	92,34	96,4	88,86
DQO	-	87,99	95,48	87,10	92	70,53
Nitrogênio amoniacal	96	56,7	80,47	-	-	-
Nitrato	68	-	-	-	-	-
NTK		-	-	63,91	63,4	51,15
Fósforo Total		-	-	70,65	60,6	53,62
Sólidos sedimentáveis	80	100	85,5	90,06	94,2	97,51
Coliformes Totais	99,9	85,62	*	98,73	99,9	*
Coliformes Fecais	98,3	86,67	*	70,59	99,9	81,25

- não foi feita análise

* erro na análise

Fonte: Relatório CETESB – Taubaté (1994); Relatório Técnico ECOLABOR (1996, 1997) SADOKOFF (1997)

Embora estes dados retratem a eficiência do sistema apenas no seu período inicial de funcionamento, eles indicam para esta época uma boa performance da estação, promovendo um efluente dentro dos padrões exigidos pela legislação (Corpo d'água Classe 2 e Artigo 21 CONAMA 20/86).

A composteira construída pelos moradores é operada corretamente por eles, gerando um produto – húmus, de alta qualidade. Segundo PROSAB (1999) a compostagem consiste em um processo natural de tratamento, que através do efeito da elevação da temperatura promove a desinfecção do resíduo, tendo como produto final um insumo de alto valor agrônomo. Sendo um processo biológico, os fatores mais importantes que influem na degradação da matéria orgânica são a aeração, os nutrientes, e a umidade. A operação adequada permite a ocorrência de duas fases distintas: a primeira de degradação rápida, chamada de bioestabilização e a segunda de maturação. A primeira fase caracteriza-se por alta diversidade de populações

microbianas e conseqüentemente alta atividade metabólica com elevação de temperatura. A segunda fase caracteriza-se por transformações de ordem química: polimerização de moléculas orgânicas estáveis (humificação).

Até os anos da realização desta pesquisa, a estação sofreu adequações e reformas de manutenção, tanto das lonas impermeabilizantes como na composição dos solos filtrantes e canais com macrófitas, pois a utilização de processos naturais deve ser adequada às condições locais, de forma a acompanhar a dinâmica natural e social do ambiente. Dez anos após ser implantada, a estação trata o esgoto doméstico e gera benefícios para cerca de 250 pessoas, sendo o índice de doenças de veiculação hídrica na comunidade praticamente nulo.

A entrevista com Sr. Jorge permitiu visualizar o elevado grau de importância da operação da estação, refletida pelo envolvimento do operador e da comunidade. Os cuidados para o bom funcionamento da estação proporcionam não só esgoto tratado e minimização de doenças de veiculação hídrica, mas também a geração de subprodutos destinados à horta, pomar e pocilga. Dessa forma, há uma completa ciclagem de nutrientes que envolve a participação da sociedade humana. Sr. Jorge, considera a estação como “*o coração da comunidade*”, pois além de ter sido construída pelos próprios moradores (no início 59 pessoas), sua eficiência permitiu que a comunidade acolhesse mais famílias carentes, elevando sua auto-estima e promovendo condições mais dignas de vida a estes moradores. A estação, tendo um importante papel neste contexto, recebeu prêmios, conferiu crédito e conhecimentos aos moradores, e atrai visitantes ao local que trazem novas doações, como foi o caso de uma associação italiana que doou uma verba à comunidade destinada à construção de uma marcenaria – escola para jovens. Para sr. Jorge, que é um ex-menor de rua, ex-morador de rua, a estação trouxe tantos benefícios que ele se considera “*uma pessoa reciclada*”. Para ele, administrar uma estação como esta é uma “*uma dádiva, graça de Deus*”, e por isso faz de tudo para que ela esteja sempre funcionando bem.

As figuras 29 a 39 ilustram a estação de tratamento de esgoto, seus componentes, produtos e o operador.

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Fig. 29: Fossa séptica central com sistema de gradeamento

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Fig. 30: válvulas de liberação do efluente para os solos filtrantes;

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Figura 31: Sistemas de solos filtrantes de fluxo ascendente;

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Figs.32 e 33: 1º e 2º canais com macrófitas flutuantes Aguapé e Lemna, Aguapé e Pistia

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Fig. 34: córrego no qual o efluente tratado é lançado;

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Fig.35: Composteira com macrófitas provenientes dos canais.

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Fig 36: Sr. Jorge – operador mostrando o composto gerado na composteira

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Fig. 37: Horta comunitária cultivada com composto gerado na composteira.

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Fig. 38: Crianças da comunidade – saudáveis e alimentadas com produtos da horta entre outros

Foto: Beccato, M.A.B. (2003).

Fig 39: Horta comunitária no primeiro plano e construção da marcenaria escola ao fundo.

5 - CONCLUSÃO

O estudo de caso apresentado confirma a indicação de sistemas combinados de alagados construídos associado à fossa séptica e compostagem, para a comunidade do Maruja, já que tratam-se de tecnologias simples que apresentam alta eficiência, baixo custo e simplicidade na operação. Além disso, comprova que a extensão e intercâmbio entre conhecimento científico, representado pela assessoria do professor na implantação da tecnologia, e conhecimento local, representado pelo operador ao discutir e propor o manejo da tecnologia, mediados pelo respeito e humildade, são fundamentais para o sucesso da estação e consolidação do envolvimento da comunidade.

A adequação à realidade local, tanto em grandes centros como em pequenas comunidades, deve ser levada em consideração nas políticas públicas e privadas já que as vantagens em adotar soluções funcionalmente simples com alta relação benefício/custo são inúmeras, além de serem de ordem prática.

Sendo assim, um trabalho que contemple tais aspectos (tecnologias simples, processos naturais, baixo custo, fácil operação e manutenção e envolvimento da comunidade) torna viável a infra-estrutura de saneamento em comunidades mais carentes, contribuindo para a melhoria de condições de vida destas populações. Além disso, a operação e manejo da estação realizada pela própria população local, permite não só a produção de conhecimento através das observações diárias e práticas de manutenção e adaptação, como principalmente uma maior autonomia em relação à técnicos e incentivadores/interventores externos.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993). **NBR 7229 – Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos**. 15p.
- ANDRADE NETO, C.O. & CAMPOS, J.R. (1999). In: CAMPOS, J.R. (coord.) Introdução. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.
- ANDRADE NETO, C.O. *et al.* (1999). In: CAMPOS, J.R. (coord.) Decanto-Digestores. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.
- ANDRADE NETO, C.O. *et al.* (1999 b). In: CAMPOS, J.R. (coord.) Filtros Anaeróbios. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.
- ARMSTRONG, W. *et al.* (1991). Convective gas-flows in wetland plant aeration. In: **Plant Life Under Oxygen Deprivation**. JACKSON, M. B. *et al.* (eds.) SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands, 283.
- BASTIAN, R.K. & HAMMER D.A. (1993) The Use of constructed wetlands for wastewater treatment and recycling. In: **Constructed Wetlands for Water Quality Improvement**. Moshiri, G.A. (Ed.) Lewis Publisher, Flórida – USA
- BISHOP, P. L. & EIGHMY, T. T. (1989) Aquatic wastewater treatment using *Elodea nuttallii*, **J. Water Pollut. Control Fed.** 61:641.
- BRAGA, B. *et al.* (2002) **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall. 305p.
- BRASIL – FUNASA - Fundação Nacional da Saúde. (2003). **Orientações técnicas para apresentação de projeto de sistemas de esgotamento sanitário**. 2ª ed. Brasília: Funasa. 24p.
- BRASIL – FUNASA - Fundação Nacional da Saúde. (2004). **Manual do Saneamento**. 3ª ed. Revisada. Brasília: Funasa. 408 p.

- BRIX, H. & SCHIERUP, H. -H. (1990). Soil oxygenation in constructed reed beds: the role of macrophyte and soil-atmosphere interface oxygen transport. In: **Constructed Wetlands in Water Pollution Control**. COOPER, P. F. and FINDLATER, B. C. (eds.). Advances in Water Pollution Control, Pergamon Press, Oxford, 53.
- BRIX, H. (1993). Wastewater Treatment in Constructed Wetlands: System Design, Removal Process, and Treatment Performance. In: **Constructed Wetlands for Water Quality Improvement**. Moshiri, G.A. (Ed.) Lewis Publisher, Flórida - USA.
- BRIX, H. (1994) Construted Wetlands for municipal wastewater treatment in Europe. In: **Global Wetlands Old World and New**. Mitsch, W.J. (Ed). Elsevier Science B. V. Amsterdam, The Netherlands.
- CAMPOS, J.R. & PEREIRA, J.A.R. (1999) Reator Anaeróbio de Leito Expandido/Fluidificado. In: Campos R. J. (coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.
- CESP/FBDS. (2000). **13º Relatório parcial**—Núcleo de estudos de plantas aquáticas. Piracicaba, SP.
- CETESB - Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e Defesa do Meio Ambiente - (1994). **Relatório Técnico E.T.E. Comunidade Emaús**. Programa Controle da Poluição das Águas do Litoral Norte . rel. nº 3785 –Taubaté –SP.
- CHERNICHARO, C. A. L. *et al.* (1998) Feasibility of the UASB/AF system for domestic sewage treatment in development countries. **Water Science and Technology**, 38,8-9 pp.325 a 332.
- CHERNICHARO, C. A. L. *et al* (1999). Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo. In: Campos R. J. (coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (1986). Resolução nº20/1986. 24p. Brasil.
- COOPER, P.F. (1993) The use of reed bed systems to treat domestic sewage: The european design and operations guidelines for Reed Bed Tratment Systems. In:

Constructed Wetlands for Water Quality Improvement. Moshiri, G.A. (Ed.) Lewis Publisher, Flórida - USA.

CORAUCCI FILHO, B. *et al.* (1999a). Bases Conceituais da Disposição Controlada de Águas Residuárias no solo. In: Campos R. J. (coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** Rio de Janeiro: ABES.

CORAUCCI FILHO, B. *et al.* (1999 b) Tecnologia do Tratamento de Águas Residuárias no Solo: Infiltração Rápida, Irrigação e Escoamento Superficial. In: Campos R. J. (coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** Rio de Janeiro: ABES.

CORAUCCI FILHO, B. *et al.* (2001). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por sistema de aplicação no solo. In: **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.** CHERNICHARO, C. A. L. (coord). Belo Horizonte: Projeto PROSAB.

COWARDIN, L. M. *et al.* (1979). Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. **US Fish & Wildlife Service Pub. FWS/OBS-79/31.** Washington, DC.103 pp.

DANIEL, L. A. (2001). **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável.** Rio de Janeiro: RIMA/ABES.

DEBUSK, T. A. *et al.* (1989) Performance of a pilot-scale water hyacinth-based secondary treatment system. **J. Water Pollut. Control Fed.** 61:1217.

ECOLABOR (1996). - **Relatório Técnico de Coleta de Análises E.T.E. Comunidade Emaús.** São Paulo – SP.

ECOLABOR (1997) - **Relatório Técnico de Coleta de Análises E.T.E. Comunidade Emaús.** São Paulo – SP.

ESTEVES F.A. (1988) **Fundamentos da Limnologia.** Rio de Janeiro, 1988. 575 pp.

FORESTI, E. (data) **Princípios e Histórico dos Processos Anaeróbios.** Apostila de aula aplicada na Disciplina Processos Anaeróbios, ministrada em 2002 pelo Prof. Dr. Marcelo Zaiat no Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – USP – São Carlos.

- GERBA, C.P. *et al.* (1999). Optimization of artificial wetland design for removal of indicator microorganisms and pathogenic protozoa. **Water Science Technology** Vol. 40, nº 4-5, pp363-368. Great Britain: Elsevier Science Ltd.
- GIOVANNINI, S.G.T. & MARQUES, D. M. L. M. (1998). Conditioning Factors for Establishment of *Zizaniopsis bonariensis* in Constructed Wetlands. In: **International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, 6.** (eds) TAUKE-TORNISIELO, S.M. and SALATI, E.F. Proceeding. Águas de São Pedro, Brasil, p. 559- 568.
- GONÇALVES, R.F. *et al.* (2001) Pós-Tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por reatores com biofilme. In: **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.** (coord). CHERNICHARO, C. A. L. Belo Horizonte: Projeto PROSAB.
- GREINER, R. W. & JONG, J. (1984). The Use of Marsh Plants for the Treatment of Wastewater in Areas Designated for Recreation and Tourism. **RIJP Report, 225**, Lelystad. The Netherlands,.
- HILL, D. E. & SAWHNEY, B. L. (1981). Removal of phosphorus from wastewater by soil under aerobic and anaerobic conditions, **J. Environ. Qual.** 10:401.
- INSTITUTO DE ECOLOGIA APLICADA LTDA. (1997). **Relatórios Técnicos.**
- JENSSEN, P.D. *et al.* (1994). Adapting Constructed Wetlands for Wastewater Treatment to Northern Environments. In: **Global Wetlands Old World and New.** Mitsch, W.J. (Ed). Elsevier Science B. V. Amsterdam, The Netherlands.
- KNIGHT, R. L. *et al.* (1993) Wetlands for wastewater treatment: performance database. In: **Constructed Wetlands for Water Quality Improvement.** Moshiri, G.A. (Ed.) Lewis Publisher, Flórida – USA
- LARCHER, W. (2000). **Ecofisiologia Vegetal.** (Trad.): PRADO, C. H. B. A. São Carlos: Rima.
- MANFRINATO, E. S. (1989). **Avaliação do Método Edafo-fitopedológico para o Tratamento Preliminar de Águas.** Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP, 98 p
- MARQUES, D.M. (1999). Terras úmidas construídas de fluxo subsuperficial. In: **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** (coord.) CAMPOS, J.R. Rio de Janeiro: ABES. 464p

- MELLO, L. C. (1994) **Antropologia Cultural. Iniciação , Teoria e Temas.** Petrópolis: Vozes, Rio de Janeiro.
- MITSCH, W. J. & GOSSELINK, J. G. (1986). **Wetlands.** Van Nostrand Reinhold Company. New York. 539 pp.
- MITSCH, W. J. (1994) **Global Wetlands . Old World and New.** Elsevier. New York. 967 pp.
- MONTEGGIA, L.O. & ALÉM SOBRINHO, P. (1999). Lagoas Anaeróbias. In: Campos R. J. (coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** Rio de Janeiro: ABES.
- MOZETO, A. A., (1999). **Alagáveis e Qualidade de Água dos Mananciais.** Apostila Técnica. 1999.
- NOGUEIRA S.F. (2003). **Balanco de nutrientes e avaliação de parâmetros biogeoquímicos em áreas alagadas construídas para o tratamento de esgoto.** Dissertação (Mestrado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura / ESALQ/USP – Piracicaba –SP. 137 p.
- NOUR, E.E.A. *et al.* (2000). Tratamento de Esgoto Sanitário utilizando bambu como meio suporte. In: **Tratamento de esgotos sanitário por processo anaeróbio e disposição controlada no solo – Coletânea de Trabalhos Técnicos.** CAMPOS, J.R. (coord). São Carlos: Projeto PROSAB. 348p.
- ODUM, E. P. (1988). **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, RJ. 434 p.
- PARESCHI, D. (2004) **Caracterização da fauna de rotífera em área alagada construída para tratamento de esgoto doméstico – Piracicaba /SP.** Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.
- PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico) (1999)– **Manual Prático para a Compostagem de Biossólidos.** Rio de Janeiro; ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 84p.

REED, S. C. *et al.* (1988). **Natural Systems for Waste Management and Treatment**. McGraw-Hill, New York.

ROQUETE PINTO, C. L.; *et al.* (1998) Integrated Rural Sustainable Development with Aquatic Plants. In: **International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, 6**. TAU-K-TORNISIELO, S.M. and SALATI, E.F. (Eds.) Procceeding. Águas de São Pedro, Brasil, p. 660- 669.

SABESP/GEOTEC, (1998). Wetlands – O uso de áreas alagáveis para tratamento de efluentes. Contrato AM n5626/98 Relatório Parcial – Nov. 75 pp.

SADOKOFF, L. (1997) – **Relatório Referente ao Andamento da E.T.E. doméstico da Comunidade Emaús – Ubatuba/SP**. Ubatuba – SP.

SALATI, E. (1987) Edaphic-Phytodepuration: A New Approach to Wastewater Treatment. In: **Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery**. REDDY K.R. & SMITH, W.H. (eds.) Magnolia Publishing Inc. Orlando, Flórida.

SALATI, E. (2000) Relatório técnico para o Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental da EESC. São Carlos, SP.

SALATI, E. FILHO, *et al.* (1996). Secondary and Terciary Treatment of Urban Sewage Utilizing the HDS System With Upflow Transport. In: **International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, 5**. Viena, Austria. Procceeding. Viena, Austria, IAWO,. Volume I, p. VI/3-1-VI/3-6.

STEINER G. R. & COMBS, D.V. (1993). Small Constructed Wetlands Systems for Domestic Wastewater Treatmente and their Performance. In: **Constructed Wetlands for Water Quality Improvement**. P 491 – 498. MOSHIRI, G.A. (Ed.). Lewis Publisher, Flórida - USA.

TRIVEDY, R. K. & GUDEKAR, V. R. (1985) Water hyacinth for wastewater treatment: a review of the progress. In: **Current Pollution Researches in India**. TRIVEDY, R. K. & GOEL, P. K. (Eds). 109p.

TUNDISI, J.G. *et al.* (1999). Limnologia de águas interiores. Impactos, Conservação e Recuperação de Ecossistemas Aquáticos. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, p 195-226.

- VALENTIM, M. A. A. & ROSTON, D. M. (1998). Project of Constructed Wetland for Treating Septic Tank Effluent. In: **International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control**, 6. Tauk-Tornisielo, S.M. and Salati, E.F. (eds) Procceeding. Águas de São Pedro, Brasil, p. 126- 129.
- VIERTLER, R.B. (2002) Métodos antropológicos como ferramenta para estudos em Etnobiologia e Etnoecologia. In: **Métodos de Coleta e Análise de Dados em Etnobiologia, Etnoecologia e Disciplinas Correlatas**. Amorozo, M. C.*et al.* (eds) Rio Claro: Unesp/CNPq.
- VON SPERLING, M. (1996 a) **Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. –Belo Horizonte: Depto. de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais.
- _____(1996 b), **Lagoas De Estabilização**. Depto.de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG.
- _____, M. (1997) **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 4 Lodos Ativados**. Depto.de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. 415 p.
- WETZEL, R. Constructed wetlands: Scientific fundations and critcal. In: **Constructed Wetlands for Water Quality Improvement**. 1-8 p. MOSHIRI, G.A. (Ed.). Lewis Publisher, Flórida - USA.
- WOLVERTON, B. C. (1989) Aquatic plant/microbial filters for treating septic tank effluent. In: **Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Municipal, Industrial and Agricultural**. Hammer, D. A. (ed). Lewis Publishers, Chelsea. MI, 173.

CAP 4 – PARTICIPANTES DO TRABALHO

1 – INTRODUÇÃO

A partir da breve descrição das alternativas de tratamento de esgoto descritas no capítulo anterior, é possível observar o quão multidisciplinar é este assunto, já que seu estudo e prática envolvem linhas de pesquisa como a biologia, engenharia, química, hidrologia, entre outras. MISTCH (1994) também confere este predicado às áreas alagadas, ressaltando sua importância por apresentarem propriedades emergentes a partir da interação de ecossistemas terrestres e aquáticos. Sendo assim, o envolvimento de profissionais de diferentes áreas de estudo é praticamente obrigatório para a elaboração de um projeto de uma estação de tratamento de esgoto.

No caso deste trabalho, onde o projeto é direcionado a uma pequena comunidade na qual os principais beneficiários serão os operadores da estação, a participação dos mesmos nas etapas de elaboração e implantação dos sistemas é fundamental, tanto para a compreensão dos processos inerentes ao funcionamento

da estação, como para a consolidação da idéia de que os sistemas serão estruturas pertencentes à comunidade, elaboradas com a participação de moradores locais e, portanto poderão ser zelados como um bem comum. Além disso, tal envolvimento permite maior autonomia dos moradores em relação a agentes externos (técnicos e especialistas).

A falta deste tipo de envolvimento já foi vivenciada pelos habitantes do Maruja, que ainda sofrem as conseqüências drásticas desta experiência, como descrito no capítulo três. De modo contrário, o constante diálogo e integração entre pesquisadores, projetistas e comunidade pode proporcionar benfeitorias além daquelas esperadas, como o caso da Comunidade de Serviços Emaús – Ubatuba.

Trabalhos de pesquisa e extensão que envolvem a participação de moradores de uma comunidade têm adotado freqüentemente métodos alternativos da pesquisa social, como a linha da pesquisa-participante e da pesquisa-ação. Esta última, na concepção de THIOLENT (2002), é um tipo de pesquisa relacionada a uma ação ou a resolução de um problema coletivo, onde pesquisadores e participantes representativos da situação estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo, com o intuito de modificar a situação. Vale ressaltar que os representantes participativos são pessoas atuantes implicadas de alguma forma no problema sob observação.

Segundo ANDALOUSSI (2004), nos últimos anos este tipo de pesquisa vem emergindo em decorrência da extrapolação dos métodos convencionais e da distância que separa a teoria e a prática, o conhecimento e a ação. De acordo com Le BOTERF (1999), em pesquisas e trabalhos deste tipo, não existe um único modelo de pesquisa a ser seguido, pois em cada caso o processo de envolvimento deve ser adaptado às condições particulares de cada situação concreta. A função da pesquisa é participar da ação, ou seja, contribuir para o desencadeamento de uma ação transformadora da realidade. O autor afirma que após delimitar os níveis possíveis de ação, numa escala individual, coletiva e de intervenção externa, é necessário que os participantes compreendam que o processo de reflexão e análise crítica continua, e deve ser

estimulado de forma constante, através das ações destinadas a melhorar a situação ou a resolver os problemas que tendem a aparecer continuamente. Quando tais trabalhos não contemplam o envolvimento e participação da população, se deparam com a resistência da mesma, que não faz questão de se engajar em um projeto no qual ela não teve oportunidade de participar do processo de elaboração.

De acordo com PIMBER & PRETTY (2000), a participação e a cooperação são componentes fundamentais de qualquer sistema de aprendizado, pois mudanças não podem ser feitas sem o total envolvimento de todas as partes e uma representação adequada de suas visões e perspectivas. Os autores argumentam que soluções mais baratas e sustentáveis podem ser encontradas com a participação da comunidade na identificação das exigências tecnológicas, planejamento e teste dessas tecnologias, sua adaptação às condições locais e, finalmente, sua extensão para outros grupos e comunidades. Além disso, a probabilidade de atingir resultados mais sustentáveis e efetivos é maior com o envolvimento dos beneficiários participantes em etapas de planejamento, implementação e manutenção de projetos destinados à saúde, moradia, instalações sanitárias, abastecimento de água, atividades geradoras de renda, manejo e conservação dos recursos naturais.

Segundo DANIEL (2000) a participação ampla da sociedade (técnicos, pesquisadores, comunidade envolvida) em torno de um problema evita o agravamento do mesmo, já que as decisões são tomadas com base em discussões entre aqueles que vivenciam diariamente a realidade e aqueles que enxergam através de um ângulo técnico. Dessa forma, a busca de alternativa pelos técnicos pode ser direcionada pelo questionamento de propostas ou pontos particulares pela população diretamente envolvida em torno daquele problema.

Entretanto, vale ressaltar que processos de envolvimento entre pesquisadores e população local nem sempre são simples de se desenvolverem, ou ao menos de se iniciarem, por uma série de fatores, entre os quais:

- Formas de comunicação: muitas vezes pesquisadores, técnicos ou especialistas manifestam consciente e/ou inconscientemente uma postura unilateral em relação ao conhecimento, onde, como exemplificado por THIOLENT (2002), os membros das classes populares não sabem nada, não têm educação e não dominam raciocínios abstratos, e por outro lado, os especialistas nunca erram e detêm sabedoria plena sobre determinado assunto. Tal postura é totalmente contrária à idéia de envolvimento que tenha como pressuposto básico a troca de informações visando a produção de conhecimentos e ações. Outro aspecto relacionado à comunicação são as diferentes formas de linguagem expressadas pela terminologia popular e a terminologia científica. Segundo o autor, é necessário buscar uma inter-compreensão entre os dois universos para contornar tais diferenças.
- organização social da comunidade: Le BOTERF(1999) avalia que o termo *comunidade* remete a idéia de um conjunto de indivíduos relativamente homogêneo, ocultando a diferenciação social interna, as posições dos grupos e relações conflituosas que podem existir nos mesmos. Desse modo, diversas estratégias de intervenção devem ser analisadas para que não haja favorecimento de um grupo em detrimento de outro, levando a uma má impressão pela população local em relação aos agentes externos, já que, segundo VELAZQUEZ (2002), o modo como as pessoas se organizam confere a forma de construção das regras de convívio, assim como o estabelecimento da relação de confiança existente do grupo.
- Diferença sexual entre agentes externos e participantes locais: em determinadas situações dependendo do tipo de organização social da comunidade e do público alvo, o contato inicial pode ser conturbado em

função de comportamentos “machistas” decorrentes da divisão entre masculino e feminino que, de acordo com GALBIATTI & DI CIOMMO (2000), estão dentro de uma relação de poder em escala hierárquica onde o masculino está acima do feminino. Sendo assim, algumas vezes é necessário que os agentes mantenham determinadas posturas que realcem seu profissionalismo no local. Outro aspecto relacionado à diferença de sexo é ligado ao sistema de crenças e tabus presentes na cultura das populações, que restringe a participação em determinadas atividades conforme o sexo dos agentes externos.

Sendo assim, de acordo com por Le BOTERF (1999), THIOLENT (1999), BRANDÃO (1999), ANDALOUSSI (2004) a busca de envolvimento entre população local e pesquisadores para a resolução de problemas não está atrelada somente a aplicação mecânica de técnicas ou métodos de intervenção, muitas vezes denominados participativos, mas sim a um processo de diálogo, reflexão, ação e análise em todo o desenvolvimento do trabalho.

ANDALOUSSI (*op cit*) considera que, para se construir uma parceria, as diferentes partes investem em seu próprio ser, tempo e saber, sendo dificultada a continuação do projeto quando pessoas engajadas saem antes da finalização de sua participação. Outros fatores intrínsecos a isto são a questão do tempo e a questão financeira. A primeira porque depende do ritmo de cada um dos parceiros, e a segunda porque está diretamente relacionada à logística material e financeira necessária para a execução do trabalho. Sendo assim, a contribuição financeira deve ser adequada às dimensões do projeto e ser flexível ao tempo (ritmo) do trabalho.

A elaboração da proposta de reestruturação do sistema de tratamento de esgoto da comunidade do Maruja, objetivo principal deste trabalho, contou com a participação de grupos representativos de diferentes setores, entre eles: a AMOMAR, representando a população local; a direção do Parque (instituição governamental); o

Instituto de Ecologia Aplicada (empresa privada) e o grupo Canteiro – Oficina de Construção (organização não governamental). Este capítulo relata os processos de envolvimento e articulação ocorridos entre pesquisadora e estes grupos ao longo do desenvolvimento do trabalho.

2 - OBJETIVOS

- Realizar discussões com diretores da AMOMAR, moradores da comunidade e diretor do PEIC sobre o diagnóstico; as vantagens e desvantagens das diversas alternativas de tratamento; e a alternativa de tratamento mais adequada à realidade local, indicada pela pesquisadora;
- formar um grupo de trabalho com alguns moradores da comunidade e representantes da AMOMAR para visitar a estação de tratamento da Comunidade de Serviços Emaús – Ubatuba;
- Elaborar um cadastro de todos os moradores contendo registro fotográfico, número de moradores permanentes, número de visitantes e número de fossas de cada residência, como subsídio à elaboração da proposta;
- Compor uma equipe técnica multidisciplinar para a elaboração do projeto de reestruturação do sistema de tratamento de esgoto da comunidade do Maruja;
- Esclarecer e definir as diferentes responsabilidades entre equipe técnica, AMOMAR e moradores, e direção do PEIC, nas etapas de elaboração do projeto e sua implantação, visando consolidar de forma efetiva os compromissos de todos para a viabilidade do projeto.

3 - MÉTODOS

Concomitante a fase de finalização do diagnóstico e estudos sobre alternativas de tratamento, foi marcada uma reunião com um técnico do Instituto de Ecologia Aplicada, empresa responsável pela implantação da estação de Emaús, para discutir a viabilidade de aplicação de sistemas combinados de alagados construídos na comunidade do Maruja. Foram discutidos aspectos referentes às características do local e a situação dos sistemas. Pelo fato do técnico já ter visitado a comunidade anteriormente a passeio, as contextualizações do local e do problema foram facilmente compreendidas, além de confirmada a possibilidade de utilização das técnicas naquela região. Foi discutido também a viabilidade da parceria da empresa para o dimensionamento dos sistemas de alagados construídos, em função de sua experiência prática neste ramo.

As reuniões para discutir as questões relativas ao saneamento com diretor do PEIC, AMOMAR e alguns moradores aconteceram basicamente em dois momentos. Inicialmente, foi apresentado o diagnóstico do problema através de uma reunião com o diretor do PEIC e conversas informais com alguns moradores / diretores da AMOMAR, utilizando instrumentos visuais como fotografias coloridas e gráficos de eficiência dos sistemas.

Nesta etapa, que aconteceu no início de agosto de 2003, também foi apresentada a alternativa de tratamento mais adequada à realidade do Maruja, os sistemas de alagados construídos, ressaltando a eficiência que esta técnica vem apresentando em alguns lugares do Brasil, inclusive na comunidade Emaús, de caráter semelhante a do Maruja. A partir disso foi fomentada a idéia de formação de um grupo para visitar a estação de tratamento da comunidade Emaús-Ubatuba -SP. Todos foram muito favoráveis e receptivos à proposta. O Parque cedeu combustível e um automóvel com motorista, e ficou a critério dos próprios moradores a escolha das pessoas que participariam da visita, já que muitos manifestaram interesse. O grupo consistiu em cinco pessoas além do motorista.

Antes de marcar a visita à Ubatuba, a pesquisadora consultou o grupo de profissionais da associação a qual faz parte, Canteiro – Oficina de Construção, sobre o interesse em participar da elaboração e execução de parte do projeto, referente à reestruturação das fossas sépticas e rede coletora, e atividades de envolvimento com moradores do Marujá. Esta associação é composta por biólogos e arquitetos com experiências de trabalhos em pequenas comunidades. A iniciativa para tal convite partiu do fato de que, para a aplicação de uma proposta que envolve aspectos sociais, biológicos, construtivos, entre outros, é necessário a reunião e integração de profissionais com experiências nas diferentes áreas visando a consolidação da base do projeto. Sendo assim, inicialmente optou-se por agregar à elaboração da proposta, além da direção do PEIC e dos próprios moradores do Maruja representados pela AMOMAR, o Instituto de Ecologia Aplicada e o grupo Canteiro – Oficina de Construção.

A partir da manifestação positiva dos novos participantes, a visita à comunidade de Emaús – Ubatuba ocorreu no dia 20 de outubro de 2003, comparecendo o grupo de moradores do Maruja e três biólogos e um arquiteto do grupo Canteiro, além da pesquisadora. O Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba cedeu alojamento para pernoite dos grupos. A visita à Comunidade Emaús ocorreu no período da tarde e foi conduzida pelo líder da comunidade – Sr. Jorge.

Após a visita, a pesquisadora realizou uma reunião com o grupo Canteiro para discutir a possibilidade de elaborar um projeto e encaminhá-lo a um pedido de financiamento à linha Petrobras Ambiental. Foi agendada a visita de alguns membros dessa associação à comunidade do Maruja.

O segundo momento de discussões sobre as questões do saneamento com diretor do PEIC e moradores ocorreu na comunidade do Maruja, a partir da repercussão da visita à Emaus. Para subsidiar a discussão, foram elaborados os seguintes materiais:

- um manual com textos e algumas ilustrações sobre: doenças de veiculação hídrica; a caracterização qualitativa de esgotos domésticos; parâmetros

químicos, físicos e biológicos de avaliação de um sistema de tratamento; aspectos da legislação relacionados aos recursos hídricos; a situação dos sistemas da comunidade do Marujá; vantagens e desvantagens das diversas alternativas de tratamento; motivos da indicação dos sistemas combinados de alagados construídos pela pesquisadora, seu funcionamento e operação; explicações sobre o processo de compostagem e orientações sobre como fazer uma composteira ;

- cartazes com ilustrações sobre doenças de veiculação hídrica, componentes do esgoto doméstico, técnicas de alagados construídos, aspectos construtivos e estações de tratamento que utilizam estes sistemas
- um pequeno panfleto com orientações simples de como fazer uma composteira visando entre outros fins o tratamento do lodo gerado nas fossas

A pesquisadora acompanhada por uma oceanógrafa especialista em Educação Ambiental, permaneceu no Marujá do dia 25 de novembro a 7 de dezembro de 2003, totalizando um período de 12 dias, para que os moradores se sentissem um pouco mais familiarizados com sua presença e para que as discussões acontecessem no ritmo de atividades da comunidade. Vale ressaltar que inicialmente, a pesquisadora havia programado um período maior, em torno de 21 dias para permanecer na comunidade, pois entendia que um trabalho de discussões que conta com a participação de moradores se daria através de um processo lento, que envolve respeito ao cotidiano local e estabelecimento de relações amigáveis e de certa confiabilidade. Entretanto, o processo foi um pouco mais rápido do que o esperado, sendo o período de permanência suficiente para os encaminhamentos necessários. Neste período ocorreram duas reuniões com representantes da AMOMAR: a primeira no dia 27 de novembro, no galpão de um dos moradores e a segunda no dia 3 de dezembro no centro de visitantes que também é alojamento do PEIC na comunidade.

No primeiro encontro participaram 8 representantes da AMOMAR. A reunião consistiu em uma breve apresentação pela pesquisadora dos objetivos de sua

estadia, já que a sessão havia sido marcada anteriormente à sua chegada, para fins de discussão de assuntos relacionados à AMOMAR.

A segunda reunião foi marcada pela AMOMAR, especialmente para tratar as questões relativas ao saneamento. Apenas 6 de 12 diretores da AMOMAR participaram. Nesta reunião foram apresentados todos os materiais elaborados, além de livros científicos sobre tratamento de esgotos, áreas alagadas construídas e revistas em quadrinhos sobre doenças de veiculação hídrica e macrófitas aquáticas. Além dos esclarecimentos, foram discutidos aspectos referentes à participação dos moradores na implantação da proposta, o caráter multidisciplinar da equipe técnica, a função de cada grupo no projeto, e as etapas de desenvolvimento do projeto. Os encaminhamentos decididos nesta reunião são descritos no item 4.3.

Nos dias 3, 4 e 5 de dezembro de 2003, a pesquisadora e sua ajudante passaram em todas as casas de moradores da comunidade para realizar um cadastro que contemplasse o número de moradores permanentes, número de visitantes que cada residência abrigava, tamanho e número de fossas e caixas de gordura. O cadastro foi feito através de registro fotográfico e entrevistas inteiramente estruturadas (VIERTLER, 2002) contendo seis perguntas diretas. No dia 3 o Sr. Ezequiel, presidente da AMOMAR, acompanhou as pesquisadoras no cadastramento para facilitar o contato com os entrevistados.

No dia 6 de dezembro de 2003, sábado à tarde, foi montada uma exposição no centro de visitantes com os mesmos materiais apresentados na reunião, com o objetivo de esclarecer aos demais moradores sobre o que havia sido discutido com os representantes da AMOMAR. As pesquisadoras passaram novamente na casa de todos os moradores para convidá-los pessoalmente, entregando-lhes o panfleto sobre a composteira, com a data e hora do evento. A pesquisadora forneceu explicações básicas sobre o processo de compostagem, orientações sobre a montagem de uma composteira e o procedimento de tratamento do lodo das fossas na mesma.

No dia 7 de dezembro de 2003 alguns membros da associação Canteiro - dois biólogos, dois arquitetos e uma socióloga foram até o Maruja para conhecer a

comunidade e realizar medições de algumas estruturas para subsidiar a elaboração do projeto técnico. No fim deste mesmo dia, foi realizada uma reunião em Cananéia entre este grupo, a pesquisadora e o diretor do PEIC, para relatar as experiências vivenciadas na comunidade e articular a parceria do Parque na elaboração e execução do Projeto. Os encaminhamentos desta reunião são descritos no item 4.6.

Cerca de uma semana após o retorno da pesquisadora para São Carlos, foram realizadas algumas reuniões com o grupo Canteiro para discutir aspectos relacionados a elaboração do projeto, e uma reunião entre pesquisadora, alguns membros do Canteiro e diretor do Instituto de Ecologia Aplicada para delimitar as funções de cada entidade no projeto.

Durante a elaboração do projeto, foi realizada uma reunião com alguns representantes da AMOMAR no início de janeiro de 2004 para informar sobre o andamento do projeto e acertar alguns detalhes finais.

Em março de 2004 após o envio do projeto à Petrobras, a pesquisadora retornou à comunidade para realizar mais uma reunião com membros da AMOMAR para entregar a versão final do projeto. Nesta época também foi feita uma apresentação do projeto numa reunião do Comitê de Apoio à Gestão do Parque, em Cananéia, que contava com 2 representações das comunidades tradicionais, o diretor do Parque, representantes do Instituto de Pesca, da Colônia de Pescadores, da Prefeitura e Câmara de Cananéia, Polícia Ambiental, de uma ONG ambientalista, da Secretaria da Educação, da Associação Comercial de Cananéia e da Associação de Monitores Ambientais de Cananéia (AMOAMCA).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – 1ª Fase de Discussões: Apresentação do Diagnóstico

Os resultados obtidos no diagnóstico, apresentados ao diretor do PEIC e a alguns membros da AMOMAR, não causaram muito espanto, pois o convívio diário com a situação problemática foi apenas traduzido em fotografias e gráficos. Foi possível perceber, principalmente por parte dos membros da AMOMAR, uma reafirmação do sentimento de indignação com o modo pelo qual o sistema foi implantado.

4.2 – Visita a Comunidade de Serviços Emaús – Ubatuba - SP

Em Emaús, Sr. Jorge através de sua hospitalidade, mostrou toda a comunidade aos visitantes, explicando detalhadamente o processo de construção de cada estrutura e o modo de funcionamento do vilarejo. Os grupos Canteiro e Maruja conheceram a estação de tratamento de esgoto, a composteira, a horta comunitária, a pocilga, a marcenaria-escola ainda em obras, algumas casas em construção, os galpões de reforma de móveis usados, a escola, a pequena loja de roupas usadas/reformadas (figuras 40 a 43).

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Fig. 40: Sr. Jorge dando explicações iniciais sobre a comunidade

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Fig. 41: Grupos observando a horta da comunidade

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Figuras 42 e 43: Sr. Jorge mostrando o sistemas de alagados construídos ao Grupo Maruja e Grupo Canteiro

O grupo Maruja, com exceção de um morador que não fazia parte da direção da AMOMAR, dispersou-se em vários momentos ao longo da visita, sem demonstrar muita atenção nas explicações do Sr. Jorge. Sem fazer muitas perguntas ou comentários, caminhavam em duplas ou trios em direções opostas, observando tudo e conversando em voz baixa. Próximo aos galpões em construção, onde havia uma

certa quantidade de entulho, comentavam: *"Nossa, como tem lixo aqui né!... Lá no Maruja não é assim."* Na estação de tratamento também não acompanharam atentamente as explicações, fazendo perguntas sobre coisas que haviam sido comentadas poucos minutos antes. O motorista do parque ficou encarregado de tirar fotografias. Apenas um morador do grupo caminhava sempre próximo ao Sr. Jorge, acompanhando todas as explicações e manifestando muita curiosidade sobre o modo de vida daquela população.

O grupo Canteiro apreciou muito as relações da comunidade de convívio social com base na cooperação, explicadas pelo sr. Jorge. A visualização dos frutos de tais relações (a estação de tratamento, a horta comunitária, a escola, etc.) despertou um interesse crescente no grupo ao longo da visita, manifestado em perguntas, comentários e algumas sugestões que foram muito bem recebidas e respondidas pelo Sr. Jorge.

A visita durou a cerca de três horas e quarenta minutos, ocupando todo o período da tarde. Ao sair de Emaús, o grupo Maruja não fez muitos comentários sobre a visita, somente que gostaram e acharam interessante, mas sem demonstrar muito entusiasmo. A pedido de um dos membros da AMOMAR que fazia parte do grupo, a pesquisadora havia agendado para o dia seguinte uma visita a comunidade de Camburi, composta por caiçaras e remanescentes de quilombos, conhecida dos moradores do Maruja. Entretanto, os demais visitantes do grupo Maruja desistiram da visita, optando por ir embora e pernoitar no município de Caraguatatuba. Em função disto não houve maior integração entre os grupos Canteiro e Maruja.

Passados alguns dias, a pesquisadora entrou em contato com a direção do Parque para saber a repercussão da visita. A resposta não foi muito positiva, já que o Grupo Maruja, segundo o diretor do PEIC, não havia gostado muito da estação por detectarem algumas "falhas operacionais" e em função disto gostariam de conhecer outros tipos de sistemas como a fossa biodigestora desenvolvida pela EMBRAPA.

O comportamento do grupo Maruja durante a visita, e seus comentários finais foram encarados pela pesquisadora como manifestações decorrentes dos seguintes motivos:

(i) análise comparativa do modo de vida e organização social das comunidades, pois em Emaús são pessoas marginalizadas que através de mecanismos de cooperação conseguiram uma série de benfeitorias melhorando suas condições de vida, e no Maruja, são pessoas que tiveram parte de seus hábitos culturais proibidos pela legislação ambiental, encontrando no turismo uma forma de sobrevivência, através de mecanismos competitivos;

(ii) desconfiança e apreensão a respeito da eficiência da tecnologia, já que os moradores do Maruja só encontraram problemas com o tipo de sistema implantado em sua comunidade e por isso se tornaram receosos à aplicação de qualquer tipo de tecnologia;

(iii) na comunidade do Maruja, a falta de envolvimento dos moradores nos processos de discussão e implantação das estações de tratamento, não proporcionou-lhes conhecimento e informação sobre o funcionamento e operação, tornando-os impunes e inaptos à resolução dos problemas. O contrário aconteceu em Emaús, onde o acompanhamento técnico em todo o processo de implantação foi permeado de discussões e experimentos realizados por equipe técnica e moradores da comunidade, tornando-os bons conhecedores do funcionamento e operação do sistema. Sendo assim, foi possível perceber uma certa desconfiança pelos moradores do Maruja ao se depararem com a desenvoltura de uma pessoa aparentemente muito simples dando uma série de informações e explicações técnicas a respeito do funcionamento da estação e da própria comunidade.

4.3 – 2ª Fase de discussões: mais esclarecimentos

Apesar da repercussão de certa forma negativa da visita a Emaús, pesquisadora encontrou grande receptividade no seu retorno ao Maruja. Na primeira

reunião com AMOMAR, informou o propósito da visita e mostrou alguns materiais (fotografias, manual), que despertaram bastante curiosidade nos participantes, manifestada por perguntas diversas. Em função da quantidade de material e do tempo necessário para realizar os esclarecimentos, optou-se por marcar uma reunião para discutir somente os assuntos relativos ao saneamento .

Nesta segunda reunião, que aconteceu no centro de visitantes, os cartazes foram colocados na parede e o restante dos materiais (livros, revistas, manual, panfletos) sobre a mesa, em torno da qual os moradores/membros da AMOMAR (seis pessoas) sentaram-se em semi-circulo (figuras 44 e 45). Inicialmente a pesquisadora explicou o cartaz que trazia informações sobre a caracterização qualitativa de esgotos domésticos e parâmetros de avaliação de um sistema de tratamento (figura 46). Logo em seguida, passou para o cartaz sobre doenças de veiculação hídrica, mencionando os diferentes tipos de ciclos e sintomas das doenças (figura 47). Neste momento foi chamada a atenção para o fato das crianças nadarem em um trecho do canal onde há lançamento de esgoto, levantando a hipótese de que os sintomas de febre, náusea e diarreia manifestados naquele período pelo filho de um dos moradores poderiam estar relacionados a isso, mas esta hipótese foi desconsiderada pelos moradores.

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Figuras 44 e 45: cartazes sobre saneamento dispostos na parede e reunião com representantes da AMOMAR

Figura 46: Cartaz com informações sobre a caracterização de esgotos domésticos

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Figura 47: Cartaz com informações sobre doenças de veiculação hídrica

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

A pesquisadora passou a falar sobre a alternativa de tratamento que considerava mais indicada para a comunidade, deixando bem claro que esta indicação foi baseada em uma ampla pesquisa bibliográfica que havia feito a respeito das vantagens e desvantagens de cada alternativa de tratamento, inclusive a fossa biodigestora da EMBRAPA. A pesquisadora fez questão de lembrar que tudo isso fazia parte de uma dissertação de mestrado, financiada por um órgão público, e que,

portanto não possuía um caráter mercadológico/comercial de venda de produtos. Foram mostrados diversos materiais ilustrativos com esquemas, tabelas de eficiência e custos sobre as técnicas. Com relação à fossa da EMBRAPA, a pesquisadora colocou que sua limitação de uso na comunidade do Maruja estava atrelada ao fato de que sua eficiência dependia da adição periódica de uma mistura contendo esterco de gado, o que seria extremamente difícil de conseguir na Ilha. Além disso, seu dimensionamento é voltado para pequenas unidades familiares (cerca de 5 pessoas) não suportando variações abruptas de carga.

Os participantes da reunião ouviam as explicações, mas não faziam muitos comentários. O auge da discussão ocorreu com as explicações sobre os sistemas combinados de alagados construídos, com perguntas sobre o funcionamento e eficiência do sistema. Foi mostrado um cartaz com desenhos esquemáticos de cada técnica (figura 48) e a partir disso surgiram perguntas sobre os tipos de plantas que poderiam ser utilizados; se não havia a possibilidade de contaminação das plantas por fungos ou bactérias; se o sabonete, o detergente e o desinfetante poderiam causar danos aos microorganismos e plantas de forma a prejudicar a eficiência do sistema, sobre a operação dos sistemas e o período de pousio, e finalmente: "*Mas esse sistema aí funciona mesmo?!?*". Esta última questão é claramente um reflexo da experiência negativa dos sistemas implantados no Marujá, e para respondê-la foi argumentado que a eficiência deste tipo de técnica depende parte do dimensionamento e cuidados na construção, e parte do manejo e operação.

Figura 48: Cartaz com esquemas de técnicas de alagados construídos

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Para maior esclarecimento, foi utilizado um cartaz com ilustrações de cada passo do aspecto construtivo (figura 49) e um cartaz com estações de tratamento que utilizam as técnicas de alagados construídos (figura 50). Neste último cartaz havia algumas fotos da estação de Emaús, o que permitiu fazer uma recapitulação da visita. Neste momento, não houve nenhuma crítica ou comentário negativo a respeito da estação e sim esclarecimentos sobre alguns aspectos que ficaram duvidosos, como a profundidade dos canais e a função da área de armazenamento.

Figura 49: Cartaz com fotos sobre os aspectos construtivos

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

Figura 50: Cartaz com fotos de ETEs que utilizam técnicas de alagados construídos

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

A pesquisadora explicou que estas e outras informações estavam contidas no manual elaborado. Pelo fato de o manual consistir em um compêndio de todas as informações coletadas durante o trabalho até aquele momento, a linguagem textual ainda permanecia carregada de termos técnicos e científicos decorrentes da literatura consultada e da própria formação acadêmica. A pesquisadora desculpou-se por este estilo de linguagem, propondo a idéia de reformulação deste manual para uma linguagem mais adequada e mais ilustrativa, colocando que para tanto seria necessário o auxílio tanto dos próprios moradores locais como de alguns profissionais com experiências neste tipo de trabalho (desenhos, diagramação, etc.).

Vale ressaltar que apesar da forma de linguagem ser distante da realidade local, isto favoreceu o reconhecimento e respeito dos moradores à sua posição de pesquisadora científica, já que tratava-se de uma mulher, que não é nativa da comunidade, mais jovem do que a maioria dos participantes da reunião (todos homens), tentando unir esforços para a resolução de um problema local. Entretanto, a pesquisadora acredita que a reformulação do manual por um grupo diversificado, composto por agentes externos e moradores locais, contribui para a minimização das diferenças existentes entre os grupos, além de produzir um instrumento que auxilie o processo de consolidação do envolvimento comunitário na manutenção das estações. Uma experiência de caráter semelhante é relatada por Brandão (1989) ao elaborar duas versões para o relatório de seu trabalho, denominado "O Meio do Grito" : uma versão foi dirigida aos agentes externos e a outra foi elaborada com a participação dos lavradores locais diretamente para eles, de forma a retornar aos grupos de onde surgiu.

Foi discutido durante a reunião, que para tentar garantir o sucesso, o bom funcionamento e eficiência dos novos sistemas, a proposta de reestruturação a ser encaminhada deveria ter dois cernes principais: o envolvimento comunitário em todas as etapas de implantação do projeto, e os aspectos construtivos referentes à tecnologia a ser utilizada. Para tanto, a pesquisadora informou que seria necessário a

composição de uma equipe técnica com especialistas em diferentes áreas, mencionando novamente o grupo Canteiro e o Instituto de Ecologia Aplicada.

Com relação ao envolvimento comunitário, foi discutida a necessidade de oficinas e cursos integrando equipe técnica e moradores, para construir de forma participativa todos os detalhes do projeto técnico executivo (locais de implantação, materiais utilizados, mão de obra, etc.). Também foi discutida a idéia de, inicialmente, reestruturar todas as fossas sépticas e caixas de gordura (medida de caráter urgente) e implantar o sistema combinado de alagados construídos em apenas uma unidade, consistindo em um piloto em escala real, para que os moradores pudessem acompanhar o aspecto construtivo e operar e monitorar a unidade por um ano, tornando-os conscientes do funcionamento e manejo do sistema, e para que eventuais adequações pudessem ser realizadas. Após um ano de monitoramento, as demais unidades seriam implantadas. Os moradores participantes da reunião questionaram a necessidade de esperar um ano para reestruturar os demais sistemas. A pesquisadora argumentou que esta etapa seria importante para consolidar o envolvimento dos moradores nos processos construtivos e operacionais, tornando-os bons conhecedores do sistema como um todo. Além disso, a pesquisadora lembrou que os sistemas existentes na comunidade foram construídos às pressas, sem discussão, apoio técnico e monitoramento, resultando na problemática atual. Ficou a critério dos moradores escolher a unidade que seria a piloto, com a sugestão da pesquisadora de reestruturar aquela que vinha apresentando mais problemas e que causava mais risco à saúde por lançar os dejetos no local de lazer das crianças da comunidade.

Com relação aos aspectos construtivos foi de comum acordo que os próprios moradores fossem a mão de obra local, de preferência remunerada. A pesquisadora informou que o Instituto de Ecologia Aplicada (IEA) - empresa que faria o dimensionamento do sistema de alagados construídos - possuía vasta experiência no ramo, e que a associação Canteiro faria o dimensionamento para a reestruturação das fossas e estruturação de atividades de envolvimento comunitário. Com relação

aos beneficiários do sistema, os moradores participantes da reunião, e posteriormente o diretor do PEIC, enfatizaram que somente poderiam usufruir da reestruturação os moradores nativos da Ilha. As residências de pessoas não nativas, mesmo sendo moradores permanentes, deveriam tratar o esgoto de forma independente, ou então sair da comunidade. A pesquisadora contra-argumentou que sendo uma questão de saúde pública, todos teriam direito, mas os moradores colocaram que dessa forma a presença destes “turistas” seria legitimada e isso seria contrário a legislação ambiental e contra a vontade deles. Para evitar maiores conflitos a pesquisadora decidiu continuar a reunião e retomar este assunto em outro momento.

Ao final da reunião, a pesquisadora apresentou a possibilidade de envio do projeto a linha de financiamento da Petrobras. Os moradores participantes concordaram que a pesquisadora redigisse o projeto com auxílio de sua orientadora, do Instituto de Ecologia Aplicada e do grupo Canteiro, constituindo assim uma equipe multidisciplinar.

Foi discutida também a intenção de montar uma palestra para os demais moradores, com todos os materiais produzidos e os resultados desta reunião. Entretanto, os participantes, por sua própria experiência e convívio com os demais, acharam que pouquíssimos moradores iriam comparecer, então sugeriram a montagem da exposição com a permanência da pesquisadora no local para esclarecer as dúvidas.

A reunião foi encerrada com uma atmosfera mais animadora e esperançosa por parte de todos, em função do grau de discussão atingido.

Os materiais elaborados (cartazes, manual,etc) ficaram na comunidade.

4.4 – Cadastro dos moradores

A presença do sr. Ezequiel no primeiro dia de cadastramento foi de grande auxílio para a receptividade da pesquisa pelos moradores, principalmente aqueles que residiam mais distante do centro da vila. É possível considerar que sua presença foi

facilitadora do contato inicial com estas pessoas, porque sendo a Ilha do Cardoso considerada uma Reserva da Biosfera e a população local representante da cultura caiçara, têm sido cada vez maior o número de pesquisadores e trabalhos desenvolvidos na região. Em função disto, as “populações pesquisadas”, como colocado por Le BOTERF (1999), estão muitas vezes cansadas de entrevistas sem conseqüências e de diferentes estudos após os quais não surgem resultados ou ações de retorno.

Foram cadastradas 48 residências (figura 51), correspondentes a um total de 145 moradores permanentes e 932 turistas.

Figura 51: Cadastramento dos moradores e da estrutura sanitária de suas casas.

Foto: Beccato, M.A.B. (2003)

A figura 52 ilustra a porcentagem dos tipos de fossas encontradas na comunidade. Entende-se por fossas redondas aquelas ilustradas na figura 11 do capítulo 2, com capacidade para cerca de 200L. As fossas quadradas geralmente apresentam um dimensionamento maior, permitindo maior capacidade de armazenamento.

Fig. 52: tipos de fossas encontradas no cadastramento da comunidade do Maruja.

Com relação as 48 casas cadastradas, apenas 8 (16,6%) possuíam somente fossas maiores, construídas de alvenaria; as demais apresentam ou uma combinação de uma fossa redonda e uma de alvenaria, ou somente a fossa redonda.

Cerca de 21 residências (43,75%) não possuem caixa de gordura, sendo os rejeitos da pia da cozinha misturados diretamente nas fossas.

Estes números confirmam a necessidade urgente de reestruturação de fossas e caixas de gordura de todas as residências da comunidade. Sendo assim, a função mais importante deste cadastramento foi à elaboração de uma lista atualizada com o número de moradores permanentes e visitantes que cada família recebe, para que a partir disso o grupo Canteiro pudesse dimensionar fossas sépticas e caixas de gordura no tamanho adequado para cada família. O processo deste dimensionamento será descrito no capítulo seis.

4.5 – Exposição

Ao passar novamente na casa de todos os moradores, a receptividade foi maior. Muitas pessoas, principalmente as mulheres donas-de-casa, expressaram

entusiasmo com a idéia da exposição, com o horário que ela ocorreria (das 14:00 às 17:00), e levariam seus filhos.

Infelizmente, nenhum morador apareceu, comparecendo apenas alguns turistas que foram conhecer o centro de visitantes. Isto não causou muita surpresa à pesquisadora, pois sabia que o assunto não era muito atrativo e também porque não havia tanta proximidade em seu contato com os demais moradores. Segundo ARGUMEDO (1987), o processo de reflexão e participação é demorado, e por isso é indispensável gerar oportunidades para que ele se manifeste.

Com relação às explicações sobre a composteira, um aspecto positivo foi que, ao retornar à comunidade cerca de dois meses depois, uma moradora havia feito duas pequenas composteiras em seu jardim, e fez questão de mostrá-las à pesquisadora, pois já havia plantado algumas sementes de diferentes tipos de plantas na própria composteira, que brotaram tornando-se mudas resistentes.

A felicidade foi tamanha, pois ao menos uma pessoa já havia se apropriado da idéia.

4.6 – Ida do Grupo Canteiro e reunião com diretor do Parque.

Os membros da grupo Canteiro que foram até o Marujá, passaram pouco tempo (apenas um dia) na comunidade, mas foi suficiente, através das explicações da pesquisadora, para se ter uma idéia do lugar. Foi feito um ligeiro mapeamento da área que seria destinada à unidade piloto e das casas que estariam envolvidas, também para se ter uma idéia da disposição daquele núcleo de residências. Em função do tempo chuvoso e curto período de tempo, não houve muita integração entre moradores e grupo.

Em Cananéia, na reunião com diretor do PEIC, a pesquisadora apresentou o grupo Canteiro e relatou sua experiência na comunidade. Foi discutida a possibilidade de envio de uma proposta à linha de financiamento da Petrobras e que para tanto o projeto deveria ser escrito por uma equipe multidisciplinar, sob coordenação da

pesquisadora. O diretor do PEIC se prontificou a ajudar no que fosse preciso, disponibilizando alguns itens como contra-partida, e sugeriu que a própria AMOMAR fosse a ONG proponente, para que os próprios moradores se sentissem mais responsáveis e vinculados ao projeto. Todos aprovaram a idéia e ficou combinado que no próximo retorno da pesquisadora, quando parte do projeto já estivesse redigida, seria discutido com a AMOMAR sobre a possibilidade dela ser a ONG proponente.

4.7 – Reuniões com o grupo Canteiro, Instituto de Ecologia Aplicada, AMOMAR e Comitê de Apoio à Gestão do Parque.

O processo de discussão com o grupo Canteiro foi bastante tranqüilo. Na época o grupo era constituído por 9 integrantes: quatro biólogas (entre elas a pesquisadora) e cinco arquitetos, sendo alguns dos pontos em comum a experiência em trabalhos com pequenas comunidades - tradicionais, carentes, assentamentos ou de caráter semelhante, e a vontade de continuar realizando trabalhos nestas comunidades, buscando sempre o desenvolvimento de discussões políticas e trocas de conhecimentos para embasar as ações transformadoras. Em função disto, houve muito entusiasmo e cooperação entre os integrantes na divisão de tarefas para a elaboração do projeto, dentro de suas possibilidades. Ficou a cargo da pesquisadora a redação de parte do texto, a centralização dos dados e documentos, a busca de novas parcerias e a responsabilidade de ser a representante do projeto junto à instituição financiadora, no caso a Petrobras.

A reunião entre membros do grupo Canteiro e Instituto de Ecologia Aplicada também foi conduzida de forma tranqüila, ficando a cargo deste último fornecer alguns dados referentes ao orçamento do dimensionamento e material de construção dos sistemas combinados de alagados construídos.

Na reunião com representantes da AMOMAR participaram também alguns estagiários do Parque e monitores ambientais vinculados a Associação de Monitores

Ambientais de Cananéia - AMOAMCA. Foi explicado o andamento da elaboração do projeto e uma previsão orçamentária. Foi discutido também a possibilidade de a própria AMOMAR ser a ONG proponente, colocando que a importância e vantagens desta posição estariam na consolidação do compromisso dos moradores com a execução da proposta, e do esclarecimento junto à instituição financiadora de que tal projeto foi decorrente da busca da solução de um problema local pelos próprios moradores. Os moradores foram favoráveis à proposta e se prontificaram a fornecer os documentos necessários. Logo após a reunião, a pesquisadora conversou com representantes da AMOAMCA sobre a possibilidade desta associação ser parceira do projeto, através da divulgação do mesmo junto aos turistas, pois a Petrobras exigia um amplo programa de divulgação. A idéia foi muito bem recebida estabelecendo-se aí mais uma parceria.

Após o envio do projeto, este foi apresentado ao Comitê de Apoio A Gestão do Parque (figura 53). Nesta reunião, a pesquisadora explicou o objetivo principal do projeto, todas as etapas e atividades previstas, e os parceiros envolvidos. O diretor do Parque iniciou a discussão colocando sua preocupação em relação ao valor do projeto (em torno de um milhão de reais). A pesquisadora justificou a quantia informando que o projeto estava bem completo, envolvendo atividades de envolvimento comunitário (cursos e oficinas); reestruturação e implantação de toda a rede coletora, fossas sépticas, caixas de gordura e sistemas combinados de alagados construídos; monitoramento e análise da eficiência da estação piloto; entre outros aspectos. Explicou também que alguns custos em relação a material de construção foram estimados porque não havia sido feito um projeto técnico executivo, já que para tal seria necessário a disponibilização de uma quantia mínima de recursos financeiros. Além disso, a localização da comunidade tornava-se um agravante tanto para o transporte terrestre como para o transporte aquático. Comentou que uma parte do orçamento estava relacionada ao programa de divulgação, e que qualquer tipo de trabalho (equipe técnica, coordenação local e geral, mão de obra, etc) seria remunerado de forma justa. Finalmente, a pesquisadora informou que o montante

disponível pela instituição financiadora, até três milhões de reais por projeto, permitia que fosse elaborado com todo o cuidado para que não faltasse nada, tanto em termos de material como de acessoria técnica, ao contrário do que havia acontecido anteriormente. Foi discutida a possibilidade de extensão do projeto às outras comunidades do PEIC, tanto para facilitar o processo de consecução de financiamento para infra-estrutura de saneamento nestas comunidades, como para tentar diminuir os conflitos entre elas. Ao fim da apresentação/discussão, os participantes desta reunião estavam bastante favoráveis à proposta, parabenizando a pesquisadora pelo trabalho e reconhecendo seus esforços através de manifestações de agradecimentos.

Foto: Franzé (2004)

Figura 53: Pesquisadora apresentando o projeto elaborado na reunião do Comitê.

A última reunião com membros da AMOMAR, realizada posteriormente à reunião com o Comitê, foi um pouco conturbada. O valor total do projeto, que atingiu a casa dos milhares, causou um certo receio aos membros da AMOMAR. Nesta reunião, que aconteceu no centro de visitantes da comunidade do Maruja, compareceram os doze dirigentes da Associação e alguns moradores da comunidade.

A pesquisadora iniciou recapitulando todo o trabalho desenvolvido desde a fase do diagnóstico até aquele momento, pois alguns dos presentes não haviam participado das reuniões anteriores. Explicou todas as etapas e atividades previstas no projeto, comentando os custos envolvidos em torno dos dois cerne principais: o envolvimento comunitário e os aspectos construtivos. As justificativas relacionadas aos custos argumentadas na reunião do Comitê foram repetidas novamente.

Um dos participantes da reunião colocou que havia ficado preocupado com o valor do projeto (em torno de um milhão de reais) pelo fato de a comunidade ser pequena e a AMOMAR nunca ter lidado com um montante assim, e que tal fato pudesse causar uma impressão negativa à respeito do caráter da Associação junto à instituição financiadora. A pesquisadora respondeu com argumentação de que o projeto beneficiaria não só os 170 moradores da comunidade, mas os 15.000 turistas que circulam no parque anualmente, além do fato de contribuir para a preservação da biodiversidade, de valor inestimável numa Reserva da Biosfera. Além disso, a pesquisadora argumentou que tratava-se de um trabalho bem feito de implantação de uma infra-estrutura em uma comunidade de difícil acesso, e que também era responsável pela administração do projeto pois seu nome estava envolvido como representante do mesmo. Portanto, nesse sentido o gerenciamento deveria ocorrer da forma mais transparente e responsável possível, com auxílio de contador especializado.

Os demais participantes da reunião escutavam atentamente concordando com as exposições colocadas pela pesquisadora. Entretanto, em determinado momento um morador se manifestou com uma certa irritação: *“Não, tá muito alto esse valor. Como que a gente abre a comunidade pra uma multinacional desse tamanho, e o quê que eles vão querer em troca da gente. Eu não to entendendo vocês, antes tava todo mundo achando muito alto, um absurdo, a gente até se reuniu pra falar sobre isso e agora tá tudo bem?!?...”* Este foi o momento de maior tensão da reunião, onde a pesquisadora percebeu que os moradores souberam do valor do projeto anteriormente a sua chegada, através da direção do parque, e que já haviam se

reunido para discutir o assunto. Entretanto, os próprios moradores começaram a defender o projeto - e a pesquisadora - colocando que inicialmente eles haviam achado o valor alto por que não sabiam de tudo o que se tratava, mas com os esclarecimentos foi possível entender os custos de cada etapa. A pesquisadora também colocou que caso fosse aprovado, haveria um contrato para ser analisado antes de ser assinado e, portanto ninguém iria se submeter a atitudes indesejadas. Após um certo período de discussão os ânimos se acalmaram.

Ao final da reunião, os moradores fizeram questão de agradecer os esforços realizados pela pesquisadora e o fato dela ter se disposto a trabalhar na comunidade para ajudar na resolução de um problema local.

Este momento mais conflitante de discussão corrobora com o que Le BOTERF (1999) coloca sobre o retorno - *feedback* - dos resultados de uma pesquisa, que além de estimular a capacidade de análise, organização e ação de um grupo, é um espaço de conflitos, relações de força e local de manifestações de todos os agentes implicados. Sendo assim este tipo de procedimento é muito positivo para o andamento da pesquisa, pois permite um maior conhecimento sobre a postura dos participantes em relação aos problemas e a alguns conflitos internos, de forma a trazer mais elementos para a definição das estratégias a serem tomadas na pesquisa.

5- ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE ENVOLVIMENTO DOS GRUPOS

De acordo com ANDALOUSSI (2004), em pesquisas que envolvem a participação de grupos em torno de um problema, é possível analisar a situação para trazer um auxílio, esclarecer o significado do comportamento dos diferentes parceiros, e reduzir as divergências entre os participantes para que alcancem objetivos comuns.

Este procedimento é convergente com a dimensão de *contrato* relacionada à pesquisa-ação integral (André Morin *apud* ANDALOUSSI *op cit*), onde o contrato é o

fator de ligação entre os diferentes participantes, e se dá através da negociação e do diálogo permanente, visando garantir um acordo deliberado. Nesse caso, a função de cada participante é claramente definida, de forma a adaptar-se ao contorno da realidade vivida. Dessa forma, as posições e a linguagem a serem adotados refletirão as significações ideológicas e facilitarão o envolvimento dos participantes no trabalho.

Segundo THIOLENT (2002), na linha da pesquisa-ação, os pesquisadores desempenham um papel ativo na formulação dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas, mas sem substituir a atividade própria dos grupos participantes e suas propostas. Os aspectos argumentativos ou de discussão entre os grupos participantes ocorrem em diversos momentos, desde a exposição do problema, nas explicações ou soluções indicadas pelos pesquisadores, na escolha dos meios de ação a serem implantados, e nas avaliações dos resultados da pesquisa e da ação desencadeada.

Estes processos de discussões e questionamentos ocorreram nas diversas reuniões realizadas neste trabalho, de forma produtiva para o andamento do mesmo, pois cuidados com posturas estratégicas foram tomados pela pesquisadora a partir da repercussão de cada reunião. Sendo assim, é possível reafirmar que a busca constante do processo de integração entre diferentes grupos participantes da pesquisa é de suma importância para a consolidação da ação transformadora.

Segundo Le BOTERF (1999), esta ação é uma fonte de conhecimentos e de novas hipóteses que se desenvolvem em um processo permanente de estudo, reflexão e transformação da realidade. Em suas reflexões sobre a pesquisa-participante, indaga sobre qual seria o ponto de equilíbrio entre os níveis de intervenção da pesquisa e a iniciativa espontânea dos pesquisados, já que considera que o excesso de intervenção por parte dos investigadores pode se tornar um obstáculo à capacidade de iniciativa dos pesquisados, tornando-os passivos em relação às ações, e que a ausência total de pesquisadores pode permitir que os pesquisados estejam mais susceptíveis à dominação por grupos que atuam sem o mínimo de rigor científico.

Segundo THIOLENT (1999), em pesquisas que contam com o envolvimento de grupos, a interpretação teórica é praticada pelos especialistas, mas não deve ser monopolizada por eles, pois deve ser constantemente submetida ao entendimento dos grupos implicados, os quais as sugestões devem ser levadas em consideração.

No caso deste trabalho, com relação a esta afirmação de THIOLENT, entende-se como “grupo implicado” os moradores da comunidade, que serão os principais beneficiários da ação concreta (implantação do sistema de tratamento de esgoto). Entretanto, entende-se por “especialistas” todos aqueles que estão envolvidos na resolução do problema (pesquisadora, moradores da comunidade, direção do Parque, ONG, empresa privada), cada qual conhecedor de determinado assunto: pesquisadora é responsável pela reunião de elementos necessários para a elaboração da proposta e pela condução do processo de envolvimento dos grupos na solução do problema, moradores locais são especialistas em práticas de manejo de recursos da realidade local, empresa e ONG especialistas nas atividades a que se propõe executar, direção do Parque especialista em medidas organizativas e burocráticas inerentes ao gerenciamento de uma unidade de conservação.

Nesse sentido, entende-se que todos os grupos podem contribuir para a resolução do problema através de seus conhecimentos, sejam eles de caráter científico, técnico, popular. Acredita-se que todos têm possibilidades de produzir novos conhecimentos, mediante a um processo de discussões e trocas de informações através da integração e envolvimento. Segundo BRANDÃO (1999), todo o processo de produção de conhecimento inerente a uma ação transformadora deve ser uma “empreitada” comum, que em um mesmo trabalho comprometa todos os grupos envolvidos, através de um movimento dinâmico de pesquisar e educar (FREIRE, 1989).

A priorização do envolvimento dos grupos, principalmente dos moradores locais, em cada etapa de desenvolvimento do projeto (elaboração e implantação), permite que as chances de sucesso da proposta sejam maiores, assim como a consolidação dos processos de manutenção da mesma, pois através da construção

coletiva do conhecimento, aumentam-se as condições para apropriação da idéia e conseqüentemente sua defesa por parte de todos os participantes. Tal medida é convergente com uma das características da “ação pesquisa participativa” proposta por Lewin⁵, descrita em ANDALOUSSI (2004, p.76): “a ação pesquisa participativa supõe que os membros da comunidade a serem ajudados estejam implicados no processo de pesquisa desde o início. Assim poderão participar da realização de cada etapa prevista e implicar-se na totalidade do programa proposto”. O autor coloca que este tipo de trabalho é mais adequado a resolver problemas locais que poderão mais tarde servir de exemplos em outras comunidades.

Um outro aspecto a ser considerado é relacionado ao processo organizativo dos moradores para a operação e manutenção dos sistemas de tratamento. A compreensão pelos moradores locais de que as estações de tratamento são um bem comum que trata um recurso comum (a água), e seu envolvimento nas atividades de manutenção das estações, poderão estimular o estabelecimento de um “regime de propriedade comum” (Mc KEAN & OSTROM, 2001)⁶, através da criação de direitos e responsabilidades aos usuários dos sistemas de tratamento. Segundo BEGOSSSI (2001) a utilização dos recursos naturais por comunidades caiçaras seguem regras locais específicas, sendo o grau de organização para as tomadas de decisão em relação às demandas (pesca e agricultura) ou disputas, extremamente variável entre as comunidades. No caso das estações de tratamento de esgoto, o processo organizacional estaria relacionado não a demandas produtivas ou disputas territoriais, mas à responsabilidade de manutenção de uma estrutura que beneficia o coletivo. Segundo a autora, direitos de posse individuais, familiares ou comunitários são importantes condições para o manejo local, uma vez que dependem da exclusão de agentes externos e permitem condições de regular o uso conjunto entre seus membros.

1 De acordo com ANDALOUSSI (2004) Lewin é representante da 2ª geração de precursores de trabalhos com *pesquisa-ação*.

2 “Regime de Propriedade comum é definido por MCKEAN & OSTROM (2001) como arranjos de direitos de propriedades nos quais grupos de usuários dividem direitos e responsabilidades sobre os recursos.

Sendo assim, quando os moradores locais detiverem o conhecimento sobre o funcionamento das estações e promoverem a articulação de compromissos para a operação e manutenção dos sistemas, irão promover uma maior eficiência das estações e aumentar sua autonomia em relação a técnicos e especialistas externos, já que, segundo FALS BORDA (1989), tais procedimentos levam em conta suas aspirações e potencialidades em conhecer e agir. Todo este processo também pode estimular reflexões que levam a organização da comunidade tanto para a resolução de novos problemas como para realizar ações de intervenção junto às outras comunidades do Parque e/ou semelhantes.

6 - CONCLUSÃO

A Integração entre pessoas que vivem em diferentes realidades, no caso moradores, instituições governamentais, pesquisadores, técnicos e outros profissionais permite uma troca de conhecimentos de caráter amplo, que pode levar a uma reflexão sobre aspectos transcendentais à temática principal, como organização social, conjuntura e atuação política de governantes e governados, responsabilidades e direitos humanos, relação sociedade e natureza

A partir das posturas dos grupos envolvidos na resolução de um problema específico, descritas ao longo deste capítulo, é possível inferir que o processo de envolvimento desencadeado é bastante favorável a continuidade de integração entre os participantes, no decorrer da implantação da proposta elaborada.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDALOUSSI, K. El (2004). **Pesquisas-ações: ciências, desenvolvimento, democracia.** Traduzido por Michel Thiollent – São Carlos: EdUFSCar. 192 p.

ARGUMEDO, M. A. (1987). Em busca de uma metodologia de ação institucional. In: **Repensando a Pesquisa Participante.** Carlos Rodrigues Brandão (org.). São Paulo: Ed. Brasiliense. 3ª ed..

BEGOSSSI, A. (2001). Resiliência e Populações Neotradicionais: os Caiçaras (Mata Atlântica) e os Caboclos (Amazônia Brasil). In: **Espaços e Recursos Naturais de Uso Comum.** Diegues, A.C.S. & Moreira, A. C. C. (orgs) São Paulo: NUPAUB – USP.

BRANDÃO, C. R. (1999). A participação da pesquisa no trabalho popular. In: **Repensando a Pesquisa Participante.** Carlos Rodrigues Brandão (org.). São Paulo: Ed. Brasiliense.

DANIEL, L.A. (2000). Parceria da Universidade na Gestão dos Recursos Hídricos. In: **Universidade e Comunidade na Gestão do Meio Ambiente.** Freitas, M.I.C. & Lombardo, M. A. (orgs.). Rio Claro: AGETEO, Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP/ Universidade de Auburn (EUA). 170.

FALS BORDA, O.(1989). Aspectos teóricos da pesquisa participante: considerações sobre o significado e o papel da ciência na participação popular. In: **Pesquisa Participante.** Brandão, C. R. (org). São Paulo: Ed. Brasiliense.

FREIRE, P. (1989). Criando Métodos da Pesquisa Alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação. In: **Pesquisa Participante.** Brandão, C. R. (org). São Paulo: Ed. Brasiliense.

GALBIATTI, J. A. & DI CIOMMO, R.C. (2000). Educação Ambiental e Participação das mulheres. In: **Universidade e Comunidade na Gestão do Meio Ambiente**. Freitas, M.I.C. & Lombardo, M. A. (orgs.). Rio Claro: AGETEO, Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP/ Universidade de Auburn (EUA). 170.

Le BOTERF, G. (1999). Pesquisa participante: propostas e reflexões metodológicas. In: **Repensando a Pesquisa Participante**. Carlos Rodrigues Brandão (org.). São Paulo: Ed. Brasiliense.

Mc KEAN, M.A. & OSTROM, E. (2001). Regimes de Propriedade comum em florestas: somente uma relíquia do passado? In: **Espaços e Recursos Naturais de Uso Comum**. Diegues, A.C.S. & Moreira, A. C. C. (orgs) São Paulo: NUPAUB – USP.

MITSCH, W. J. (1994) **Global Wetlands . Old World and New**. Elsevier. New York. 967 pp.

PIMBERT, M.P. & PRETTY, N. J. (2000). Parques, Comunidades e Profissionais: Incluindo a 'Participação' no Manejo de Áreas Protegidas. In DIEGUES, A. C. **Etnoconservação: novos rumos para a conservação da natureza**. São Paulo:HUCITEC – SP 290 p.

THIOLLENT, M. (1999). Notas para o debate sobre a pesquisa-ação. In: **Repensando a Pesquisa Participante**. Carlos Rodrigues Brandão (org.). São Paulo: Ed. Brasiliense.

THIOLLENT, M (2002). **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez.

VELAZQUEZ, C. S. C. (2002). **Da formação de grupos à ação coletiva: uma análise com grupos de jovens do assentamento rural da Fazenda Ipanema –Iperó –SP.** Dissertação (Mestrado) ESALQ /USP –Piracicaba –SP.

VIERTLER, R.B. (2002). Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas. In **Anais – Seminário de Etnobiologia e Etnoecologia do Sudeste.** AMOROZO, M. C. M. *et al.*(orgs) Rio Claro - SP: UNESP/CNPq.

CAP 5 – O PROJETO

1- INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve características do produto final deste trabalho – o projeto de reestruturação do sistema de tratamento de esgoto da comunidade do Maruja. Trata-se da articulação dos resultados de todas as etapas descritas anteriormente (diagnóstico do problema, determinação de parâmetros para projeto, estudo das alternativas de tratamento de esgoto, estudo de caso da alternativa mais indicada – sistemas combinados de alagados construídos, envolvimento dos grupos participantes), de forma direcionada ao encaminhamento para uma possibilidade interessante de financiamento da época em que foi escrito, o Programa Petrobras Ambiental, através do edital disponível em dezembro de 2003.

A temática proposta por este investidor era: “Água, um recurso natural, finito e indispensável à vida.” Esta linha de financiamento contemplava investimentos de R\$ 40 milhões em projetos a serem escolhidos por seleção pública, sendo que cada projeto poderia solicitar o valor de patrocínio de até R\$ 3 milhões de reais.

Conforme o edital de financiamento, a temática selecionada foi embasada pelos seguintes pressupostos:

- 2003 (data do edital) era o Ano Internacional da Água;

- a água permeia todo o ciclo das atividades da Petrobras;
- Cresce em todo o mundo a conscientização sobre a importância do uso racional da água, compreendendo a redução do desperdício, a conservação, a recuperação e o **reuso**;
- a manutenção dos corpos d'água depende diretamente da gestão da paisagem, focada na conservação e recuperação das nascentes, matas ciliares e cobertura florestal dos topos e encostas de morros.
- o Brasil detém 12% da água doce do planeta, o que acarreta responsabilidade especial sobre seu uso, de forma a garantir a preservação da qualidade;
- a disponibilidade de água no território nacional é heterogênea, varia da escassez à abundância;
- a água é um dos recursos naturais mais presente em todo o tipo de atividade social e econômica, considerada a multiplicidade de usos: humano, doméstico, agrícola, industrial, recreativa;
- grande parte dos corpos d'água no Brasil sofre processo de degradação, principalmente nos centros urbanos e seu entorno;
- o processo de desmatamento, provocado por atividades econômicas e/ou assentamentos humanos, impacta negativamente áreas de nascentes e matas ciliares, comprometendo a conservação e a qualidade dos recursos hídricos.

Sendo assim, poderiam se candidatar projetos novos, em andamento, ou em fase de planejamento, que continham como o objetivo:

“Desenvolver e/ou apoiar iniciativas que compreendessem a construção da consciência sobre o uso responsável da água; capacitação e mobilização para a gestão de recursos hídricos; ações de recuperação de nascentes e matas ciliares”.

O Programa também admitia ações de:

“Recuperação de corpos d'água doce; disseminação de boas práticas para a redução do desperdício da água; campanha de mobilização social com ações da sociedade organizada, ações de publicidade, presença na imprensa, eventos de

abrangência nacional; disseminação de boas práticas para a diminuição de impactos e melhoria da gestão dos ambientes marinhos; preservação de espécies da biodiversidade”.

Como ações obrigatórias, o investidor exigia que o projeto envolvesse atividades de planejamento para a **auto-sustentabilidade** e de **educação ambiental**.

Sendo assim, foi considerado pela pesquisadora, sua orientadora, grupo Canteiro e pela direção do Parque, que proposta de reestruturação do sistema de tratamento de esgoto da comunidade do Maruja através do envolvimento dos moradores desta comunidade, vislumbra alguns destes quesitos e correspondia a alguns objetivos e atividades exigidos pelo investidor.

2 – O PROJETO

O projeto elaborado foi intitulado de “Flor d’Água – Sistema de Saneamento Biológico da Comunidade do Maruja / Parque Estadual da Ilha do Cardoso”, e foi redigido nos meses de dezembro de 2003 e janeiro de 2004 pela pesquisadora com auxílio dos integrantes da associação Canteiro – Oficina de Construção, e colaboração de alguns parceiros. Sua fundamentação é relacionada a dois cernes principais: o envolvimento dos moradores locais em todas etapas do trabalho, e os aspectos construtivos relacionados a implantação da infra-estrutura de tratamento de esgoto. Para atingir seu objetivo, foi previsto que o projeto deve ser desenvolvido em quatro etapas ao longo de dois anos.

A ONG proponente foi a AMOMAR – Associação dos Moradores do Maruja, e o projeto contou com o apoio dos seguintes parceiros: Parque Estadual da Ilha do Cardoso, vinculado ao Instituto Florestal e a Secretaria do Meio Ambiente – PEIC/IF/SMA; associação Canteiro – Oficina de Construção; Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, vinculada a Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Governo do Estado de São Paulo; Instituto de Ecologia Aplicada, AMOAMCA - Associação de Monitores Ambientais de Cananéia, e Koltec –Consultores Associados.

A seguir são descritos os aspectos mais relevantes dos tópicos constituintes do projeto, conforme roteiro proposto pelo investidor através do edital Programa Ambiental (2003).

2.1- Capa

Foi desenvolvido pela equipe o seguinte logotipo para o projeto:

Na contra-capa foram colocados os logotipos dos parceiros.

2.2-Apresentação

Neste tópico de apenas uma lauda foram colocadas de forma sucinta as principais características do projeto, visando elucidar o investidor quanto às dimensões e ao potencial transformador do projeto. As informações foram descritas levando em consideração os aspectos sugeridos pelo roteiro proposto no edital:

- histórico do projeto: foi apresentada a localização do desenvolvimento do projeto, mencionando o status de Reserva da Biosfera do PEIC e a cultura caiçara da comunidade. Foram explicados todo o processo de implantação do sistema existente na comunidade, os resultados obtidos no diagnóstico e a iniciativa dos moradores para solucionar o problema, mencionando o desenvolvimento desta dissertação.
- objetivo geral: foi colocada a intenção de (i) promover a sustentabilidade nas questões relativas ao saneamento, através do envolvimento da população local em todas as etapas de implantação de sistemas de tratamento de esgoto que utilizam combinação de tecnologias simples com processos biológicos, se adequam à realidade local, apresentam uma relação baixo custo / alto benefício e são de fácil operação; e (ii) de estimular a participação da população local na gestão dos recursos hídricos, articulando relações e responsabilidades com os órgãos públicos envolvidos no gerenciamento da área, no que se refere às estações de tratamento implantadas.
- métodos e procedimentos: foram descritas as quatro etapas do projeto, sendo cada qual com diferentes períodos de duração e responsabilidades entre AMOMAR, Equipe Técnica e Moradores. Foi explicado que a primeira etapa caracteriza-se pela busca do envolvimento dos moradores na questão do saneamento, no diagnóstico do contexto sócio-ambiental e no planejamento coletivo do projeto técnico dos componentes do sistema de tratamento de esgoto a ser implantado; a segunda pela construção da fase inicial da infraestrutura de saneamento, que consiste na implantação de caixas de gordura e fossas sépticas em todas as residências, e na construção de uma unidade piloto de tratamento secundário e terciário do esgoto, através de sistemas combinados de áreas alagadas (*wetlands*) construídas; a terceira corresponde ao monitoramento da unidade piloto, com finalidade de avaliar a eficiência do sistema e orientar o operador e a população local quanto ao funcionamento e

manejo correto do mesmo; e a quarta etapa é caracterizada pela construção de sistemas combinados de alagados construídos (tratamento secundário e terciário) em todas as unidades, completando a infra-estrutura de saneamento na comunidade de Marujá.

- Atividades previstas: foi informado que seriam realizadas atividades de: (i) envolvimento da comunidade, como reuniões, eventos, oficinas, cursos de orientação, entre outras, buscando estimular a percepção e discussão tanto dos problemas sócio-ambientais, como da importância do saneamento para a saúde pública e ambiente natural; (ii) monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos para avaliação da eficiência do sistema; e (iii) construção dos componentes dos sistemas de tratamento do esgoto com a utilização de mão de obra local, gerando renda para os moradores locais.
- Resultados esperados: foi mencionado que o projeto iria beneficiar com a infra-estrutura de saneamento cerca de 170 moradores locais e aproximadamente 1000 turistas que circulam na comunidade nas épocas de alta temporada, totalizando cerca de 15000 turistas/ano que passam pelo Parque; e que o projeto contribuiria em grande parte para a minimização tanto de sérias doenças de veiculação hídrica que ocorrem principalmente nas crianças da comunidade, como dos possíveis impactos negativos nos recursos hídricos e na fauna local, representativa da Biodiversidade da Mata Atlântica com suas 43 espécies de mamíferos, 400 de aves, espécies endêmicas como o morcego *Lasiurus ebonus*, Papagaio-da-cara-roxa *Amazona brasiliensis* e espécies ameaçadas de extinção como o jacaré do papo amarelo *Caiman latirostris* e a jaguatirica *Leopardus pardalis*.
- Valor do investimento solicitado: foi colocado que para que o projeto fosse desenvolvido da forma mais eficiente possível, seriam necessários

investimentos totais na ordem de R\$1.430,329,00 sendo solicitado à Petrobrás a quantia de R\$1.090.109,00.

2.3- Justificativa

Neste tópico, segundo o roteiro, era solicitado pelo investidor a abordagem dos seguintes aspectos:

- a) o problema ambiental a ser enfrentado, suas dimensões e públicos atingidos;
- b) a relevância do projeto, ressaltando o motivo de sua eleição como prioritário na agenda dos problemas locais/regionais, o potencial do projeto para alavancar outros projetos ambientais de interesse local/regional, e como estímulo pedagógico para atuação em rede e para a gestão ambiental;
- c) o impacto ambiental previsto, transcrito nas transformações positivas esperadas em termos de melhoria de qualidade de vida dos segmentos alvo, ou da sustentabilidade);
- d) a área geográfica em que o projeto se insere;
- e) as principais características da população local (demográficas, socioeconômicas, sociopolíticas, ambientais, culturais e comportamentais).

A partir disso, o texto redigido envolveu os seguintes aspectos:

- No Brasil, somente cerca de 10% do esgoto coletado passa por uma estação ou algum tipo de tratamento (IBGE, 2000).

- Os baixos níveis de atendimento à população brasileira com serviços de saneamento básico, sobretudo coleta e tratamento de esgotos sanitários e outros resíduos sólidos, se devem, principalmente, a problemas de ordem política e econômica e não por faltas de tecnologias adaptadas às condições brasileiras.

- O tratamento de esgoto é uma das prioridades do Plano de Manejo do PEIC, documento legal que prevê as diretrizes de gestão desta Unidade de Conservação e visa, entre outros aspectos, melhorar a condição de vida da população local e aprimorar a recepção do turismo ecológico, de forma a funcionar como multiplicador da atividade turística na região do Vale do Ribeira. Entretanto, a maioria das comunidades caiçaras existentes no Parque ainda não contam com este tipo de infraestrutura, destinando os dejetos em fossas mal elaboradas, tornando-se susceptíveis às doenças de veiculação hídrica e colocando em risco o ambiente natural.

- O histórico de implantação dos sistemas de tratamento existentes na comunidade do Maruja, e as péssimas condições em que se encontram, colocando em sério risco à saúde dos moradores e visitantes, e de contaminação dos recursos hídricos e da fauna local, representativa da Biodiversidade da Mata Atlântica.

- O relatório feito pela CETESB em 2000 e o diagnóstico realizado neste trabalho de dissertação de mestrado.

- O ecoturismo como fonte de renda dos moradores da comunidade controlado pela direção do PEIC e Comitê de Apoio à Gestão do Parque, no qual a comunidade do Maruja possui representação.

- A necessidade urgente, a partir do contexto descrito, de reestruturação e implantação de novas unidades de tratamento de esgoto nesta comunidade, de forma eficiente e adequada a realidade local, num processo de envolvimento comunitário que permita a manutenção do sistema adotado pelos próprios moradores, consolidando a auto-sustentabilidade.

- O fato de o sucesso do trabalho nesta comunidade servir de estímulo e subsídio para a implantação da infraestrutura de saneamento nas outras comunidades do Parque e de caráter semelhante, de modo que os moradores do Marujá se coloquem como sujeitos ativos na transformação do ambiente que habitam e se tornem agentes multiplicadores desta prática.

- A combinação de tecnologias simples, de fácil operação, com uma relação baixo custo / alto benefício e que utilizam processos biológicos em seu funcionamento,

enfocando a utilização de caixa de gordura e fossas sépticas para o tratamento primário, e sistemas combinados de áreas alagadas construídas para tratamento secundário e terciário. Foi colocado que estes componentes têm eficiência comprovada em diversos estudos científicos nacionais e internacionais, garantindo a manutenção da qualidade de vida da população, no que se refere às condições sanitárias, de saúde pública e preservação ambiental.

- O fato de que o trabalho de formação (envolvimento e orientação) dos moradores quanto às questões técnicas, ambientais e de saúde referentes ao saneamento, permitiria maior autonomia dos mesmos em relação ao manejo do sistema, maior preparação e adaptação a eventos inesperados que pudessem interferir no seu bom funcionamento e ações preventivas em relação às doenças de veiculação hídrica.

- Foi colocado que as atividades pretendiam estimular a construção coletiva de um espaço de discussão, fornecendo subsídios para que a população local participasse no processo decisório dos rumos da comunidade identificando e propondo soluções para os problemas sócio-ambientais. Dessa forma, o projeto pretendia colocar em prática princípios do manejo participativo, já que tratava-se da participação ativa dos moradores locais em todo o processo de implantação da infra-estrutura de saneamento.

- Para o Parque, seria um trabalho de grande importância, pois sendo uma categoria do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), preza pela preservação ambiental de um Patrimônio da Humanidade, e dentro do possível, tenta garantir de modo sustentável a continuidade da cultura caçara das populações ali presentes.

Quanto à caracterização da área e da população local, foi colocado, entre outros aspectos, que:

- O Parque Estadual Ilha do Cardoso, onde se localiza a comunidade do Maruja, é um importante ecocomplexo da Mata Atlântica, considerado pela UNESCO

Zona Núcleo da Reserva da Biosfera - Patrimônio da Humanidade. É localizado na região central do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape, Cananéia – Paranaguá, que é drenado principalmente pela Bacia do Rio Ribeira do Iguape, e é considerado pela IUCN um dos principais criadouros marinhos do Atlântico Sul.

- O Parque com seus 22500 hectares tem relevante importância e magnitude devido à riqueza de espécies representativas da Biodiversidade da Mata Atlântica,

- o PEIC abriga cerca de 205 famílias de moradores tradicionais da cultura caiçara, distribuídas em sete comunidades ao longo da Ilha (Itacuruçá, Marujá, Enseada da Baleia e Vila Rápida, Pontal do Leste, Foles e Cambriú) e também uma aldeia indígena Guarani Mbya.

- A comunidade do Marujá situa-se no início da estreita faixa de restinga da Ilha do Cardoso com vistas tanto para o oceano Atlântico como para o canal estuarino. O acesso à Ilha, e conseqüentemente a esta comunidade, se dá somente através de transporte marítimo/fluviál. O acesso terrestre até os pontos mais próximos da Ilha são as rodovias que levam até o município de Cananéia e uma via alternativa até o bairro do Ariri (ponto mais próximo da comunidade do Marujá).

- A comunidade possui escola primária, capela, um telefone público, um posto de saúde e um centro comunitário. A principal atividade econômica é o eco-turismo e os moradores possuem pousadas, quartos para locação, área para camping ou restaurante. Além dos atrativos naturais, existem as festas tradicionais caiçaras durante o ano, caracterizadas por música e dança regional, *o fandango*. Nas épocas de baixa temporada a principal atividade é a pesca artesanal. Varias modalidades são praticadas pelos moradores, dentre elas a pesca de *calôa* e o *cerco-fixo*, sendo este último considerado pelos pescadores uma ciência, devido a precisão necessária para sua confecção e montagem, e uma arte, devido à sua bela contribuição na composição da paisagem natural. Tratando-se de uma categoria de Unidade de Conservação de Uso Restrito, os passeios e trilhas são obrigatoriamente guiados por Monitores Ambientais.

- Além da associação de moradores, a comunidade possui dois representantes que, juntamente com representantes das outras comunidades e de outras instituições, integram o Comitê de Apoio a Gestão do PEIC. A organização do turismo planejada pelo Comitê em parceria com a AMOMAR conferiu ao Parque o Prêmio SENAC de Turismo Sustentável pelo trabalho de Turismo de Base Comunitária da Ilha do Cardoso.

2.4 - Atividades Anteriores

Neste tópico foram descritas as ações anteriores da organização proponente voltadas ao seu público alvo.

Foram colocados todas as ações e iniciativas da AMOMAR descritas no item 3.5 do capítulo 1 deste trabalho, inclusive as visitas desta associação a diversas estações de tratamento e a solicitação do desenvolvimento deste trabalho a fim de encontrar uma solução para seu problema.

2.5 - Objetivo Geral

Neste item o investidor solicitava a identificação dos principais benefícios que as ações do projeto deveriam propiciar aos beneficiários. Em função disto, foi colocado o seguinte texto:

“Implantação de infra-estrutura de saneamento adequada às condições locais da comunidade do Maruja –PEIC, visando minimizar a degradação ambiental e o risco à saúde dos moradores e dos visitantes, através de um processo que busca estimular o envolvimento da população local na gestão dos recursos hídricos e articular suas relações e responsabilidades com os órgãos públicos envolvidos no gerenciamento da área – prefeitura de Cananéia e administração do Parque”.

2.6 – Objetivos Específicos

Segundo o roteiro sugerido, tais objetivos deveriam estar relacionados às etapas intermediárias a serem desenvolvidas durante o andamento do projeto e estar vinculados ao objetivo geral. O roteiro sugeria o preenchimento de uma tabela que relacionava os objetivos específicos aos resultados quantitativos e qualitativos esperados, às atividades principais e ao período em que elas ocorreriam.

A partir destas considerações foi elaborada a tabela 7.

Tabela 7: Objetivos Específicos

	Enunciado do Objetivo	Resultados esperados		Atividades principais	Período
		Quantitativos	Qualitativos		
1	Promover o envolvimento da comunidade no projeto de saneamento visando a compreensão dos moradores sobre a importância do tratamento de esgoto para a proteção dos recursos hídricos e minimização do risco à saúde	<ul style="list-style-type: none"> - distribuição de 60 folders abrangendo todos os núcleos familiares; - Participação de pelo menos 1 representante de cada família 	<ul style="list-style-type: none"> -População esclarecida sobre a importância do tratamento de esgoto para a melhoria da qualidade de vida 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração e distribuição do folder de divulgação sobre as questões de saneamento básico - organização coletiva de um evento para a apresentação do Projeto à toda comunidade 	Mês 1
2	Desenvolver atividades de Educação ambiental que colaborem para o esclarecimento e mobilização da comunidade em relação aos problemas sócio-ambientais estimulando a participação coletiva dos moradores no processo decisório dos rumos da comunidade.	<ul style="list-style-type: none"> - Participação de 70% da comunidade nos eventos realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Constituição de um espírito crítico e de cooperação nos moradores da comunidade, no que tange a discussão e resolução dos problemas ambientais 	<ul style="list-style-type: none"> -Todas as atividades realizadas durante o projeto que promovam o envolvimento da comunidade nas questões ambientais (oficinas, cursos e eventos detalhados na metodologia deste projeto) 	Mês 1 ao 24
3	Orientar os moradores locais para a confecção de composteiras visando o re-aproveitamento da matéria orgânica e tratamento adequado do lodo proveniente das fossas	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de pequenas composteiras – modelos. - 100 % do lodo resultante das fossas tratado de maneira correta e com um destino final adequado. 	<ul style="list-style-type: none"> -Moradores orientados sobre o processo de compostagem, sua finalidade e os procedimentos adequados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Oficina de compostagem dos restos de matéria orgânica e lodo das fossas. 	Mês 2

	Enunciado do Objetivo	Resultados esperados		Atividades principais	Período
		Quantitativos	Qualitativos		
4	Planejar de forma participativa alguns aspectos relacionados ao projeto técnico dos componentes das unidades de tratamento de esgoto a ser implantada	-Mapas plani-altimétricos e de composição do solo - dimensionamento de todas as caixas de gordura, fossas sépticas e solos filtrantes a serem implantados	- Informações sobre relevo, condições do solo e altura do lençol freático - projeto técnico do sistema de tratamento de esgoto elaborado de forma participativa	- Levantamento plani-altimétrico e de composição do solo por especialista contratado - dimensionamento por equipe técnica das fossas sépticas, caixas de gordura e sistemas de áreas alagadas construídas - reunião com os moradores locais para adequação do projeto às suas necessidades e preferências (exemplo: áreas de implantação dos componentes do sistema, tipo de vegetação utilizada nas áreas alagadas construídas)	Mês 1 e 2
5	Orientar parte dos moradores quanto às questões técnicas para construção das obras do sistema de saneamento	- 20 pessoas capacitadas para a execução do projeto	-Entendimento de todas as etapas da construção pelos participantes.	- reunião da equipe técnica com parte dos moradores para a apresentação e discussão do projeto técnico e estabelecimento das pessoas envolvidas na construção dos componentes do sistema	Mês 2

	Enunciado do Objetivo	Resultados esperados		Atividades principais	Período
		Quantitativos	Qualitativos		
6	Implantar o tratamento primário de esgoto: fossas sépticas e caixas de gordura	- 100% das fossas sépticas e caixas de gordura previstas implantadas nas casas dos moradores	- canteiro de obras organizado em um local adequado - fossas sépticas e caixas de gordura construídas conforme o planejado	- planejamento coletivo do canteiro de obras - Construção de fossas sépticas e caixas de gordura em todas as residências utilizando mão de obra local.	Mês 2 e 3
7	Implantar em uma unidade piloto o tratamento secundário e terciário do esgoto: sistema com áreas alagadas construídas	-1 unidade de sistema de alagados construídos implantada, atendendo um núcleo de moradias	- Unidade piloto do sistema de tratamento completa e adequada à realidade local, construída com a participação dos moradores. -esgoto sendo devidamente tratado	- Construção de áreas alagadas construídas em uma unidade piloto que beneficiará um núcleo de casas, utilizando mão de obra local	Mês 4

	Enunciado do Objetivo	Resultados esperados		Atividades principais	Período
		Quantitativos	Qualitativos		
8	Capacitar moradores locais para serem operadores do sistema de tratamento de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> - Formação de 20 operadores - 1 maquete elaborada - 30 manuais distribuídos 	<ul style="list-style-type: none"> - Moradores locais capacitados para serem operadores do sistema de tratamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de uma maquete do sistema implantado por equipe técnica - Reunião entre equipe técnica e moradores sobre o funcionamento e operação do sistema, com a utilização da maquete - Elaboração e confecção de um manual de funcionamento e manutenção do sistema, por equipe técnica e futuros operadores - acompanhamento por equipe técnica das atividades do operador nos momentos iniciais de funcionamento do sistema 	Mês 4

	Enunciado do Objetivo	Resultados esperados		Atividades principais	Período
		Quantitativos	Qualitativos		
9	Monitorar e avaliar o funcionamento da unidade piloto	-1 relatório por coleta (total de 12 relatórios relativos às coletas) sobre a eficiência do sistema, com avaliação de parâmetros básicos de qualidade exigidos. - 1 relatório por reunião (total de 12 relatórios) sobre o funcionamento do sistema com observações feitas pelo operador	- Relatórios mensais sobre a avaliação da eficiência do sistema de tratamento de esgoto, elaborados por equipe técnica - Relatórios mensais sobre o funcionamento do sistema, elaborados conjuntamente com o operador	- Observações semanais do sistema piloto pelo operador -Realização de coletas mensais para análises químicas, físicas e biológicas do efluente nos Laboratórios da SABESP - reuniões mensais da equipe técnica com o operador sobre o funcionamento do sistema	Mês 5 ao 16

	Enunciado do Objetivo	Resultados esperados		Atividades principais	Período
		Quantitativos	Qualitativos		
10	Divulgar para toda a comunidade e monitores ambientais os resultados obtidos com a unidade piloto, visando a resolução de eventuais problemas e adaptações necessárias para o funcionamento do sistema pelos moradores, e formação de agentes multiplicadores de informações sobre o sistema de tratamento de esgoto adotado	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de 70% moradores no evento -30% dos moradores aptos a resoluções de problemas referentes ao sistema de tratamento de esgoto - 100% dos monitores ambientais presentes e 40% dos moradores como agentes multiplicadores dos diversos aspectos referentes ao saneamento. 	<ul style="list-style-type: none"> -Comunidade e monitores ambientais esclarecidos de todo o processo de implantação e funcionamento da unidade piloto e da necessidade de participação dos moradores na operação do sistema de tratamento. -Moradores capacitados a resolver eventuais problemas e adaptações necessárias, consolidando sua auto-sustentabilidade. - Moradores e monitores ambientais aptos a divulgar e esclarecer os visitantes e membros de outras comunidades, sobre o processo de tratamento de esgoto adotado 	-Preparação e realização de um evento com exposição de fotos e sessões de vídeo sobre as diversas etapas já realizadas no projeto, relatos do operador e equipe técnica e discussão coletiva sobre o funcionamento, eficiência e dúvidas em relação ao sistema	Mês 17

	Enunciado do Objetivo	Resultados esperados		Atividades principais	Período
		Quantitativos	Qualitativos		
11	Implantar o tratamento secundário e terciário de esgoto – sistema com áreas alagadas construídas - em toda a comunidade	Implantação de unidades de tratamento de esgoto envolvendo núcleos familiares conforme estabelecido no planejamento participativo	Sistema de tratamento completo e adequado à realidade local, construído com a participação dos moradores.	- Construção de todas as unidades de tratamento com alagados construídos conforme o previsto no planejamento participativo, utilizando mão de obra local.	Mês 18 ao 23
12	-Discutir e avaliar todas as etapas desenvolvidas no Projeto em um evento de finalização do mesmo.	- Participação de 60% dos moradores -balanço de aspectos negativos e positivos do projeto	- Críticas e sugestões levantadas e discutidas pelos participantes - proposição de algumas diretrizes para a futura organização comunitária	- Evento de discussão, avaliação e finalização do projeto, realizado por equipe técnica e moradores, de forma a realizar um balanço de todas as etapas desenvolvidas no projeto	Mês 24

2.7- Metodologia

Neste tópico deveriam ser descritos os procedimentos de cada atividade a ser desenvolvida, abordando as técnicas e os instrumentos a serem empregados, a forma de atração e integração do público beneficiário, os locais de abordagem destes grupos ou de execução das atividades, os mecanismos de participação comunitária no projeto, entre outros aspectos que contribuam para a compreensão de COMO o projeto será desenvolvido.

Nesse sentido, foram colocadas inicialmente algumas considerações a respeito do contato prévio existente entre parte da equipe técnica, especificamente a pesquisadora, e os moradores do vilarejo do Maruja, através do estudo preliminar da região visando à implantação de um sistema de tratamento de esgoto biológico eficiente e adequado às características locais. Foram mencionados novamente os resultados obtidos no diagnóstico desta dissertação, através de análises e entrevistas, inclusive o parecer da CETESB, e estudos sobre a alternativa de tratamento mais adequada, visando ressaltar ao investidor que pesquisas sobre as condições existentes já haviam sido desencadeadas. Foi comentado também a visita de alguns moradores à comunidade de Emaús – Ubatuba com intenção de aprimorar o contato entre alguns moradores e as tecnologias indicadas para a nova infra-estrutura de saneamento.

Posteriormente a esta breve introdução, foram explicadas as atividades propostas para o desenvolvimento do projeto, divididas em quatro etapas, separadas cronologicamente, descritas a seguir, conforme colocadas no projeto:

ETAPA I

A fase inicial do projeto se caracteriza pela busca do envolvimento dos moradores na questão do saneamento, diagnóstico do contexto sócio-ambiental da comunidade e planejamento coletivo do projeto técnico de tratamento de esgoto a ser implantado. A continuidade do processo de envolvimento comunitário ocorrerá através de atividades de Educação Ambiental e capacitação técnica, que acontecerão

ao longo do desenvolvimento de todo o Projeto, e consistem no contato direto dos moradores com os problemas e soluções propostos pelo Projeto, e na vivência dos técnicos com a realidade cotidiana desta população.

As atividades previstas para esta etapa do projeto são:

Atividade 1: Elaboração e distribuição de um folder explicativo sobre o sistema de saneamento proposto neste projeto

O folder será elaborado pela equipe técnica, e irá conter a proposta de reestruturação completa dos sistemas de tratamento de esgoto, assim como, questões relativas à necessidade de proteção dos recursos hídricos para o ambiente e para a saúde pública. Na distribuição, parte dos técnicos entrará em contato direto com cada família da comunidade, explicando a proposta do trabalho e esclarecendo dúvidas. Período: Mês 1

Atividade 2: Organização coletiva de um evento para a apresentação do Projeto à toda comunidade.

Os técnicos apresentarão as principais questões referentes ao ambiente e ao saneamento básico através de demonstrações como: atividades teatrais e imagens em slides e transparências. Serão organizados Grupos de Trabalho com adultos e crianças da comunidade para discutir e produzir painéis gráficos com diferentes abordagens do problema, que serão analisados posteriormente pela equipe técnica. O evento se encerrará com a realização de uma grande festa, com manifestações culturais típicas desta comunidade. Período: Mês 1

Atividade 3: Realização de diagnóstico participativo sobre as questões sócio-ambientais para detectar problemas percebidos na comunidade.

A atividade será realizada tanto pelos moradores locais como pela equipe técnica, com a utilização de máquinas fotográficas do tipo Polaroid. Os participantes

serão divididos em pequenos grupos de pessoas. Cada grupo deverá tirar fotos de qualquer tema que considerar importante na comunidade (como por exemplo: natureza, poluição, modo de vida). Será realizada uma discussão coletiva sobre o material fotografado e montagem de um painel onde as imagens serão interligadas, relacionadas e complementadas através de textos, com discussões sobre as causas e propostas de soluções coletivas para os problemas detectados. Período: Mês 1.

Atividade 4: Planejamento participativo do projeto técnico de saneamento a ser implantado.

Inicialmente será realizado o levantamento plano-altimétrico e da composição e densidade do solo do vilarejo por especialistas contratados. A partir destes dados serão realizados, pela equipe técnica, os dimensionamentos das caixas de gordura, fossas sépticas e sistemas combinados de áreas alagadas construídas com solos filtrantes e canal de macrófitas, de acordo com o número máximo de pessoas (moradores e turistas) que utilizam as dependências das residências; sendo conseqüentemente elaborado um ante-projeto técnico de saneamento para todo vilarejo do Marujá. Este projeto será apresentado para a comunidade em reuniões que possibilitem a discussão entre moradores e equipe técnica para a adequação do projeto às necessidades e preferências locais (como por exemplo: localização do sistema e a vegetação utilizada para cada unidade). A finalização do projeto a ser implantado será realizada posteriormente pela equipe técnica de acordo com os aspectos levantados nas reuniões e com normas recomendadas pela ABNT.

Período: Mês 1 e 2

Atividade 5: Realização de oficina de Compostagem

Será ministrada por integrantes da equipe técnica para os moradores locais, visando o tratamento do lodo gerado na fossa e a transformação da matéria orgânica (restos de comida, folhas secas, podas de plantas) em húmus. Serão utilizadas pequenas

caixas de madeira para a confecção de composteiras que servirão de modelo. Serão feitas demonstrações da secagem e desinfecção do lodo das fossas com a utilização de cal e sua correta disposição na composteira. Será elaborado pela equipe técnica um manual com ilustrações e linguagem acessível contendo as informações e procedimentos adequados para o processo de compostagem, limpeza das fossas e disposição final do lodo em composteiras. Período: Mês 2

Atividade 6: Realização de entrevistas e questionários com a população

Ao longo de todo o desenvolvimento do projeto membros da equipe técnica aplicarão questionários e entrevistas a pelo menos um representante de cada família para coletar opiniões sobre o andamento do projeto, dúvidas, sugestões e grau de entendimento sobre os tópicos abordados. Período: Mês 1 a 24.

ETAPA II

Esta etapa se caracteriza pela construção da primeira fase das obras de saneamento. Serão implantadas caixas de gordura e fossas sépticas em todas as residências (tratamento primário) e uma unidade piloto de tratamento secundário e terciário do esgoto através sistemas combinados de áreas alagadas construídas com solos filtrantes e canal com macrófitas.

As atividades desta etapa são:

Atividade 1: Articulação de parte dos moradores para a construção da infraestrutura de tratamento de esgoto.

Será realizada uma reunião entre integrantes da equipe técnica e moradores que se disponibilizarem a participar como mão de obra contratada, para troca de informações sobre as questões técnicas de execução das obras do sistema de saneamento a ser implantado. Como instrumentos de discussão serão utilizados desenhos das fossas sépticas, caixas de gordura e do sistema de áreas alagadas. A

utilização de mão-de-obra local favorece a consolidação da participação dos moradores locais no desenvolvimento do projeto. Período: Mês 2.

Atividade 2: Aquisição de materiais, transporte e organização do canteiro de obras.

Será de forma coletiva (moradores e equipe técnica), em um local adequado que não comprometa a circulação dos outros moradores e turistas, e seja de fácil acesso para os executores das obras e para o transporte de materiais.

Período: Mês 2

Atividade 3: Implantação das caixas de gordura e fossas sépticas.

As caixas de gordura serão dimensionadas de acordo com o número máximo de refeições por dia.

As fossas serão dimensionadas de acordo como número máximo de pessoas nas residências. Serão do tipo câmaras em série, consistindo em um único tanque coberto, dividido por uma parede interna vazada por uma fenda horizontal formando duas câmaras em série no fluxo horizontal. A primeira câmara deverá ser o principal reator biológico da fossa e deve ter o volume cerca de duas vezes maior que o da primeira. Foi realizado pela equipe técnica um pré-dimensionamento dos componentes de uma unidade de tratamento de esgoto, levando em consideração as normas da ABNT (NBR 7229/1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos), de forma a extrapolar o orçamento para o restante das unidades que serão implantadas no vilarejo, baseado no número de moradores e número máximo de turistas permitido nesta comunidade.

Período: Mês 2 e 3

Atividade 4: Implantação de uma unidade piloto com sistema de áreas alagadas construídas.

O sistema de alagados construídos com solos filtrantes é conhecido como sistema DHS (Despoluição Hídrica com Solos – Patente PI 850.3030) de fluxo ascendente, desenvolvido pelo Instituto de Ecologia Aplicada. A ação depuradora destes sistemas é decorrente do alto coeficiente de condutividade hidráulica, alta capacidade de troca catiônica, adsorção de partículas nas raízes das plantas, absorção de nutrientes e metais pelas plantas, transporte de oxigênio para a rizosfera e ação de microorganismos associados a esta, e pela precipitação de sedimentação de poluentes. Todas estas características, complementadas pelo tratamento terciário (remoção dos demais nutrientes) proporcionado por um canal com macrófitas aquáticas, conferem ao sistema uma eficiência de redução de coliformes fecais e totais para níveis dentro dos padrões de emissão, podendo atingir 99,9% de redução, e remoção de 70-80% de DBO, entre outros parâmetros. São sistemas de baixo custo e fácil operação que tornam viáveis a infra-estrutura de saneamento em comunidades mais carentes.

Os solos filtrantes podem ser de fluxo ascendente ou descendente, constituídos por camadas superpostas de brita, pedriscos, vermiculita expandida e matéria orgânica fibrosa e solos cultivados com plantas com alto poder de absorção. As dimensões dos módulos de solos filtrantes, bem como a espessura da camada do solo, variam de acordo com o efluente a ser tratado e da eficiência que se deseja atingir. O canal com macrófitas constitui-se em um pequeno canal com plantas aquáticas da região que apresentam alto poder de absorção de nutrientes. Tanto os solos filtrantes como o canal de macrófitas devem ser impermeabilizados em todo o fundo e laterais com manta plástica tipo lona de PVC, para evitar a contaminação do lençol freático e do solo arenoso do local.

Para a unidade piloto, foi previsto pelo Instituto de Ecologia Aplicada um sistema composto por solos filtrantes de fluxo ascendente com taxa de aplicação de 100l/seg.hec, canal com macrófitas flutuantes e macrófitas emergentes com taxa de

aplicação de 50 l/seg.hec, e solos filtrantes de fluxo descendente com taxa de aplicação de 150 l/seg.hec.

A implantação de uma unidade piloto se justifica na avaliação, através do monitoramento, da eficiência e funcionamento da mesma, além de possíveis adequações necessárias à realidade local, e também pela busca de um maior entendimento e envolvimento dos moradores locais com o sistema de tratamento de esgoto adotado. Tendo em vista a ausência de energia elétrica e a disposição das residências nesta comunidade, torna-se inviável a construção de uma única estação de tratamento de esgoto para toda comunidade. Dessa forma, faz-se necessário à implantação de pequenas unidades de tratamento, contemplando agrupamentos de moradias próximas. A escolha da unidade piloto a ser implantada, e conseqüentemente do grupo de casas que serão beneficiados inicialmente, foi feita a partir do número de pessoas que circulam na área e utilizam esta região do canal estuarino como recreação, e o risco à saúde que a precária infra-estrutura de saneamento presente neste grupo de casas oferece. Período: Mês 4.

Atividade 5: Formação de moradores para a operação das unidades de alagados construídos.

Será realizada uma reunião entre equipe técnica e moradores que se disponibilizarão a ser os operadores iniciais do sistema. Serão colocadas orientações sobre a correta operação do sistema e esclarecimentos sobre seu funcionamento. Como ilustração, será utilizada uma maquete esquemática dos solos filtrantes, elaborada por equipe técnica em conjunto com os moradores. Também será elaborado pela equipe técnica um manual contendo informações sobre o funcionamento e operação do sistema. Este manual conterá desenhos explicativos e uma linguagem acessível, adequada à realidade local. Esta atividade tem como objetivo transformar os operadores em agentes capacitadores de futuros operadores das unidades de tratamento de esgoto a serem implantadas na comunidade, contribuindo para a auto-sustentabilidade da comunidade. Período: Mês 4

Atividade 6: Realização de oficina de xampu e sabonetes biodegradáveis artesanais

Será ministrada por um especialista convidado, tendo como objetivo estimular a utilização e comercialização destes produtos pelos moradores locais, e diminuir possíveis impactos negativos de alguns componentes químicos na atividade microbiana do tratamento do esgoto. Esta atividade possibilitará fonte de renda para os moradores da comunidade. Período: Mês 4

ETAPA III

Esta etapa consiste no monitoramento da unidade piloto de tratamento de esgoto implantada na etapa anterior. Nesta fase serão avaliados o funcionamento e operação da unidade piloto, por um período de 12 meses, através de planilhas de observações preenchidas pelo operador, e análises físicas, químicas e biológicas do efluente em diversos pontos do sistema.

Atividade 1: Realização de oficina para análise de água

Será ministrada pela equipe técnica para os moradores locais, principalmente operadores. Serão utilizados Kits didáticos de análise de água, acompanhados de planilhas a serem preenchidas, para ilustrar e esclarecer sobre as principais variáveis físicas, químicas e biológicas que interferem na qualidade de água e seus diferentes usos. Serão realizadas também atividades com lupa e microscópio para evidenciar a existência de microorganismos presentes na água e no sedimento, enfocando microorganismos de veiculação hídrica, respectivas doenças, ciclos e prevenções. Serão utilizados instrumentos informativos como: cartazes com figuras e esquemas e atividades teatrais. Será elaborada pela equipe técnica em conjunto com os participantes uma cartilha contendo todas as informações abordadas, com muitas ilustrações e linguagem acessível. Período: Mês 5

Atividade 2: Análises do sistema piloto.

Serão elaboradas planilhas diárias e semanalmente para serem preenchidas pelo operador, para observação de aspectos importantes como:

- observações diárias: condições climáticas, índice pluviométrico, presença ou ausência de mau cheiro, interação de insetos ou outros animais.

- observações semanais: vazão e coloração do efluente tratado, crescimento das plantas.

Serão realizadas reuniões mensais da equipe técnica com o operador para análise das planilhas, relatos de eventuais problemas e elaboração de relatórios para avaliação do funcionamento e operação do sistema.

Serão realizadas coletas mensais em diferentes pontos de inspeção previstos no dimensionamento do sistema, envolvendo saída do efluente da fossa séptica, saída do efluente dos solos filtrantes e saída do efluente do canal de macrófitas. As amostras serão encaminhadas para os laboratórios da SABESP no município de Registro - SP e serão avaliados os seguintes parâmetros:

- 🚧 Sólidos totais - orgânicos e inorgânicos, dissolvidos e em suspensão (mg/L)
- 🚧 Nitrogênio Orgânico Total (mg/L)
- 🚧 Amônia, Nitrito e Nitrato (mg/L)
- 🚧 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg/L)
- 🚧 Demanda Química de Oxigênio – DQO (mg/L)
- 🚧 Coliformes Totais e Fecais (NMP/100mL)
- 🚧 Cor (uH)
- 🚧 Temperatura (°C)
- 🚧 Oxigênio dissolvido (mg O₂/L)
- 🚧 Condutividade iônica
- 🚧 Salinidade
- 🚧 pH

A opção do Projeto por construir uma unidade piloto também se dá com o objetivo de avaliar a eficiência deste sistema e testar a adequação do mesmo a esta comunidade, familiarizando os futuros operadores com o funcionamento e com o processo de monitoramento do tratamento do esgoto. Período: Mês 5 ao 16

ETAPA IV

Esta etapa consiste na construção do sistema de tratamento secundário do esgoto em todas as unidades, completando a infra-estrutura de saneamento na comunidade do Marujá.

Atividade 1: Organização de evento para a divulgação e avaliação dos resultados obtidos na unidade piloto

Será organizado em conjunto com os moradores locais e consistirá em sessões de foto e vídeo mostrando todas as etapas já desenvolvidas no projeto (orientações aos moradores, oficinas, construção das obras, materiais elaborados, monitoramento, operação, entre outros). Será promovida uma discussão coletiva sobre a eficiência e dúvidas em relação ao sistema de tratamento de esgoto, enfocando a necessidade de participação dos moradores para o funcionamento adequado. Serão apresentados relatos da equipe técnica e dos operadores sobre o funcionamento, eventuais problemas e soluções encontradas. Neste momento é prevista a formação de agentes multiplicadores na comunidade, realmente preocupados com as questões ambientais e de saúde pública discutidas durante o projeto, para garantir a futura operação dos sistemas e para divulgar o impacto dos trabalhos realizados a outras comunidades e aos turistas visitantes do Marujá. É previsto também o estímulo a articulação dos moradores com os órgãos públicos envolvidos no gerenciamento da área – prefeitura de Cananéia e administração do Parque, para a gestão dos recursos hídricos e busca de parcerias para o monitoramento dos sistemas que serão implantados. Período: Mês 17

Atividade 2: Construção dos sistemas de tratamento secundário e terciário para toda comunidade.

A construção dos sistemas de áreas alagadas construídas será realizada conforme o procedimento descrito para a unidade piloto associado a possíveis modificações a partir da análise dos resultados obtidos pelo monitoramento.

Período: Mês 18 ao 21

Atividade 3: Organização de um evento de avaliação e finalização do projeto

Será organizado pela equipe técnica em conjunto com moradores da comunidade, e realizado após a implantação de toda a infra-estrutura de saneamento na comunidade. Serão montados painéis de fotos e sessões de vídeo com todas as etapas do projeto e exposição dos materiais elaborados (maquetes, cartilhas, folders, painéis). Será promovida uma discussão coletiva de avaliação do desenvolvimento do Projeto e de algumas diretrizes para futura organização comunitária. Período: Mês 22

Atividade 4: Elaboração de material informativo sobre todo o desenvolvimento do Projeto.

Será realizada por membros da equipe técnica a organização de todo o material produzido e documentado durante o projeto visando a produção de um documentário detalhado sobre as etapas desenvolvidas, resultados obtidos e novas perspectivas, em formato impresso (livro) e digital (CD-ROOM e DVD). Período: Mês 23.

Atividade 5: Produção de um evento de Encerramento do Projeto

Será preparado por equipe técnica e moradores um evento de Finalização e Divulgação do projeto visando divulgar e mostrar para os parceiros, financiadores, órgãos envolvidos, e a sociedade em geral os resultados obtidos no Projeto. O evento será realizado na própria comunidade e apresentará os materiais elaborados, exposição de fotos, relatos dos moradores, entre outros atrativos. Todo o sistema de

saneamento implantado poderá ser visto por todos em seu funcionamento. Período
Mês 24.

Todas as atividades contam com documentação em fotos e vídeo, realizada pela equipe técnica juntamente com os moradores, para reforçar o envolvimento e responsabilização comunitária com a apropriação do Projeto.

2.8 - Avaliação de Processo

Neste tópico era solicitado pelo investidor a avaliação do desenvolvimento do projeto através de indicadores da eficiência dos métodos e procedimentos empregados. Segundo o roteiro, a avaliação de processo seria utilizada para medir o progresso da realização dos objetivos. Para tanto, seriam empregados como meios de verificação a identificação e a mensuração de aspectos ligados aos procedimentos das atividades, tais como qualidade dos materiais didáticos utilizados, aproveitamento dos capacitandos, índice de frequência dos participantes nas atividades.

Conforme a sugestão do roteiro, foi elaborada a tabela 8 relacionando as atividades principais com seus indicadores do progresso e seus meios de verificação.

Tabela 8: Avaliação de Processo.

Atividades Principais	Indicadores de progresso (atividades)	Meios de verificação
<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração e distribuição do folder de divulgação sobre as questões de saneamento básico - organização coletiva de um evento para a apresentação do Projeto a toda comunidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Distribuição do folder produzido. - Grau de compreensão dos moradores sobre o folder - Número de famílias participantes no evento - Nível de interesse demonstrado pelos participantes - Produção coletiva de painéis sobre os temas abordados 	<ul style="list-style-type: none"> -Entrevistas com os moradores -Lista com nomes dos participantes -Documentário em vídeo sobre o evento. - material produzido pelos participantes do evento - revisão dos materiais produzidos por equipe técnica
<ul style="list-style-type: none"> -Todas as atividades realizadas durante o projeto que promovam o envolvimento da comunidade nas questões ambientais (oficinas, cursos e eventos detalhados na metodologia deste projeto) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nº de participantes nos eventos, discussões e oficinas - Grau de participação dos moradores nos eventos, discussões oficinas e processos decisórios. - Folders e manuais elaborados e distribuídos durante o projeto, revisados por especialistas convidados - Documentação fotográfica realizada pelos moradores e equipe técnica 	<ul style="list-style-type: none"> - lista com nomes dos participantes nos eventos e oficinas ocorridos durante o projeto - relatórios elaborados pela equipe técnica sobre a participação dos moradores e a qualidade dos eventos, discussões e oficinas ocorridos durante o projeto - painel de fotos produzido pelos moradores e equipe técnica

Atividades Principais	Indicadores de progresso (atividades)	Meios de verificação
- Oficina de compostagem dos restos de matéria orgânica e lodo das fossas.	- Nº de participantes na oficina - Grau de entendimento dos moradores sobre a composteira e o processo de compostagem	- Lista com nomes dos participantes - Modelo de composteira elaborado pelos participantes
- Levantamento plani-altimétrico e de composição do solo por especialista contratado - dimensionamento por equipe técnica das fossas sépticas, caixas de gordura e sistemas de áreas alagadas construídas - reunião com os moradores locais para adequação do projeto às suas necessidades e preferências (exemplo: áreas de implantação dos componentes do sistema, tipo de vegetação utilizada nas áreas alagadas construídas)	- Coleta de dados para o levantamento plani-altimétrico e composição do solo por especialista contratado - apresentação por equipe técnica na reunião com os moradores o dimensionamento adequado e sugestões de materiais que poderão ser utilizados nos componentes do sistema de tratamento - grau de discussão entre os moradores e equipe técnica para a elaboração do projeto técnico.	- relatório técnico sobre as condições do solo elaborado pelo especialista - documentação fotográfica e audiovisual da reunião - Lista com nomes dos participantes da reunião - Estabelecimento dos núcleos de casas envolvidos nas unidades de solos filtrantes - Planta esquemática do dimensionamento e localização dos componentes das unidades de tratamento de esgoto (fossas sépticas, caixas de gordura e áreas alagadas construídas)
- reunião da equipe técnica com parte dos moradores para a apresentação e discussão do projeto técnico e estabelecimento das pessoas envolvidas na construção dos componentes do sistema	-número de participantes na reunião -Estabelecimento das pessoas envolvidas diretamente nas obras	Lista com nomes e funções definidas

Atividades Principais	Indicadores de progresso (atividades)	Meios de verificação
<ul style="list-style-type: none"> - planejamento coletivo do canteiro de obras - Construção de fossas sépticas e caixas de gordura em todas as residências utilizando mão de obra local. 	<ul style="list-style-type: none"> - Canteiro de obras organizado coletivamente em um local adequado - Equipe técnica e moradores capacitados trabalhando na implantação das fossas e caixas de gordura 	<ul style="list-style-type: none"> - Documentação fotográfica da organização do canteiro de obras - Relatórios referentes ao cumprimento das etapas de construção das fossas e caixas de gordura
<ul style="list-style-type: none"> - Construção de áreas alagadas construídas em uma unidade piloto que beneficiará um núcleo de casas, utilizando mão de obra local 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipe técnica e moradores capacitados trabalhando na implantação da unidade piloto 	<ul style="list-style-type: none"> - Relatório elaborado por equipe técnica referente a construção da unidade piloto
<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de uma maquete do sistema implantado por equipe técnica - Reunião entre equipe técnica e moradores sobre o funcionamento e operação do sistema, com a utilização da maquete - Elaboração e confecção de um manual de funcionamento e manutenção do sistema, por equipe técnica e futuros operadores - acompanhamento por equipe técnica das atividades do operador nos momentos iniciais de funcionamento do sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - Grau de entendimento dos moradores sobre o funcionamento e manejo correto do sistema - Participação de futuros operadores na elaboração do manual 	<ul style="list-style-type: none"> - Maquete elaborada - aplicação de questionário sobre o funcionamento do sistema - manual elaborado - supervisão da operação do sistema pela equipe técnica

Atividades Principais	Indicadores de progresso (atividades)	Meios de verificação
<ul style="list-style-type: none"> - Observações semanais do sistema piloto pelo operador - Realização de coletas mensais para análises químicas, físicas e biológicas do efluente nos Laboratórios da SABESP - reuniões mensais da equipe técnica com o operador sobre o funcionamento do sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - Planilhas com parâmetros observados preenchidas pelo operador - discussão entre equipe técnica e operador sobre o funcionamento do sistema - Amostras encaminhadas para análise em laboratórios da SABESP 	<ul style="list-style-type: none"> - relatórios mensais das reuniões com o operador - resultados das análises emitidos pelos laboratórios da SABESP
<ul style="list-style-type: none"> - Preparação e realização de um evento com exposição de fotos e sessões de vídeo sobre as diversas etapas já realizadas no projeto, relatos do operador e equipe técnica e discussão coletiva sobre o funcionamento, eficiência e dúvidas em relação ao sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - Organização da exposição de fotos e sessões de vídeo sobre todas as etapas já realizadas no projeto - N° de moradores participantes - Grau de participação dos moradores na discussão 	<ul style="list-style-type: none"> - Lista com nomes dos participantes - Documentação audiovisual do evento
<ul style="list-style-type: none"> - Construção de todas as unidades de tratamento com alagados construídos conforme o previsto no planejamento participativo, utilizando mão de obra local. 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipe técnica e moradores capacitados trabalhando na implantação das obras 	<ul style="list-style-type: none"> - Relatórios referentes as etapas de construção de cada unidade
<ul style="list-style-type: none"> - Evento de discussão, avaliação e finalização do projeto, realizado por equipe técnica e moradores, de forma a realizar um balanço de todas as etapas desenvolvidas no projeto 	<ul style="list-style-type: none"> - n° de participantes no evento - grau de compreensão e debate entre moradores e equipe técnica sobre cada etapa do evento 	<ul style="list-style-type: none"> - Lista com nomes dos participantes - relatório sobre o balanço realizado - documentação áudio-visual do evento

2.9- Avaliação dos Resultados

De acordo com o roteiro, esta forma de avaliação é relacionada à eficácia dos métodos e procedimentos adotados, apontando as transformações sociais geradas pelas atividades. Nesse sentido, era solicitado pelo investidor meios de verificação para analisar se as metas do projeto foram atingidas no período pré – determinado, atendendo as especificações estipuladas para cada meta.

Para sistematizar as informações o roteiro propunha a elaboração de uma tabela que relacionasse objetivos específicos aos seus indicadores de resultados (indicadores de que os objetivos foram atingidos) e os meios de verificação utilizados para verificar se os resultados haviam sido atingidos.

Sendo assim, foi elaborada pela equipe a tabela 9:

Tabela 9: Avaliação dos Resultados

Enunciado do Objetivo	Indicadores de resultados (objetivos)	Meios de verificação
Promover o envolvimento da comunidade no projeto de saneamento visando a compreensão dos moradores sobre a importância do tratamento de esgoto para a proteção dos recursos hídricos e minimização do risco à saúde	<ul style="list-style-type: none"> - grau de compreensão dos moradores sobre a necessidade do saneamento - grau de entendimento dos moradores sobre as etapas do Projeto 	<ul style="list-style-type: none"> - entrevistas abertas e questionários aplicados aos moradores
Desenvolver atividades de Educação ambiental que colaborem para o esclarecimento e mobilização da comunidade em relação aos problemas sócio-ambientais estimulando a participação coletiva dos moradores no processo decisório dos rumos da comunidade.	<ul style="list-style-type: none"> - Grau de auto-organização da comunidade para discussão sobre as questões ambientais 	<ul style="list-style-type: none"> - Relatos dos moradores sobre as discussões realizadas
Orientar os moradores locais para a confecção de composteiras visando o re-aproveitamento da matéria orgânica e tratamento adequado do lodo proveniente das fossas	<ul style="list-style-type: none"> - Moradores construindo sua própria composteira 	<ul style="list-style-type: none"> - Documentação fotográfica - Entrevistas com moradores
Planejar de forma participativa alguns aspectos relacionados ao projeto técnico dos componentes das unidades de tratamento de esgoto a ser implantada	<ul style="list-style-type: none"> - componentes do sistema de tratamento de esgoto construídos conforme o dimensionamento correto e com localização e materiais estabelecidos no planejamento participativo 	<ul style="list-style-type: none"> - relatório com os dados de dimensionamento, localização e materiais utilizados para cada componente do sistema
Orientar parte dos moradores quanto às questões técnicas para construção das obras do sistema de saneamento	<ul style="list-style-type: none"> - mão de obra instruída quanto às questões técnicas referentes à construção das obras do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> - obras do sistema devidamente construídas

Enunciado do Objetivo	Indicadores de resultados (objetivos)	Meios de verificação
Implantar o tratamento primário de esgoto: fossas sépticas e caixas de gordura	- Tratamento primário de esgoto implantado em toda a comunidade	-Relatórios referentes ao cumprimento de cada etapa de implantação -Documentação fotográfica de cada etapa da implantação
Implantar em uma unidade piloto o tratamento secundário e terciário do esgoto: sistema com áreas alagadas construídas	- Unidade piloto com tratamento de esgoto completo em funcionamento	-Relatórios sobre a execução e funcionamento da obra -Documentação fotográfica da unidade implantada
Capacitar moradores locais para serem operadores do sistema de tratamento de esgoto	- Operação adequada do sistema	-Planilhas de funcionamento e manutenção do sistema preenchidas semanalmente pelo operador
Monitorar e avaliar o funcionamento da unidade piloto	- sistema de tratamento de esgoto avaliado de acordo com os parâmetros exigidos e analisado pela equipe técnica	- relatórios sobre o funcionamento da unidade piloto elaborados por equipe técnica e operador
Divulgar para toda a comunidade e monitores ambientais os resultados obtidos com a unidade piloto, visando a resolução de eventuais problemas e adaptações necessárias para o funcionamento do sistema pelos moradores, e formação de agentes multiplicadores de informações sobre o sistema de tratamento de esgoto adotado	- grau de informação da comunidade e monitores ambientais quanto a importância e aspectos funcionais e operacionais do sistema de tratamento de esgoto adotado	-Entrevistas e questionários com a população
Implantar o tratamento secundário e terciário de esgoto – sistema com áreas alagadas construídas - em toda a comunidade	- tratamento de esgoto completo funcionando em toda a comunidade	-Relatórios sobre a execução e funcionamento da obra -Documentação fotográfica de todas as unidades implantadas

Enunciado do Objetivo	Indicadores de resultados (objetivos)	Meios de verificação
-Discutir e avaliar todas as etapas desenvolvidas no Projeto em um evento de finalização do mesmo.	<ul style="list-style-type: none">- Avaliação crítica de cada etapa do projeto- organização da comunidade para a resolução de problemas ocorridos-elaboração de propostas e sugestões que contribuam para o desenvolvimento do projeto em outras comunidades	- relatório elaborado pela equipe técnica e moradores sobre a avaliação realizada

2.10 - Avaliação de Impacto

Neste item o investidor pretendia avaliar a efetividade das transformações das ações implementadas, medindo o impacto através de indicadores de melhoria na qualidade de vida e bem –estar dos públicos alvo, direto ou indireto, a médio e longo prazo, em decorrência da melhoria das condições ambientais. Para tanto, o roteiro sugeria uma tabela identificando para cada objetivo específico os indicadores quantitativos e qualitativos do impacto social previsto para o projeto, assim como os meios de verificação a serem utilizados.

Em função disto a equipe elaborou a seguinte tabela (tabela 10):

Tabela 10: Avaliação de Impacto

Enunciado do Objetivo	Indicadores de impacto (objetivos)	Meios de verificação
Promover o envolvimento da comunidade no projeto de saneamento visando a compreensão dos moradores sobre a importância do tratamento de esgoto para a proteção dos recursos hídricos e minimização do risco à saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Grau de entendimento dos moradores sobre o projeto e a necessidade do saneamento básico -Nível de organização da comunidade para a implantação e manutenção do sistema de tratamento de esgoto 	<ul style="list-style-type: none"> -Número de moradores participantes nas atividades referentes ao projeto -Entrevistas com os moradores da comunidade - Lista dos moradores compromissados com a construção e operação do sistema
Desenvolver atividades de Educação ambiental que colaborem para o esclarecimento e mobilização da comunidade em relação aos problemas sócio-ambientais estimulando a participação coletiva dos moradores no processo decisório dos rumos da comunidade.	<ul style="list-style-type: none"> -População estimulada a se organizar para resolução de problemas sócio-ambientais - articulação dos moradores com os órgãos envolvidos na gestão dos recursos hídricos locais e soluções para os problemas sócio-ambientais 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas com os moradores e com a direção do Parque - Ações relacionadas à gestão de recursos hídricos e resoluções de problemas desenvolvidas através de parcerias
Orientar os moradores locais para a confecção de composteiras visando o re-aproveitamento da matéria orgânica e tratamento adequado do lodo proveniente das fossas	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de húmus através do processo de compostagem da matéria orgânica pelos moradores -Lodo das fossas adequadamente tratado 	<ul style="list-style-type: none"> -Observação por equipe técnica da elaboração de composteiras nas residências
Planejar de forma participativa alguns aspectos relacionados ao projeto técnico dos componentes das unidades de tratamento de esgoto a ser implantada	<ul style="list-style-type: none"> - Grau de entendimento dos moradores sobre a importância de sua participação no gerenciamento de questões da comunidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observações e relatórios sobre a participação dos moradores nos eventos relacionados ao projeto

Enunciado do Objetivo	Indicadores de impacto (objetivos)	Meios de verificação
Orientar parte dos moradores quanto às questões técnicas para construção das obras do sistema de saneamento	- Moradores aptos a orientar outras comunidades sobre a construção dos componentes do sistema	- Relatórios sobre a construção e funcionamento dos componentes do sistema -Entrevistas com os moradores
Implantar o tratamento primário de esgoto: fossas sépticas e caixas de gordura	- Eliminação dos problemas de mal cheiro e transbordamento de fossas, e conseqüentemente minimização tanto do risco à saúde dos moradores e visitantes como da contaminação do ambiente.	- Entrevistas com os moradores sobre o funcionamento e limpeza das fossas sobre ocorrências de doenças de veiculação hídrica
Implantar em uma unidade piloto o tratamento secundário e terciário do esgoto: sistema com áreas alagadas construídas	- Esgoto sendo adequadamente tratado - Efluente final com qualidade igual ou superior aos padrões exigidos pela legislação - Compreensão e envolvimento dos moradores nos processos de construção, funcionamento e operação do sistema.	- Avaliação da eficiência e funcionamento do sistema - participação dos moradores nas discussões promovidas pelo Projeto.
Capacitar moradores locais para serem operadores do sistema de tratamento de esgoto	- Número de operadores aptos para a operação do sistema e para orientar operadores futuros	- Relatórios sobre a operação do sistema
Monitorar e avaliar o funcionamento da unidade piloto	-Operação e funcionamento dos sistemas de forma correta - Discussão coletiva (moradores e equipe técnica) sobre a necessidade de adaptações necessárias para solucionar eventuais problemas - Implantação das outras unidades de tratamento com solos filtrantes contemplando as alterações necessárias	- Relatórios sobre o funcionamento e operação do sistema - Adequações necessárias na unidade piloto para o seu bom funcionamento -Documentação fotográfica da implantação das outras unidades de sistema

Enunciado do Objetivo	Indicadores de impacto (objetivos)	Meios de verificação
Divulgar para toda a comunidade e monitores ambientais os resultados obtidos com a unidade piloto, visando a resolução de eventuais problemas e adaptações necessárias para o funcionamento do sistema pelos moradores, e formação de agentes multiplicadores de informações sobre o sistema de tratamento de esgoto adotado	<ul style="list-style-type: none"> - Autonomia da comunidade para a resolução de questões referentes a operação e funcionamento do sistema - Turistas e outras comunidades do PEIC informados sobre sistema de tratamento de esgoto da comunidade 	<ul style="list-style-type: none"> -Relato dos moradores sobre o sistema de tratamento de esgoto -Palestras ministradas pelos moradores do Maruja e monitores ambientais sobre todo o processo de implantação e funcionamento do sistema de esgoto adotado
Implantar o tratamento secundário e terciário de esgoto – sistema com áreas alagadas construídas - em toda a comunidade	<ul style="list-style-type: none"> -Grau de satisfação da comunidade com o tratamento de esgoto - Eliminação dos problemas referentes a ausência de tratamento de esgoto (mal cheiro, doenças de veiculação hídrica relativas à infra-estrutura de saneamento, transbordamento de fossas, entre outros) 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas com os moradores
-Discutir e avaliar todas as etapas desenvolvidas no Projeto em um evento de finalização do mesmo.	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorias e adaptações nas atividades do projeto visando maior eficiência no seu desenvolvimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Projeto desenvolvido em outras comunidades levando em consideração todos os aspectos relacionados durante a avaliação

2.11 – Parcerias e Alianças

Este tópico permitia ao investidor conhecer os parceiros e suas funções no projeto, fossem elas instituições de apoio técnico, material ou financeiro, consultorias, etc. Dessa forma foi montado o quadro 4:

Quadro 4: Parceiros e suas funções no projeto

Nome	Função
Canteiro – Oficina de Construção	Equipe multidisciplinar envolvida nas atividades de Educação Ambiental, Envolvimento Comunitário, Implantação do tratamento primário de esgoto e acompanhamento e documentação das demais atividades.
Instituto de Ecologia Aplicada - IEA	Responsável pela implantação do sistema secundário de tratamento de esgoto através de sistemas combinados de áreas alagadas construídas.
Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP	Infra-estrutura laboratorial e suporte técnico para análises de qualidade do efluente durante o período de monitoramento.
Koltec – Consultores Associados	Parecer sobre a eficiência da unidade piloto através dos resultados obtidos no monitoramento.
Secretaria do Meio Ambiente - Parque Estadual da Ilha do Cardoso – Instituto Florestal (SMA –PEIC-IF)	Disponibilização de logística local através da base de Cananéia com Internet on line, microscópios e eventuais auxílios.
Associação de Monitores Ambientais de Cananéia – AMOAMCA	Divulgação do projeto aos turistas que circulam na região.

2.12 - Equipe Técnica

A equipe técnica do projeto foi composta pelos seguintes membros⁷:

- Uma Bióloga (a pesquisadora), mestranda em Ciências da Engenharia Ambiental pelo CRHEA – EESC/USP São Carlos responsável pela Coordenação Geral
- Um arquiteto (Grupo Canteiro) responsável pela Coordenação das atividades de implantação do tratamento primário de esgoto (rede coletora, fossas sépticas e caixas de gordura)
- Uma Bióloga (Grupo Canteiro) Mestre e Doutora em Ecologia e Recursos Naturais pelo PPG-ERN (UFSCAr) – São Carlos responsável pela Coordenação das Atividades de Educação Ambiental
- Um arquiteto (IEA) Dr. em Manejo Integrados de Recursos pelo CEA /UNESP - Rio Claro responsável pela Coordenação das atividades de implantação dos sistemas combinados de áreas alagadas construídas.
- Um arquiteto (Grupo Canteiro) responsável pela Coordenação do Programa de Comunicação e Divulgação do Projeto
- Uma engenheira civil (Koltec), Mestre em agronomia (ESALQ/USP) e Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pelo CRHEA – EESC/USP – São Carlos responsável pela Coordenação das Atividades de Monitoramento
- Duas biólogas e uma oceanógrafa (Grupo Canteiro) mestrandas em Ecologia e Recursos Naturais pelo PPG – ERN – UFSCAr - São Carlos, e uma socióloga responsáveis pela elaboração e execução das Atividades de Educação Ambiental
- Dois arquitetos (Grupo Canteiro) responsáveis pelo acompanhamento das atividades de implantação das obras e colaboração nas atividades de Educação Ambiental
- Uma aluna do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU – USP – São Paulo (Grupo Canteiro) com a função de Assistente Geral

⁷ No projeto foram informados o nome de cada um, formação profissional, a função no projeto e a quantidade de horas semanais dedicada por cada profissional ao projeto.

Além disso, também eram previstos no projeto a função de Coordenação local por um dos integrantes da AMOMAR, para acompanhar todas as atividades e contabilidade, e ser o intermediário entre comunidade e equipe técnica quando esta não estivesse presente. Também foi prevista a contratação de um contador/administrador para organizar a parte financeira do projeto.

2.13- Comunicação do Projeto

Neste tópico, de grande relevância para o investidor, deveriam ser colocados as formas e os meios pelos quais os parceiros, líderes e formadores de opinião do Terceiro Setor, autoridades governamentais, público interno e sociedade em geral, teriam conhecimento do projeto, seus objetivos e ações, destacando as estratégias e materiais a serem utilizados para este fim.

Em função disto foram programadas, dentro das diferentes fases do projeto, várias ações que demandam diferentes recursos de mídias de forma a atender os diversos objetivos relativos ao alcance da informação veiculada, público alvo, conteúdo da informação, tempo de exposição, interatividade e avaliação do processo.

Desta forma, as ações de comunicação foram organizadas dentro de 3 diferentes escalas: **Local, Regional e Estendida.**

As ações de escala local se referem a toda forma de divulgação ou comunicação de atividades na própria área de projeto, atingindo principalmente a comunidade local, visitantes, autoridades locais. As mídias empregadas constituem-se de placas de sinalização e informação, cartazes, folders, camisetas e bonés para equipe técnica, operadores do sistema, monitores ambientais e outros, sinalização nos veículos utilizados pelo projeto (embarcação, veículo terrestre).

As ações de escala regional visam divulgar o projeto nas outras comunidades do PEIC, Unidades de Conservação mais próximas (APAs, Parques, RESEXs, Estações Ecológicas, entre outras), comunidades próximas e cidades da região. Estão previstas solenidades de abertura e encerramento do projeto, com divulgação para autoridades

locais e regionais, parceiros do projeto, líderes comunitários, técnicos, jornais locais e redes de televisão regional. Nesses eventos serão expostos os objetivos do programa, sua importância para a população e ambiente natural, os incentivadores e financiadores do projeto, balanços e avaliações.

Também foram previstas nessa escala de divulgação a distribuição de material informativo como folders, cartazes e cartilhas em escolas, bibliotecas, centros culturais e outros órgãos ou locais relevantes quanto acessibilidade da população ao material de veiculação. Regularmente os meios de comunicação locais serão informados das atividades em andamento no projeto.

Na escala estendida de comunicação, foram previstas a utilização de recursos multimídia para interação com uma faixa mais ampla da sociedade, assim como os parceiros do projeto. Através do desenvolvimento de um site atualizado regularmente, vinculado à USP, todo o projeto poderá ser conhecido e divulgado pela internet.

O site conterá objetivos, programa, resultados parciais, avaliações, contatos, imagens, vídeos e links para os parceiros e órgãos envolvidos. Todos os produtos de documentação final do projeto também se enquadram nesse ponto.

Ao final do projeto foi prevista a elaboração de uma publicação com apresentação, desenvolvimento, resultados e avaliações. Essa publicação será reproduzida em mídia impressa, na forma de livro ou revista, e mídia eletrônica, um CD-ROM interativo com imagens, vídeos, depoimentos e versão do livro para impressão (formato pdf ou similar). Esse material será distribuído em universidades, escolas, órgãos públicos, centros de pesquisa e instituições diversas.

Em contato com a produção do programa “Repórter Eco” veiculado pela Rede Cultura, verificou-se a identificação do tema deste projeto como de especial interesse para geração de reportagens, estando portanto aberta a possibilidade de veiculação de matérias em vários estados brasileiros.

No quadro 5 são descritos os tipos de recursos de comunicação previstos para o projeto:

Quadro 5: Meios de comunicação e suas referidas quantidades.

Meio de comunicação	Quantidade (unidades)
Folders (2 tipos)	5000 de cada
Cartazes (3 tipos)	200 de cada
Mala direta p/ eventos de lançamento e encerramento do projeto	5000 de cada
CD –ROOM	500
DVD	500
Livro	1000
Camisetas	150
Bonés	80
Adesivos pequenos	1000
Adesivos magnéticos nos meios de transporte	6
Souvenir com logo do projeto	1000
Web Site	1
Placas de indicação dos sistemas	30
Totem informativo	1

2.14- CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Com o objetivo de constituir uma importante ferramenta para a gestão do projeto, o cronograma deveria relacionar as principais atividades a cada objetivo específico do projeto, indicando os prazos de realização de cada atividade.

A partir disto, foram elaboradas as tabelas 11, 12, 13 e 14 de acordo com períodos semestrais:

Tabela 11 - Mês 1 ao 6

	Objetivos específicos	Atividades	Meses					
			1	2	3	4	5	6
1	Promover o envolvimento da comunidade no projeto de saneamento visando a compreensão dos moradores sobre a importância do tratamento de esgoto para a proteção dos recursos hídricos e minimização do risco à saúde	-Elaboração e distribuição do folder de divulgação sobre as questões de saneamento básico	X					
		- organização coletiva de um evento para a apresentação do Projeto à toda comunidade	X					
2	Desenvolver atividades de Educação ambiental que colaborem para o esclarecimento e mobilização da comunidade em relação aos problemas sócio-ambientais estimulando a participação coletiva dos moradores no processo decisório dos rumos da comunidade.	- Realização de diagnóstico participativo sobre as questões ambientais da comunidade	X					
		- Realização de oficina de análise de água						X
		- Realização de oficina de xampu e sabonetes biodegradáveis artesanais				X		
3	Orientar os moradores locais para a confecção de composteiras visando o re-aproveitamento da matéria orgânica e tratamento adequado do lodo proveniente das fossas	Oficina de compostagem dos restos de matéria orgânica e lodo das fossas.		X				
4	Planejar de forma participativa alguns aspectos relacionados ao projeto técnico dos componentes das unidades de tratamento de esgoto a ser implantada	- Levantamento plani-altimétrico e de composição do solo por especialista contratado	X					
		- dimensionamento dos componentes do sistema por equipe técnica		X				
		- reunião com os moradores locais para adequação do projeto às suas necessidades e preferências (ex: áreas de implantação dos componentes do sistema, tipo de vegetação utilizada nos sistemas)		X				

	Objetivos específicos	Atividades	Meses					
			1	2	3	4	5	6
5	Orientar parte dos moradores quanto às questões técnicas para construção das obras do sistema de saneamento	- reunião para a apresentação do projeto técnico e estabelecimento das pessoas envolvidas na construção d infra-estrutura		X				
6	Implantar o tratamento primário de esgoto: fossas sépticas e caixas de gordura Implantar em uma unidade piloto o tratamento secundário e terciário do esgoto: sistema com áreas alagadas construídas	- planejamento coletivo do canteiro de obras		X				
		- Construção de fossas sépticas e caixas de gordura em todas as residências utilizando mão de obra local.		X	X			
7	Capacitar moradores locais para serem operadores do sistema de tratamento de esgoto	- Elaboração de uma maquete de solos filtrantes por equipe técnica			X			
		- Reunião entre equipe técnica e moradores sobre o funcionamento e operação do sistema, com a utilização da maquete				X		
		- Elaboração e confecção de um manual de funcionamento e manutenção do sistema de tratamento de esgoto, por equipe técnica e futuros operadores				X		
8	Monitorar e avaliar o funcionamento da unidade piloto	- observações semanais do sistema pelo operador - coleta mensal de amostras do efluente do sistema piloto pela equipe técnica e análise das mesmas nos Lab. da SABESP - reuniões mensais da equipe técnica com o operador						X

Tabela 12 - Mês 7 Ao 12

	Objetivos específicos	Atividades	Meses					
			7	8	9	10	11	12
8	Monitorar e avaliar o funcionamento da unidade piloto	<ul style="list-style-type: none"> - observações semanais do sistema pelo operador - coleta mensal de amostras do efluente do sistema piloto pela equipe técnica e análise das mesmas nos Lab. da SABESP - reuniões mensais da equipe técnica com o operador 	X	X	X	X	X	X

Tabela 13 - Mês 13 Ao 18

	Objetivos específicos	Atividades	Meses					
			13	14	15	16	17	18
8	Monitorar e avaliar o funcionamento da unidade piloto	- observações semanais do sistema pelo operador - coleta mensal de amostras do efluente do sistema piloto pela equipe técnica e análise das mesmas nos Lab. da SABESP - reuniões mensais da equipe técnica com o operador	X	X	X	X		
9	Divulgar para toda a comunidade e monitores ambientais os resultados obtidos com a unidade piloto, visando a resolução de eventuais problemas e adaptações necessárias para o funcionamento do sistema pelos moradores, e formação de agentes multiplicadores de informações sobre o sistema de tratamento de esgoto adotado	-Preparação e realização de um evento com exposição de fotos e sessões de vídeo sobre as diversas etapas já realizadas no projeto, relatos do operador e equipe técnica e discussão coletiva sobre o funcionamento, eficiência e dúvidas em relação ao sistema					X	
10	Implantar o tratamento secundário e terciário de esgoto (solos filtrantes e canal com macrófitas) em toda a comunidade	- Aquisição do material de construção do restante da infra-estrutura de saneamento					X	
		- Construção de todas as unidades do sistema de áreas alagadas construídas, conforme o previsto no planejamento participativo, utilizando mão de obra local.						X

Tabela 14 - Mês 19 ao 24

	Objetivos específicos	Atividades	Meses					
			19	20	21	22	23	24
10	Implantar o tratamento secundário e terciário de esgoto (solos filtrantes e canal com macrófitas) em toda a comunidade	- Construção de todas as unidades do sistema com solos filtrantes e canal de macrófitas, conforme o previsto no planejamento participativo, utilizando mão de obra local.	X	X	X	X		
12	-Discutir e avaliar todas as etapas desenvolvidas no Projeto em um evento de finalização do mesmo.	- Evento de discussão, avaliação e finalização do projeto, realizado por equipe técnica e moradores, de forma a realizar um balanço de todas as etapas desenvolvidas no projeto				X		
		- Elaboração de material informativo sobre todo o desenvolvimento do Projeto					X	
		- Produção de um evento de Encerramento do Projeto						X

2.15 – Orçamento

Para o desenvolvimento do projeto serão necessários investimentos totais na ordem de R\$ 1.430,329,00, sendo solicitados à Petrobrás o valor de R\$1.090.109,00.

Para elaborar as planilhas orçamentárias, inicialmente foram levantados os custos de cada atividade do projeto.

A Contrapartida é descrita no quadro 6 e o orçamento mês/semestre é descrito nos quadros 7, 8, 9, 10 respectivamente:

Quadro 6: Valores de Contrapartida

CONTRAPARTIDA	VALOR EM R\$
Centro comunitário para eventos	7.200,00
Televisão e vídeo para oficinas	1.500,00
Microscópios para oficinas	6.000,00
Logística de escritório Base do PEIC em Cananéia	10.000,00
Infra-estrutura laboratorial da SABESP – Registro (SP)	300.000,00
Horas trabalho para elaboração do projeto	4.800,00
Mensalidade de telefone	720,00
Equipamentos de escritório do Instituto de Ecologia Aplicada e Canteiro Oficina de Construção	10.000,00
Total	340.220,00

Quadro 7: Orçamento 1º Semestre

NATUREZA DA DESPESA	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Total 1º Semestre
1. CUSTOS FIXOS							
1.1 Conta de Telefone	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	R\$ 180,00
Sub-Total 1	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 180.00
2. PESSOAL							
2.1 Coordenação geral	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	15,000.00
2.2 Administração	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	1,200.00
2.3 Equipe Técnica							
Canteiro	32,368.00	67,830.00	14,280.00	8,330.00	4,760.00	952.00	128,520.00
2.4 IEA	12,000.00		2,000.00				14,000.00
2.5 Koltec					480.00	480.00	960.00
2.6 Serviços de Terceiros	60,000.00	36,000.00	6,000.00		550.00	550.00	103,100.00
Sub-Total 2	R\$107,068.00	R\$106,530.00	R\$24,980.00	R\$11,030.00	R\$ 8,490.00	R\$4,682.00	R\$262,780.00
3. MATERIAL							
3.1 Equipamentos	72,394.00						72,394.00
3.2 Material Escritório	3,843.00						3,843.00
3.3 Material							
Oficinas/Reuniões	640.00	4,243.00		4,591.00	482.00		9,956.00
3.4 Material Construção	213,761.00						213,761.00
Sub-Total 3	R\$290,638.00	R\$4,243.00	R\$ 0.00	R\$4,591.00	R\$ 482.00	R\$ 0.00	R\$299,954.00

NATUREZA DA DESPESA	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Total 1º Semestre
4. TRANSPORTE							
4.1 Aluguel de carro	1,710.00	6,030.00	1,350.00	630.00	630.00	270.00	8,910.00
4.2 Gasolina Carro	800.00	1,600.00	160.00	320.00	320.00	160.00	2,560.00
4.3 Gasolina Barco	1,200.00	2,800.00	400.00	800.00	800.00	400.00	5,200.00
4.4 Transporte Material de Construção		3,000.00					3,000.00
4.5 Motorista Barco	180.00	420.00	60.00	120.00	120.00	60.00	780.00
4.6 Pedágio Carro	300.00	600.00	60.00	120.00	120.00	60.00	960.00
Sub-Total 4	R\$ 4,190.00	R\$14,450.00	R\$2,030.00	R\$1,990.00	R\$1,990.00	R\$ 950.00	R\$ 25,600.00
5. VIAGENS							
5.1 Diárias (Hospedagem e Alimentação)	4,290.00	15,620.00	4,125.00	1,265.00	1,210.00	1,210.00	27,720.00
Sub-Total 5	R\$ 4,291.00	R\$15,620.00	R\$4,125.00	R\$1,265.00	R\$1,210.00	R\$1,210.00	R\$ 27,721.00
6. EVENTOS							
6.1 Lançamento	Som	5,000.00					5,000.00
	Transporte	2,140.00					2,140.00
	Diárias	2,695.00					2,695.00
6.2 Divulgação	Mala direta	1,730.00					1,730.00
	Folder	2,000.00					2,000.00
	Souvenir com selo	1,000.00					1,000.00
Sub-Total 6	14,565.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 14,565.00

NATUREZA DA DESPESA	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Total 1º Semestre
7. DIVULGAÇÃO							
7.1 Camisetas	900.00						900.00
7.2 Bonés	370.00						370.00
7.3 Cartazes 3 tipos			1,000.00				1,000.00
7.4 Adesivos	1,060.00						1,060.00
7.5 Adesivos Magnéticos	360.00						360.00
7.10 Site	2,300.00						2,300.00
Sub-Total 7	R\$ 4,990.00	R\$ 0.00	R\$1,000.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 5,990.00
TOTAL GERAL	R\$425,772.00	R\$140,873.00	R\$32,165.00	R\$18,906.00	R\$12,202.00	R\$6,872.00	R\$636,790.00

Quadro 8: Orçamento 2º Semestre

NATUREZA DA DESPESA	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Total 2º Semestre
1. CUSTOS FIXOS							
1.1 Conta de Telefone	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	180.00
Sub-Total 1	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 180.00
2. PESSOAL							
2.1 Coordenação geral	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	15,000.00
2.2 Administração	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	1,200.00
2.3 equipe técnica Canteiro	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	5,040.00
2.4 Koltec	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	2,880.00
2.5 Serviços de Terceiros	550.00	550.00	550.00	550.00	550.00	550.00	3,300.00
Sub-Total 2	R\$4,570.00	R\$4,570.00	R\$4,570.00	R\$4,570.00	R\$4,570.00	R\$4,570.00	R\$ 27,420.00
3. TRANSPORTE							
3.1 Aluguel de carro	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	270.00	1,620.00
3.2 Gasolina Carro	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	960.00
3.3 Gasolina Barco	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	2,400.00
3.4 Motorista Barco	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	360.00
3.5 Pedágio Carro	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	360.00
Sub-Total 4	R\$ 950.00	R\$ 950.00	R\$ 950.00	R\$ 950.00	R\$ 950.00	R\$ 950.00	R\$ 5,700.00
5. VIAGENS							
5.1 Diárias	330.00	330.00	330.00	330.00	330.00	330.00	1,980.00
Sub-Total 5	R\$ 330.00	R\$ 330.00	R\$ 330.00	R\$ 330.00	R\$ 330.00	R\$ 330.00	R\$ 1,980.00
TOTAL GERAL	R\$5,880.00	R\$5,880.00	R\$5,880.00	R\$5,880.00	R\$5,880.00	R\$5,880.00	R\$ 35,280.00

Quadro 9: Orçamento 3º semestre

NATUREZA DA DESPESA	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16	Mês 17	Mês 18	Total 3º Semestre
1. CUSTOS FIXOS							
1.1 Conta de Telefone	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	180.00
Sub-Total 1	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 30.00	R\$ 180.00
2. PESSOAL							
2.1 Coordenação geral	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	15,000.00
2.2 Administração	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	1,200.00
2.3 Equipe Técnica Canteiro	840.00	840.00	840.00	840.00	7,123.00	8,000.00	18,483.00
2.4 IEA						2,000.00	2,000.00
2.5 Koltec	480.00	480.00	480.00	480.00			1,920.00
2.6 Serviços de Terceiros	550.00	550.00	550.00	550.00		17,600.00	19,800.00
Sub-Total 2	R\$4,570.00	R\$4,570.00	R\$4,570.00	R\$4,570.00	R\$ 9,823.00	R\$30,300.00	R\$ 58,403.00
3. MATERIAL							
3.1 Material Oficinas/Reuniões					65.00		65.00
3.2 Material Construção					130,981.00		130,981.00
Sub-Total 3	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$131,046.00	R\$ 0.00	R\$131,046.00
4. TRANSPORTE							
4.1 Aluguel de carro	270.00	270.00	270.00	270.00	720.00	2,700.00	4,500.00
4.2 Gasolina Carro	160.00	160.00	160.00	160.00	320.00	480.00	1,440.00
4.3 Gasolina Barco	400.00	400.00	400.00	400.00	800.00	600.00	3,000.00

NATUREZA DA DESPESA	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16	Mês 17	Mês 18	Total 3º Semestre
4.4 Transporte Mat. Construção					3,000.00		3,000.00
4.5 Motorista Barco	60.00	60.00	60.00	60.00	120.00	90.00	450.00
4.6 Pedágio Carro	60.00	60.00	60.00	60.00	120.00	180.00	540.00
Sub-Total 4	R\$ 950.00	R\$ 950.00	R\$ 950.00	R\$ 950.00	R\$ 5,080.00	R\$ 4,050.00	R\$ 12,930.00
5. VIAGENS							
5.1 Diárias (Hospedagem e Alimentação)	330.00	330.00	330.00	330.00	2,200.00	8,250.00	11,770.00
Sub-Total 5	R\$ 330.00	R\$ 330.00	R\$ 330.00	R\$ 330.00	R\$ 2,200.00	R\$ 8,250.00	R\$ 11,770.00
TOTAL GERAL	R\$5,880.00	R\$5,880.00	R\$5,880.00	R\$5,880.00	R\$148,179.00	R\$42,630.00	R\$214,329.00

Quadro 10 Orçamento 4º semestre

NATUREZA DA DESPESA	Mês 19	Mês 20	Mês 21	Mês 22	Mês 23	Mês 24	Total 4º Semestre
1. CUSTOS FIXOS							
1.1 Conta de Telefone	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	300.00
Sub-Total 1	R\$ 50.00	R\$ 50.00	R\$ 50.00	R\$ 50.00	R\$ 50.00	R\$ 50.00	R\$ 300.00
2. PESSOAL							
2.1 Coordenação geral	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	15,000.00
2.2 Administração	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	1,200.00
2.3 Equipe Técnica Canteiro	8,000.00	8,000.00	8,000.00	2,500.00	5,000.00	2,000.00	33,500.00
2.4 IEA	2,000.00	2,000.00	2,000.00				6,000.00
2.5 Serviços de Terceiros	17,600.00	17,600.00	17,600.00				52,800.00
Sub-Total 2	R\$ 30,300.00	R\$30,300.00	R\$30,300.00	R\$5,200.00	R\$7,700.00	R\$4,700.00	R\$ 108,500.00
3. MATERIAL							
3.3 Material Oficinas/Reuniões				65			65
Sub-Total 3	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 65.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 65.00
4. TRANSPORTE							
4.1 Aluguel de carro	2,700.00	2,700.00	1,800.00	1,080.00			8,280.00
4.2 Gasolina Carro	480.00	480.00	320.00	480.00			1,760.00
4.3 Gasolina Barco	600.00	600.00	400.00	400.00			2,000.00
4.4 Motorista Barco	90.00	90.00	60.00	60.00			300.00
4.5 Pedágio Carro	180.00	180.00	120.00	180.00			660.00
Sub-Total 4	R\$ 4,050.00	R\$ 4,050.00	R\$ 2,700.00	R\$2,200.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 13,000.00
NATUREZA DA DESPESA	Mês 19	Mês 20	Mês 21	Mês 22	Mês 23	Mês 24	Total 4º Semestre
5. VIAGENS							
5.1 Diárias (Hospedagem e Alimentação)	8,250.00	8,250.00	5,500.00	3,080.00			25,080.00
Sub-Total 5	R\$ 8,250.00	R\$ 8,250.00	R\$ 5,500.00	R\$3,080.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 25,080.00

6. EVENTOS								
6.1 Encerramento	Som						5,000.00	5,000.00
	Transporte						2,840.00	2,840.00
	Diárias						2,695.00	2,695.00
6.2 Divulgação	Mala direta						1,730.00	1,730.00
	Folder						2,000.00	2,000.00
	Souvenir com selo						1,700.00	1,700.00
Sub-Total 6		R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$15,965.00	R\$ 15,965.00
7. DIVULGAÇÃO								
7.1 Placas de sinalização		1,800.00						1,800.00
7.2 Totens informativos						4,000.00		4,000.00
7.3 Produção CD- ROOM/DVD						20,000.00		20,000.00
7.4 Livro						15,000.00		15,000.00
Sub-Total 7		R\$ 1,800.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$ 0.00	R\$39,000.00	R\$ 0.00	R\$ 40,800.00
TOTAL GERAL		R\$ 44,450.00	R\$42,650.00	R\$38,550.00	R\$10,595.00	R\$46,750.00	R\$20,715.00	R\$203,710.00

3 – CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO E RESULTADO DA SELEÇÃO

É possível considerar que o projeto apresenta-se bem completo, tanto no âmbito textual, através das previsões de resultados, descrição das atividades, avaliações de processos e resultados, previsões de impacto, programa de divulgação e orçamento; como nas atividades programadas para atingir seu objetivo geral. O Orçamento buscou contemplar a maioria dos detalhes, tanto na parte de subsídios para as atividades de envolvimento comunitário, como na parte de implantação de infra-estrutura.

O projeto concorreu com 1680 projetos enviados de todas as regiões do Brasil, mas infelizmente não foi aprovado.

Segundo informações disponíveis no site da Empresa Petrobras (setembro de 2004), foram aprovados 30 projetos, sendo 4 na região Norte, 4 na região Sul, 5 na região Centro-Oeste, 7 na região Nordeste, 7 na região Sudeste, e 3 que envolviam duas ou mais regiões.

Conforme o breve resumo de cada projeto disponibilizado na rede pelo investidor, 15 projetos apresentavam como objetivo principal a “capacitação de atores sociais”, “disseminação de boas práticas para o uso racional do recurso”, “ações educativas e mitigadoras de impacto” e “formação para a gestão dos recursos hídricos”. Doze projetos estavam relacionados à “recuperação de corpos d’água e matas ciliares” através de plantio de mudas; dois projetos eram relacionados à forma de “organização da sociedade para a convivência no Semi-Árido” e um projeto relacionado à “pesquisa e capacitação para a despoluição” de determinado curso d’água.

Embora as informações fornecidas sobre os projetos sejam limitadas, nenhum deles parecia estar relacionado à implantação de infra-estrutura de saneamento de fato, principalmente no que se refere a tratamento de esgotos, que são considerados potenciais agentes poluidores dos recursos hídricos, podendo em alguns casos causar

a total degradação do ambiente (ANDRADE NETO & CAMPOS, 1999).

Apesar de a Comissão de Seleção e o conselho Deliberativo do Programa (estâncias maiores do processo seletivo) serem constituídos cada qual por um especialista em saneamento, projetos que contemplam atividades diretamente relacionadas a esta questão não encontraram nenhum tipo de prioridade no programa.

No edital, dentro dos critérios propostos para o tema “Água, um recurso natural finito e indispensável à vida”, além de idéias relacionadas à “capacitação de atores sociais”, “disseminação de boas práticas para o uso dos recursos hídricos” e “recuperação de matas ciliares”, o investidor também demonstrava preocupações sobre a “a multiplicidade de usos” dos recursos hídricos pela sociedade, “responsabilidade especial sobre seu uso (dá água), de forma a garantir a preservação da qualidade”; a possibilidade de “reuso” dos recursos hídricos; o “processo de degradação”, exigindo que os projetos proporcionassem ações de “auto-sustentabilidade” e de “educação ambiental”. A questão do saneamento pode ser relacionada a estas preocupações já que está diretamente envolvida com a qualidade da vida humana e do ambiente natural.

A pesquisadora considera que atividades de capacitação e disseminação de práticas para o uso racional dos recursos hídricos, assim como recuperação de matas ciliares, são de suma importância para a manutenção da qualidade dos corpos d’água dentro dos padrões exigidos pela legislação, de forma a contribuir para melhoria da qualidade ambiental nas bacias hidrográficas e conseqüentemente à saúde da população e preservação do ambiente natural. Entretanto, é necessário ressaltar que tais atividades enfrentam muitas dificuldades para se sustentar, quando importantes fontes de poluição, no caso os esgotos, são desconsiderados e poluentes em potencial continuam sendo lançados nos corpos d’água.

Vale lembrar que, segundo IBGE (2001), apenas 64,6% da população brasileira possui rede geral de coleta de esgotos, e deste valor, apenas 10% são tratados. Além disso, no Brasil de acordo com ABES (1994), o índice de

internações hospitalares devido à doenças de veiculação hídrica corresponde a 65% do total de internações, sendo a conjugação desses fatos contribuinte, não isoladamente, para a manutenção dos altos índices de mortalidade infantil do Brasil.

Entretanto, como já foi mencionado em alguns momentos desta dissertação a falta de tratamento de esgoto não se deve à escassez de tecnologias, e sim a iniciativa de políticas públicas para a solução do problema. Alguns governantes adotam resoluções lastimáveis para escapar do problema, como a canalização de rios e construção de rodovias por cima dos mesmos, como é o caso de muitos corpos d'água da cidade de São Carlos - SP (ex. Rio Gregório e córrego Tijuco Preto).

Sendo assim, estas considerações são decorrentes de preocupações com o verdadeiro motivo que alguns investidores, principalmente instituições governamentais, trazem em determinados programas de financiamento por trás da temática ambiental: divulgação ou ação?

A pesquisadora acredita que a reprovação deste projeto não é relacionada à falta de mérito, até porque a proposta do trabalho já recebeu uma Menção Honrosa pela Faculdade de Saúde Pública (USP/São Paulo) em associação com a Fundação Map-Fre (vinculada com uma empresa espanhola de seguros). Entretanto, não é possível negar um certo sentimento de desânimo na equipe técnica e nos moradores da comunidade do Maruja.

Dessa forma, novos esforços estão sendo concentrados na busca de investidores financeiros, e adequação do projeto às suas normas.

4 –REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. (1993). "Pesquisa – Dados Fundamentais" – Resultados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE – **Revista Bio**, Ano V, nº 2, Mar/Abr – Rio de Janeiro. P10-12.

ANDRADE NETO, C.O. & CAMPOS, J.R. (1999). Introdução. In: CAMPOS, J.R.(coord): **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Disponível no site <http://www.Ibge.gov.br/> . Acesso em Agosto 2003.

Programa Petrobrás Ambiental – Edital 2003 – site: www2.petrobras.com.br/responsabilidade/portugues/petrobrasambiental/. Acesso em 2003 e 2004.

RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostra que alternativas tecnológicas de tratamento de esgotos condizentes com a realidade social e ecológica de uma população, como é o caso dos sistemas combinados de alagados construídos, podem ser empregadas com base em um processo de discussão e negociação entre moradores locais e agentes externos.

A elaboração de uma proposta participativa deve envolver um planejamento estratégico de cada etapa de intervenção e negociação com os participantes, que deve ser avaliado a cada obstáculo ultrapassado. É preciso ter em mente que o estabelecimento de uma relação com os diferentes grupos envolvidos na proposta é um processo longo, que depende da postura de quem o conduz frente aos hábitos e cotidiano do público alvo, e posicionamentos dos demais agentes participantes do processo. Esta relação é decorrente do respeito às diferentes visões e conhecimentos sobre o assunto dos membros de cada grupo, da troca de informações num patamar de igualdade de saberes entre os participantes e, conseqüentemente, da incorporação das idéias e propostas formuladas em conjunto. Dessa forma, é possível estabelecer um grau de confiança que permita a apropriação da proposta por todos e uma discussão cada vez mais qualificada na busca do sucesso do projeto.

É preciso que os agentes externos sejam conhecedores da realidade local para que conflitos ou ressentimentos existentes sejam contornados da melhor forma

para o desenvolvimento do trabalho. Ressalta-se aí a necessidade de vários períodos de contato com a comunidade, para compreender seu cotidiano, conhecer as lideranças de fato e o perfil da comunidade. Também é necessário que a condução do processo de intervenção promova a integração entre todos os grupos envolvidos na solução do problema, sejam eles governamentais, não governamentais e população local, para otimizar os processos de discussão, reflexão e ação, de forma a intermediar os interesses de todos.

O levantamento de diferentes alternativas de tratamento de esgoto, a justificativa para a comunidade daquela mais indicada em detrimento das outras, por meio de materiais ilustrativos e visita técnica, e a entrega do projeto aos moradores, foram etapas fundamentais para a reavaliação das estratégias adotadas e para o estabelecimento da confiança na proposta em si.

O envolvimento de todos os grupos para a solução do problema, no caso a reestruturação dos sistemas de tratamento do esgoto, pode ser a base para o bom andamento do projeto em sua fase de implantação e posteriormente para sua manutenção. O conhecimento sobre o funcionamento do sistema pelos moradores locais, associado à vivência que estas populações detêm sobre o ambiente em que vivem, permite a realização de adaptações que podem aprimorar a eficiência do sistema.

Dessa forma, os principais usuários das estações de tratamento terão subsídios para articular suas responsabilidades em relação à preservação e manutenção das estruturas, além de maiores incentivos para a resolução de novos problemas.

A proposta elaborada é adequada a realidade local da comunidade do Maruja, seja pela alternativa de tratamento indicada como pelas atividades de envolvimento comunitário, e visa a auto-sustentabilidade.

Sendo assim, a partir do projeto elaborado e do processo de envolvimento com os grupos desencadeados, a continuidade deste trabalho só depende de subsídios financeiros para sua implantação.

ANEXO

Decanto-Digestores e Fossa Biodigestora

O decanto-digestor, conhecido popularmente como *tanque séptico*, foi a primeira unidade idealizada para tratamento de esgotos e até hoje é a mais empregada em todos os países para tratamento primário dos esgotos. Segundo a NBR7229 (1993) o tanque séptico consiste em uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, que promove o tratamento através de processos de sedimentação, flotação e digestão, transformando bioquimicamente os sólidos e o material graxo, em substâncias e compostos mais simples e estáveis.

De acordo com a BRASIL (2004), o esgoto é detido na fossa por um período racionalmente estabelecido, que pode variar de 12 a 24 horas, dependendo das contribuições afluentes. Pode ser de câmara única ou câmaras em série. Na primeira modalidade, a zona superior corresponde ao local onde ocorrerem processos de sedimentação e flotação, e digestão da espuma (parte dos sólidos não decantados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases); a zona inferior encerra o local de acúmulo e digestão do lodo sedimentado. Na segunda opção, existem dois ou mais compartimentos contínuos dispostos seqüencialmente no sentido do fluxo do líquido e interligados adequadamente, onde nos quais devem ocorrer os processos de flotação, sedimentação e digestão.

Segundo ANDRADE NETO *et al.* (1999), no tanque séptico o volume de lodo gerado é reduzido devido ao processo de digestão anaeróbia proporcionado pela estrutura vedada do tanque. Dessa forma, o lodo pode ser acumulado temporariamente no interior do tanque, até que seja removido após períodos de meses ou anos, e encaminhado a um pós-tratamento e a um destino final adequado. De acordo com os autores acima, o decanto-digestor é um reator muito resistente às variações do efluente e adequado para tratamento de esgotos "jovens", que chegam à unidade de tratamento com grande parcela de sólidos sedimentáveis. Apresenta partida imediata, sem necessidade de inóculo; requer operações esporádicas para a remoção do lodo acumulado; absorve choques tóxicos e de sobrecarga com

recuperação rápida; e não perde eficiência em longo prazo com o “envelhecimento” do lodo, já que nele os sólidos inertes não causam maiores interferências nos processos e são facilmente removidos sem causar prejuízos para o sistema.

Entretanto, o efluente de um decanto-digestor, assim como o lodo retirado, contém ainda elevada concentração de organismos patogênicos e matéria orgânica dissolvida, sendo geralmente necessário um pós-tratamento. Segundo BRASIL (2004), para uma vazão do esgoto de 150 L/dia, o Tanque Séptico pode ser empregado para tratamento primário de até 500 habitantes. Como o tanque séptico é projetado para receber todos os despejos domésticos (de cozinhas, lavanderias domiciliares, vasos sanitários, chuveiros, etc.), é recomendada a instalação de caixa de gordura na canalização que conduz despejos das cozinhas para o tanque séptico, com o objetivo de reter as gorduras e prevenir a colmatação dos sumidouros e obstrução dos ramais condominiais.

Segundo VON SPERLING (1996 a), a eficiência de remoção da fossa séptica está em 35 a 40% de DBO, 10 a 25% de N, 10 a 20% de P, 30 a 40% de Coliformes. Este sistema requer uma área de 0,03 a 0,05 m²/hab. O uso extensivo de tanques sépticos é decorrente do baixo custo de implantação além da simplicidade da construção e operação da unidade, que consiste na remoção esporádica do lodo, através de uma bomba de sucção elétrica ou manual e o encaminhamento do mesmo a um leito de secagem e/ou processo de compostagem, para posteriormente encaminhá-lo a um destino final.

Nos últimos anos a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária desenvolveu um sistema denominado Fossa Séptica Biodigestora (EMBRAPA, DATA) visando a melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. O sistema é destinado a unidades familiares, compostas por cinco pessoas em média, e o efluente tratado é destinado à agricultura como adubo orgânico ou irrigação. A fossa consiste em 3 caixas de cimento amianto ou plástico de 1000L cada, enterradas no solo, conectadas seqüencialmente entre si e exclusivamente ao vaso sanitário. As tampas das caixas são vedadas com borracha e as duas primeiras tampas devem

conter chaminés de alívio para a descarga do gás metano acumulado, originado do processo anaeróbio de decomposição. A primeira caixa deve ser preenchida inicialmente com cerca de 20L de uma mistura de 50% de água e 50% de esterco bovino fresco para dar a partida no sistema e iniciar a atividade microbiana. Posteriormente, este procedimento deve ser repetido a cada 30 dias com 10L da mistura. O tempo de retenção hidráulica é de aproximadamente 35 dias e após este período o efluente pode ser utilizado como adubo orgânico ou destinado à irrigação. Os resultados analisados pela referida Instituição apontaram alta eficiência para a remoção de coliformes fecais e uma melhora visual no aspecto das plantas tratadas com o adubo orgânico produzido pela fossa, em comparação com plantas tratadas com adubo químico (NPK).

Entretanto, este sistema não suporta variação de carga sendo eficiente apenas para um número reduzido de pessoas. No caso da comunidade do Maruja, isto torna-se uma desvantagem devido a oscilação de carga promovida pelo fluxo turístico, além de não promover o tratamento de águas residuárias da cozinha, chuveiro e pias, que contem alguns matérias eutrofizantes como N e P que podem causar contaminação ao lençol freático superficial, principalmente por nitratos. Outro aspecto a ser considerado, é que a região de estudo não possui criação de gado para alimentar a fossa com esterco bovino na frequência necessária (mensalmente).

As figuras 1 e 2 ilustram uma planta esquemática de um tanque séptico convencional e fossa séptica biodigestora, respectivamente.

Figura 1: Planta esquemática de um tanque séptico convencional, prismático, de câmara única, dimensionado conforme a NBR 7229/1993. Fonte: BRASIL (2004) – Manual do Saneamento

Figura 2: desenho esquemático da fossa séptica biodigestora. Fonte: Embrapa / CNPEDIA

Filtros Biológicos

O Tratamento proporcionado por estes sistemas se dá através de bactérias que crescem em material suporte altamente permeável, geralmente pedras, ripas ou material plástico, acondicionados em um tanque. De acordo com VON SPERLING (1996 a) o processo de decomposição pode ser em condições aeróbias, através de filtros de alta carga, baixa carga ou carga intermediária (GONÇALVES *et al* 2001), ou em condições anaeróbias, utilizando-se filtros anaeróbios. Segundo ANDRADE NETO *et al* (1999 b), os filtros são reatores biológicos que promovem o tratamento através da passagem do fluxo pelo lodo ativo, proporcionado pela biomassa aderida e retida no leito fixo formado pelo material suporte. Dessa forma, há um tempo elevado de retenção celular microbiana, que fica imobilizada na forma de biofilme, flocos ou grânulos, para obter um contato maior entre a biomassa e o esgoto a ser tratado, mesmo em curto períodos de retenção hidráulica.

Os Filtros Aeróbios de Baixa Carga, segundo VON SPERLING (*op cit*) e GONÇALVES *et al* (2001) caracterizam-se por um leito de material grosseiro, sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos, percolando em direção aos drenos do fundo. Dessa forma, a biomassa bacteriana entra em contato com a matéria orgânica presente no esgoto, adsorvendo-a e estabilizando-a. As condições são aeróbias pois o ar circula nos espaços vazios através de ventilação natural.

A aplicação dos esgotos é realizada geralmente por distribuidores rotativos movidos pela carga hidrostática do próprio fluxo. Os filtros são normalmente circulares podendo apresentar vários metros de diâmetro. Sendo os sistemas de baixa carga, a quantidade de DBO aplicada é menor e, portanto a disponibilidade de nutrientes para a população bacteriana é menor. Isto gera uma estabilização parcial do lodo pelos próprios microorganismos (auto-consumo de matéria orgânica celular) e proporciona um controle da população microbiana no meio. Além disso, o aumento da biomassa promove a diminuição dos poros até que a velocidade de percolação do afluente cause uma tensão de cisalhamento desalojando parte do material aderido. Este lodo desalojado deve ser removido em decantadores secundários. Estes

sistemas apresentam eficiências de remoção na ordem de 85 a 93% de DBO, 30 a 40% de N, 30 a 45% de P e 60 a 90% de coliformes. Os requisitos de área estão na faixa de 0,5 a 0,7m² por habitante. Os tanques devem apresentar uma profundidade de 1,8 a 2,5 m. A operação do sistema é simples, mas a capacidade de suportar grandes variações de fluxo é pequena além de apresentar alta sensibilidade a cargas tóxicas. Os custos de implantação são altos e a probabilidade de proliferação de moscas é alta.

Sendo assim, a sensibilidade à variação de carga pode ser um fator limitante negativo para a implantação deste tipo de sistema na comunidade do Maruja, além disso, pode ser necessário ainda um pós-tratamento para atingir eficiências maiores na remoção de coliformes, nitrogênio e fósforo, aumentando os custos de implantação do sistema. A alta possibilidade de proliferação de moscas também é uma desvantagem.

Os Filtros Biológicos de Alta Carga segundo VON SPERLING (1996 a) e GONÇALVES *et al* (2001) são conceitualmente similares aos de baixa carga diferenciando-se pelo fato de receberem uma carga maior de DBO por unidade de volume do leito, o que reduz o requisito de área e também a eficiência de remoção de matéria orgânica, além de diminuir a possibilidade de estabilização do lodo no filtro. Neste sistema faz-se necessário a recirculação do efluente para 1- manter a vazão aproximadamente uniforme durante 24 horas, já que a noite os tubos de distribuição poderiam parar de rodar causando o ressecamento do leito; 2- para equilibrar a carga afluente, e 3- para proporcionar um novo contato da matéria orgânica efluente. Estes sistemas apresentam eficiências de remoção na ordem de 65 a 90% de DBO, 30 a 40% de N, 30 a 45% de F e 60 a 90% de Coliformes. Os requisitos de área estão em torno de 0,15 a 0,25 m²/ hab e a profundidade dos tanques devem estar entre 0,9 a 3,0 m. A operação é ligeiramente mais sofisticada do que os filtros de baixa carga, os custos de implantação são elevados e o lodo deve ser completamente tratado e encaminhado para uma adequada disposição final. Este

tipo de tratamento demanda uma certa quantidade de energia elétrica. Tais fatores tornam desfavorável a utilização destes sistemas na comunidade do Maruja.

Nestes dois tipos de sistemas descritos, ressalta-se um cuidado de aspecto construtivo em relação ao sistema de drenagem de fundo, que deve ser resistente o suficiente para suportar o peso do material suporte com biomassa aderida e o peso do próprio esgoto.

Uma variação destes sistemas aeróbios que utilizam suporte para o crescimento de biomassa bacteriana são os Biodiscos. Segundo VON SPERLING (1996 a) e GONÇALVES *et al* (2001) este sistema consiste em uma série de discos com cerca de 3,6 metros de diâmetro, geralmente construídos de plástico, dispostos em um eixo horizontal giratório. Conforme o eixo gira (vagarosamente – rotações de 1 a 2 rpm), os discos são mergulhados no esgoto de forma que os microorganismos nele presentes começam a aderir na superfície do disco, onde crescem formando uma fina camada biológica. O movimento giratório faz com que a biomassa aderida na parte exposta ao ar entre em contato com oxigênio, incorporando-o em seu metabolismo. O movimento giratório também confere oxigenação à massa líquida, além de misturar os esgotos parcialmente e totalmente tratados aumentando a eficiência de remoção da matéria orgânica. Esta eficiência também é aumentada pelo desgarramento de parte da biomassa aderida quando esta atinge uma espessura excessiva, permanecendo em suspensão no meio líquido. Dessa forma é necessário um decantador secundário para a remoção deste material em suspensão. VON SPERLING (1996 a) coloca que estes sistemas apresentam eficiência de remoção na ordem de 85 a 93% de DBO, 30 a 40% de N, 30 a 45% de P e 60 a 90% de Coliformes. GONÇALVES *et al* (2001) coloca que os biodiscos são normalmente dimensionados para se atingir uma certa remoção de DBO e Sólidos Suspensos, ou para se obter um efluente bem nitrificado. São utilizados em pequenas comunidades devido a limitação do diâmetro dos discos, o que diminui os requisitos de área (em torno de 0,15 a 0,25m² por habitante). Entretanto os custos de implantação são elevados e o sistema demanda gastos com energia elétrica, além disso, o nível de operação é moderado.

Tais fatores associados à necessidade de suporte de variação de carga que a comunidade do Maruja exige, inviabilizam a aplicação desta alternativa para o tratamento do esgoto da comunidade.

Os Filtros Anaeróbios também consistem em tanques preenchidos de material suporte para o crescimento de uma população microbiana, entretanto, segundo VON SPERLING (1996 a), diferenciam-se dos filtros aeróbios principalmente por serem unidades fechadas, pelo filtro trabalhar imerso (afogado) em meio líquido (o esgoto preenche os espaços vazios do material suporte, e não apenas percola por ele como nos filtros aeróbios), e pela a carga de DBO ser bem elevada, garantindo a condição anaeróbia do meio. De acordo com ANDRADE – NETO *et al* (1999 b), os filtros anaeróbios podem ser de fluxo ascendente, horizontal ou descendente, sendo que neste último existe a possibilidade de trabalhar de forma não afogada. Nos filtros afogados, a biomassa pode flocular e granular desempenhando importante papel na remoção da parcela dissolvida da matéria orgânica. Em filtros não afogados, os microorganismos ativos permanecem reunidos no biofilme aderido à superfície do material suporte. O dimensionamento é influenciado por fatores estruturais, disponibilidade de área, dificuldade de escavação, e pelo desempenho da altura do leito filtrante em filtros de fluxo ascendente. De acordo com VON SPERLING (1996 a), os filtros anaeróbios apresentam eficiências de remoção na ordem de 70 a 90% de DBO, 10 a 25 % de N, 10 a 20% de P e 60 a 90 % de Coliformes, e requerem uma área de 1,0 a 2,0 m² por habitante. ANDRADE NETO *et al* (1999 b) colocam que o efluente de um filtro anaeróbio é bastante clarificado, com pouca concentração de matéria orgânica dissolvida, embora ainda seja rico em sais minerais, prestando-se muito bem para ser disposto ao solo para sua revitalização. Caso tenha outro fim, o autor recomenda que este efluente passe por um pós-tratamento para remoção de nutrientes eutrofizantes (N e P) e desinfecção para a redução de microorganismos patogênicos, que ainda permanecem em grandes quantidades.

Os filtros anaeróbios são muito utilizados para o pós-tratamento de efluente de tanque séptico, pois como colocado por ANDRADE – NETO *et al* (op cit), esta combinação compõe uma boa associação de reatores, já que o tanque séptico promove eficiente remoção de sólidos sedimentáveis, além de ser resistente à variações qualitativas e quantitativas do afluente. Vários tipos de material suporte vêm sendo estudados, entre os que apresentaram bons resultados e vantagens de baixo custo estão os gomos de bambu (NOUR *et al*, 2000) e a escória de alto –forno CHERNICHARO *et al* (1998). Segundo GONÇALVES *et al* (2001), os filtros anaeróbios apresentam boa resistência às variações do afluente e propiciam boa estabilidade do ao afluente, não necessitam de inóculo para a partida, apresentam baixa produção de lodo, possuem construção e operação muito simples e não necessitam de energia elétrica. São mais indicados para esgotos predominantemente solúveis para diminuir o risco de entupimento do meio filtrante com sólidos suspensos. A operação segundo GONÇALVES *et al* (op cit) e ANDRADE NETO & CAMPOS *et al* (1999) consiste na drenagem dos líquidos através de descarga de fundo ou sucção com vazão maior que o normal, provocando altas velocidades de escoamento nos interstícios, de forma a carrear parte do lodo em excesso ali acumulado. Esta operação pode ser auxiliada por aspersão de efluente tratado ou água limpa sobre o leito fixo. As principais limitações estão no risco de obstrução (entupimento) dos interstícios, o volume relativamente grande devido ao espaço ocupado pelo material suporte, e o custo adicional do mesmo.

Embora a utilização de material suporte seja bastante interessante para promover a eficiência de remoção de DBO, a necessidade de um pós-tratamento para a remoção principalmente de microorganismos patogênicos presentes no efluente de filtros anaeróbios, significa um aumento de área e custos de implantação e manutenção, dependendo do tipo de pós-tratamento adotado. Sendo assim, a utilização de somente filtros anaeróbios foi descartada para a comunidade do Maruja, mas o princípio destes sistemas, principalmente no que se refere ao material suporte deve ser considerado, e m função de sua contribuição para a eficiência do sistema.

As figuras 3 e 4 ilustram esquemas de filtro biológico e sistema de biodiscos respectivamente.

Figura 3: desenho esquemático de um filtro biológico. Fonte: VON SPERLING (1996 a)

Figura 4: Desenho esquemático de um sistema de tratamento através de biodiscos. Fonte: VON SPERLING (1996 a)

Disposição Controlada no Solo

A aplicação de esgotos no solo tem como objetivo o tratamento das águas residuárias de forma a possibilitar a sua reutilização, ou como uma forma controlada de disposição final. Em ambos os casos há a recarga de lençóis subterrâneos e/ou evapotranspiração (VON SPERLING 1996 a). Neste método, o tratamento do efluente ocorre no interior do solo, através de um mecanismo de filtração que, segundo CORAUCCI FILHO *et al* (1999 a), promove ações de adsorção permitindo a ocorrência de processos bioquímicos de conversão da matéria orgânica em matéria mineralizada, através das atividades dos microorganismos. Este tipo de tratamento pode ser desenvolvido basicamente através de quatro técnicas, descritas a seguir:

- Infiltração Rápida ou Infiltração / Percolação:

Neste método, segundo CORAUCCI FILHO *et al* (1999 b), o tratamento de despejos visa o recarregamento de aquíferos subterrâneos ou recuperação do efluente tratado através de drenos para o reuso na irrigação, recreação e uso industrial. Neste método a taxa de aplicação é alta, podendo se estender por dias ou semanas dependendo da capacidade de drenagem proporcionada pela textura do solo. Desta forma, as perdas por evaporação são menores. A aplicação é realizada através de mecanismos de aspersão ou alagamento da bacia, de maneira intermitente para permitir um período de descanso para o solo, no qual ele seca e restabelece as condições aeróbias (VON SPERLING, 1996 a).

De acordo com BRAGA (1998), o esgoto percola através da matriz do solo onde sofre tratamento por processos físicos, químicos e biológicos inerentes a ele. Este sistema requer topografia plana (declividade inferior a 10%) e permeabilidade do solo moderada a alta (5 a 50 cm/h) típica de solos arenosos. O nível do lençol freático durante o período de inundação deve estar a uma distância superior a 1m em relação ao fundo da bacia de infiltração e superior a 3 metros no período de secagem, podendo ser 1,5 metro desde que seja previsto um sistema de drenos.

BRAGA (*op cit*) coloca que efluentes primários devem ter sua aplicação limitada a períodos de 1 a 2 dias para evitar a colmatção do solo, efluentes secundários tem ciclos maiores de aplicação a fim de obter maior percentual de remoção de Nitrogênio (7 a 9 dias de aplicação para 12 a 15 dias de descanso).

A eficiência de remoção proporcionada por esta técnica está na ordem de 10 a 80% de Nitrogênio, 30 a 99% de Fósforo, 99% de Coliformes e 86 a 98% de DBO. O sistema requer uma área de 1 a 6m² por habitante e não necessita de equipamentos e energia elétrica para sua operação. Os custos de construção e manutenção são baixos (BRAGA,1998; Von SPERLING,1996 a).

Apesar das vantagens, estes sistemas podem promover maus odores, proliferação de insetos e vermes, e contaminação do lençol subterrâneo com nitratos. Devido a estes fatores, aos requisitos de área relativamente altos e as condições de área disponível na comunidade do Maruja (entre as residências) assim como a altura do lençol freático e possível impacto estético, esta técnica não é considerada a mais adequada a realidade local. A figura 5 ilustra um esquema de tratamento através de alagamento de bacia de infiltração.

Figura 5: desenho esquemático de sistema de tratamento por infiltração rápida, através de bacia de infiltração. Fonte: adaptado de EPA *apud* CORAUCCI FILHO *et al.* (2001)

-Infiltração Lenta ou Irrigação

Este tipo de sistema consiste na aplicação de despejos sobre um terreno de forma controlada, visando o crescimento da vegetação através do fornecimento de nutrientes e água presentes no esgoto. Segundo CORAUCCI FILHO (1999 b), a aplicação desta irrigação permite antecipar ou retardar colheitas, possibilitando mais de um plantio anual, já que a disponibilidade de nutrientes se dá através de processos físicos, químicos e biológicos proporcionados pelo solo e raízes das plantas durante o tratamento. Estas últimas auxiliam na manutenção da infiltração através da expansão do solo e dispersão de materiais que possam saturá-lo. As plantas e os microorganismos presentes em suas raízes, no solo e no esgoto são responsáveis pela remoção de 94 a 99% de DBO, 75 a 99% de fósforo, 65 a 95% de nitrogênio e acima de 99% de coliformes (VON SPERLING 1996 a; BRAGA 1998).

O método pode ser utilizado em várias culturas como vegetações perenes, bosques, florestas, pastos e até árvores frutíferas e pode ser realizado através de técnicas de aplicação superficial por alagamentos, cristas ou valas, ou por aspersores fixos ou móveis. Diferentemente do método anterior, as taxas de aplicação no terreno são baixas.

A construção, operação e manutenção são simples, os custos são reduzidos e os requisitos energéticos são praticamente nulos. Entretanto, estes sistemas exigem requisitos de área elevadíssimos e podem promover maus odores, além de contaminação de lençol freático por nitratos, colmatção e saturação/impermeabilização do solo devido ao aumento de sua salinidade, que consequentemente pode causar prejuízos metabólicos e fisiológicos às plantas (CORAUCCI FILHO *op cit*).

A necessidade de grandes áreas, de uma certa distância do lençol freático e as técnicas de aplicação desenvolvidas neste método de disposição dificultam sua viabilidade na comunidade do Maruja, entretanto, a associação das propriedades de tratamento da combinação solo – planta e sua eficiência, além da simplicidade de

operação e manejo, e a possibilidade de re-aproveitamento da biomassa vegetal são características bastante interessantes e adequadas à realidade local da comunidade.

A figura 6 ilustra esquema de irrigação por aspersão.

Figura 6: desenho esquemático de sistema de irrigação através de aspersores. Fonte: Adaptado de *Economic and Technical Review Report apud CORAUCCI FILHO et al (1999)*

-Infiltração Sub-Superficial

Segundo VON SPERLING (1996 a), nestes sistemas o esgoto deve sofrer um pré-tratamento para ser aplicado ao solo em um nível abaixo de sua superfície. O efluente se infiltra através de tubulações perfuradas enterradas em escavações preenchidas com um meio poroso que permitem a manutenção da estrutura de escavação, o livre fluxo do esgoto e o armazenamento deste durante vazões de pico. O efluente tratado se junta com a água subterrânea local. São necessárias áreas de reserva para permitir períodos de pousio entre as mesmas.

Estes sistemas atingem eficiências de remoção na ordem de 90 a 98% de DBO, 10 a 40% de N, 85 a 95% de P e superior a 99% de coliformes. Os requisitos

de área também são relativamente altos, em torno de 1 a 5 m² por habitante (VON SPERLING, *op cit*). Não há problemas de maus odores já que as tubulações que escoam o esgoto são enterradas. As técnicas mais comuns são as valas de filtração e infiltração e os sumidouros (poços absorventes), descritos a seguir.

Os Sumidouros, segundo a NBR 7229 (1993), são poços secos escavados no chão e não impermeabilizados que orientam a infiltração no solo de efluentes de tratamento primário. De acordo com CORAUCCI FILHO *et al* (2001), as dimensões dos sumidouros são determinadas em função da capacidade de absorção de cada camada que compõe o solo do terreno. Segundo BRASIL (2004), os poços devem ser construídos com paredes verticais de alvenaria de tijolos, assentes com juntas livres, ou de anéis (ou placas) pré moldados de concreto, convenientemente furados. Para o promover a infiltração, devem ser preenchidos no fundo com enchimento de cascalho, coque ou brita nº 3 ou 4, com altura igual ou maior que 0,50m. A implantação de mais de um sumidouro em uma mesma área exige que eles estejam distantes a um valor que supere três vezes o seu diâmetro e nunca inferior a 6m, para evitar a colmatagem do solo.

A figura 7 ilustra um desenho esquemático de um sumidouro, ressaltando alguns aspectos construtivos importantes.

Figura 7: Desenho esquemático de um sumidouro. Fonte NBR 7229/1993 *apud* BRASIL (2004)

A Vala de Infiltração, conforme descrito por CORAUCCI FILHO *et al* (2001), consiste na aplicação de efluentes no solo através de tubos perfurados envolvidos com pedras britadas e alinhados no interior de uma vala recoberta com o próprio solo local, tendo na sua extensão uma baixa declividade. Segundo BRASIL (2004), a área por onde são assentadas as canalizações de infiltração também são chamados de “campo de nitrificação”.

Com relação à aspectos construtivos BRASIL (2004) e a NBR 13.969/1997 *apud* CORAUCCI FILHO *et al* (*op cit*) fazem algumas recomendações, dentre as quais:

- a tubulação deve ser envolvida em material filtrante apropriado (pedra britada, pedregulho ou escória de coque) e recomendável para cada tipo de tubo de drenagem empregado, de forma que os poros permitam a livre passagem do líquido para o fundo da vala;

- sobre a câmara filtrante, antes do enchimento do restante da vala, deve ser colocado papelão alcatroado ou material similar para evitar a mistura do solo com material filtrante;

- deve haver pelo menos duas valas de infiltração para disposição do efluente de um tanque séptico, cada uma dimensionada com 100% da capacidade total, de forma a promover a alternância de utilização das valas em um prazo máximo de seis meses;

- as aplicações devem apresentar intervalos de no mínimo seis horas; o comprimento de cada vala é determinado em função da capacidade de absorção do terreno, não ultrapassando 30m de extensão e considerando como superfície útil de absorção a área de fundo da vala;

- o espaçamento mínimo entre as laterais de duas valas de infiltração é de 1,00m e tanto o fundo como as paredes laterais não devem ser compactadas durante sua construção;

- deve ser mantida uma distância de no mínimo 1,5 metros entre o fundo da vala e o nível máximo da superfície do aquífero, assim como uma distância mínima superior a 30 metros entre as valas e poços de captação de água;

- é necessária a instalação de tubos de exaustão para a ventilação do interior da vala. As valas devem ser construídas e operadas de forma a manter uma condição aeróbia em seu interior.

Caso os critérios básicos não sejam seguidos poderá ocorrer a colmatagem do solo e conseqüentemente o comprometimento da eficiência do sistema. A Figura 8 mostra o esquema de instalação de tanque séptico e vala de infiltração e a figura 9 alguns aspectos construtivos da vala de Infiltração.

Figura 8: Esquema de instalação de tanque séptico e vala de infiltração. Fonte: NBR 7229/93 *apud* BRASIL(2004)

Figura 9: Aspectos construtivos do Sistema de Vala de Infiltração – Método de Disposição no Solo através da Técnica de Infiltração Sub-superficial. Fonte: NBR 7229/93 *apud* BRASIL(2004).

A Vala de Filtração consiste em conjunto ordenado de caixa de distribuição e caixas de inspeção, diferenciando – se das valas de infiltração pela superposição das tubulações perfuradas, que dispostas em níveis distintos de um eixo longitudinal, distribuem o efluente sobre o leito biológico filtrante (leito de areia) e coletam o efluente tratado encaminhando-o a disposição final (NBR 7229,1993 e CORAUCCI FILHO *et al*, 2001).

BRASIL (2004) coloca que este sistema deve ser empregado quando o tempo de infiltração do solo não permite adotar outro sistema mais econômico (vala de infiltração) e /ou quando a poluição do lençol freático deve ser evitada. Entre outras orientações de ordem prática - executiva, este órgão com base na NBR 7229 (1993) recomenda:

- que as tubulações perfuradas sejam dispostas sobre uma camada suporte de pedra-britada ou material semelhante que permita a absorção do afluente;
- que a câmara filtrante de pedra britada seja separada do leito de areia com a utilização de papelão alcatroado ou similar;
- que a profundidade da vala seja de 1,20m a 1,50m e a largura na soleira de 0,50m;
- que a extensão mínima de cada vala seja de 6m por pessoa, não sendo admissível menos de duas valas para o atendimento de um tanque séptico. Segundo CORAUCCI FILHO *et al* (2001), o comprimento mínimo de cada vala de infiltração deve ser de 25m.

Quando o solo for arenoso e o nível do lençol estiver muito próximo da superfície, as valas de filtração podem ser construídas de forma que a distância horizontal entre a tubulação de distribuição e a tubulação de drenagem apresente variação entre 1,00m e 1,50m e a diferença de cota entre as mesmas deve ser de no mínimo 0,20m.

A NBR 13969/1997 *apud* CORAUCCI FILHO *et al* (*op cit*) recomenda uma taxa de aplicação de 100 L/m² . dia para o cálculo da área superficial da vala, sendo usual o valor de 40 L/m² . dia para a aplicação de efluentes de tanques sépticos e 200 L/m²

. dia para efluentes de processos aeróbios. Este órgão também recomenda que para estes sistemas devem ser admitidas somente águas de precipitação pluviométrica diretas, além de um impedimento através de material impermeabilizante de percolação ou infiltração de esgoto para o meio externo. CORAUCCI FILHO *et al* (2001), colocam que o bom rendimento deste sistema depende de condições aeróbias de decomposição e em função disso, recomenda-se um tempo de descanso entre as taxas hidráulicas aplicadas. A figura 10 ilustra alguns detalhes construtivos da vala de infiltração e a figura 11 ilustra estes detalhes em terrenos de solo arenoso e lençol freático alto.

Figura 10: Aspectos construtivos do Sistema de Vala de Filtração – Método de Disposição no Solo através da Técnica de Infiltração Sub-superficial. Fonte: BRASIL (2004)

Notas: a) A extensão mínima da vala de distribuição deve ser de 1m para cada 25 litros/dia de contribuição.
b) Cada vala de distribuição deve ser disposta entre duas valas de drenagem.
c) Os detalhes construtivos se referem a tubos cerâmicos e de concreto. Para outros materiais os detalhes devem ser especificamente adequados.

Dimensões em metros

Fonte: ABNT-NBR – 7229/93

Figura 11: Aspectos construtivos do Sistema de Vala de Filtração em Solo Arenoso – Método de Disposição no Solo através da Técnica de Infiltração Sub-superficial. Fonte: ABNT-NBR 7229/93 *apud* BRASIL(2004).

Segundo BRASIL (2004), as valas de filtração ou de infiltração e os sumidouros devem ser inspecionados semestralmente, havendo a redução da capacidade de absorção do solo nestes sistemas, novas unidades deverão ser construídas.

Os sistemas de tratamento através de sumidouros e valas de infiltração não se adequam à comunidade do Maruja por exigirem grandes áreas e uma distância maior do lençol freático em relação à superfície do solo para evitar problemas de contaminação. O sistema de vala de filtração em solo arenoso, apesar de interessante também exige grandes áreas de comprimento da vala, além de cuidados no seu dimensionamento que permitam o suporte de variações bruscas de carga e impermeabilização da área para evitar a contaminação do lençol freático.

- *Escoamento Superficial*

Este método de disposição de esgoto no solo, segundo CORAUCCI FILHO *et al* (1999 b) consiste na aplicação dos esgotos ao longo da faixa superior de terrenos em declive, de forma a promover o escoamento do mesmo sobre a superfície do solo, que geralmente é coberta com determinados tipos de gramíneas. Antes de ser encaminhado a este tipo de tratamento, o esgoto deve passar por um pré-tratamento para remover sólidos sedimentáveis e evitar excesso de lodo na superfície dos solos.

Segundo Von SPERLING (1996 a), os terrenos devem apresentar baixa permeabilidade, como os argilosos, sendo parte do líquido perdida por evaporação e o restante escoado superficialmente. O efluente é distribuído de forma intermitente, sendo a descarga controlada geralmente por aspersores de alta ou baixa pressão ou por tubulações perfuradas. A superfície do solo deve ser uniforme com declividade variando de 2 a 8%.

As áreas de disposição também são denominadas patamar ou tabuleiros que, de acordo com CORAUCCI FILHO *et al* (2001), devem apresentar um comprimento entre 45 a 60 metros conforme a pressão de distribuição do efluente. As gramíneas que recobrem a superfície, além de perenes, suportam elevada quantidade de matéria orgânica e apresentam resistência às condições de umidade constante do

solo e a alguns níveis de toxicidade conferidos por determinados tipos de efluentes. As taxas típicas para aplicação de esgoto, definidas como volume aplicado ao tabuleiro por um período de aplicação em horas, padronizado e expresso por unidade de largura do tabuleiro, estão em torno de 0,2 a 0,4m³/h.m para efluentes com tratamento primário e 0,6m³ para efluentes com tratamento secundário.

Estes sistemas, segundo VON SPERLING (*op cit*), apresentam eficiências de remoção na ordem de 85 a 95% de DBO, 10 a 80% de N, 20 a 50% de F e 90 a 99% de Coliformes, e requisitos de área de 1 a 5 m² por habitante.

CORAUCCI FILHO *et al* (2001) colocam que a operação destes sistemas deve obedecer um período de aplicação de 8 a 12 horas por dia, seguido de um intervalo de 16 a 24 horas por dia, e para tanto, se faz necessário a construção de um tanque de armazenamento do efluente para o período de intervalo, contemplando o agitação do mesmo enquanto estiver armazenado. O sistema pode gerar maus odores e parte de sua eficiência é dependente dos requisitos nutricionais da vegetação que recobre a superfície do tabuleiro.

Este tipo de tratamento portanto, depende mais da declividade do terreno do que das características do solo, desde que o mesmo apresente pouca permeabilidade, o que não é o caso da comunidade do Maruja. Outro aspecto desfavorável são os grandes requisitos de área para os tabuleiros, o tanque de armazenamento e a possibilidade de maus odores. A figura 12 ilustra um sistema de tratamento pelo método de escoamento superficial.

A figura 12 ilustra um sistema de tratamento através da técnica de escoamento superficial.
Fonte: CORAUCCI FILHO *et al*. (2001)

Lagoas de Estabilização

São reservatórios construídos em diques de terra e fundo compactados e impermeabilizados, constituindo-se em uma das formas mais simples para o tratamento dos esgotos. Segundo VON SPERLING (1996 b), existem tipos de lagoas de estabilização que se diferenciam pelos níveis de simplicidade operacional e pelos requisitos de área. Conforme o autor, nas lagoas facultativas a DBO solúvel é estabilizada aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, graças ao oxigênio fornecido por algas através da fotossíntese, e a DBO suspensa tende a sedimentar-se sendo estabilizada por bactérias anaeróbias no fundo da lagoa.

As eficiências de remoção estão entre 70 e 85% de DBO, 30 a 50% de nitrogênio, 20 a 60% de fósforo, 60 a 99% de coliformes. A construção, operação e manutenção são simples, e os custos para tais são reduzidos. São resistentes às variações de carga, não necessitam de requisitos energéticos e a remoção do lodo ocorre após períodos superiores a 20 anos. O tempo de detenção hidráulica varia entre 15 e 45 dias e a profundidade da lagoa deve ser de 1,5 a 3,0 metros. Este sistema exige elevados requisitos de área (2,0 a 5,0 m² por habitante), tem o seu desempenho variado conforme as condições climáticas de temperatura, ventos e intensidade de radiação solar, além de permitir a possibilidade de crescimento de insetos.

Com relação à comunidade do Maruja, este tipo de tratamento se enquadra em alguns requisitos, entretanto a necessidade de grandes áreas e a profundidade da lagoa inviabilizam o uso desta tecnologia para o tratamento do esgoto da comunidade.

As lagoas anaeróbias, segundo Von SPERLING (1996 b) não dependem de algas fotossintetizantes e apresentam eficiências de remoção semelhantes às aquelas apresentadas pelas lagoas facultativas, entretanto, de acordo com MONTEGGIA & ALÉM SOBRINHO (1999), produzem efluentes com ausência de oxigênio, altas

concentrações de amônia e sulfetos, fazendo-se necessários um pós-tratamento. Também necessitam de elevadas quantidades de área, além de apresentar agravantes como exalação de maus odores e acúmulo de materiais flutuantes, exigindo uma localização mais afastada pelo aspecto visual e pelo mau cheiro. Estas características tornam inviável a adoção desta alternativa para a realidade local deste trabalho.

Os sistemas de lagoas aeradas facultativas, de mistura completa e decantação, segundo VON SPERLING (*op cit*) também apresentam eficiências semelhantes às lagoas facultativas, exigem áreas relativamente menores (0,3 a 0,6m² por hab.), mas necessitam de equipamentos um pouco mais sofisticados que demandam gastos de energia relativamente elevados. Este último fator impossibilita a adoção desta tecnologia neste trabalho.

As lagoas de maturação, segundo BRASIL (2004) tem como principal finalidade à redução de coliformes fecais, sendo construídas após qualquer sistema de tratamento de esgotos domésticos. Segundo VON SPERLING (1996 b), podem atingir eficiências de remoção de coliformes na ordem de 99,9% através de mecanismos que promovem a desinfecção como a radiação solar, o elevado pH e a elevada concentração de oxigênio, associados a uma menor profundidade da lagoa. Para se obter um elevadíssimo grau de redução de coliformes, utiliza-se lagoas em série ou uma lagoa em regime hidráulico de fluxo em pistão (percurso predominantemente longitudinal que pode ser alcançado em uma lagoa através de chicanas – divisórias que promovem um percurso em zig-zag). As chicanas podem ser construídas com taludes, com madeira ou com lonas plásticas apoiadas em estruturas como cercas internas. A área necessária para este tipo de lagoa é relativamente menor do que a área das demais lagoas, mas ainda é grande devido a menor profundidade da lagoa.

As figuras 13, 14, 15 e 16 ilustram respectivamente desenhos esquemáticos de sistemas de tratamento através de lagoa facultativa, lagoa anaeróbia, lagoa aerada facultativa e lagoa aerada de mistura completa seguida de uma lagoa de decantação.

Figura 13: Desenho esquemático de uma Lagoa Facultativa Fonte: VON SPERLING (1996a).

Figura 14: desenho esquemático de um sistema utilizando lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa. Fonte: VON SPERLING (1996 a).

Figura 15: Desenho esquemático de uma lagoa aerada facultativa. Fonte: VON SPERLING,(1996 a).

SISTEMA: LAGOA AERADA DE MISTURA COMPLETA - LAGOA DE DECANTAÇÃO

Figura 16: Desenho esquemático de uma lagoa aerada de mistura completa seguida de uma lagoa de decantação. Fonte: VON SPERLING (1996 a).

Lodos Ativados

Sistemas de lodos ativados consistem em tanque de aeração e tanque de decantação e uma etapa de recirculação do lodo. Segundo VON SPERLING (1997) no primeiro tanque ocorrem reações bioquímicas de remoção de matéria orgânica e, em determinadas condições, de matéria nitrogenada, pela biomassa bacteriana que utiliza-se do substrato presente no esgoto bruto para se desenvolver. No tanque de decantação ocorre a sedimentação dos sólidos (biomassa) através da floculação das bactérias devido à sua matriz gelatinosa, clarificando o efluente final.

Segundo BRASIL (2004), o processo envolve um estágio de aeração seguida por uma separação de sólidos da qual o lodo obtido é recirculado para se misturar com o esgoto. Na etapa de aeração ocorre uma rápida adsorção e floculação dos materiais orgânicos dissolvidos e em suspensão coloidal. Ocorre ainda uma oxidação progressiva e uma síntese dos compostos orgânicos adsorvidos e daqueles que são continuamente removidos da solução. Finalmente, oxidação e dispersão das partículas de lodo com o prosseguimento da aeração.

Com a recirculação de parte do lodo (biomassa) para o primeiro tanque, há um aumento da concentração de biomassa no mesmo de forma a promover a otimização da eficiência do sistema. Este tipo de tecnologia apresenta algumas variações, a saber: sistema de lodos ativados convencional (constituídos pelos componentes acima descritos), lodos ativados com aeração prolongada (os tanques de aeração são maiores e a biomassa permanece mais tempo no sistema), lodos ativados de fluxo intermitente (consiste em um único tanque onde as etapas de aeração e sedimentação ocorrem em fases diferentes, a primeira com aeradores ligados e a segunda com aeradores desligados).

Estes sistemas apresentam eficiências de remoção na ordem de: 85 a 98 % de DBO, 15 a 40% de N, 10 a 45% de P e 60 a 90% de coliformes; pequenos requisitos de área de 0,2 a 0,35m² por habitante, e necessitam uma potência 1,5 a 4,0 wats por habitante (VON SPERLING, 1996 a). Esta tecnologia envolve um nível de

mecanização maior, o que implica em uma operação mais especializada. Sendo assim, esta situação associada ao consumo de energia elétrica não se torna adequada à comunidade do Maruja. As figuras 17 e 18 ilustram esquemas de sistema convencional de lodos ativados e sistema de lodos ativados de fluxo intermitente, respectivamente.

Figura 17: desenho esquemático de um sistema convencional de tratamento através de lodos ativados de fluxo contínuo Fonte: VON SPERLING (1996 a)

Figura 18: Desenho esquemático de sistema de tratamento através de lodos ativados com fluxo intermitente. Fonte: VON SPERLING (1996 a)

Reator Anaeróbio de Manta de Lodo

Estes reatores, também denominados por CHERNICHARO *et al* (1999) de Reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor*), Reator de Manta de Lodo, Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo, ou ainda de acordo com VON SPERLING (1996 a), de RAFA (Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente), consistem em estruturas verticais cilíndricas ou prismático-retangulares, onde a biomassa cresce dispersa no meio, constituindo a manta de lodo, sem aderência a um meio suporte.

O fluxo do afluente no reator é ascendente e, segundo os autores, o sistema deve apresentar dispositivos de separação de fases bem projetados, a fim de separar de forma adequada o biogás (principalmente metano e gás carbônico) gerado pela atividade anaeróbia, o líquido e os sólidos, liberando os dois primeiros e permitindo a retenção do último. A concentração de biomassa no reator é bastante alta, permitindo a formação de pequenos grânulos (aglutinação de diversas bactérias) que por sua vez tendem a servir de material suporte para outras bactérias, aumentando a velocidade de sedimentação. Dessa forma, na parte inferior do reator forma-se uma camada mais densa de lodo, constituindo o leito do lodo ou compartimento de digestão.

Acima do leito encontra-se uma zona de lodo mais dispersa, constituindo-se a manta de lodo, onde os sólidos apresentam velocidades de sedimentação mais baixas e uma alta atividade metanogênica específica. O sistema é auto-misturado pelo movimento ascendente das bolhas de gás. O dispositivo de separação (separador trifásico) deve ser acondicionado na parte superior do reator, permitindo a configuração de uma câmara de sedimentação logo acima de sua instalação, que garanta o retorno do lodo e a elevada capacidade de retenção de grandes quantidades de biomassa com elevado grau de atividade.

Sendo assim, estes reatores apresentam elevado tempo de residência celular (idade do lodo), o que contribui para a eficiência do sistema. O lodo excedente, superior a 30 dias, é descartado do sistema apresentando alto grau de estabilização.

O efluente sai bastante clarificado. Este tipo de sistema não exige tratamento primário do afluente e geralmente, o passo inicial de seu funcionamento consiste na inoculação do reator com quantidades suficientes de lodo anaeróbio ativo seguida por alimentação com afluente em baixa taxa. Para CHERNICHARO *et al* (1999) esta etapa é a mais importante na operação do reator, já que a partir daí a taxa de aplicação deve ser aumentada progressivamente, de acordo com o sucesso da resposta do sistema, proporcionando após alguns meses, um leito de lodo bastante concentrado com cerca de 40.000 a 100.000 mg ST/L no fundo do reator.

Segundo CHERNICHARO *et al* (op cit) estes sistemas são muito eficientes na remoção de matéria orgânica, mas ainda é necessário um pós tratamento do efluente para sua destinação final. VON SPERLING (1996 a) coloca as seguintes eficiências de remoção encontradas para estes reatores anaeróbios: de 60 a 80% de DBO, 10 a 25 % de N, 10 a 20% de P, e 60 a 90% de Coliformes. Os requisitos de área para estes sistemas são relativamente menores em comparação com as demais alternativas de tratamento, na ordem de 0,05 a 0,10 m²/hab.

Quanto aos aspectos construtivos, é necessário ter atenção, entre outros aspectos, no material empregado na confecção do reator, que deve apresentar resistência à corrosão já que a degradação anaeróbia de certos compostos pode levar a formação de subprodutos altamente agressivos; no sistema de distribuição do afluente, para permitir que o mesmo seja distribuído de maneira uniforme e para evitar a introdução de bolhas de ar no reator; no dispositivo de separação trifásico, para proporcionar a formação de uma interface líquido-gás no coletor de gás suficiente para permitir a liberação do gás presente nas partículas sólidas e encaminhar estas partículas ao compartimento de decantação, evitando a perda de biomassa do reator. Estes sistemas suportam altas taxas de carga orgânica, entretanto, nestas condições o período de partida deve ser mais longo e a operação do sistema exige mão de obra um pouco mais qualificada, associada a um rigoroso monitoramento.

As figuras 19 e 20 ilustram o esquema de funcionamento de reator anaeróbico do tipo UASB.

Figura 19: desenho esquemático do funcionamento de um reator UASB. Fonte: CHERNICHARO *et al* (1999)

Figura 20: representação esquemática de um reator UASB. Fonte: CHERNICHARO *et al* (1999).

Uma variação deste tipo de reator é o *Reator Anaeróbio de Leito Expandido/Fluidificado*, que também é vertical com fluxo ascendente e separador trifásico, entretanto, as principais diferenças, segundo CAMPOS & PEREIRA (1999), são a presença de material suporte e um sistema de recirculação do efluente. Segundo este autor, o material suporte deve permanecer suspenso no reator pelo resultado do movimento vertical ascendente da massa líquida. Para tanto, este material deve apresentar pequenas dimensões, superfície adequada para a aderência de microorganismos, densidade pouco superior à da água, resistência à abrasão, material não tóxico, facilidade de custo e obtenção, sendo geralmente utilizados e estudados o carvão ativado, o poliuretano, bentonita, terra diatomácea, sepiolita e polivinilclorado (PVC).

O sistema de recirculação da parcela do efluente garante a flexibilidade e segurança de velocidades de escoamento ascensional adequadas para a expansão/fluidificação do leito. Estes reatores ainda são pouco utilizados em escala real para o tratamento de águas residuárias, pois ainda estão em fases de estudos e experimentações. Suas vantagens estão associadas principalmente a presença de biomassa ativa aderida, otimizando a eficiência de remoção da matéria orgânica, entretanto tais sistemas necessitam de elevados consumo de energia elétrica e construção e operação mais sofisticadas.

A figura 21 ilustra um desenho esquemático de um reator anaeróbio de leito expandido/fluidizado.

Figura 21: Desenho esquemático de um reator anaeróbico de leito expandido/fluidificado. Fonte: CAMPOS & PEREIRA (1999).

Embora estes sistemas apresentem alta eficiência de remoção de carga orgânica e um pequeno volume de lodo já estabilizado, a necessidade de um pós-tratamento associado à possibilidade de proliferação de maus odores, maior complexidade de construção e operação e seu aspecto estético tornam esta tecnologia inadequada à comunidade do Marujá.

Áreas Alagadas Construídas

Desde os anos cinquenta, as áreas alagadas, ou *wetlands* do termo inglês, vêm sendo utilizadas para a purificação de águas em diferentes partes do mundo, devido às suas propriedades de remoção e retenção de nutrientes, processamento de matéria orgânica e resíduos químicos e redução das cargas de sedimentos descartados nos corpos receptores.

Preocupações ambientais sobre a insuficiente eficiência individual de sistemas sépticos, assim como os altos custos envolvidos na construção de sistemas concentrados de tratamento de esgotos, incitaram investigações sobre a possibilidade do uso de ecossistemas de áreas alagadas para este propósito (CESP/ FBDS, 2000). Entretanto, de acordo com WETZEL (1993) e CORAUCCI FILHO *et al* (2001) as políticas conservacionistas atuais levaram à inibição da utilização das áreas alagadas naturais para controle de fluxo ou tratamento de águas poluídas, já que seu uso indevido provocou profundas alterações descaracterizando estes ecossistemas. Segundo os autores, tal fato despertou interesse mundial em pesquisas e desenvolvimento de áreas alagadas construídas para aplicações em tratamentos de águas residuárias e de abastecimento.

Segundo MARQUES (1999), os objetivos de áreas alagadas construídas envolvem principalmente a otimização das propriedades relativas às funções de ciclagem de nutrientes; remoção da matéria orgânica, princípios ativos e metais, e a elevação de pH do líquido afluente. Além disso, MITSCH & GOSSELINK (1994), constata a redução de custo energético, já que são sistemas que utilizam tanto a energia solar como a energia potencial interna para retro-alimentar o próprio sistema.

Estes sistemas utilizam plantas aquáticas em substratos de areia, pedregulho ou solo, sendo a ação depuradora decorrente da: a) absorção de nutrientes (N e P) e metais pelas plantas, b) da adsorção de partículas nas raízes, c) da transferência de oxigênio para a rizosfera proporcionando um ambiente oxidante próximo às raízes, c) da criação de condições que promovem a precipitação e sedimentação de poluentes e

d) pela rizosfera constituir um suporte para a formação de biofilme que agrega uma diversificada população de microorganismos (BRIX 1993).

Existem várias técnicas de sistemas de áreas alagadas construídas, que segundo SALATI (2000), são utilizadas conforme as características do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada, do interesse da utilização da biomassa produzida e do interesse paisagístico. A maior parte destes sistemas constituem-se de canais retangulares de tamanho variável e pouca profundidade. A biomassa produzida pode ser destinada à produção de ração animal, energia, biofertilizantes e tijolos.

De acordo com CESP/FBDS (2000), dentre as técnicas principais estão as áreas alagadas de fluxo superficial, nas quais as águas poluídas fluem horizontalmente sobre o sedimento; e áreas alagadas de infiltração, nas quais as águas poluídas fluem verticalmente por um sedimento altamente permeável, onde o efluente é coletado por drenos. Para estes tipos de sistemas, faz-se necessário o tratamento primário do afluente para a remoção de material grosseiro.

BRIX (1993) elaborou uma síntese dos sistemas de áreas alagadas construídas, classificando em quatro tipos de sistemas que variam de acordo com o tipo de plantas utilizadas (flutuantes, emergentes, submersas ou sistemas combinados). Existe também o sistema de Despoluição Hídrica com Solos – Patente Pi 850.3030, projetado por SALATI (1987). A seguir uma breve descrição destas técnicas:

Sistemas que utilizam Plantas Aquáticas Flutuantes

Consistem em canais rasos (aproximadamente 0,70 m de profundidade) geralmente longos e estreitos que podem conter apenas uma espécie de macrófitas ou uma combinação de espécies. A espécie mais estudada, segundo é a ***Eichornia crassipes*** da família das pontederiáceas, também conhecida como aguapé, baroneza, mururé, pavoá, rainha do lago, uapé e uapê. Segundo SALATI (2000), esta planta vem recebendo muita atenção pelas suas características de robustez associada a uma grande capacidade de crescimento vegetativo, além de resistência a águas altamente poluídas com grandes variações de nutrientes, pH, substâncias tóxicas,

metais pesados e variações de temperatura. A sua alta capacidade de reprodução e crescimento, associada às características anteriormente mencionadas, permite que o aguapé se prolifere em taxas muito rápidas em rios e represas com elevado grau de contaminantes tóxicos e/ou eutrofizantes, causando problemas de bloqueamento de canais e rios, prejudicando o tráfego de barcos, entre outros aspectos que contribuem para que esta planta seja considerada uma praga.

Entretanto, BRIX (1993) coloca que em sistemas de alagados construídos, tais características são fundamentais para uma boa eficiência de tratamento a nível secundário e terciário, já que o ecossistema aquático formado proporciona condições ótimas tanto para a degradação da matéria orgânica (remoção de DQO e DBO), como para processos de nitrificação/desnitrificação responsáveis pela remoção de nitrogênio. Tais nutrientes, inclusive o fósforo, são incorporados à biomassa das plantas, que devem ser freqüentemente removidas para sustentar a alta produtividade e retirar do sistema os nutrientes incorporados (TRIVEDY, *et al*/1985).

De acordo com BRIX (*op cit*) alguns projetos que utilizam esta técnica envolvem áreas com superfície livre da água para que o oxigênio atmosférico seja difundido no meio líquido e para que possa ocorrer produção de oxigênio pelas algas, semelhante a alguns processos que ocorrem em lagoas de estabilização.

Segundo De BUSK *et al* (1989), o tempo médio de retenção da água depende das características do afluente, bem como dos parâmetros pretendidos para o efluente final, variando geralmente entre 5-15 dias. MANFRINATO (1989) obteve sucesso em sistemas deste tipo adotando tempo de residência de apenas 01 dia.

A maior parte dos sólidos em suspensão são removidos por sedimentação ou por adsorção no sistema radicular das plantas, sendo que o restante pode ser acumulado na superfície do sedimento (DeBUSK *et al*, 1989). WOLVERTON (1989), coloca que cargas elétricas associadas à zona de raízes do aguapé reagem com cargas opostas de partículas coloidais, como sólidos suspensos, promovendo sua aderência às raízes das plantas, onde são removidos do efluente, e digeridos e absorvidos pelas plantas e microorganismos presentes.

De acordo com BRIX (1993), sistemas que utilizam o aguapé apresentam muito sucesso em regiões tropicais e sub-tropicais, já que sua produtividade é seriamente afetada por temperaturas abaixo de 10°C. O autor coloca que a eficiência do sistema na remoção de matéria orgânica e estabelecimento de condições para a nitrificação é decorrente da capacidade de transporte de oxigênio das folhas para as raízes, e do extenso material suporte proporcionado por estas últimas para os microorganismos decompositores. Segundo SALATI (2000), espécies como ***Lemna***, ***Spirodella*** e ***Wolffia*** sp vem sendo estudadas para serem utilizadas em alagados construídos que utilizam plantas flutuantes, já que apresentam boas eficiências de remoção de nutrientes de efluentes com tratamento secundário. BRIX (1993) coloca que a densa cobertura na lâmina d'água proporcionada por estas plantas dificulta tanto a difusão de oxigênio atmosférico para o meio líquido como o processo fotossintético (produção de oxigênio) pelo fitoplâncton, criando condições de anaerobiose que favorecem a denitrificação. Entretanto, de acordo com SALATI (2000), por apresentarem raízes pequenas, não são tão eficientes na remoção de partículas em suspensão. A Fig 42 ilustra um sistema de com plantas aquáticas flutuantes.

Figura 22: Desenho esquemático de um sistema de tratamento através de alagados construídos utilizando canal com plantas aquáticas flutuantes. Fonte: SALATI (2000).

Sistemas que utilizam Plantas Aquáticas Emergentes

Nesta técnica, são utilizadas plantas que possuem o sistema radicular preso ao sedimento, e o caule e as folhas parcialmente submersos. As espécies típicas de

macrófitas aquáticas emergentes são conhecidas popularmente como juncos, e caracterizam-se como plantas herbáceas de diversas famílias. Segundo SALATI (2000), as espécies mais utilizadas em alagados construídos são a ***Phragmites australis***, a ***Typha latifolia*** e a ***Scirpus lacustris***, sendo que todas são capazes de se adaptar em ambientes de sedimentos inundados devido aos grandes volumes de espaços internos que apresentam, capazes de transportar oxigênio para o sistema radicular (ARMSTRONG et al, 1991).

Segundo Reddy et al apud BRIX (1993), parte do oxigênio pode sair do sistema radicular para a área em torno da rizosfera, criando condições de oxidação para os sedimentos geralmente anaeróbios, além de proporcionar a decomposição de matéria orgânica por processos aeróbios, e promover um ambiente propício ao crescimento de bactérias nitrificantes. A profunda penetração das raízes no sedimento, dependendo da espécie, permite uma considerável exploração do mesmo, já que estas plantas podem se desenvolver em situações nas quais o nível do lençol freático está 50 cm abaixo do nível do solo ou em situações nas quais o nível de água está 150 cm acima do nível do solo. Segundo BRIX, (1993) e SALATI (2000), esta técnica com macrófitas aquáticas emergentes pode se desenvolver através de três formas, descritas a seguir:

a) Macrófitas emergentes com fluxo superficial

Trata-se de um dos mais antigos sistemas de alagados construídos, com mais de 30 anos de operação na Holanda (GREINER & DE JONG, 1984). Segundo BRIX (1994) e SALATI (2000), um projeto deste tipo envolve um canal com 3-5 metros de largura e 100 m de comprimento, no qual é cultivado no substrato plantas típicas de alagados, tais como ***Phragmites australis***, ***Typha latifolia*** ou ***Scirpus lacustris***, mantendo-se uma lâmina d'água de 10-40 cm sobre a superfície do solo. A purificação da água ocorre por diversos mecanismos de ação de microorganismos que ficam fixados na superfície do solo e na parte submersa do caule das plantas. Eventualmente faz-se necessário a impermeabilização do canal para evitar

contaminação de aquíferos. Segundo BRIX (*op cit*), a eficiência de remoção deste sistema é entorno de 96% para sólidos suspensos, 96% para DBO, 87% para DQO, 40% para N-Kjeldhal, e 30% para P-Total. A figura 43 ilustra um desenho esquemático deste tipo de sistema.

Figura 23: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo superficial. Fonte: SALATI (2000)

b) Macrófitas Emergentes com Fluxo Horizontal Sub-Superficial

Este método também envolve um canal longo, estreito e impermeabilizado diferenciando-se do sistema anterior pelo fato das plantas serem cultivadas sobre uma camada de pediscos, na qual o efluente a ser purificado é conduzido através de um fluxo horizontal. Geralmente também são utilizadas plantas do tipo junco. Segundo BRIX (1994), centenas de sistemas deste tipo foram construídos e estão em operação nos Estados Unidos da América e na Europa, especificamente Dinamarca, Alemanha, Inglaterra, Áustria, Suíça e Suécia, sendo a maioria deles utilizando macrófitas do tipo *Phragmites australis*. Segundo BRIX (1993), conforme o efluente passa pela zona de raízes, a matéria orgânica é decomposta pelos microorganismos, o nitrogênio pode ser nitrificado, e o fósforo e os metais pesados se fixam no sedimento. Segundo o BRIX (1994), conforme o dimensionamento e a operação do sistema, e as condições da água a ser tratada, foram constatadas eficiências de remoção na ordem de 91% de sólidos suspensos, 89% de DBO, 33% de N e 32% de P. Segundo o autor, as raízes das plantas além de promoverem

oxigênio para os processos de decomposição microbiana, permitem uma certa estabilização da condutividade hidráulica, embora os principais problemas que tem sido observados são a formação de fluxo superficial, resultante de baixa condutividade hidráulica, que diminui o tempo de retenção hidráulica do afluente no sistema. A figura 24 ilustra um desenho esquemático deste tipo de sistema.

Figura 24: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo sub-superficial. Fonte SALATI,(2000)

c) Macrófitas Emergentes com Fluxo Vertical

Este sistema apresenta um desenho variável, embora geralmente sejam utilizados canais longos com pouca profundidade. O mecanismo de distribuição do afluente assemelha-se em alguns aspectos com valas de filtração já que o mesmo é lançado sobre uma camada de solo ou areia, onde transpassa através de um fluxo vertical, sendo o efluente tratado coletado por drenos localizados na porção inferior dos sistemas. A diferença está na área requerida, que é bem menor (cerca de 0,6 a 1m² /hab); no processo de tratamento, que envolve o cultivo de macrófitas do tipo junco sobre as camadas de solo, e na composição do sistema, que necessita de canais com macrófitas dispostos paralelamente para promover a passagem do efluente em etapas (COOPER, 1993). Este sistema pode ser utilizado quando se requer maior condutividade hidráulica e maior oxigenação no sistema radicular (BRIX & SCHIERUP, 1990). De acordo com NOGUEIRA (2003), estes sistemas têm sido considerados o “estado da arte” dentro das técnicas de alagados construídos, devido

a sua alta capacidade de purificação relacionada à redução da carga orgânica e ao favorecimento dos processos de nitrificação. O dimensionamento do sistema pode promover, segundo BRIX (1994) remoções em torno de 87 a 96% de sólidos suspensos, 94 a 98% de DBO, 25% de N-Total, 23 a 98% de P e >99% de coliformes totais. Uma alternância de funcionamento, permitindo uma drenagem total aumenta a oxigenação da rizosfera e do substrato (HILL & SAWHNEY, 1981). Dessa forma é possível evitar os riscos de colmatção do solo inerentes a este método (NOGUEIRA, 2003). A Figura 45 ilustra um desenho esquemático de um canal com plantas aquáticas emergentes e fluxo vertical.

Figura 25: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo vertical.Fonte.

Sistemas Que Utilizam Plantas Aquáticas Fixas Submersas

Este método, segundo, envolve canais longos e estreitos com profundidade variável nos quais são cultivadas plantas aquáticas submersas que apresentam adaptações fisiológicas e anatômicas para estas condições. As macrófitas são cultivadas em um substrato com solo especial. A lâmina de água varia em torno de 1 m. Segundo ESTEVES (1988), a produtividade primária líquida destas plantas é geralmente baixa devido a alta relação volume peso seco, ao baixo desenvolvimento radicular, a disponibilidade de radiação solar em menor grau, à excreção de parte do carbono fotossintetizado e as altas taxas de consumo da biomassa produzida por organismos herbívoros. Segundo BRIX (1993), espécies com baixa produtividade

como ***Isoetes Lacustris*** e ***Lobelia Dortmanna*** crescem apenas em águas oligotróficas e espécies que apresentam maiores produtividades, como ***Elodea canadensis*** crescem em condições eutróficas. Apesar de estas plantas serem capazes de assimilar nutrientes de águas poluídas, elas apresentam um melhor crescimento em ambientes aquáticos razoavelmente oxigenados. O autor coloca que estas plantas não devem ser usadas em efluentes com alta concentração de matéria orgânica, pois a rápida degradação da mesma por microorganismos decompositores causaria condições anóxicas prejudicando a sobrevivência das plantas submersas.

Apesar de BISHOP & EIGHMY (1989) encontrarem bons resultados com a utilização ***Elodea Nuttallii*** no tratamento primário, as macrófitas submersas têm sido utilizadas preferencialmente para o aprimoramento de efluentes que passaram por tratamento secundário (BRIX, 1993). Estas plantas durante o processo fotossintético aumentam a quantidade e oxigênio dissolvido na água (BRIX, 1993) e podem obter o carbono inorgânico dissolvido através de seus caules verdes com aerênquimas bem desenvolvidos (LARCHER, 2000). Isto resulta em um aumento do pH e cria condições ótimas para a volatilização da amônia, precipitação química do fósforo e estabilização da matéria orgânica presente no meio líquido. Os nutrientes assimilados são retidos nos tecidos radiculares e na microflora associada, sendo retidos no sedimento a maioria dos detritos orgânicos produzidos no sistema (BRIX *op cit*).

Segundo SALATI (2000) utilização desta técnica em sistemas de ALAGADOS construídas está ainda em um estágio experimental, sendo espécies como ***Egeria densa***, ***Elodea canadensis***, ***Elodea nuttallii***, ***Ceratophyllum demersum*** e ***Hydrilla verticillata*** as mais promissoras (MCNABB *apud* BRIX, 1993). REED *et al*, 1988 indica a utilização de plantas submersas para os estágios finais de sistemas combinados de alagados construídas. A figura 26 ilustra um desenho esquemático de sistemas de alagados construídos que utilizam macrófitas submersas.

Figura 26: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas fixas submersas.

Fonte: SALATI, 2000

Sistema Que Utiliza Solos Filtrantes

Este sistema de tratamento através de solos filtrantes é denominado Sistema DHS (Despoluição Hídrica com Solos - Patente PI 850.3030) e foi projetado por SALATI (1987). Trata-se de uma técnica onde o processo de tratamento se dá através de ações físico-químicas, biológicas e mecânicas proporcionadas por este tipo de solo, que segundo SALATI *et al* (1996), são constituídos por camadas superpostas de brita, pedrisco e solo cultivado com arroz (*Oriza sativa*) - uma macrófita aquática.

Para que os solos apresentem características especiais como alto coeficiente de condutividade hidráulica e alta capacidade de troca catiônica, os autores indicam a utilização de vermiculita expandida e matéria orgânica fibrosa, sendo que esta correção é dosada a cada caso em função da qualidade do solo disponível na região. Geralmente são implantados no mínimo dois módulos de solos filtrantes, para que sejam utilizados de forma alternada proporcionando adequado tempo de retenção hidráulica e períodos de pousio entre os solos, evitando sua colmatagem.

São utilizados materiais impermeabilizantes nos módulos, tanto para evitar a contaminação de aquíferos subterrâneos, como para proporcionar uma condição de área alagada. A qualidade do efluente a ser tratado e a eficiência que se deseja atingir determinam o dimensionamento dos módulos de solos, assim como a espessura das camadas que os constituem. As experiências realizadas pelos autores permitiram o tratamento utilizando taxa de aplicação de 100 até 300 l/s/ha. Segundo SALATI (2000), o mecanismo de depuração dos solos filtrantes é decorrente dos seguintes processos:

- da ação de filtragem mecânica, relacionada diretamente com a estrutura granulométrica do solo e sua composição;
- da ação de filtragem físico-química através da retenção de cátions e ânions, relacionada à capacidade de troca catiônica do solo;
- da ação biológica, decorrente da atuação de microorganismos decompositores presentes no solo, que ativam os processos biogeoquímicos promovendo a remoção de matéria orgânica, e atuam sobre outros microorganismos existentes nas águas poluídas, e da atuação das macrófitas, que retiram nutrientes do afluente, mantêm a permeabilidade do solo através de seu sistema radicular, que também serve de material suporte para os microorganismos.

Segundo SALATI *et al* (1996), os sistemas de solos filtrantes, dependendo da qualidade do efluente a ser tratado, podem funcionar com fluxo descendente ou ascendente conforme ilustram as figuras 27, 28 e 29:

Figura 27: Desenho esquemático de um solo filtrante com fluxo descendente. (Fonte: SALATI, 2000).

Figura 28: Desenho esquemático de um canal de solo filtrante com fluxo ascendente. A água a ser tratada é introduzida sob o sistema de drenagem sobre o qual está colocada a camada de solo filtrante (Fonte: SALATI, 2000).

Figura 29: Desenho esquemático da estrutura de um solo filtrante. Este tipo de configuração é utilizada tanto para solos filtrantes de fluxo ascendente como para fluxo descendente. Fonte: SALATI, 2000

De acordo com SALATI FILHO *et al* (1996), sistema de solo filtrante com fluxo ascendente foi projetado para aumentar a eficiência do Sistema DHS e para a utilização no tratamento de águas muito poluídas. Sendo assim, é normalmente utilizado no tratamento secundário e terciário de esgoto urbano. De acordo com os

autores, o fluxo ascendente permite além da diminuição dos custos do tratamento primário convencional, já que esta tecnologia pode ser associada à fossas sépticas ou caixas de decantação, a minimização de problemas de maus odores e proliferação de insetos, pois o solo fica encharcado sem formar um fluxo superficial. Algumas modificações foram introduzidas para permitir uma remoção de partículas dos tubos de drenagem. Neste tipo de projeto um tubo complementar de menor diâmetro e com perfurações menores é introduzido no tubo de drenagem convencional. Este tubo permite um sistema de dupla difusão e também a remoção do tubo central para limpeza e manutenção (SALATI FILHO, 1996).

Para sistemas que utilizam solos filtrantes, foram encontradas eficiências na ordem de 70 % de DBO, 99% de coliformes, 65% de Fósforo e 60% de nitrogênio amoniacal (MANFRINATO *et al*, 1993).

Sistemas Combinados

De acordo com BRIX (1993), projetos que utilizam a combinação das diferentes técnicas de alagados construídos anteriormente descritas, permitem a intensificação da performance dos sistemas e o dimensionamento dos mesmos conforme as condições locais e especificações requeridas. Segundo SALATI (2000), a combinação destes métodos, depende do problema a ser resolvido, da qualidade do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada na remoção de poluentes e contaminantes, da área disponível, do interesse na utilização da biomassa produzida e do interesse paisagístico.

BRIX *op cit* coloca que sistemas combinados permite que as vantagens específicas de cada técnica relacionadas ao tratamento, sejam exploradas em diferentes etapas, de forma a otimizar o desempenho do sistema como um todo, de acordo com os parâmetros de qualidade exigidos em cada local. Esta combinação pode incluir várias pequenas unidades contendo diferentes tipos de macrófitas, diferentes substratos, diferentes sentidos de fluxo, e até um certo grau de recirculação da água. A combinação de técnicas de alagados construídos pode

envolver áreas de 0,7 a 2 m² por habitante. O grau de eficiência na remoção de nutrientes é bastante variável em função da qualidade do afluente, das espécies de plantas utilizadas, das condições climáticas e de temperatura do local entre outros fatores. JENSSEN (1994) coloca que sistemas combinados em podem atingir eficiências de remoção na ordem de 40 a 99% de Fósforo e cerca de 78% de Nitrogênio. Manfrinato (1989) estudando sistemas combinados de alagados construídos composto de um canal de plantas aquáticas flutuantes seguido por solos filtrantes (Sistema DHS - Despoluição Hídrica com Solos), observou uma redução de 99,9% da concentração de coliformes fecais e totais e 70-80% de remoção de DBO, 70% para remoção de DQO; 90% para cor e 95% para turbidez.

Além disso, as técnicas de alagados construídos apresentam vantagens comuns de fácil operação, baixo custo de implantação e manutenção e ausência de gastos com energia elétrica. Além disso, a biomassa gerada pelas plantas pode ser destinada para alimentação, ração para animais, fertilizante de solo, na construção civil e para outros fins. CORAUCCI FILHO *et al* (2001) aponta como desvantagens destes sistemas a necessidade de composição de um substrato, a susceptibilidade a entupimento dos espaços vazios do substrato e a necessidade de manejo das macrófitas. Entretanto tais desvantagens são facilmente superadas quando se tem a devida atenção aos aspectos construtivos e com a orientação para a correta operação do sistema. O autor ainda coloca como desvantagem a alta demanda de área, porém ao relacionar este aspecto com as eficiências atingidas tanto para nível secundário como para terciário, a área requerida para estes sistemas torna-se pequena em comparação as outras alternativas de tratamento, que apresentam boas eficiências para determinados parâmetros mas necessitam de pós-tratamento para um polimento geral do efluente.