

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E TEC-
NOLOGIA AMBIENTAL

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

**Tratamento do efluente doméstico em
pequenas comunidades: o caso da Aldeia
Capão do Zezinho**

Maíra Fares Leite

Belo Horizonte
201

Maíra Fares Leite

Tratamento do efluente doméstico em pequenas comunidades: o caso da Aldeia Capão do Zezinho

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Orientador: Valter Lúcio de Pádua

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo amor incondicional, por tudo que são e me fazem ser. Aos meus irmãos pelas trocas, assistência, cumplicidade e amor. Aos meus amigos, que dão sentido enorme a vida. À Agatha e Milena que me apoiaram, incentivaram e me acompanharam de forma alegre em meu trabalho de campo, à Camila que também muito me ajudou. Agradeço ao meu orientador Valter por ter sido calmo e cuidadoso, me ajudando a resolver as dificuldades. Agradeço ao professor Fabio Bianchetti por ter sido tão atencioso e prestativo. Agradeço a todos os professores do curso que muito me ensinaram.

RESUMO

O saneamento no Brasil ainda está muito aquém do que deveria. Muitas pessoas vivem em condições inadequadas, ingerem água de baixa qualidade, não tem destinação adequada dos dejetos produzidos, ficando expostas às inúmeras enfermidades associadas à falta de saneamento. O esgoto doméstico é responsável por grande parte da contaminação das águas, causando danos tanto para as populações humanas, quanto para a manutenção do equilíbrio ambiental em geral. As políticas públicas ainda são insuficientes para atender as demandas de tratamento de esgoto, neste cenário as pequenas comunidades são ainda mais negligenciadas. Encontrar técnicas adequadas a essas realidades, ponderando fatores como custo, simplicidade e eficiência, tem sido objeto de diversos estudos científicos. Este trabalho traz como estudo de caso o problema de contaminação do manancial de abastecimento de água da aldeia Capão do Zezinho, localizada no município de Martinho Campos em Minas Gerais.

ABSTRACT

The sanitation in Brazil is still far away behind than it should. Many people live in an inadequate condition, drink low quality water, do not have proper disposal of waste produced, being exposed to a lot of diseases associated with poor sanitation. The domestic sewage is responsible for the most part of the water contamination, causing damage to the human population and to the environmental balance. The public policies are insufficient to meet the demands of sewage treatment and the small communities are even more neglected. Find appropriate techniques to these realities by considering factors such as the cost, simplicity and efficiency have been the subject of several scientific researches. This paper presents a case study of the contamination problem of the water source supply in the aldeia Capão do Zezinho, located in the municipality of Martinho Campos, at Minas Gerais.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	08
LISTA DE FIGURAS	09
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	12
3. REVISÃO DA LITERATURA	13
3.1 O POVO KAXIXÓ E O CAPÃO DO ZEZINHO.....	13
3.1.1 <i>O Capão do Zezinho</i>	15
3.1.2 <i>Características físicas da região</i>	16
3.2 SANEAMENTO E SAUDE.....	17
3.3 TRATAMENTO DE ESGOTO EM PEQUENAS COMUNIDADES.....	20
3.3.1 <i>Características do esgotamento doméstico</i>	21
3.3.2 <i>Níveis de tratamento de esgoto</i>	21
3.3.3 <i>Desinfecção de esgotos sanitarios</i>	21
3.4 TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO APLICAVEIS EM PEQUENAS COMUNIDADES.....	22
3.4.1 <i>Tanque séptico</i>	22
3.4.2 <i>Tanque Imhoff e OMS</i>	23
3.4.3 <i>Filtro anaerobio</i>	24
3.4.3.1 <i>Vala de infiltração</i>	24
3.4.3.2 <i>Vala de filtração</i>	24
3.4.3.3 <i>Sumidouro</i>	24
3.4.4 <i>Lagoas de estabilização</i>	25
3.4.4.1 <i>Lagoas anaerobias</i>	25
3.4.4.2 <i>Lagoas facultativas</i>	26
3.4.4.3 <i>Lagoas aerobias ou de alta taxa</i>	26
3.4.4.4 <i>Lagoas de maturação</i>	26
3.4.5 <i>UASB</i>	27
3.4.6 <i>Zonas de raízes ou “wetlands”</i>	27
3.5 REUSO DO EFLUENTE E DO LODO GERADO	32
4. MATERIAIS E METODOS	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 SANEAMENTO E SAUDE NO CAPÃO DO ZEZINHO	35
6. CONCLUSÕES	43
6.1 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES	44
7. RECOMENDAÇÕES	45
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
9. ANEXOS	49
9.1 QUESTIONARIO APLICADO	49
9.2 FOTOS DAS ENTREVISTAS	50
9.3 PLANILHA DE DIARREIA UTILIZADA PELO POSTO DE SAUDE PARA REPASSAR OS CASOS OCORRIDOS	51
9.4 LAUDOS QUALIDADE DA ÁGUA	52

LISTA DE ABREVIATURAS

CCR – Câmara de Coordenação e Revisão

CEDEFES – Centro de Documentação Eloi Ferrera da Silva

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CPT – Comissão da Pastoral da Terra

DSEI – Distrito Especial de Saúde Indígena

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

FUNED – Fundação Ezequiel Dias

MMDA – Programa de Monitoramento da Doença Diarreica Aguda

PSI – Posto de Saúde Indígena

SESAI – Secretaria Especial de Saúde Indígena

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa dos Povos Indígenas em Minas Gerais.....	15
Figura 2 Foto visita de campo Aldeia Capão do Zezinho.....	16
Figura 3 Foto silvicultura na estrada de acesso a aldeia Capão do Zezinho.....	16
Figura 4 Gráfico Tipo de esgotamento sanitário urbano e rural no Brasil.....	19
Figura 5 Ilustração do esquema de tratamento tanque séptico – sumidouro.....	25
Figura 6 Ilustração do Corte Longitudinal de um filtro plantado com macrofitas de fluxo.....	28
Figura 7 Ilustração da organização das estruturas de saúde indígena no Brasil.....	35
Figura 8 Mapa dos municípios de Minas Gerais em relação à Saúde Indígena.....	36
Figura 9 Foto da caixa de água que abastece a Aldeia Capão do Zezinho.....	37
Figura 10 Foto da lixeira de coleta de lixo na Aldeia Capão do Zezinho.....	39
Figura 11 Croqui das locações da Aldeia Capão do Zezinho e das casas entrevistadas.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Doenças relacionadas à água e ao esgoto.....	17
Tabela 2 Redução percentual na morbidade por diarreia, atribuída a melhorias no abastecimento de água ou no esgotamento sanitário.....	18
Tabela 3 Proporção da população rural que utiliza alguma tecnologia de saneamento.....	18
Tabela 4 Vantagens e desvantagens das diferentes técnicas de tratamento de esgoto apresentadas.....	30
Tabela 5 Número de Casos de Diarreia PSI Capão do Zezinho e Martinho Campos.....	38
Tabela 6: Dados obtidos na entrevista realizada na aldeia Capão do Zezinho.....	39

1. INTRODUÇÃO

A falta de saneamento ou o saneamento inadequado é ainda uma situação habitual no Brasil. O saneamento em pequenas comunidades rurais está bem longe de atingir o ideal da universalização sanitária proposta pela Política Nacional de Saneamento.

Pequenas localidades muitas vezes não têm condições técnicas e financeiras de gerir seus próprios sistemas de saneamento e são também esquecidas por ações governamentais. Dessa forma muitas pessoas vivem em más condições, tendo que utilizar recursos de baixa qualidade. Além disso, nossos rios e solos estão sendo vítimas de degradação causada pelo baixo investimento em saneamento no país.

Tendo visitado duas vezes a Aldeia Capão do Zezinho, principal núcleo atual do povo Kaxixó, situada no município de Martinho Campos, e conhecendo alguns moradores do local – alunos do curso de Educação Indígena da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG – se torna possível conhecer a situação desfavorável a que está submetida: a água que abastece a comunidade está comprovadamente inadequada ao consumo humano.

Devido ao contato e relacionamento com as pessoas do local e o acompanhamento de questões que os perturbam, fica compreensível que a água é para eles algo que vai além de recurso fundamental a sobrevivência humana. As nascentes, os rios, fazem parte da história do povo Kaxixó, e tem sido motivo de luta e indignação a degradação de tal bem precioso.

Parte das casas da Aldeia Capão do Zezinho estão localizadas em cotas superiores a da nascente de onde é feita a captação da água distribuída na comunidade.

Quase todas as casas, do total de 22 existentes e habitadas na aldeia, possuem fossa rudimentar, sendo esta, portanto, a provável causa da contaminação da água que os abastecem.

Este trabalho busca reunir dados e conceitos que possam futuramente colaborar para o melhoramento das condições de vida dessa pequena comunidade.

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são a busca pela compreensão da situação de saneamento e saúde na Aldeia Capão do Zezinho, a revisão bibliográfica de técnicas de tratamento de esgoto aplicáveis em pequenas comunidades e a tentativa de apontar soluções para o tratamento do esgoto do local de estudo, visando acabar com a contaminação dos mananciais de água e consequentemente melhorar a condição de vida dessas pessoas e a qualidade ambiental no município de Martinho Campos.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 O povo Kaxixó e o Capão do Zezinho

A partir de um olhar rápido à comunidade do Capão do Zezinho, a impressão é de ser uma pequena comunidade rural sem muitos demais.

A etnia Kaxixó, de acordo com as histórias narradas por líderes do seu povo e moradores locais, tem origem em índios aldeados e não aldeados, que foram inseridos desde tempos antigos em famílias de origem branca. Ainda mais precisamente, houve casamentos de índios com membros da família da então autoridade da região, D. Joaquina de Pompéu.

Nos últimos trinta anos, devido ao risco de perder as suas terras, a questão indígena, antes adormecida ou escondida, passou a aflorar na vida deste povo. Herdeiros da Fazenda São José iniciaram o movimento de expulsão da terra dos grupos de moradores que viviam ali há muitos anos.

Após o incidente da retirada de alguns moradores, famílias se articularam através do Sindicato de Trabalhadores Rurais e acionaram a Comissão da Pastoral da Terra (CPT). A CPT, perante o relato da identidade indígena do grupo, os encaminhou ao Centro de Documentação Eloi Ferrera da Silva (CEDEFES), que a partir daí passou a fazer o levantamento da história e memória social do grupo (Santos & Oliveira, 2003).

Dessa forma os Kaxixó iniciaram o contato com os movimentos indígenas, reivindicando assim, junto a Fundação Nacional do Índio – FUNAI - o reconhecimento oficial étnico dos Kaxixó. Em 1993 foi encomendado um laudo à antropóloga Maria Hilda Baqueiro Paraíso, que finalizado em 1994 deu como não reconhecido, os kaxixó, como grupo indígena (Santos & Oliveira, 2003).

Em setembro de 1995 a FUNAI encaminhou o processo administrativo dos Kaxixó a 6ª Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal, como recomendado pelo próprio laudo de Paraíso. A 6ª CCR devolveu os autos do processo ao órgão, alegando não ser de sua atribuição tendo em vista o não reconhecimento do povo Kaxixó como indígenas (Santos & Oliveira, 2003).

Em agosto de 1995 o povo Kaxixó solicitou ao CEDEFES a visita de um arqueólogo, que resultou no primeiro levantamento arqueológico da bacia do Baixo Rio Pará, realizado por Alenice Motta Baeta em 1996 (Santos & Oliveira, 2003).

A partir da denúncia feita por Jerry Adriane, liderança Kaxixó, de desmatamento, destruição da fauna e de sítios arqueológicos, foram realizadas visitas na região para vistoria dos sítios arqueológicos.

Com a vinda da analista pericial em antropologia Ana Flávia Moreira pela Procuradoria da República em Minas Gerais, iniciou-se a realização de um novo laudo antropológico sobre os Kaxixó. Esse último sendo favorável a luta do povo.

Os Caxixó¹, a despeito de toda aculturação, perda de costumes, rituais e língua própria diante do contato com a civilização branca, eram certamente uma comunidade índia. (Santos & Oliveira, 2003).

Devido ao empate, um laudo favorável outro desfavorável, o Ministério Público solicitou um terceiro laudo de desempate, realizado desta vez por João Pacheco de Oliveira, resultando a favor dos Kaxixó (Santos & Oliveira, 2003).

Em 13 de novembro de 2001 a FUNAI, através do ofício n. 447/Pres., inicia o reconhecimento étnico dos Kaxixó.

No dia 20 de janeiro de 2004, através da Portaria número 72/FUNAI, é criado o Grupo de Trabalho, com o objetivo de realizar a identificação e demarcação da Terra Indígena Kaxixó (FUNAI).

O processo demarcatório da Terra Indígena encontra-se ainda em estudo, ainda não houve demarcação da terra.

O povo Kaxixó localiza-se atualmente em algumas pequenas áreas da região de Pompéu, como, na Vargem do Galinheiro, hoje um bairro de Pompéu; na Fazenda São José, onde se localiza a localidade de Fundinho, pertencente ao município de Pompéu, localizada a margem direita do Rio Pará; na Fazenda Criciúma, onde se localiza o Capão de Zezinho, a margem esquerda do Rio Pará.

¹ Existem duas grafias, mas atualmente a grafia Kaxixó tem sido mais utilizada por eles próprios em relação à grafia Caxixó.

Segundo dado da Secretaria Especial de Saúde Indígena – são 308 Kaxixó distribuídos em seis aldeias (Ministerio da Saude).

3.1.1 O Capão do Zezinho

Atualmente o maior povoado Kaxixó se localiza no Capão do Zezinho, com aproximadamente cem (100) pessoas que vivem no local. Grande parte trabalha nas fazendas da região, como vaqueiro ou roceiro.

Capão do Zezinho se localiza no município de Martinho Campos (latitude -19° 19' 56" longitude 45° 13' 41"), na região centro-oeste de Minas Gerais, a 15 km do distrito de Ibitira, que por sua vez está localizado a 180 km da capital do estado, Belo Horizonte.



Figura 1: Mapa dos Povos Indígenas em Minas Gerais
Fonte: Nucleo de Educação Escolar Indígena/SEE/MG

O Capão é um lugar sossegado com muitas árvores frutíferas, as casas são de alvenaria, tem uma escola, uma igreja e um posto de saúde, 22 casas habitadas, 2 vagas e 3 em construção.



Figura 2: Foto visita de campo Aldeia Capão do Zezinho

Autor: Milena

Data: 15/07/2011

Ao redor da área existem fazendas agropecuárias e silvicultura de eucalipto. Foram produzidos em 2009 no município 170 toneladas de carvão vegetal; 1142 m³ de lenha; 37 m³ de madeira em tora, 74.282 m³ de carvão vegetal (IBGE, 2010).



Figura 3: Foto silvicultura na estrada de acesso a aldeia Capão do Zezinho

Autor: Maira Fares Leite

Data: 15/07/2011

No setor agrícola foram produzidas 15 toneladas de feijão, 8.740 toneladas de milho, 1.250 toneladas de soja no ano de 2007 (IBGE, 2007).

No setor agropecuário foram declaradas, em 2009, 50.020 cabeças de boi, 1.100 de eqüinos, 31.952 litros de leite (IBGE, 2010).

3.1.2 Características físicas da região

O clima da região de Martinho Campos, segundo a classificação de Köppen é do tipo a Aw – Clima tropical úmido (megatérmico) de savana, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18° C. A precipitação do mês mais seco é

inferior a 60 mm e também inferior a 100-P/25, sendo P a precipitação média anual. Este clima é predominante na região norte da Bacia. A temperatura máxima varia de 29,51 – 30 °C ; a temperatura média anual : 22,01 – 22,5 °C ; a temperatura mínima anual : 16,51 – 17 °C. A classe de precipitação média anual esta classificada entre 125,01 – 130 mm /ano ; classe de umidade média relativa anual : 68 – 69 % ; classe de insolação média anual : 202,01 – 207 dias/ano. A vegetação é do tipo cerrado, o solo é de textura argilosa.(TESE, 2006)

3.2 Saneamento e saúde

Apesar dos estudos e comprovações a respeito da transmissão de doenças pela água serem realizados há mais de um século e meio – em meados de 1850, John Snow descobriu que a proliferação da cólera estava associada à qualidade da água consumida pela população de Londres – boa parte da população mundial ainda vive sem acesso a água de qualidade segura (Queiroz, 2006).

O saneamento no Brasil continua a ser um grande problema no país. A falta de saneamento básico se constitui como a principal causa de mortes de crianças nos seus primeiros anos de vida. Quinze crianças de 0 a 4 anos de idade morrem por dia no Brasil em decorrência da falta de saneamento básico, principalmente devido à ausência de esgotamento sanitário (FUNASA-FSP). Milhares de internações hospitalares no Brasil são devido a doenças de veiculação hídrica.

O risco mais comum e disseminado relacionado ao consumo de água está associado à presença de microorganismos patogênicos, que podem causar doenças gastrointestinais brandas a fatais (Pádua, 2005).

As pessoas mais susceptíveis a contrair doenças de veiculação hídrica são crianças, idosos, pessoas debilitadas, desnutridas e expostas a condições inadequadas de saneamento.

Tabela 1: Doenças relacionadas à água e ao esgoto

Categoria	Infecção
1. Feco-oral (transmissão hídrica ou relacionada com hábitos de higiene)	Vírus: hepatite A, E e F; poliomielite; diarreia por rotavírus; diarreia por adenovírus,... Bactérias: cólera; infecção por <i>Escherichia coli</i> ; febre tifóide e paratifóide,... Protozoários: amebíase; criptosporidíase; giardíase,... Helmintos: ascaridíase; tricuriase; enterobíase,...
2. Doenças relacionadas com a falta de higiene	Doenças infecciosas da pele; doenças infecciosas dos olhos; febre transmitida por piolhos,...
3. Geohelmintoses	Ascaridíase; tricuriase; ancilostomíase;

	estrongiloidiase,...
4. Teníases	Teníases.
5. Doenças baseadas na água	Bactéria: leptospirose; doença do Legionário,...
	Helmintos: esquistossomose; filariose,...
6. Doenças transmitidas por inseto vetor	Água: malária; dengue; febre amarela,...
	Esgotos: filariose,...
7. Doenças transmitidas por roedores	Leptospirose...

Fonte: PENA *ipud* MARA & FEACHEM, 1999.

Melhorias no saneamento acarretam em imediata diminuição de casos de doenças relacionadas à falta dele, sendo, portanto solução para a redução de mortes e internações e conseqüente melhoria da qualidade de vida da população.

A tabela a seguir apresenta o potencial de redução da morbidade por diarreia, a partir de melhorias no saneamento.

Tabela 2: Redução percentual na morbidade por diarreia, atribuída a melhorias no abastecimento de água ou no esgotamento sanitário.

Intervenção	Redução mediana (%)
Abastecimento de água e esgotamento sanitário	30
Esgotamento sanitário	36
Qualidade e quantidade de água	17
Qualidade da água	15
Quantidade de água	20

Fonte: ESREY *et al.* (1991) *apud* HELLER (2005).

Cidades de pequeno porte, comunidades rurais são as que detêm os piores índices de saneamento.

Segundo dados de saneamento da Organização das Nações Unidas, o Brasil Rural encontra-se em condições inferiores a de países como Nepal, Afeganistão, Sudão, Timor Leste e Nigéria (PNUD, 2011).

Tabela 3: Proporção da população rural que utiliza alguma tecnologia de saneamento

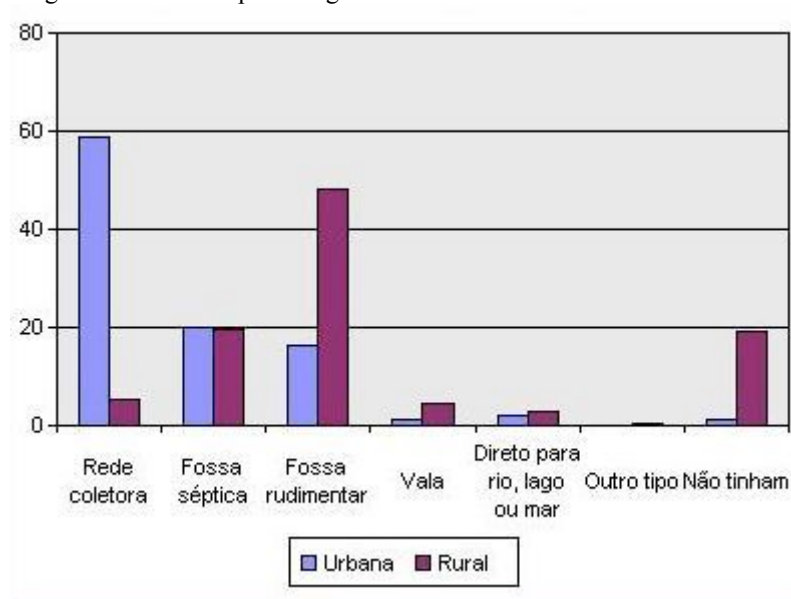
Proportion of population using an improved sanitation facility, rural					
Country	1990	1995	2000	2005	2008
Argentina	73	75	77	77	77
Botswana	20	25	31	36	39
Brazil	35	35	36	37	37
Chile	48	59	71	83	83
Colômbia	43	46	50	53	55
Cuba	64	69	73	78	81
France	100	100	100	100	100
Índia	7	10	14	18	21
México	30	41	51	61	68
Paraguay	15	23	31	39	40

Peru	16	22	27	33	36
Timor-Leste			25	35	40
Uruguay	83	84	90	96	99
Venezuela	45	50	54	57	
Senegal	22	26	31	36	38

Fonte: Millenium Development Goals Indicator. Last updated: 23 Jun 2010

Os dados a seguir mostram a discrepância entre o urbano e o rural em relação à forma de esgotamento sanitário. Quase 50% do meio rural brasileiro utiliza fossa rudimentar e quase 20% não possui nenhum tipo de esgotamento sanitário.

Figura 4: Gráfico Tipo de esgotamento sanitário urbano e rural no Brasil



Fonte: IBGE – PNAD 2009

A falta de estratégias de saneamento adequadas às realidades locais torna mais difícil o melhoramento de dados de pequenas comunidades.

No Brasil há uma grande quantidade de municípios que é capaz, economicamente e tecnicamente, de gerir seus próprios sistemas de saneamento, porém existem ainda várias localidades que necessitam de apoio para a conquista de boas soluções e índices de saneamento.

Segundo Philippi (2007) o cenário do saneamento brasileiro pode ser sintetizado com os pontos seguintes:

- visão centralizadora tanto em nível da administração quanto tecnológico;
- privilégio de grandes projetos;
- baixo atendimento às populações carentes e/ou periféricas;

- baixo atendimento às populações rurais;
- baixo nível de participação comunitária ou de controle social sobre os programas;
- falta de integração das funções do saneamento, resultando numa postura de pouca interatividade, interinstitucionalidade e interdisciplinaridade; e baixo nível de adesão a programas de educação sanitária e ambiental.

A Política Nacional de Saneamento traz como pilares, princípios de universalização, participação e descentralização. A associação entre diferentes esferas da sociedade, articulando ações do Governo, com ações da própria sociedade envolvida, é reconhecida como maneira eficiente de melhoria das condições do saneamento, principalmente das pequenas cidades ou comunidades rurais.

Convém ressaltar que o envolvimento comunitário é de fundamental importância não apenas para a viabilização do abastecimento de água, mas para sua valorização, difusão de hábitos higiênicos, sua manutenção auto-sustentável e até mesmo para a preservação dos mananciais utilizados (MURTHA,1997).

Diferentes esferas da população devem propor estratégias que propiciem a redução do desperdício e da poluição/contaminação do mais precioso recurso natural que é a água, a fim de frear a tão alarmante possibilidade da falta de água adequada ao consumo humano.

3.3 Tratamento de esgoto em pequenas comunidades

Heller (2005) traz que a “boa engenharia” é aquela que toma decisões conscientes, considerando as inúmeras opções possíveis e seus aspectos negativos e positivos, levando em conta implicações da ordem econômica, sociais, operacionais, etc. Dessa forma admite-se que a tomada de decisões é a etapa mais importante de um projeto, possibilitando a escolha de soluções mais apropriadas aos contextos sociais em questão.

Existem alternativas, algumas avançadas tecnologicamente outras utilizadas há muitos anos, que trazem a possibilidade de melhoria da qualidade da água para abastecimento humano ou a melhoria do efluente a ser despejado em curso d'água ou a ser reutilizado de maneira adequada, reduzindo danos ambientais e de saúde da população.

O nível de tratamento a ser alcançado varia de acordo com aspectos que devem ser predefinidos, tais como: impacto ambiental do lançamento no corpo receptor; os objetivos do

tratamento (principais constituintes a serem removidos); nível do tratamento e eficiências de remoção desejadas (Von Sperling, 2005).

3.3.1 Características do esgotamento doméstico

O esgoto dito doméstico é aquele proveniente das instalações sanitárias, cozinha e lavanderia. De forma geral ele é composto por 99,9% de água e 0,1% de sólidos. Cerca de 70% dos sólidos é material orgânico. Os principais microorganismos encontrados nos esgotos são bactérias, fungos, protozoários, vírus e algas. Desses, as bactérias são as mais importantes, pois são as responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica e também são elas as principais indicadoras de contaminação de origem humana (bactérias coliformes) (FUNASA, 2006).

3.3.2 Níveis de tratamento de esgoto

Os níveis de tratamento de esgoto variam em relação à depuração atingida do esgoto em tratamento. Geralmente o esgoto passa por uma etapa preliminar que visa apenas a remoção de sólidos grosseiros, como lixo e areia, nela são utilizados processos físicos de retenção do material sólido, como gradeamento e peneiramento. O tratamento primário visa a remoção dos sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. No tratamento secundário, em que predominam os processos biológicos, o objetivo é a remoção da matéria orgânica e alguns nutrientes. O tratamento terciário, de uso mais raro no Brasil, busca a remoção de poluentes específicos (micronutrientes e patogênicos) ou a complementação da remoção do tratamento secundário. Os coliformes são removidos parte no tratamento primário e principalmente no tratamento secundário (Von Sperling, 2006).

Os tipos de tratamento são diversos, apresentando cada um suas vantagens e desvantagens. Os seguintes parâmetros são usados a título de comparação para escolha adequada da técnica a ser empregada: eficiência de remoção de carga orgânica, remoção de patogênicos, possível odor, custo de instalação, área necessária, complexidade de operação e manutenção e nos subprodutos resultantes (Corssatto, 2006).

3.3.3 Desinfecção de esgotos sanitários

A desinfecção de esgotos busca atingir um padrão de qualidade definido pela legislação, inativando organismos presentes, principalmente os que ameaçam a saúde humana (Gonçalves et al, 2003).

Segundo tabela organizada por Sperling & Chernicharo (2002) as tecnologias de tratamento de esgotos mais eficientes na redução dos coliformes fecais são lagoa + lagoa de maturação, infiltração lenta no solo, tanque séptico + infiltração, UASB + lagoas de maturação e lodos ativados + filtração terciária.

O processo de remoção de bactérias e vírus nas lagoas de estabilização é favorecido pela temperatura, a insolação recebida, o pH, a competição, os organismos predadores, os compostos tóxicos, já na remoção de cistos de protozoários e ovos de helmintos o processo é favorecido pela sedimentação (Von Sperling et e al., 2003).

Os processos de desinfecção podem ser naturais (lagoas de estabilização, disposição no solo) ou artificiais (químicos ou físicos). O cloro é o desinfectante artificial mais utilizado no tratamento de águas e esgotos, mas ele gera subprodutos que podem apresentar danos à saúde pública da população consumidora (Çonçalves et e al, 2003).

Outros processos artificiais têm custo mais elevado, como a ozonização, e a desinfecção por ultravioleta, o que os fazem ser não adequados a pequenas comunidades rurais.

3.4 Técnicas de tratamento de esgoto

A fim de afastar as pessoas dos micro-organismos causadores de doenças, as residências ou comunidades devem ser equipadas com privadas higiênicas. As privadas higiênicas podem ser com fossa seca, quando não há água encanada ou quando há água encanada, devem ser ligadas ao tanque séptico (ou similar) com destinação adequada do efluente (sumidouro, etc.) ou à rede de esgoto, quando existente (FUNASA, 2006).

3.4.1 Tanque Séptico

O tanque séptico é uma caixa coletora fechada, que serve para receber e armazenar o esgoto proveniente do vaso sanitário por um período de tempo pré-estabelecido, que pode variar de 12 a 24 horas. Durante esse período de retenção há sedimentação de 60 a 70% dos sólidos existentes no esgoto, formando o lodo, outros sólidos que não decantam, se separam na superfície do esgoto, formando uma camada chamada de espuma. Esses sólidos são digeridos por bactérias anaeróbias, reduzindo seu volume e destruindo consideravelmente organismos patogênicos. É uma unidade cilíndrica ou prismática de seção retangular de fluxo horizontal para o tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão (NBR 7229/1993).

O uso de tanque séptico para o tratamento primário do esgoto é uma das principais alternativas para o tratamento de esgoto doméstico onde não ha rede coletora de esgotos. Ele é indicado para o tratamento primário do esgoto gerado por 1 a 500 pessoas. O efluente do tanque séptico necessita de um pós-tratamento, já que sua eficiência é moderada na remoção de matéria orgânica e fraca na remoção de organismos patogênicos (Altvater, 2008).

O lodo e a espuma devem ser retirados do tanque com uma periodicidade determinada, a fim de manter a eficácia do sistema. A deposição desse material sólido pode ser feita em solo a uma profundidade mínima de 60 cm, ou levado para leito de secagem, quando em grande volume (FUNASA, 2006).

O efluente líquido do tanque séptico deverá ser transportado para um filtro anaeróbio, filtro de areia, valas de filtração, valas de infiltração, sumidouro, diluição em corpo d`água ou para a rede coletora de esgoto (FUNASA, 2006).

A escolha da destinação mais adequada deve passar por questões como natureza e utilização do solo; profundidade do lençol freático; grau de permeabilidade do solo; localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano; volume e taxa de renovação da água de superfície.

O transporte do esgoto entre as estruturas deve ser feito por meio de tubos PVC de 100 mm (FUNASA, 2006).

3.4.2 Tanque Imhoff e OMS

Os tanques IMHOFF e OMS na verdade são tanques septicos com cameras superpostas, uma camera de decantação em cima e outra de digestão embaixo, e uma fenda entre elas por onde passa o material sedimentavel. A diferença entre eles é que o OMS tem tampa no tanque de decantação (FUNASA, 2006).

Esses tanques são proprios ao tratamento primario do esgoto, assim como o tanque septico, contudo o sistema de cameras sobrepostas garante algumas vantagens em relação ao tanque septico comum, como: menor tempo de retenção; maior eficiencia na digestão, devido a ausencia de correntes ascendentes e descendentes; melhor qualidade do efluente gerado. Se aplica a populações de até 5.000 pessoas (FUNASA, 2006).

3.4.3 Filtro anaeróbio

Tanque cilíndrico ou retangular formado por um leito de brita número 4 ou 5, que retém as bactérias anaeróbias, formando um campo de microorganismos digestores. A altura máxima do leito filtrante é de 1,20 m. O efluente deste filtro será destinado a uma vala de infiltração, vala de filtração ou outra solução tecnicamente indicada (FUNASA, 2006). É um sistema muito utilizado em pequenas populações, há baixa produção de lodo e pode haver mau cheiro.

Eles são mais indicados para efluentes com sólidos dissolvidos, pois quanto maior a quantidade de sólidos particulados maior a possibilidade de entupimento. Eles podem ser de fluxo ascendente, descendente ou horizontal. (Avila, 2005).

Os filtros anaeróbios são bastante apropriados ao tratamento do efluente séptico, por apresentar baixa concentração de sólidos em suspensão e relativamente pequena quantidade de resíduos de carga orgânica. A eficiência de remoção de DBO desse efluente varia de 70 a 90%. Devendo essa ser avaliada após três meses de operação do filtro, que é o tempo necessário ao seu bom funcionamento (FUNASA 2, 2006).

3.4.3.1 Vala de infiltração

Conjunto de canalizações instaladas a uma profundidade do solo determinada. Aplicável apenas a locais e solos propícios a absorção do efluente líquido do tanque séptico (FUNASA, 2006).

3.4.3.2 Vala de filtração

Sistema composto por duas canalizações superpostas com preenchimento de areia entre elas. É empregado, por exemplo, quando o tempo de infiltração é insuficiente para utilizar a vala de infiltração e quando deve se evitar a contaminação do solo (FUNASA, 2006).

3.4.3.3 Sumidouro

O sumidouro ou fossa absorvente é um poço seco escavado e não impermeabilizado, que orienta a infiltração de água residária no solo (NBR 7229/1993).

O sumidouro deve ser construído a uma distância de 1,5m do tanque séptico, com paredes de alvenaria com junta livre, expondo os tijolos com os furos virados para a parede para que o líquido infiltre no solo, ou com anéis de concreto furado nas laterais. O fundo do sumidouro deve ser revestido com cascalho, coqui ou brita n 3 ou 4, com altura mínima de 50 cm. Ele deve ser tampado com tampa de concreto armado no nível do solo (FUNASA, 2008). Segun-

do a ABNT, NBR nº 13.969/1997 “seu uso é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo, onde possa garantir a distância mínima de 1,50m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível aquífero máximo”.

O dimensionamento do sumidouro é feito de acordo com a capacidade de infiltração do terreno.

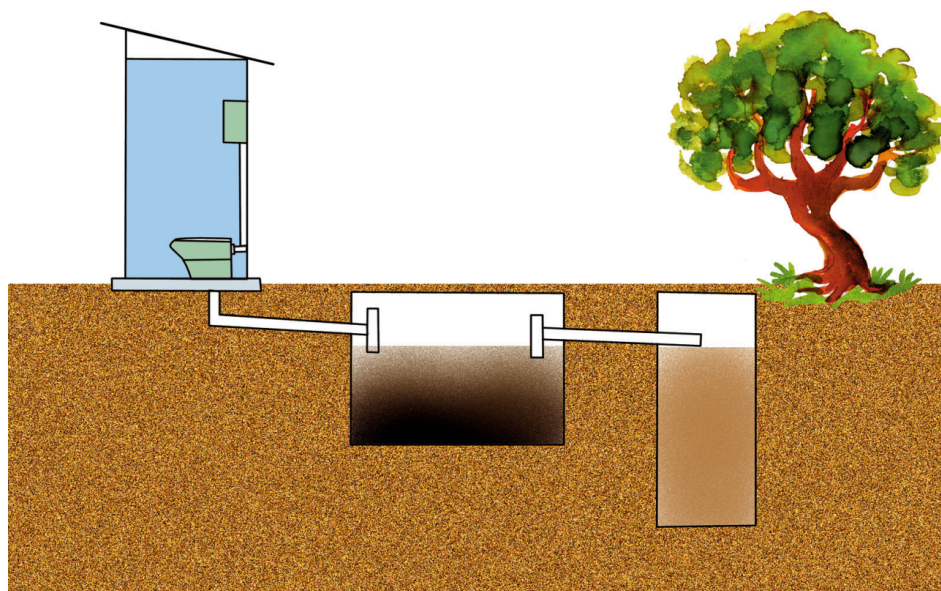


Figura 5: Ilustração do esquema de tratamento tanque séptico – sumidouro.
Fonte: FUNASA, 2008.

3.4.4 Lagoas de estabilização

As lagoas de estabilização constituem os métodos mais simples de tratamento de esgotos. Elas são construídas a partir da escavação do terreno em formato quadrado ou retangular cercada de taludes de terra ou revestidas com placas de concreto (FUNASA, 2006). O esgoto entra continuamente por um lado da lagoa e sai continuamente pelo outro lado. Durante o tempo que fica retido na lagoa vários processos físico/químico/bacteriológicos ocorrem, favorecendo sua purificação (Von Sperling, 2005).

Elas são adequadas para regiões de clima quente e em desenvolvimento por ser de simples operação, com praticamente nenhuma necessidade de equipamentos e com baixos custos de implementação e operação (Von Aperlíng et al., 2003).

3.4.4.1 Lagoas anaeróbias

Servem para oxidar compostos complexos antes de passarem pela lagoa facultativa ou aeradas. Por não dependerem da luz solar, elas podem ser construídas com profundidades

maiores que as lagoas com atividade aeróbia, variando de 2 a 5 metros. Pode haver liberação de odores e há grande acúmulo de lodo (Funasa, 2006).

A lagoa anaeróbia, quando disposta antes da lagoa facultativa, provoca uma redução na sua área na ordem de 1/3, comparando com a lagoa facultativa sozinha (Von Sperling, 2003).

3.4.4.2 Lagoas facultativas

São lagoas que abrigam atividades aeróbias na superfície e anaeróbias na parte inferior, onde a luz solar é insuficiente para manter o oxigênio por todo o dia. Sua profundidade varia de 1 a 2,5 metros. O tempo de retenção é de aproximadamente 20 dias. É uma das tecnologias mais simples de tratamento de esgoto, mas requer uma área grande, que permita grande área de superfície (Funasa, 2006).

As lagoas facultativas podem ser primárias ou secundárias. É importante que o esgoto seja gradeado e desarenado antes de entrar na lagoa, a fim de retirar sólidos grosseiros e reduzir a sedimentação de areia no fundo da lagoa (Von Sperling, 2003).

3.4.4.3 Lagoas aeróbias ou de alta taxa

Esse tipo de lagoa associa o tratamento de esgoto à produção de algas. Portanto deve ser aplicada quando há uso previsto para a alga produzida. A sua profundidade varia de 0,3 a 0,5 metros (Funasa, 2006). Devido a intensa atividade fotossintética na lagoa, a taxa de oxigênio dissolvido é bastante elevada, assim como o pH (alto consumo de gás carbônico), o que contribui para o combate de organismos patogênicos e a remoção de nutrientes. O formato usual é na forma carrossel. Elas podem vir após a lagoa facultativa (Von Sperling, 2005).

3.4.4.4 Lagoas de maturação

Normalmente elas são construídas após a lagoa facultativa ou outro tipo de tratamento convencional. Sua finalidade principal é a remoção de coliformes fecais e organismos patogênicos. Representa uma importante opção econômica alternativa a desinfecção do efluente. São lagoas rasas, máximo de 1 m. Podem-se obter altos índices de remoção de coliformes fecais e ovos de helmintos (próximo a 100%). Elas são projetadas na forma de três ou quatro lagoas em série ou apenas uma com chicanas (Von Sperling, 2005).

3.4.5 UASB

O UASB é um reator de fluxo ascendente que passa através de um leito de lodo denso e de elevada atividade anaeróbia (FUNASA, 2006). O reator UASB não possui material de enchimento suporte para a biomassa, os microorganismos se auto-aderem formando flocos ou grânulos, que se depositam em camadas de lodo no fundo do reator (Salles, 2001).

O esgoto a ser tratado é distribuído de forma uniforme pela parte inferior do reator, atravessando o leito de lodo (mais denso) e manta de lodo (mais disperso). Os gases liberados são conduzidos para o local de coleta e a parte líquida mais os sólidos em suspensão vão para zona de decantação, onde há a sedimentação de grande parte dos sólidos (Miki, 2010).

Esse tipo de processo anaeróbio de tratamento de esgotos garante uma remoção de cerca de 70 % do material orgânico, apresenta baixa produção de lodo, sem consumo de energia e com produção de biogás. É indicado para o tratamento primário do esgoto, sendo necessário um pós-tratamento (Miki, 2010).

No estudo sobre a utilização do RALF² (Reator Anaeróbio de Leito Fixo) para o tratamento de esgoto doméstico apresentado por Guimaraes (2001) houve uma redução significativa nos seguintes parâmetros: demanda química de oxigênio (DQO), redução em torno de 56,65%; turbidez, em torno de 63,82%; sólidos em suspensão, com redução em torno de 75,28%.

3.4.6 Zonas de raízes ou *wetlands*

A utilização de espécies vegetais no tratamento de efluente líquido é uma tecnologia emergente apresentada como alternativa a sistemas de tratamento de esgoto convencionais.

Há dois tipos de terras úmidas construídas, as de fluxo superficial e a de fluxo subsuperficial. Na de fluxo superficial há plantas aquáticas emergentes (*Typha*, *Phragmites*, *Scirpus*), submersas (*Potamogeton*, *Elodea*) e/ou flutuantes (*Eichornia* – aguapé - *Lemna* - lentilha d'água). Elas ocupam uma área entre 1,5 e 3 m²/hab.

Nas lagoas de fluxo subsuperficial não há água livre na superfície. Elas são contidas por um leito composto de pequenas pedras, cascalho, areia ou solo, onde as plantas crescem. O fluxo do esgoto passa abaixo da superfície desse leito, estando em contato direto com as raízes e rizomas das plantas. Os gêneros mais utilizados são: *Typha*, *Juncos*, *Scirpus*, *Corex* e

² RALF foi o nome dado pela SANEPAR - Política de Esgotamento Sanitário da Companhia de Saneamento do Paraná – para o reator anaeróbio de fluxo ascendente tecnicamente bastante similar ao UASB.

Phragmites. A altura do leito é de 0,5 – 0,6 m. Há menor potencial de geração de maus odores e proliferação de animais (von Sperling, 2005).

Controle de

As *wetlands* podem ser de fluxo vertical, assemelhando a um filtro de areia ou cascalho plantado com vegetação apropriada, ou de fluxo horizontal. As terras úmidas construídas usualmente tem profundidade de até 1 metro. Normalmente possuem uma camada impermeável de argila ou membrana sintética.

O sistema de tratamento de zonas de raízes é tido como um sistema natural, já que não utiliza nenhuma injeção de energia externa, é feito pela ciclagem natural dos elementos contidos na água e esgoto (Olijnyk et al, 2007).

O efluente é lançado na zona de entrada, geralmente composta por brita, dessa forma o efluente percola pelo leito filtrante até a zona de saída, passando por regiões aeróbias, anóxicas e anaeróbias (Sezerino et al., 2005). Ao longo do percurso o efluente passa por processos de decomposição por microorganismos, alterando física e quimicamente.

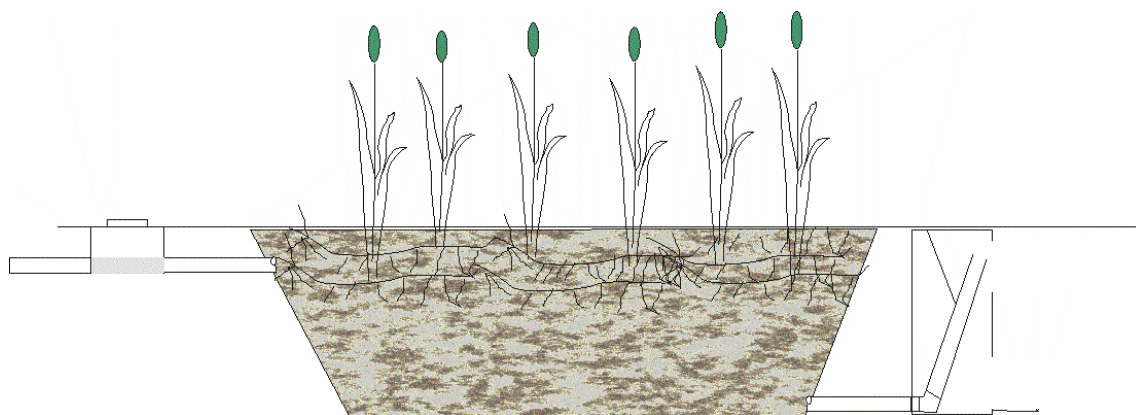


Figura 6: Ilustração do Corte Longitudinal de um filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal.

Fonte: Sezerino et al., 2005.

As plantas servem de base para a manutenção dos microorganismos necessários a decomposição do material poluidor e também como fornecedora de oxigênio necessário as atividades desses microorganismos. Foi também observado que plantas como o juncos devido a liberação de enzimas, têm poder de eliminação de coliformes fecais, diminuindo em até 99% a contaminação da água por esses patógenos (Rodolfo & Lourdes, 1996).

As terras úmidas construídas não funcionam bem no tratamento de esgoto bruto, deve haver algum tipo de tratamento preliminar e/ou primário antecedendo. Sua operação e manutenção

são bem simples, consiste em remover sólidos acumulados (baixa frequência) e controle das plantas aquáticas e insetos (von Sperling, 2005).

O tratamento de esgotos por zonas de raízes antecedido por tanques sépticos tem se mostrado como uma eficiente e viável alternativa de tratamento do esgoto em zonas rurais. O sistema é de baixo custo de implementação e manutenção, sendo adequado a pequenas comunidades e garantindo uma água que sai do sistema de maneira apropriada a não degradação da flora e fauna.

O dimensionamento da área do tanque séptico deve levar em conta diversos fatores como: número de pessoas, profundidade e porosidade do leito filtrante, temperatura e eficiência desejada. Segundo Olijnyk et al. (2007) o tempo de retenção deve ser no mínimo de dois dias e o dimensionamento superior a 1 m² por pessoa para que seja atingido bons níveis de tratamento.

O mais adequado é a utilização de espécies nativas, evitando a introdução de espécies exóticas no ambiente (Pott & Pott, 2002).

O tratamento com plantas aquáticas são agradáveis aos olhos humanos e não produz mau cheiro, podendo ser realizado em área próxima a comunidade. A biomassa produzida pelas macrófitas pode servir como alimento para animais ou até mesmo seres humanos e também como adubo orgânico (Pott & Pott, 2002).

A pesquisa realizada por Rodolfo & Lourdes (1996) compara a atuação de três diferentes espécies de macrófitas no tratamento de efluentes domésticos originados de uma pequena comunidade rural. As espécies utilizadas foram: taboa (*Typha sp.*), juncus (*Juncus sellovianus*) e lírio do brejo (*Hedychium coronarium*). A estrutura foi projetada de acordo com a medida de 1 m² por pessoa.

O efluente doméstico neste experimento estudado chega a um recipiente coletor que funciona como caixa decantadora, o tempo de retenção nesta caixa foi estimado em 10 horas, suficiente para iniciar o processo de decomposição do material mais grosseiro. Após o tanque decantador o efluente entra no sistema composto por três caixas com areia grossa e as respectivas macrófitas, entre as caixas com as macrófitas, existem passagem por compartimento composto por pedra britada numero 1. Os parâmetros que apresentaram melhores resultados foram: DBO, sólido em suspensão, matéria graxa, turbidez e DQO, com reduções de 89%, 92%, 89%, 79% e 67% respectivamente em relação aos valores anteriores.

Em outro estudo realizado por Leopoldo et al. (1999) foi utilizada uma rede de PVC 100 mm que coleta os esgotos das residências e conduz até a estação de tratamento. Na estação, o esgoto passa por três tanques de decantação (caixas de cimento amianto ou alvenaria) depois por um filtro de pedra britada numero 2 ou 3, depois segue para caixa com plantas de junco (ou valas de aguapé).

Outro estudo realizado por Toniato et al (2005), com sistema alagado preenchido com brita nº 2, colonizado predominantemente por duas espécies de macrófitas - *Commelinacea* e *Asteracea* – mostrou resultados com reduções médias de 67% para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); de 76% para Demanda Química de Oxigênio (DQO); de 87% para turbidez; de 12% para fósforo total (P_T); de 26% para Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK); de 16% para nitrato (NO₃⁻) e para indicadores microbiológicos, entre 72 – 99,86 % para coliformes totais e entre 69 – 99,98 % para *Escherichia coli*.

Como apresentado por Reis et al. (2004) um estudo realizado por Sezerino e Philippi (2000), sobre um sistema de tratamento composto de tanque séptico seguido por *wetland*, a eficiência do conjunto foi de 87% da matéria orgânica e de 99,96% de coliformes fecais (Reis et al., 2004).

Orrico et al. (2005) trouxe dados de redução de de 89% DBO, 88% Sólidos Suspensos e 99,99% coliformes termotolerantes para um conjunto tanque Imhoff seguido de *wetland* para tratamento de esgoto doméstico de pequenas comunidades rurais.

A seguir é apresentado um quadro síntese das vantagens e desvantagens das técnicas de tratamento de esgoto apresentadas, de acordo com os autores consultados:

Tabela 4: Vantagens e desvantagens das diferentes técnicas de tratamento de esgoto apresentadas

Técnica	Vantagens	Desvantagens
Tanque Séptico	-Boa remoção de sólidos em suspensão -Construção e operação simples e de baixo custo. -Resiste as variações do afluente -adequado para o tratamento do esgoto fresco -não necessita de lodo inoculador -não perde eficiência em longo prazo	-Baixa eficiência na remoção de DBO e SST (sólidos suspensos totais) -efluente escuro e com odor característico (gás sulfídrico) -Moderado remoção de material orgânico -Fraca remoção de organismos patogênicos
TANQUE IMHOFF E	Idem tanque séptico porém com maior eficiência no funcionamento devido à	Idem tanque séptico

OMS	separação das fases.	
Filtro anaeróbio	<ul style="list-style-type: none"> -Efluente clarificado -efluente com baixa concentração de matéria orgânica -não necessita de consumo de energia -remoção significativa da matéria orgânica dissolvida -baixa produção de lodo -resiste bem às variações de vazão dos efluentes -construção e operação simples 	<ul style="list-style-type: none"> -Efluente rico em sais minerais -presença considerável de organismos patogênicos -risco de entupimento ou compactação do leito.
Lagoas de estabilização	<p>Facilidade e baixo custo de construção, operação e manutenção. Resistência a variação de carga.</p> <ul style="list-style-type: none"> -satisfatória eficiência na remoção de DBO -eficiência na remoção de patógenos -ausência de equipamentos mecânicos -requisitos energéticos praticamente nulos -remoção de lodo apenas após 20 anos 	<ul style="list-style-type: none"> -Necessita de área disponível grande -variabilidade da eficiência em relação às condições climáticas -possibilidade de crescimento de insetos -possibilidade de mau odor -em geral eficiência não muito boa na remoção de patógenos (exceto a de maturação) -dificuldade em satisfazer padrões bem restritos -possível necessidade da remoção de algas do efluente para atendimento de padrões rigorosos
UASB/RALF	<ul style="list-style-type: none"> -satisfatória eficiência na remoção de DBO -baixo requisito de área -baixos custos de implantação e operação -reduzido consumo de energia -não necessita de meio suporte -Construção, operação e manutenção simples -baixíssima produção de lodo 	<ul style="list-style-type: none"> -dificuldade de satisfazer padrões de qualidade restritivos -possibilidade de efluente com aspecto desagradável -remoção de nitrato e fósforo insatisfatória -possibilidade de maus odores -relativamente sensível a variações de carga -usualmente necessita de pós-tratamento
<i>Wetlands</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Baixo custo de implantação -alta produção de biomassa -alta eficiência na remoção de coliformes fecais -fácil manutenção -tolerância relativa a variações de carga -possibilidade de benefícios adicionais, tais como: criação de área verde, habitats naturais. 	<ul style="list-style-type: none"> -possibilidade de crescimento de insetos -requer tempo de início para crescimento da vegetação -possibilidade de colmatção, devendo haver controle da carga hidráulica e de sólidos -eficiências sazonais -alguns compostos removidos podem se acumular ao longo do tempo -necessidade de manejo das macrofilas

	<ul style="list-style-type: none"> -não requer uso de energia -ausência de produtos químicos ou equipamentos mecânicos -não possui mal cheiro -possibilidade de reutilização do efluente -remoção satisfatória de matéria orgânica, sólidos suspensos e nitrogênio e fosforo. 	
--	--	--

Fonte: todos os autores consultados.

3.5 Reuso do efluente e do lodo gerado

Devido ao uso indiscriminado da água as alternativas de tratamento de efluentes para o reuso da água passam a ser cada vez mais vistas, com verdadeiro respeito e seriedade como solução para a diminuição da pressão exercida sobre nossos corpos d'água. A adoção de processos de tratamento de água que permitam sua reutilização será o assunto de maior importância mundial em um futuro próximo, uma vez que as reservas hídricas prontamente disponíveis estão se esgotando (Guimarães, 2001).

O reuso da água além de economizar esse recurso natural tão essencial a vida, contribui também para o tratamento dos resíduos lançados historicamente aos nossos mananciais de água (Oliveira, 2001).

Há ainda bastante restrição no Brasil em relação à utilização de esgotos tratados. De fato o cuidado deve ser grande para que sejam evitadas contaminações. No caso do reuso do efluente para irrigação de agricultura alimentícia o cuidado deve ser ainda maior.

Porém ainda existem entraves técnicos e legislativos que limitam a expansão do uso de efluente tratado pra irrigação agrícola, dentre eles a falta de tratamento adequado dos esgotos; falta de subsídios a estudos que subsidiem a construção de legislação adequada; baixa competitividade econômica se comparada a água tratada (Bertoncini, 2008).

O sistema de irrigação subsuperficial, tem sido estudado e está sendo apresentado como alternativa para a diminuição da contaminação de produtos irrigados com águas residuais. No uso do efluente tratado para irrigação feita por gotejamento subsuperficial a água é distribuída vagarosamente na subsuperfície de forma uniforme e em intervalos frequentes, dessa forma são garantidas vantagens como: minimização de possíveis contaminações dos alimentos irrigados; melhor aceitação social como forma de reuso de água pela população; diminuição da pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Oliveira, 2001).

No trabalho elaborado por Oliveira (2001) o efluente doméstico passa por caixas de decantação (três), depois por um pré-filtro (caixa com pedra nº 1), depois passa por um leito filtrante (50% de solo com textura arenosa, 50% casca de arroz), passa também pelo sistema *wetland*, tendo sido utilizado diferentes espécies (entre elas o junco), para enfim ser utilizado como líquido irrigante.

Os resultados da pesquisa foram positivos, mostraram a riqueza de nutrientes do efluente tratado comparado à água proveniente do abastecimento público, podendo acarretar em acréscimo da produtividade e diminuição do uso de fertilizantes. O método se mostrou seguro em relação à qualidade do alimento produzido, não apresentando nenhum tipo de contaminação.

Outro problema proveniente da geração e tratamento de efluentes é a destinação do lodo produzido no processo de tratamento. A quantidade de lodo gerado nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) é cada vez maior, porém este passa a ser um grande problema para os gestores de saneamento dos municípios ao redor do mundo. A medida que o volume de esgoto tratado aumenta (crescimento populacional ou início de políticas de tratamento) aumentam as quantidades produzidas de lodo. Uma alternativa para sua disposição é a utilização na agricultura e em áreas florestais como fertilizante orgânico, sendo transformado em insumo ao invés de ser lançado em aterros sanitários e lixões (Traballi, 2008).

O lodo pode ser uma forma de repor a matéria orgânica nos solos, principalmente em solos de clima tropical, que devido às condições favoráveis de decomposição, tem a matéria orgânica rapidamente mineralizada. A matéria orgânica também favorece a manutenção da umidade do solo e favorece as trocas catiônicas (CTC), além de oferecer nutrientes para as plantas, especialmente nitrogênio e fósforo (Traballi, 2008).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

No desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dados fornecidos pela Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais, polo de Divinópolis; dados coletados na área de estudo com funcionárias do Posto de Saúde José Vicente de Oliveira (Zezinho); dados gerados a partir do questionário sobre saneamento previamente elaborado (em anexo) e aplicado a 12 moradias da comunidade.

As observações em área e aplicação dos questionários foram realizados no dia 15 de Julho de 2011.

Foi realizada uma suscinta revisão bibliográfica de técnicas possíveis de serem aplicadas em pequenas comunidades e posteriormente a reflexão das técnicas mais adequadas ao local de estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Saneamento e saúde na aldeia Capão do Zezinho

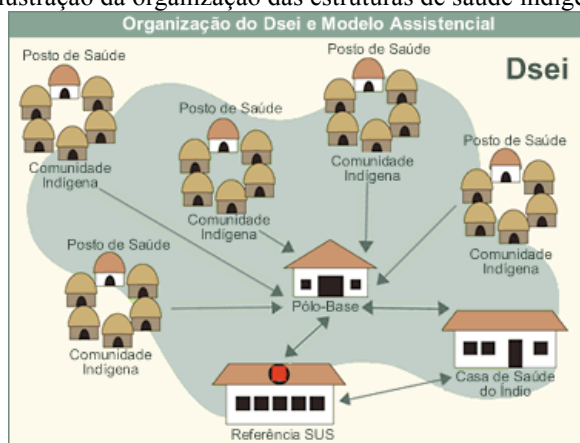
A partir do reconhecimento do povo Kaxixó como de etnia indígena, através do ofício da FUNAI 477, eles passaram a ser incluídos no programa de Saúde Indígena, que é de responsabilidade do Governo Federal.

A atenção à saúde indígena é dever da União e será prestada de acordo com a Constituição e com a Lei no 8.080, de 19 de setembro de 1990, objetivando a universalidade, a integralidade e a equanimidade dos serviços de saúde.

Parágrafo único. As ações e serviços de saúde prestados aos índios pela União não prejudicam as desenvolvidas pelos Municípios e Estados, no âmbito do Sistema Único de Saúde. (DECRETO No 3.156, DE 27 DE AGOSTO DE 1999. Art. 1º).

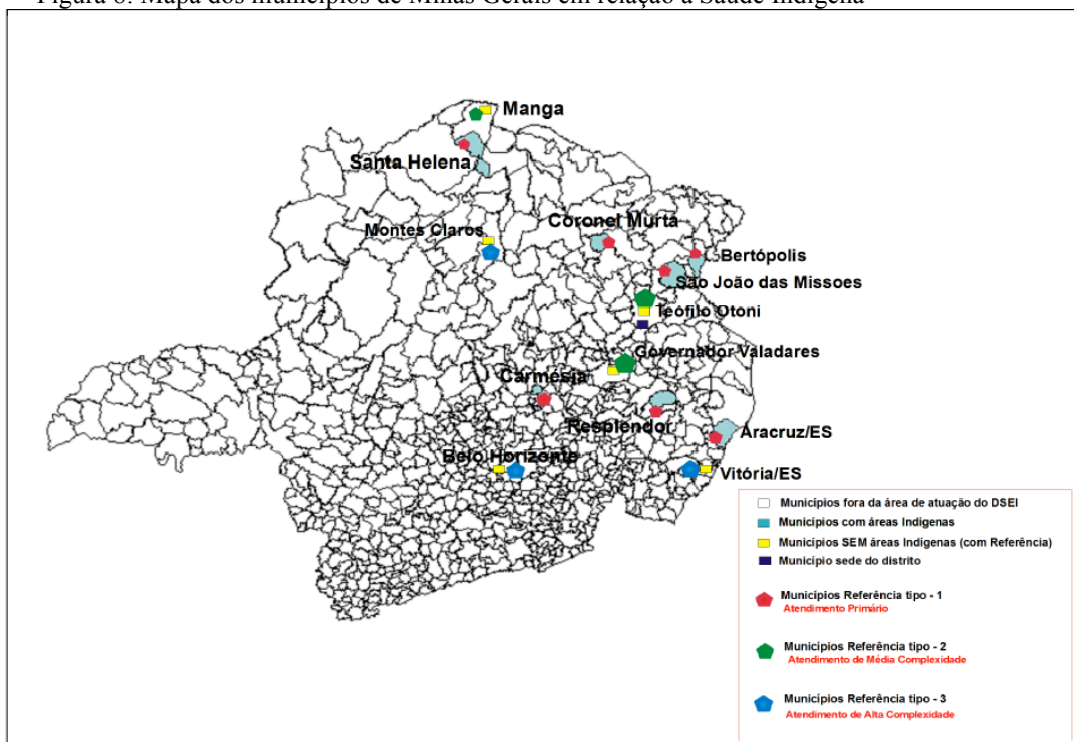
A Saúde Indígena é responsabilidade da Secretária Especial de Saúde Indígena – SESAI - do Ministério da Saúde. A organização se dá através dos 34 Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEIs), que foram divididos levando em conta questões territoriais e culturais de ocupação (Ministerio da Saude). Além dos DSEIs, a estrutura de saúde indígena conta com Casa de Saúde do Índio, polos-base e postos de saúde nas aldeias (Aith, 2008). Portanto foi implementado um posto de saúde pela FUNASA na Aldeia Capão do Zezinho. Esse posto de saúde é o polo base da etnia kaxixó e é vinculado ao Distrito Sanitário Especial Indígena – DSEI Minas Gerais e Espírito Santo.

Figura 7: Ilustração da organização das estruturas de saúde indígena no Brasil



Fonte: SESAI

Figura 8: Mapa dos municípios de Minas Gerais em relação à Saúde Indígena



Fonte: SESAI

Segundo a SESAI o polo base da aldeia Capão do Zezinho atende 114 famílias.

As casas do Capão do Zezinho, atualmente 22 habitadas, despejam seu esgoto em fossas rudimentares. As casas localizadas na porção mais elevada da aldeia encontram-se em cota superior ao manancial de captação de água para abastecimento da aldeia. A captação da água é feita em uma nascente que fica a poucos metros das casas. Essa água é bombeada até uma caixa d'água onde é armazenada e distribuída para a população local. A grande maioria da população conta com banheiro interno com pia nas residências.



Figura 9 : Foto da caixa de água que abastece a Aldeia Capão do Zezinho
Data: 15/07/2011

Segundo laudo realizado pela Diretoria de Ações Descentralizadas de Saúde/Divinópolis, a partir de análise bacteriológica da água do reservatório de distribuição do Capão do Zezinho, a água encontra-se com qualidade insatisfatória para o consumo humano.

A coleta da água para análise foi feita em abril de 2002 e abril de 2004. A análise foi feita em 2002 pela COPASA e em 2004 pela Fundação Ezequiel Dias – FUNED. Ambas detectaram índice de *Escherichia coli* superior ao determinado pelos padrões microbiológicos de potabilidade da água para consumo humano, segundo portaria do Ministério de Saúde nº 518/2004, que determina que o número de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes deve ser ausente em 100 ml.

Semanalmente é enviada uma planilha de casos ao polo da FUNAI em Governador Valadares indicando as ocorrências de doenças diarreicas agudas. As outras doenças são relatadas a Secretaria de Saúde do Município de Martinho Campos. As informações são passadas semanalmente dos postos de saúde para as secretarias de saúde dos municípios que por sua vez repassam ao estado.

O Programa de Monitoramento da Doença Diarreica Aguda – MDDA - consiste em coletar dados referentes aos casos de diarreia que buscam atendimento nas Unidades de Saúde, com o objetivo de detectar alterações no comportamento das diarreias em cada área.

Segundo planilha obtida junto ao Posto de Saúde José Vicente de Oliveira (Zezinho), o número de casos de diarreia aguda atendido no posto até a 26ª semana epidemiológica do ano de 2011 foi de 11 casos, destes cinco eram crianças de 1 a 4 anos, um criança de 5 a 9 anos e cinco eram pessoas com 10 anos ou mais.

A Diretoria de Ações Descentralizadas de Saúde/Divinópolis forneceu os dados relativos à ocorrência de diarreia que chegam até eles, que apresenta um total do número de casos ocorridos inferior ao apresentado pelo o próprio posto de saúde.

Tabela 5: Número de Casos de Diarreia PSI Capão do Zezinho e Martinho Campos

Semana Epidemiológica	Número de casos PSI	Total Martinho Campos
1	1	4
2		
3	0	3
4	0	6
5	0	4
6	0	0
7	0	4
8	0	9
9	1	1
10	0	1
11	2	8
12	0	4
13	0	4
14	0	4
15	0	6
16	0	2
17	0	1
18	0	3
19	0	1
20	0	1
21	0	1
22	0	1
23	0	2
24	0	1
Total	4	71

Fonte: Diretoria de Ações Descentralizadas de Saúde/Divinópolis

O lixo na aldeia é recolhido pela prefeitura de Martinho Campos periodicamente, segundo maioria dos entrevistados, essa periodicidade é mensal. O lixo é depositado em uma lixeira comunitária elevada do chão, gradeada e coberta. Os entrevistados disseram estar satisfeitos com o serviço de coleta. O destino dado pelos moradores ao lixo produzido é a queima, coleta e alimentação de animais com restos de comida. 58% dos entrevistados disseram que o lixo é disponibilizado para a coleta pública, 16,7 % para queima, 25% queima e coleta.



Figura 10: Foto da lixeira de coleta de lixo na Aldeia Capão do Zezinho
Data: 15/07/2011

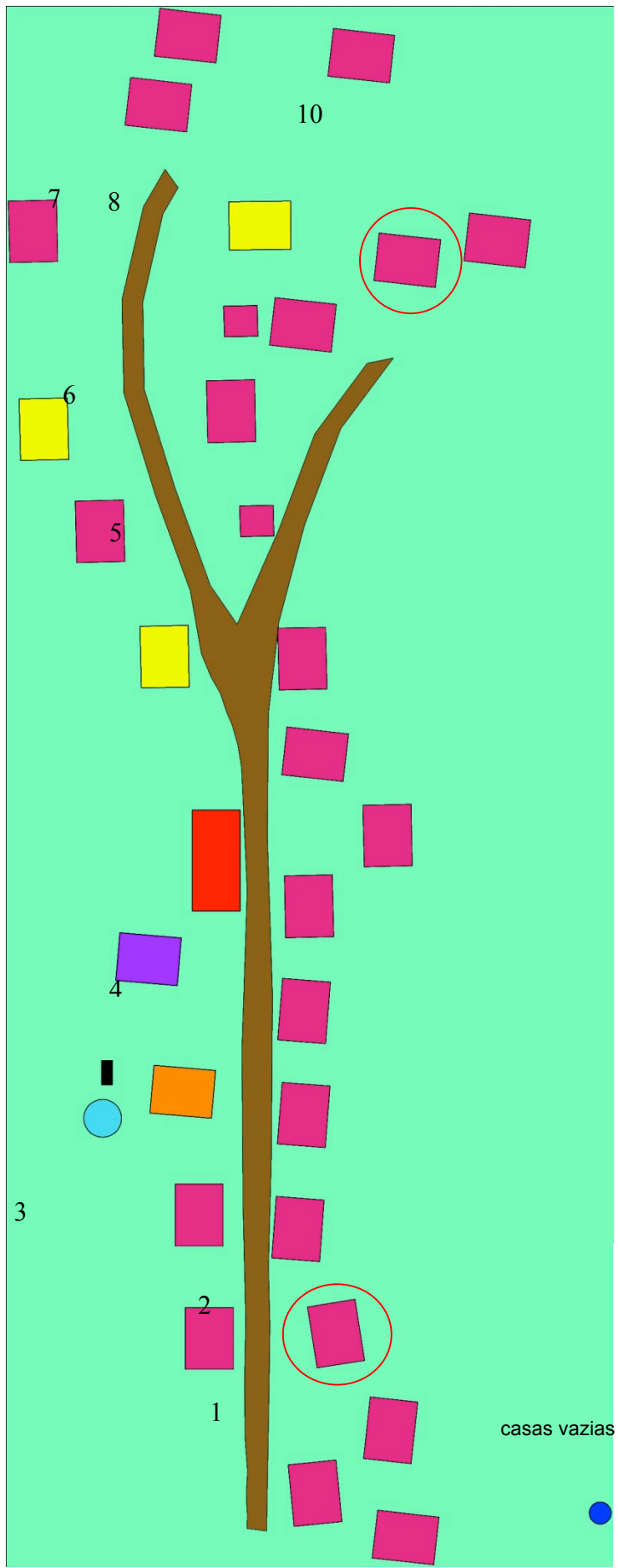
A população entrevistada, de forma geral, disse estar satisfeita com a qualidade da água que chega à suas casas. Embora algumas pessoas terem mencionado a possibilidade de contaminação, isso não parece ser uma preocupação forte.

Tabela 6: Dados obtidos na entrevista realizada na aldeia Capão do Zezinho

Nº	Caracterização				Água			
	Nome do entrevistado	Famílias	Moradores	Crianças < 5 anos	Origem	Ausência	Qualidade	Propriedades
1	Divino T. da Silva, 47 a.	1	4	Não	Mina	Não	Boa	Não
2	Leticia H. de Oliveira, 20 a.	1	3	Sim (2 meses)	Mina	Não	Boa	Não
3	Ilza Vieira da Silva	1	3	Não	Mina	Não	Boa	Não
4	Romilda	1	5	Não	Mina	Não	Não é boa	Não
5	Gení	2	4	Sim (2 anos)	Mina	Não	Boa	As vezes branca
6	Cleide	1	3	Não	Mina	Não	Boa	Não
7	Josina, 88 a.	1	1	Não	Mina	Não	-	
8	Conceição T. da Silva, 55 a.	1	3	Não	Mina	Não	Boa	Não
9	Lideram G. da Mata, 33 a.	1	3	Não	Mina	Não	Ouviu sobre contaminação	As vezes amarela
10	Zílio Cecílio dos Santos	1	3	Não	Mina	-	-	
11	Edileuza Francisca da Silva	1	6	-	Mina	Não	Boa	Não
12	Pedro N. de Souza, 69 a.	1	2	Não	Mina	Quando a bomba estragou	Ouviu sobre contaminação	Quando chove

Continuação Tabela 6

Esgotamento Sanitário		Lixo			
Destino	Banheiro	Destino	Frequência coleta	Satisfação coleta	Coleta seletiva
fossa negra	1 interno pia	Coleta	quinzenal	Sim	Não
fossa negra	1 externo pia	coleta, queima e animais	-	Sim	Não
fossa negra	1 interno pia	queima e animais	-	-	Não
fossa negra	1 interno pia	coleta e animais	mensal	Sim	Não
fossa negra	1 interno pia	Coleta	mensal	Sim	Não
fossa negra	1 interno pia	coleta e animais	-	Sim	Não
fossa negra	1 interno pia	queima e animais	-	-	
fossa negra	-	coleta, queima e animais	mensal	Sim	Não
fossa negra	-	coleta, queima e animais	-	Sim	Não
fossa negra	1 interno s/ pia	Coleta	-	Sim	Não
fossa séptica	2 internos pia	Coleta	mensal	Sim	Não
fossa negra	1 interno pia	Coleta	mensal	Sim	Não



LEGENDA

- igreja
- caixa d'água
- nascente
- posto de saúde
- escola
- lixo
- estrada
- casas
- casas em construção
-

A Política Nacional de Atenção a Saúde dos Povos Indígenas traz a necessidade de desenvolver nos DSEIs ações de saneamento básico que visem garantir à população água de boa qualidade, destinação adequada do lixo e de detritos, e controle de roedores e insetos. Para isso devem ser contempladas ações de preservação das fontes de água limpa, construção de poços ou captação à distância nas comunidades que não dispõem de água potável; construção de sistema de esgotamento sanitário e destinação final do lixo; reposição de espécies medicinais; controle da poluição de nascentes e corpos d'água situados acima das terras indígenas (FUNASA, 2000).

O Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares da FUNASA traz como um de seus objetivos a implantação de soluções individuais e coletivas de pequeno porte, com tecnologias adequadas. Sendo tanques sépticos e sumidouros (poço absorvente) passíveis de financiamento (FUNASA, 2006).

A não proteção de mananciais de abastecimento de água pode gerar impactos relacionados à potabilidade da água, aumentando os riscos sanitários e inviabilizando a aplicação de técnicas simplórias de tratamento e distribuição da água (Pádua, 2005).

Portanto é claro perceber que evitar a deterioração da água é a opção mais lógica, evitando custos maiores para garantir o consumo adequado de água de uma população.

Segundo Pádua (2005) o manancial de água pode ser poluído ou contaminado pela precipitação atmosférica; pelo escoamento superficial da água; pela infiltração da água no solo, incluindo o *carreamento de matéria fecal originada de soluções inadequadas para o destino final de detritos humanos, como as fossas negras*; pela forma de uso e ocupação do solo; por lançamentos diretos e por intervenções estruturais.

O povo Kaxixó é um povo que aguarda já há alguns consideráveis anos sua regularização, enquanto isso convive com a incerteza e com as disputas e pressões de fazendeiros da região que não desejam essa demarcação de terra. Enquanto isso a aldeia Capão do Zezinho está confinada em meio a degradações, sendo prejudicada pela perda de nascentes e sítios arqueológicos.

6. CONCLUSÕES

Tendo em vista a situação inadequada de esgotamento sanitário da Aldeia Capão do Zezinho, sendo, quase que certamente, o motivo da contaminação do manancial de abastecimento de água da população em questão, se faz necessário tomar medidas de intervenção o mais rápido possível, que vise à melhoria da qualidade da água ingerida por essas pessoas, assim como a proteção ambiental da região ao entorno.

A garantia da Política Nacional de Atenção a Saúde dos Povos Indígenas deve ser assegurada a essa população, a garantia do acesso a água de qualidade é um direito a ser buscado. É imprescindível o monitoramento periódico da água consumida e a destinação adequada dos dejetos.

Tendo em vista a ineficiência do governo em assumir dignamente por si só o saneamento rural, essa população necessita de apoio técnico e financeiro para o desenvolvimento de soluções cabíveis que busquem a melhoria da qualidade da água ingerida e a manutenção da qualidade/quantidade dos mananciais de água da região. O desenvolvimento de um projeto adequado normalmente favorece o acesso a verbas públicas.

Ainda seria necessário o estudo mais aprofundado para a indicação da solução mais adequada para a realidade apresentada. Porém até onde este trabalho pôde avançar constata-se a impossibilidade de infiltração direta do esgoto no solo, como tem sido feito. Mesmo a casa mais próxima estando distante a mais de 15 metros da fonte de captação de água que abastece a população, como indicado pelo Manual de Saneamento Básico da FUNASA, a contaminação é existente, podendo estar relacionada, por exemplo, ao tipo de solo ou a baixa profundidade do lençol freático.

Deve ser considerado, além da contaminação da fonte de abastecimento de água local, a contaminação provável de outras nascentes e corpos d'água que ali existem, que também não são monitorados.

Durante a visita à área foi claramente percebido o interesse que as pessoas manifestam no plantio de plantas ornamentais e caseiras. É comum a presença de jardins e muitas vezes hortas muito bem cuidadas em todas as casas. Há muitas árvores na área, principalmente frutíferas. A comunidade é uma “ilha” em meio a vasta degradação ambiental.

Como o território será demarcado e provavelmente a população Kaxixó irá se concentrar e aumentar na região do Capão do Zezinho, o tratamento do esgoto deve ser dimensionado para esse novo cenário, dessa forma além de solucionar um problema atual, serão também prevenidos problemas futuros.

A partir do levantamento das possíveis técnicas aplicáveis a pequenas comunidades, a sugestão para a destinação do esgoto doméstico da Aldeia Capão do Zezinho, é a construção imediata de tanques sépticos para o tratamento primário, que é passível de financiamento pela FUNASA, associados a *wetlands*. Os dois sistemas são de baixo custo de implementação e manutenção, causam baixa impacto visual e olfativo, o efluente tratado poderia ser utilizado para irrigação de jardins, áreas públicas e até algumas culturas, eliminando as que são consumidas cruas, já que as *wetlands* possibilitam redução quase total dos coliformes fecais. A biomassa produzida na *wetland* poderia ser utilizada como adubo do solo e alimentação para os animais.

Além das vantagens já citadas o uso de *wetlands* parece apropriado por ser um sistema bem integrado a comunidade, podendo ser construído relativamente próximo as casas, o que facilitaria a sua instalação, manutenção e participação popular. A alta taxa de insolação da região é favorável a técnica escolhida.

6.1 Limitações e dificuldades

O vasto campo de técnicas de tratamento de esgotos e o alto nível de relativização em relação as características da área, associados ao baixo conhecimento prévio do assunto tratado foram limitantes ao desenvolvimento deste trabalho.

A realização do trabalho de campo antes do avanço dos estudos técnicos, dificultou as coletas de dados, que poderiam ter sido mais vastas, e a observação que poderia ter sido feita de forma mais produtiva.

7. RECOMENDAÇÕES

- Para a definição das soluções a serem tomadas recomenda-se a realização de reuniões com a comunidade para discussão de objetivos comuns e possibilidades de implementação.
- Verifica-se a necessidade de um monitoramento da água captada e distribuída na comunidade, assim como de outras fontes próximas.
- A fim de auxiliar a compreensão e planejamento técnico se faz necessária a realização de um croqui de localização das fossas negras.
- Definir o tempo de infiltração do solo, assim como o tipo de solo são aspectos fundamentais para o planejamento e tomada de decisão.
- Recomenda-se também a realização de uma projeção da área a ser ocupada e do crescimento populacional.
- Outro instrumento importante para o planejamento adequado é o mapeamento de uso do solo e das nascentes da região.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTVATER, Priscila Karina. **Avaliação do desempenho de um tanque séptico modificado e tratamento complementar**. Dissertação UFPR. Curitiba, 2008.

ÁVILA, Renata Oliveira de. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte**. UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

BERTONCINI, Edna Ivani. **Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola**. Revista Tecnologia e Inovação Agropecuaria. APTA. Junho de 2008.

CORSSATTO, Daniel; ZULIAN, Henrique Wosiack, HASS, Mariana ; BROERING, Talita Anelize. **Esgotos. Trabalho de tecnologia da edificação**. UFSC, 2006.

DECRETO No 3.156, DE 27 DE AGOSTO DE 1999. Art. 1º

FERRAZ, Cláudia Fenga; PATERNIANI, José Euclides Stipp. **Eficiência da filtração lenta em areia e manta não tecida no tratamento de águas de abastecimento para pequenas comunidades**. Artigo apresentado ao XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental em Porto Alegre, 2000. 10 p.

FUNASA. **Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas**. Brasília: Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde, 2000. 40 p.

FUNASA. **Manual de orientações técnicas para elaboração de projeto de melhorias sanitárias domiciliares**. 1a reimpressão. — Brasília: Funasa, 2006. 68 p.

FUNASA 2. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.408 p.

FUNASA. **Manual do agente indígena de saneamento**. / Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Funasa, 2008. 122p.

FUNASA-FSP, 16/jul/00 ipud www.esgotoevida.org.br

GONÇALVES, Ricardo Franci; JORDÃO, Eduardo Pacheco; SOBRINHO, Pedro Além. Introdução in GONÇALVES, R. F. (coord.) **Desinfecção de efluentes sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, Rima, 2003. 438 p.

GUIMARAES, Andréa Bogatti; LEOPOLDO, Paulo Rodolfo; ZAIAT, Marcelo. **Tratamento de esgoto doméstico através do Reator Anaeróbio Horizontal de Leito Fixo (RAHLF)**. Artigo apresentado no 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 6 p. 2001.

HELLER, Leo & PÁDUA, Valter Lucio de (organizadores). **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Editora UFMG, Belo Horizonte; 2006. 859 pag.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. **Produção agrícola Nacional, 2007**

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010

LEOPOLDO, P.R.; GUIMARÃES, A.B.; BREDAS, C.C. **Tratamento de efluentes domésticos em zona rural através de sistema com plantas aquáticas**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 1999, Pelotas.

Ministerio da Saude, disponível em www.portal.saude.gov.br, acessado em 13 de Abril de 2011.

MIKI, Marcelo Kenji. **Dilemas do UASB**. Revista DAE nº 183, maio 2010.

MURTHA, Ney Albert; HELLER, Leo; LIBÂNIO, Marcelo. **A filtração lenta em areia como alternativa tecnológica para o tratamento de águas de abastecimento no Brasil.** 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1997.

NBR 7229/1993

NBR nº 13.969/1997

OLIJNYK, Débora Parcias; SEZERINO, Pablo Heleno; FENELON, Fernando Resende & PANCERI, Bernardete. **Sistemas de tratamento de esgoto por zona de raízes: análise comparativa de sistemas instalados no estado de Santa Catarina.** 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2007. 8 p.

OLIVEIRA, Eduardo Luiz de; PEREIRA, Roseli Aparecida Claus Bastos; LEOPOLDO, Paulo Rodolfo. **Reuso de Efluente de Tratamento de Esgoto em Irrigação por Subsuperfície.** Artigo apresentado ao 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 8 p.

OLIVEIRA, João Pacheco de. **Os Caxixós do Capão do Zezinho: uma comunidade indígena distante de imagens da primitividade e do índio generico.** Relatório encaminhado à FUNAI, em cumprimento do contrato de consultoria DGEP. Rio de Janeiro: Museu Nacional/UFRJ. 16 de julho de 2001.

ORRICO, Silvio Roberto Magalhaes; GUNTHER, Wanda Maria Risso; BERNARDES, Ricardo Silveira. **Tratamento de esgotos com processos simplificados como alternativa para pequenas comunidades do estado da Bahia.** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005.

PHILIPPI, Luiz Sérgio. **Saneamento Descentralizado: Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável.** Artigo apresentado ao IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFSC. 2007. 9 p.

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, disponível em www.pnud.org.br, acessado em 18 de maio de 2011.

POTT, Vali Joana & POTT, Arnildo. **Potencial de Uso de Plantas Aquáticas na Despoluição da Água.** Campo Grande: EMBRAPA. 2002. 25 p.

QUEIROZ, Josiane Teresinha Matos de. **A água de consumo humano distribuída à população e ocorrência de diarreia [manuscrito]: um estudo ecológico no município de Vitória – ES.** 2006. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

QUIANTE, Domingos. **Procedimentos para apropriação de tecnologias para implementação de sistema de saneamento ambiental em comunidades isoladas e com poucos recursos financeiros e humanos.** São Paulo, 2008. 154 p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.

REIS, Maria das Graças de Castro ; ORRICO, Silvio Roberto Magalhães ; MARTINS, Marcelo Medeiros ; MORAES, Luiz Roberto Santos ; BERNARDES, Ricardo Silveira. **O Emprego de « Wetland » para o tratamento de esgotos domésticos bruto.** SAAE de Alagoas Bahia. 2004.

RODOLFO, Leopoldo Paulo & LOURDES, Conte Maria de. **Processo fito-pedológico aplicado no tratamento de efluentes doméstico.** In: Congresso Interoamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Mexico. 1996.

SALLES, Márcia Pereira da Mata. **Principais sistemas de tratamento de esgotos sanitarios em Mato Grosso do Sul : estudo de caso ETE – Miranda/ MS.** 21º Congresso Brasileiro de

Engenharia Sanitária e Ambiental. 2001.

SANTOS, Ana Flávia Moreira; OLIVEIRA, João Pacheco de. **Reconhecimento Étnico em Exame**. Rio de Janeiro : 2003.

SEZERINO, Pablo Heleno; BENTO, Alessandra Pellizzaro; ALVARENGA, Rodrigo Augusto Freitas de; VALENTE, Victor Bustani; PHILIPPI, Luiz Sergio. **Filtro plantado com typha spp de fluxo horizontal (constructed wetland) aplicado como polimento de efluente de lagoa facultativa**. Artigo apresentado no 23 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.2005. 11 pag.

SOUSA, Maria Socorro dos; ALMEIDA FILHO, Valdemar Bandeira de; FERREIRA, Silvano Porto; PADUA, Valter Lucio. **Comparação de tecnologias de Tratamento de Água para pequenas Comunidades sob as óticas Técnica e Econômico-Financeiro**. 14 pag. Sem data.

TESE – Tecnologia em sistemas espaciais. **Plano diretor da Bacia Hidrografica do Rio Para. Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. Etapa 2: Caracterização do meio fisico**. 2006.

TONIATO, João Vitor; ROQUE, Odir Clecio da Cruz; KACZALA, Fábio; NASCIMENTO, Valéria Borba do; ROQUE, Débora Carvalho. **Qualidade microbiológica de efluentes domésticos e viabilidade de aplicação na irrigação**. Artigo apresentado ao 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005.13 p.

TRABALLI, Rogério Carlos. **Composição de amostra representativa de solo fertilizado com lodo de esgoto**. – Botucatu: [s.n.], 2008. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

VON SPERLING, M.; JORDÃO, E. P.; KATO, M. T.; SOBRINHO, P. A.; BASTOS, R. K. X. & PIVELLI, R. Lagoas de estabilização in GONÇALVES, R. F. (coord.) **Desinfecção de efluentes sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, Rima, 2003. 438 p

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. 452 p. (princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.1).

9. ANEXOS

9.1 QUESTIONÁRIO APLICADO

Questionario aplicado na Aldeia Capão do Zezinho no dia 15/07/2011

Familia entrevistada

1. Nome do entrevistado
2. Numero de pessoas que moram na casa
3. Numero de crianças menores de 5 anos
4. Numero de familias

Água

5. De onde vem a água que voces consomem?
6. Falta água na sua casa?
 - 6.1 Se sim, em quais condições?
7. Qual é a qualidade da água consumida?
8. Ela apresenta propriedades como cor, sabor e cheiro?
 - 8.1 Se sim, quais?
9. Quem é responsavel pela distribuição da água?

Esgoto

10. Qual é o destino do esgoto da residência?
11. Tem banheiro em casa?
 - 11.1 Se sim, ele é interno ou externo?
 - 11.2 Com pia ou sem pia?


Lixo

12. Qual é o destino do lixo produzido?
13. Qual é a frequência da coleta?
14. Existe coleta seletiva?
15. Você esta satisfeito com o serviço?

9.2 FOTOS DAS ENTREVISTAS



9.4 LAUDOS QUALIDADE DA ÁGUA

COPASA - MG	ROTEIRO DE COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA ANÁLISES BACTERIOLÓGICA	CIDADE: MARTINHO CAMPOS (CAPÃO ZEZINHO)	TEMPO: (X) BOM () CHUVOSO () NUBLADO		
		DISTRITO: DTDV			
SOLICITANTE : DIRETORIA REGIONAL DE SAÚDE	AMOSTRA COLETA POR : () COPASA (X) SOLICITANTE NOME COLETOR: GERALDO	DATA DA COLETA: 16/04/2002 DATA DA ANÁLISE: 17/04/2002 DATA DA LEITURA: 18/04/2002			
102	DESCRIÇÃO DO PONTO DE COLETA	NATUREZA	PROCEDÊNCIA	HORA COLETA	CLORO RESIDUAL
	1-CAPÃO ZEZINHO-RESERVATÓRIO DISTRIBUIÇÃO	BRUTA	RESERVATÓRIO	15:15	***
	2-CAPÃO ZEZINHO - FINAL DE REDE	BRUTA	REDE	15:25	***
	3-				
	4-				
	5-				
RESULTADO DE ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DE ÁGUA					
NÚMERO PONTO DE COLETA	COLIFORMES TOTAIS	E-COLLI			
01	>2419	>2419			
02	1733	22			
03					
04					
05					
ANÁLISE REALIZADA PELO MÉTODO CROMOFLUOROGÊNICO.					
OBSERVAÇÃO: ITEM 1 E 2 - ÁGUA BACTERIOLOGICAMENTE IMPRÓPRIA AO CONSUMO HUMANO CONFORME GUIAS OMS/93. A ÁGUA A SER USADA DEVE SER CLORADA.					
ANALISTA: CLAUDEN  SANTOS DUARTE MATRÍCULA: 15.721-7		RESPONSÁVEL LABORATÓRIO:		COPASA MG	

Data: 03/05/2004

Hora: 10:38:40

Via: 1

Laudo de Análise 1180.00/2004

Número do Protocolo: MBM - 722

Modalidade de Análise: ORIENTAÇÃO VISA

Programa: AMBIENTAL

Nome do Produto: ÁGUA IN NATURA

Marca: NÃO SE APLICA

Quantidade Recebida: 1 LITRO

Número do Lote: NÃO SE APLICA

Termo de Apreensão / Coleta da Amostra: NÃO CONSTA

Tipo Apreensão: PROGRAMA AMBIENTAL

Registro: NÃO SE APLICA

Solicitante: DADS DIVINÓPOLIS

Logradouro: RUA GOIÁS, 839 - CEP 35500-011 - DIVINÓPOLIS - MG

País: BRASIL

Local de Coleta: CAPÃO DO ZEZINHO - NASCENTE DO CÓRREGO VALINHO

Requerente: DADS DIVINÓPOLIS

Pessoa de Contato:

Documento: PROTOCOLO - 722

Data de Entrada: 31/03/2004

Descrição da Amostra: FRASCO DE VIDRO AMBAR, CONTENDO 1 LITRO DA AMOSTRA.

HORA DA COLETA: 09:35 H

Data: 04/05/2004

Hora: 16:49:50

Via: 1

Laudo de Análise 1180.00/2004

Unidade Analítica: LABORATÓRIO DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS

Nome do Ensaio: ANÁLISE DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS

Referência: PORTARIA N° 518 DE 25/03/2004/SVS/MS

Resultado:

Pesticidas Pesquisados	Resultados mg/kg
Aldrin	ND
Bifenthrina	ND
Ciflutrin	ND
Cipermetrina	ND
Clorfenvinfos	ND
Clorpirifos	ND
DDT	ND
Deltametrina	ND
Diazinona	ND
Diclorvos	ND
Dieldrin	ND
Dissulfotona	ND
Endosulfen	ND
Endrin	ND
Esfenvalerato	ND
Ethiona	ND
Fenitrotiona	ND
Fenvalerato	ND
HCH	ND
Heptaclo	ND
Heptaclo Epoxido	ND
Lambdaciotalrina	ND
Lindano	ND
Malationa	ND
Metoxicloro	ND
Mirex	ND
Parationa Etlica	ND
Parationa Metilica	ND
Permetrina	ND
Pirimifos Metilico	ND
Triazofos	ND
Trifluralina	ND

LEGENDA:

- ND: Não Detectado

REFERÊNCIA: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Organochlorine Pesticides. 20th Edition. Washington, DC. 1998. Chap. 6. P. 91-116.

Conclusão: SATISFATÓRIO

Rua Conde Pereira Carneiro, 60
Telefax: 0XX(31) 3371-9405 / 9408
Cap. 30510-010 - Belo Horizonte - MG
www.funed.mg.gov.br

Página: 2 / 3

Data: 19/04/2004

Hora: 14:29:01

Via: 1

Laudo de Análise 1177.00/2004

Número do Protocolo: MBM - 720

Modalidade de Análise: ORIENTAÇÃO VISA

Programa: AMBIENTAL

Nome do Produto: ÁGUA IN NATURA

Marca: NÃO SE APLICA

Quantidade Recebida: 250 ML

Número do Lote: NÃO SE APLICA

Local de Apreensão / Coleta da Amostra: NÃO CONSTA

Motivo Apreensão: PROGRAMA AMBIENTAL

Registro: NÃO SE APLICA

Solicitante: DADS DIVINÓPOLIS

Logradouro: RUA GOIÁS, 839 - CEP 35500-011 - DIVINÓPOLIS - MG

País: BRASIL

Local de Coleta: CAPÃO DO ZEZINHO - RESERVATÓRIO

Requerente: DADS DIVINÓPOLIS

Pessoa de Contato:

Documento: PROTOCOLO - 720

Data de Entrada: 31/03/2004

Descrição da Amostra: BOLSA PLÁSTICA ESTÉRIL CONTENDO 250 ML DA AMOSTRA.

HORA DA COLETA: 08:55 H
TEMPERATURA: 21°C

Data: 19/04/2004
Hora: 14:29:01
Via: 1

Laudo de Análise 1177.00/2004

Unidade Analítica: LABORATÓRIO DE ANÁLISE

Nome do Ensaio: COLIFORMES TOTAIS

Referência: PORTARIA Nº 1469 DE 29/12/2000/MS
Resultado: 94,5 (Collert NMP/100mL)

Conclusão: NÃO SE APLICA

Nome do Ensaio: Escherichia coli

Referência: PORTARIA Nº 1469 DE 29/12/2000/MS
Valor de Referência: 0,0 (NMP/100 mL)
Resultado: 3,1 (Collert NMP/100mL)

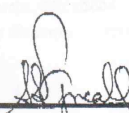
Conclusão: INSATISFATÓRIO

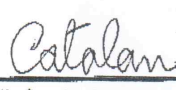
Observações: "Não se recomenda o uso desta água para consumo humano sem um tratamento prévio adequado."

Conclusão: INSATISFATÓRIA

Complemento da Conclusão: A AMOSTRA ANALISADA NÃO ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE, PARA ÁGUA "IN NATURA". (PORTARIA Nº 1469 DE 29/12/2000/MS)

Em, 19/04/2004


Sônia Sumac Venturini Gonçalves
Laboratório de Microbiologia de Águas
Divisão de Vigilância Sanitária
Instituto Octávio Magalhães
Fundação Ezequiel Dias


Elizabeth Correa Catalán Pereira
Coordenadora da Divisão de Vigilância Sanitária
Instituto Octávio Magalhães
Fundação Ezequiel Dias



Data: 03/05/2004

Hora: 10:37:03

Via: 1

Laudo de Análise 1179.00/2004

Número do Protocolo: MBM - 721
Modalidade de Análise: ORIENTAÇÃO VISA
Programa: AMBIENTAL
Nome do Produto: ÁGUA IN NATURA
Marca: NÃO SE APLICA
Quantidade Recebida: 1 LITRO
Número do Lote: NÃO SE APLICA
Termo de Apreensão / Coleta da Amostra: NÃO CONSTA
Motivo Apreensão: PROGRAMA AMBIENTAL
Registro: NÃO SE APLICA
Solicitante: DADS DIVINÓPOLIS
Logradouro: RUA GOIÁS, 839 - CEP 35500-011 - DIVINÓPOLIS - MG
País: BRASIL
Local de Coleta: CAPÃO DO ZEZINHO - NASCENTE DO Córrego Criciúma
Requerente: DADS DIVINÓPOLIS
Pessoa de Contato:
Documento: PRÓTOCOLO - 721
Data de Entrada: 31/03/2004
Descrição da Amostra: FRASCO DE VIDRO AMBAR, CONTENDO 1 LITRO DA AMOSTRA.
HORA DA COLETA: 09:20 H

Data: 04/05/2004

Hora: 16:48:05

Via: 1

Laudo de Análise 1179.00/2004

Unidade Analítica: LABORATÓRIO DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS

Nome do Ensaio: ANÁLISE DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS
 Referência: PORTARIA Nº 518 DE 25/03/2004/SVS/MS
 Resultado:

Pesticidas Pesquisados	Resultados mg/kg
Aldrin	ND
Bifenthrina	ND
Ciflutrin	ND
Cipermetrina	ND
Clorfenvinfos	ND
Clorpirifos	ND
DDT	ND
Deltametrina	ND
Diazinona	ND
Diclorvos	ND
Dieldrin	ND
Dissulfotona	ND
Endosulfan	ND
Endrin	ND
Esfenvalerato	ND
Ethiona	ND
Fenitroflona	ND
Fenvalerato	ND
HCH	ND
Heptacloro	ND
Heptacloro Epóxido	ND
Lambdacialotrina	ND
Lindano	ND
Malationa	ND
Metoxicloro	ND
Mirex	ND
Parationa Etilica	ND
Parationa Metilica	ND
Permetrina	ND
Pirimifos Metilico	ND
Triazofos	ND
Trifluralina	ND

LEGENDA:

- ND: Não Detectado

REFERÊNCIA: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Organochlorine Pesticides. 20th Edition. Washington, DC. 1998. Chap. 6. P. 91-116.

Conclusão: SATISFATÓRIO

Data: 03/05/2004

Hora: 10:37:03

Via : 1

Laudo de Análise 1179.00/2004

Conclusão: SATISFATÓRIA

Complemento da Conclusão: SATISFATÓRIA QUANTO AOS PESTICIDAS PESQUISADOS.

Em, 03/05/2004

Tânia Peixoto

Tânia Mara Amâncio G. Peixoto
Laboratório de Resíduos de Pesticidas
Divisão de Bromatologia, Toxicologia e Medicamentos
Instituto Octávio Magalhães
Fundação Ezequiel Dias

Catalan

Elizabeth Corrêa Catalan Pereira
Coordenadora da Divisão de Vigilância Sanitária
Instituto Octávio Magalhães
Fundação Ezequiel Dias

Data: 19/04/2004

Hora: 14:17:03

Via : 1

Laudo de Análise 1175.00/2004

Número do Protocolo : MBM - 718

Modalidade de Análise: ORIENTAÇÃO VISA

Programa : AMBIENTAL

Nome do Produto: ÁGUA IN NATURA

Marca: NÃO SE APLICA

Quantidade Recebida: 250 ML

Número do Lote: NÃO SE APLICA

Termo de Apreensão / Coleta da Amostra: NÃO CONSTA

Motivo Apreensão: PROGRAMA AMBIENTAL

Registro: NÃO SE APLICA

Solicitante: DADS DIVINÓPOLIS

Logradouro: RUA GOIÁS, 839 - CEP 35500-011 - DIVINÓPOLIS - MG

País: BRASIL

Local de Coleta: CAPÃO DO ZEZINHO - MINA 01

Requerente: DADS DIVINÓPOLIS

Pessoa de Contato:

Documento: PROTOCOLO - 718

Data de Entrada: 31/03/2004

Descrição da Amostra: BOLSA PLÁSTICA ESTÉRIL CONTENDO 250 ML DA AMOSTRA.

HORA DA COLETA: 08:31 H
TEMPERATURA: 20°C

Data: 13/04/2004

Hora: 10:33:46

Via: 1

Laudo de Análise 1176.00/2004

Número do Protocolo: MBM - 719
Modalidade de Análise: ORIENTAÇÃO VISA
Programa: AMBIENTAL
Nome do Produto: ÁGUA IN NATURA
Marca: NÃO SE APLICA
Quantidade Recebida: 250 ML
Número do Lote: NÃO SE APLICA
Tipo de Apreensão / Coleta da Amostra: NÃO CONSTA
Motivo Apreensão: PROGRAMA AMBIENTAL
Registro: NÃO SE APLICA
Solicitante: DADS DIVINÓPOLIS
Logradouro: RUA GOIÁS, 839 - CEP 35500-011 - DIVINÓPOLIS - MG
País: BRASIL
Local de Coleta: CAPÃO DO ZEZINHO - MINA 02
Requerente: DADS DIVINÓPOLIS
Pessoa de Contato:
Documento: PROTOCOLO - 719
Data de Entrada: 31/03/2004
Descrição da Amostra: BOLSA PLÁSTICA ESTÉRIL CONTENDO 250 ML DA AMOSTRA.
HORA DA COLETA: 08:40 H
TEMPERATURA: 20°C

Laudo de Análise 1176.00/2004

Unidade Analítica: LABORATÓRIO DE ÁGUA

Nome do Ensaio: COLIFORMES TOTAIS

Referência: PORTARIA Nº 1469 DE 29/12/2000/MS
Resultado: 22,2 (ColiLet/NMP/100mL)

Conclusão: NÃO SE APLICA

Nome do Ensaio: Escherichia coli

Referência: PORTARIA Nº 1469 DE 29/12/2000/MS
Valor de Referência: 0,0 (NMP/100 mL)
Resultado: 0,0 (ColiLet/NMP/100mL)

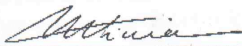
Conclusão: SATISFATÓRIO

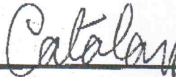
Observações: Devido à presença de coliformes totais, não se recomenda o uso desta água para consumo humano sem um tratamento prévio adequado.

Conclusão: SATISFATÓRIA

Complemento da Conclusão: A AMOSTRA ANALISADA ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE, PARA ÁGUA "IN NATURA". (PORTARIA Nº 1469 DE 29/12/2000/MS)

Em, 13/04/2004


Maria Berenice Cardoso Martins Vieira
Laboratório de Microbiologia de Águas
Divisão de Vigilância Sanitária
Instituto Octávio Magalhães
Fundação Ezequiel Dias


Elizabeth Corrêa Catalan Pereira
Coordenadora da Divisão de Vigilância Sanitária
Instituto Octávio Magalhães
Fundação Ezequiel Dias