

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO E EXTENSÃO EM ENGENHARIA
SANITÁRIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**TRATAMENTO UNIFAMILIAR DE ESGOTOS
DOMÉSTICOS PELO SISTEMA FOSSA SÉPTICA
– VALAS DE INFILTRAÇÃO:
ESTUDO DE CASO DA POUSADA VERDE FOLHAS**

André Teixeira Sampaio

Belo Horizonte

2009

André Teixeira Sampaio

**TRATAMENTO UNIFAMILIAR DE ESGOTOS
DOMÉSTICOS PELO SISTEMA FOSSA SÉPTICA –
VALAS DE INFILTRAÇÃO:
ESTUDO DE CASO DA POUSADA VERDE FOLHAS**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Saneamento e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Marcos Von Sperling

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG

2009

SUMÁRIO

RESUMO.....	2
ABSTRACT	3
LISTA DE FIGURAS.....	4
LISTA DE TABELAS	5
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	11
3.1 SISTEMA ESTÁTICO DE DISPOSIÇÃO DE EXCRETAS	11
3.2 FOSSA SÉPTICA.....	12
3.2.1 <i>Dimensionamento da Fossa Séptica (ABNT - NBR 7229/93)</i>	14
3.2.2 <i>Geometria e Avaliação da Eficiência de Tanques Sépticos</i>	16
3.3 APLICAÇÃO NO SOLO	17
3.3.1 <i>Escoamento subsuperficial</i>	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DOS ESGOTOS GERADOS.....	24
4.2 DIMENSIONAMENTO E IMPLANTAÇÃO DA FOSSA SÉPTICA.....	26
4.3 DIMENSIONAMENTO E IMPLANTAÇÃO DAS VALAS DE INFILTRAÇÃO SUBSUPERFICIAL.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
6 CONCLUSÃO.....	32
7 RECOMENDAÇÕES.....	33
8 REFERÊNCIAS.....	34

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo executar o sistema fossa séptica seguida de valas de infiltração subsuperficial para o tratamento de esgotos domésticos, utilizando o efluente final na agricultura. O sistema foi implantado na pousada Verde Folhas, localizada na comunidade de Casa Branca, município de Brumadinho, Minas Gerais.

A execução do projeto foi do tipo oficina, onde participaram pessoas da comunidade que possuíam como destino final dos esgotos as fossas secas ou o lançamento in natura nos cursos d'água.

A metodologia aplicada na execução do projeto e o tratamento implementado obtiveram resultados satisfatórios para a comunidade local e o proprietário da pousada, se adequando à realidade e às necessidades da região, com a implementação de uma tecnologia simples, econômica e eficiente no tratamento unifamiliar dos esgotos domésticos.

ABSTRACT

This work had as objective implements a septic tank system following by under superficial infiltration ditches for the domestic sewage treatment, using the final effluent in the agriculture. The system was implemented in the Verde Folhas inn, located in the community of Casa Branca, district of Brumadinho, Minas Gerais.

The project execution was developed as a workshop, with the participation of the community, which use the watercourse as the final destiny of the.

The applied methodology in the project execution and the treatment implemented obtained satisfactory results for the local community and the inn owner, as it adapting on the region requirements, implementing a simple, cheap and efficient technology in the domestic sewage treatment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Funcionamento Geral de um Tanque Séptico	13
FIGURA 2: Corte esquemático de uma fossa séptica	13
FIGURA 3: Detalhamento da Vala de infiltração subsuperficial – Corte longitudinal	22
FIGURA 4: Detalhamento da Vala de infiltração subsuperficial – Corte transversal	23
FIGURA 5: Exemplo de instalação de Valas de Infiltração.....	23
FIGURA 6: Foto da pousada Verde Folhas.....	24
FIGURA 7: Foto do círculo de bananeiras.....	25
FIGURA 8: Detalhe da construção da Fossa Séptica.....	27
FIGURA 9: Detalhe da construção da Vala de Infiltração.....	28
FIGURA 10: Detalhe construtivo das valas de infiltração.....	28
FIGURA 11: Placas explicativas sobre o tratamento dos esgotos.....	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário, segundo as grandes regiões.....	7
TABELA 2 - Contribuição de esgoto “C” e de lodo fresco “Lf” por tipo de ocupação	15
TABELA 3 - Tempo de detenção dos despejos “Td”	15
TABELA 4 - Valores da taxa de acumulação de lodo digerido “k”	15
TABELA 5 - Profundidade útil em função do volume útil do tanque séptico	15
TABELA 6 - Parâmetros que deverão ser analisados no sistema.....	33

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Lei Estadual nº 11.720 de 28/12/1994 (SEMAD, 1994), que dispõe sobre a política de saneamento no estado de Minas Gerais, saneamento é definido como o conjunto de ações, serviços e obras que visam alcançar níveis crescentes de salubridade, dentre as quais está o esgotamento sanitário. Compõe esse esgotamento a coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos.

Apesar da legislação existente, o IBGE (2004) publicou dados que demonstram que ainda há precariedade de saneamento no país: 58% da população brasileira não têm acesso à rede coletora de esgoto, 84% dos municípios do país não possuem nenhum tipo de tratamento para o esgoto que é coletado e grande parte desses dejetos são despejados *in natura* nos cursos d'água, aumentando a insalubridade e a mortalidade em nosso país.

A ausência total ou parcial de serviços públicos de esgotos sanitários nas áreas urbanas, suburbanas e rurais exige a implantação de algum meio de disposição dos esgotos locais com o objetivo principal de evitar a contaminação do solo e da água. Em sua maioria, estas regiões são também desprovidas de sistemas públicos de abastecimento de água e utilizam poços ou nascentes como fonte de suprimento de água, razão pela qual se exige extremo cuidado para evitar a contaminação da água.

No Brasil, segundo o Atlas de Saneamento de 2004 (IBGE, 2004), 33,5% dos domicílios são atendidos por rede geral de esgoto. O atendimento chega ao seu nível mais baixo na região Norte, onde apenas 2,4% dos domicílios são atendidos, seguidos da região nordeste (14,7%), Centro-Oeste (28,1%) e Sul (22,5%). A região sudeste apresenta o melhor atendimento: 53,0% dos domicílios têm rede geral de esgoto.

Em 2000, dos 5.507 municípios existentes, 2.630 não eram atendidos por rede coletora, utilizando soluções alternativas como fossas sépticas e sumidouros, fossas secas, valas abertas e lançamentos em cursos d'água (IBGE, 2000).

Nos municípios, a desigualdade dos serviços prestados se repete: quanto maior a população do município, maior a proporção de domicílios com serviço de esgoto. Os municípios com mais de 300.000 habitantes têm quase três vezes mais domicílios ligados à rede geral de

esgoto do que os domicílios em municípios com população de até 20.000 habitantes. Em volume, no país, diariamente, 14, 5 milhões m³ de esgoto são coletados, sendo que apenas 5,1 milhões m³ são tratados. O Sudeste é a região que tem a maior proporção de municípios com esgoto coletado e tratado (33,1%), seguido do Sul (21,7%), Nordeste (13,3%), Centro-Oeste (12,3%) e Norte (3,6%) (IBGE, 2004).

A Tabela 1 retrata a proporção de municípios por condição de esgotamento sanitário no Brasil.

TABELA 1 - Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário, segundo as grandes regiões.

Grandes Regiões	Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário (%)		
	Sem coleta	Só coletam	Coletam e tratam
Brasil	47,8	32,0	20,2
Norte	92,9	3,5	3,6
Nordeste	57,1	29,6	13,3
Sudeste	7,1	59,8	33,1
Sul	61,1	17,2	21,7
Centro-Oeste	82,1	5,6	12,3

Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000.

A defasagem na implantação dos serviços públicos em relação ao crescimento populacional, principalmente nos países em desenvolvimento, permite prever que soluções individuais para o destino de esgotos, para estes casos, serão ampla e permanentemente adotadas.

Diante do enorme déficit sanitário apresentado, aliado ao quadro epidemiológico e ao perfil sócio-econômico das comunidades brasileiras, constata-se a necessidade de sistemas simplificados de coleta e tratamento dos esgotos, que conjuguem baixos custos de implantação e operação, simplicidade operacional e sustentabilidade do sistema como um todo.

A aplicação no solo constitui uma das práticas mais antigas de tratamento, destino final e/ou reciclagem de esgotos sanitários. As “fazendas de esgotos”, como ficaram conhecidas as primeiras experiências da Inglaterra, no início de século XIX, tinham por objetivo inicial o tratamento dos efluentes, mas a irrigação com fins de produção agrícola ainda não era desencorajada (BASTOS et al, 2003).

O desenvolvimento da microbiologia sanitária e as preocupações crescentes com a saúde pública fizeram com que essa alternativa se tornasse praticamente desaconselhável na primeira metade do século XX. Posteriormente, o avanço do conhecimento sobre microbiologia e o desenvolvimento dos processos de tratamento de esgotos, além da demanda crescente de água para irrigação, renovaram os interesses pela utilização de esgotos em irrigação.

O fato é que nas três últimas décadas a irrigação com esgotos sanitários tornou-se prática crescente em todo mundo, por vezes acompanhada de rígido controle sanitário, outras não, impondo sérios riscos à saúde. Portanto, o conhecimento dos riscos à saúde associados à irrigação com esgotos tratados é fundamental para o fomento às boas práticas.

Em vários países a prática é regulamentada em legislação específica e faz parte de programas governamentais de irrigação e gestão de recursos hídricos, como no caso de Israel e México. Destaca-se Israel, onde, por volta de 2010, estima-se que os esgotos sanitários tratados responderão por quase 30% de toda a água disponibilizada para a agricultura. Também notável é a experiência do México, onde cerca de 45 m³/seg de esgotos sanitários, combinados a 10 m³/seg de água pluviais, são utilizados em 80.000 ha, a 60km da região metropolitana, organizados em perímetros irrigados, abastecidos por complexos sistemas de canais e reservatórios. As principais culturas irrigadas são forrageiras e cerealíferas, não sendo oficialmente permitido o cultivo de hortaliças (BASTOS et al, 2003 apud STRAUSS & BLUMENTHAL, 1989).

Os esgotos sanitários em geral são ricos em matéria orgânica e em macro (NPK) e micro nutrientes de plantas, como resultado da própria dieta humana e de restos de cozinha. Esses macro nutrientes podem apresentar teores suficientes para o atendimento da demanda da maioria das culturas com o devido e adequado manejo agrônômico (BASTOS et al, 2003).

A disposição controlada de águas residuárias no solo, como pós-tratamento, tem se mostrado um método eficaz e apropriado, dado que aporta uma série de vantagens como: benefício agrícola, baixo investimento, pequeno custo de operação, baixo consumo de energia e principalmente o impedimento de descargas de substâncias nocivas em corpos d'água.

Segundo o Plano de Desenvolvimento Municipal do município de Brumadinho de 2006, o esgotamento sanitário das comunidades rurais do município ainda não recebeu a devida

atenção de nenhuma administração. As atenções sempre voltaram para a questão do abastecimento de água que, mesmo assim, também não está resolvida. As comunidades rurais utilizam como destino final dos esgotos domésticos, em sua maioria as fossas negras ou de buraco para o afastamento de seus esgotos existindo, no entanto, uma parcela que lança os esgotos sem tratamento diretamente nos cursos de água (CMBRUMADINHO, 2006).

Ciente da precariedade do saneamento básico no município de Brumadinho e com o interesse em destinar de forma adequada os esgotos gerados pela pousada Verde Folhas, o proprietário da pousada teve a iniciativa de oferecer gratuitamente para comunidade de Casa Branca uma oficina que trabalhasse a coleta e o tratamento dos esgotos domésticos, através da técnica fossa séptica seguida de valas de infiltração subsuperficial, definida após a realização de um trabalho de campo no local.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é implementar um processo de disposição e tratamento unifamiliar, através do sistema composto por fossa séptica e vala de infiltração subsuperficial, aplicado aos esgotos sanitários gerados na pousada Verde Folhas, localizada no município de Brumadinho em Minas Gerais.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Selecionar o tipo de tratamento a ser aplicado na pousada Verde Folhas;
- Levantar os critérios de projeto;
- Elaborar uma seqüência de dimensionamento hidráulico;
- Acompanhar a construção da unidade de tratamento dos esgotos domésticos;
- Promover um ambiente de troca de conhecimento entre os envolvidos, de forma a agregar o aprendizado técnico à educação sanitária e ambiental.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Sistema Estático de Disposição de Excretas

Existem numerosos métodos de disposição de excretas que variam de opções de baixo custo, adequadas para comunidades de baixa renda, à métodos dispendiosos que envolvem vários estágios de tratamento. Em termos gerais, os métodos podem ser divididos em duas grandes categorias:

- disposição dos dejetos no local, ou nas proximidades, onde são gerados (sistema estático);
- disposição em locais afastados, onde se verifica o transporte dos dejetos (sistema dinâmico).

Para cada comunidade, deve-se escolher a opção mais factível e conveniente para fornecer a proteção necessária à saúde e ao meio ambiente. Para a seleção da opção mais apropriada, uma ampla análise deve ser efetuada, considerando fatores como custo, aceitação cultural, simplicidade de projeto e construção, operação e manutenção, assim como disponibilidade local de materiais e tecnologias (OLIVEIRA e VON SPERLING, 2007 apud WHO, 1992).

Os sistemas estáticos podem ser constituídos por opções de baixo custo, como fossas, ou opções de alto custo como tanques sépticos que fornecem um nível de serviço similar aos dos sistemas dinâmicos. Os sistemas que utilizam a disposição local dos dejetos podem ser classificados ainda quanto à ausência ou à presença de transporte hídrico. A fossa seca faria parte do primeiro grupo, exigindo solução independente para a disposição das águas servidas, enquanto a fossa séptica, que prevê o transporte hídrico dos dejetos, faria parte do segundo grupo (OLIVEIRA e VON SPERLING, 2007 apud HELLER e CHERNICHARO, 1996).

Uma característica comum aos dois sistemas é que parte do processo de decomposição é efetuada no próprio local. Em alguns casos, o lodo será completamente digerido na própria fossa, enquanto em outros é necessária a sua remoção e posterior tratamento. O risco de contaminação depende, em grande parte, do projeto da instalação, mas tem sido notificado como significativo. Sistemas que utilizam transporte hídrico quase sempre requerem alguma forma de absorção do excesso de efluente e podem aumentar os riscos de contaminação por organismos patogênicos e nitrato (OLIVEIRA e VON SPERLING, 2007 apud ARGOSS, 2001; 2002).

3.2 Fossa Séptica

Os registros de caráter históricos apontam como inventor do Tanque Séptico “Jean Louis Mouras” que, em 1860, construiu na França um tanque de alvenaria, onde passava os esgotos, restos de comida e águas pluviais, antes de ir para o sumidouro. Este tanque fora aberto 12 anos mais tarde e não apresentava acumulada a quantidade de sólidos que foi previamente estimada em função da redução observada no afluente líquido do tanque (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

Em geral, as fossas recebem apenas uma pequena quantidade de água, no entanto os dejetos sofrem reações químicas e biológicas complexas que acarretam na decomposição do resíduo, se transformando em material inócuo, água e gases. A água remanescente e os gases são dissipados no terreno ou ar, deixando um resíduo sólido na fossa. Durante a decomposição, os microrganismos patogênicos são mortos, um processo que pode levar até dois anos (OLIVEIRA e VON SPERLING, 2007 apud COTTON et al., 1995).

Nos sistemas estáticos de esgotamento, em geral, os esgotos são tratados primariamente na própria fossa, via sedimentação e digestão anaeróbia. Em seguida, o efluente é infiltrado no solo circunvizinho, que é utilizado como meio de tratamento e de dispersão. Neste tipo de sistema de tratamento são utilizados processos biogeoquímicos naturais, que ocorrem no solo, para assimilar os vários poluentes efluentes. A sua vantagem em relação a outros métodos é a relativa simplicidade, baixo custo e, se construídos apropriadamente, boa capacidade de tratamento. As desvantagens estão relacionadas à variabilidade e heterogeneidade inerente ao solo (OLIVEIRA e VON SPERLING, 2007).

Segundo JORDÃO e PESSÔA (2005), fossa séptica é um dispositivo de tratamento de esgotos destinados a receber contribuição de um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade e custo. As fossas sépticas são câmaras convenientemente construídas para reter os despejos domésticos e ou industriais, por um período de tempo especificamente estabelecido, de modo a permitir sedimentação dos sólidos e retenção do material graxo contido nos esgotos, transformado-os, bioquimicamente, em substâncias e compostos mais simples e estáveis.

O esgoto é detido na fossa por um período racionalmente estabelecido, que pode variar de 24 a 12 horas, dependendo das contribuições afluentes. Simultaneamente processa-se uma

sedimentação de 60 a 70% dos sólidos em suspensão contidos nos esgotos, formando-se uma substância semilíquida denominada lodo. Parte dos sólidos não sedimentados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases, emerge e é retida na superfície livre do líquido, no interior da fossa séptica, os quais são comumente denominados espuma, conforme mostram as FIGURAS 1 e 2.

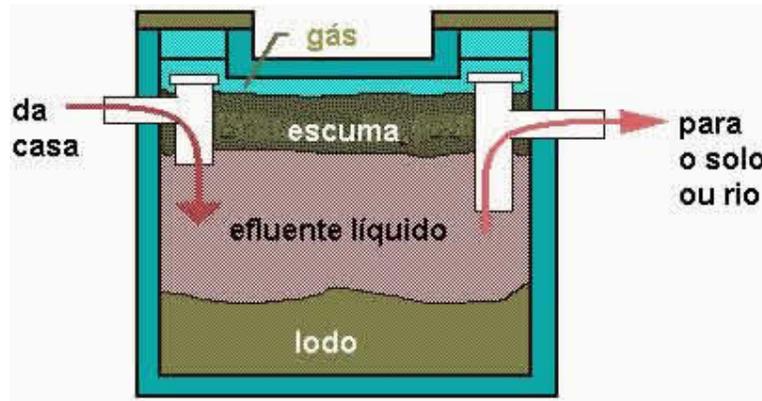


FIGURA 1: Funcionamento Geral de um Tanque Séptico

Fonte: CAESB, 2008.

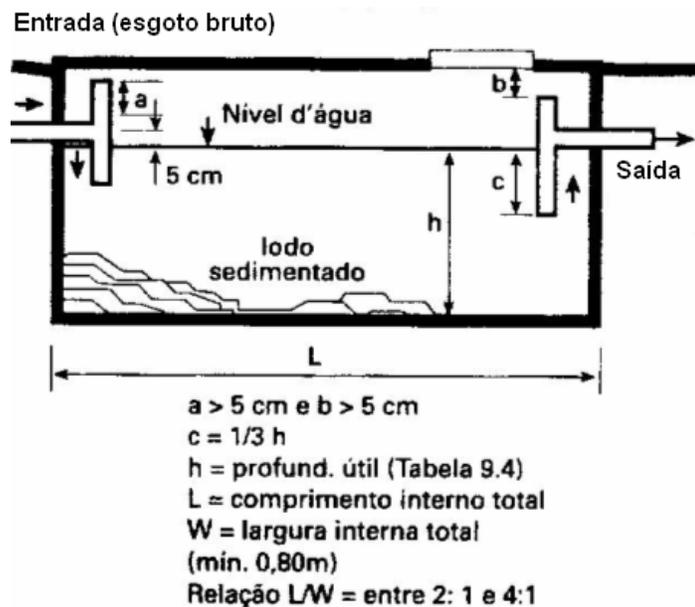


FIGURA 2: Corte esquemático de uma fossa séptica

Fonte: CAESB, 2008.

Tanto o lodo quanto a espuma são atacados por bactérias anaeróbias, provocando destruição total ou parcial do material volátil e organismos patogênicos. Na digestão anaeróbia do lodo e da espuma, resultam gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e

digeridos, que adquirem características estáveis capazes de permitir que o efluente líquido das fossas sépticas possa ser disposto em melhores condições de segurança.

3.2.1 Dimensionamento da Fossa Séptica (ABNT - NBR 7229/93)

O volume total da fossa ou do tanque séptico, seguindo-se a nomenclatura adotada pela NBR-7229 (ABNT, 1993) é a somatória dos volumes de sedimentação, digestão e de armazenamento de lodo e pode ser calculada pela expressão:

$$V = 1.000 + N (C T_d + k L_f)$$

Onde,

- V = Volume útil, em litros (TABELA 5);
- N = Número de pessoas ou unidades de contribuição;
- C = Contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (TABELA 3);
- T = Período de detenção, em dias (TABELA 3);
- K = Taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (TABELA 4);
- Lf = Contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia ou em litro/unidade x dia (TABELA 2).

TABELA 2 - Contribuição de esgoto “C” e de lodo fresco “Lf” por tipo de ocupação

Tipo e ocupação das edificações	Contribuição de esgoto “C”	Contribuição de lodo fresco “Lf”
	(litros/pessoa x dia)	(litros/pessoa x dia)
1- Ocupantes permanentes:		
Residência de alto padrão	160	1
Residência de padrão médio	130	1
Residência de baixo padrão	100	1
Hotéis (exceto lavanderia e cozinha)	100	1
Alojamentos provisórios	80	1
2- Ocupantes temporários:		
Fábrica em geral	70	0,3
Escritórios	50	0,20
Edifícios públicos e comerciais	50	0,20
Escolas (externatos) e locais de longa permanência	50	0,20
Bares	6	0,10
Restaurantes e similares	25 (1)	0,10
Cinemas, teatros e locais de curta permanência	2 (2)	0,02
Sanitários públicos (4)	480 (3)	4,0

Observações: (1) por refeições (2) por lugares disponíveis (3) apenas acesso aberto ao público (estações rodoviárias, ferroviárias, estádio esportivo, logradouros públicos) (4) por bacias sanitárias disponíveis.

Fonte: NBR 7229/93 (ABNT, 1993).

TABELA 3 - Tempo de detenção dos despejos “Td”

Contribuição diária (litros)	Tempo de detenção “Td”	
	Em dias	Em horas
Até 1.500	1,00	24
De 1.501 a 3.000	0,92	22
De 3.001 a 4.500	0,83	20
De 4.501 a 6.000	0,75	18
De 6.001 a 7.500	0,67	16
De 7.501 a 9.000	0,58	14
Mais que 9.000	0,50	12

Fonte: NBR 7229/93 (ABNT, 1993).

TABELA 4 - Valores da taxa de acumulação de lodo digerido “k”

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de “k” (em dias), por faixas de temperaturas ambientes “t”, (em °C)		
	t < 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
	1	94	65
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR 7229/93 (ABNT, 1993).

TABELA 5 - Profundidade útil em função do volume útil do tanque séptico

Volume útil (m3)	Profundidade útil (m)	
	Mínima	Máxima
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fonte: NBR 7229/93 (ABNT, 1993).

3.2.2 Geometria e Avaliação da Eficiência de Tanques Sépticos

Os tanques podem ser cilíndricos ou prismáticos retangulares. Os cilíndricos são empregados em situações onde se pretende minimizar a área útil em função de uma maior profundidade. No caso dos tanques prismáticos retangulares, geralmente utiliza-se uma menor profundidade e uma maior área.

As recomendações gerais da NBR 7229/1993 são:

- Diâmetro interno mínimo: 1,10 m;
- Largura interna mínima: 0,80 m;
- Relação comprimento/largura: mínimo 2:1, máximo 4:1;
- Profundidades úteis: variam de um mínimo de 1,20 m a um máximo de 2,80 m, dependendo do volume útil da fossa, conforme apresentado na TABELA 5.
- A eficiência do tanque séptico é normalmente expressa em função dos parâmetros comumente adotados nos diversos processos de tratamento. Os mais usados são sólidos em suspensão e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). As quantidades de cloretos, nitrogênio amoniacal, material graxo e outras substâncias podem interessar em casos particulares.
- **Sólidos em Suspensão**

O tanque séptico, projetado e operado racionalmente, poderá obter redução de sólidos em suspensão em torno de 60%.

- **Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)**

A remoção de DBO poderá ser da ordem de:

- vazão em torno de 2000 l/dia - 35 a 61%;
- vazão em torno de 1000 l/dia - 49 a 60%.

- **Influência de Outras Substâncias**

Os esgotos contendo sabões nas proporções normalmente utilizadas, de 20 a 25mg/l, não prejudicam o sistema. No entanto, sob nenhum propósito deverá ser lançado, nos tanques,

soluções de soda cáustica que, além de interferirem em sua eficiência, provocarão a colmatção dos solos argilosos. Estudos realizados demonstraram não haver qualquer evidência de que os detergentes usualmente utilizados nas residências, nas proporções em que normalmente são encontradas nos esgotos, possam ser nocivos para o funcionamento dos tanques sépticos (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

Segundo JORDÃO e PESSÔA (2005), as fossas sépticas, projetada e operada racionalmente, poderá obter reduções de sólidos em suspensão em torno de 60%, já a remoção de DBO podem variar de 49 a 60%.

Os procedimentos práticos para a manutenção dos tanques sépticos, segundo JORDÃO e PESSÔA (2005), são:

- Realizar a limpeza do tanque séptico em dias e horários em que o mesmo não recebe despejos;
- Abrir a tampa de inspeção e deixar ventilar bem. Ter o cuidado de não acender fósforo ou cigarro, pois o gás acumulado no interior do tanque séptico é explosivo;
- Retirar o lodo progressivamente do tanque séptico, encaminhado-o para um leito de secagem ou para um carro-tanque especial, que dará o destino sanitariamente adequado. Se o lodo do tanque séptico ficar endurecido, adicionar água e agitar com agitador apropriado;
- Realizar a higienização do local e dos equipamentos utilizados.

3.3 Aplicação no Solo

Segundo BATALHA (1989), durante as duas últimas décadas do século XX, o uso de esgotos para a irrigação ou recuperação de solos aumentou significativamente, em virtude de fatores como:

- Crescente dificuldade de identificar fontes alternativas de água para irrigação em algumas regiões;
- Custo elevado de fertilizantes;
- Segurança de que os riscos para a saúde pública e os impactos sobre o solo são mínimos e que as precauções e as técnicas adequadas são efetivamente utilizadas;

- Custos elevados dos sistemas de tratamento necessários para possibilitar a descarga de efluentes em corpos receptores;
- Início da aceitação sociocultural da prática de reuso agrícola;
- Reconhecimento pelos órgãos gestores de recursos hídricos do valor intrínseco da prática.

A ação do solo no processo de tratamento para resíduos, como ocorre na autodepuração dos corpos d'água e nos demais tipos de tratamento, compreende de processos físicos, químicos e biológicos de remoção da carga poluente. Esses processos se iniciam imediatamente a partir do lançamento ao solo e prosseguem durante a percolação do resíduo (BATALHA, 1989).

O processo de valas de infiltração subsuperficial aplicado está descrito na Norma Brasileira que trata da disposição de efluentes de tanques sépticos (NBR 13969/97). Este sistema consiste em um conjunto de canalizações assentado a uma profundidade racionalmente fixada e em um solo cujas características permitam a absorção do esgoto efluente da fossa séptica conectada ao sistema. A percolação do líquido através do solo permitirá a mineralização dos esgotos, antes que o mesmo se transforme em fonte de contaminação das águas subterrâneas e de superfície que se deseja proteger.

O solo é mais que um meio físico formado por substâncias minerais e orgânicas, cujas formas, predominantemente granulares, lhe conferem as propriedades características, como porosidade, permeabilidade e textura. A depuração dos esgotos pode ser conseguida provocando sua infiltração e percolação através do solo. Nesse caso, o solo e os microrganismos telúricos atuam na remoção da carga poluidora, enquanto a vegetação, se existente, cumpre a função de retirar do solo os nutrientes provenientes dos esgotos, evitando concentrações excessivas e inconvenientes desses elementos (REDDY et al., 1997).

De acordo com BERNARDES et al. (1999), a aplicação de resíduo orgânico, diminui a densidade do solo, aumenta o estado de agregação das partículas e melhoram as condições de aeração.

Os principais mecanismos de transporte de microrganismos e nutrientes em solos tratados com águas residuárias incluem o movimento descendente com a infiltração da água, o movimento da água corrente na superfície e o transporte de sedimentos e partículas. (CAMPOS et al., 1999)

3.3.1 Escoamento subsuperficial

Segundo LUCAS FILHO et al. (2001), a disposição controlada no solo permite que o efluente percolado subsuperficialmente no terreno sofra tratamento no interior do solo, fazendo-o se comportar como camada filtrante. Isso possibilita ações de adsorção e atividades dos microrganismos, os quais usam a matéria orgânica contida nos despejos como alimento, convertendo-a em matéria mineralizada (nutrientes) que fica à disposição da vegetação. Essas matérias mineralizadas são muito convenientes na recuperação dos solos agrícolas, proporcionando, no caso dos efluentes líquidos dispostos no sistema solo-planta, reflexos positivos nas condições socioeconômicas regionais. Essa técnica de disposição no solo também é eficiente na remoção de patogênicos e constitui uma atividade essencialmente de reciclagem do solo e da água.

A utilização de esgotos sanitários constitui uma possibilidade de expansão das áreas irrigadas, de alívio sobre a demanda de água, de minimização de fontes de contaminação dos corpos receptores e de redução de custos de produção, haja vista o elevado conteúdo de nutrientes presentes nos esgotos.

Em trabalho realizado por LUCAS FILHO et al. (2001), apesar de o efluente conter baixa carga orgânica, os módulos de escoamento subsuperficial apresentaram boa eficiência na remoção de DQOt (Demanda Química de Oxigênio total) acima de 50%, DQOf (Demanda Química de Oxigênio final) com média de 52%, COT (Carbono Orgânico Total) com média de 54% e sólidos suspensos com médias superiores a 70%, o que representa uma solução muito boa, tanto do ponto de vista ambiental como econômico.

Em relação à remoção de nutrientes, LUCAS FILHO et al. (2001) obteve média superior a 90% para o nitrogênio amoniacal e a remoção de fósforo obteve média de 91%, concluindo que, sendo baixa a concentração de matéria orgânica, esse resultado mostrou eficiência bastante considerável, principalmente pelo contato da água residuária com a matriz solo e sua capacidade – limite da adsorção, contando inclusive com a participação da cobertura vegetal.

O processo se mostrou bastante eficiente na remoção de coliformes fecais, sendo excelente na maioria das medições (valores abaixo de 1000 UFC/100 ml), apenas apresentando alguns valores pontuais menos significativos quando ocorreram fenômenos como intensidade de precipitação, entre outros.

A escolha do processo a ser adotado deve considerar os seguintes fatores:

- natureza e utilização do solo;
- profundidade do lençol freático;
- grau de permeabilidade do solo;
- utilização e localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano;
- volume e taxa de renovação das águas de superfície.

A instalação das valas de infiltração deve ser precedida por avaliação técnica, de modo a não haver a contaminação do aquífero utilizado na região, causada pelos nitratos, vírus e outros microorganismos patogênicos. Para tanto, a NBR 13969/97 (ABNT, 1997) recomenda que o número máximo instalável de sistema tanque séptico - vala de infiltração deve ser limitado a 10 unidades/ha. Para facilitar a interpretação deste valor, isto corresponde, em média, a uma unidade por 1000 m², ou seja, lotes médios de 1000 m², caso todos os lotes estejam ocupados. Assumindo-se unidades residenciais com 4 habitantes, tem-se uma densidade máxima permissível de 40 habitantes por hectare.

Para o projeto e o uso da vala de infiltração devem ser observados os seguintes parâmetros:

- características do solo onde a vala de infiltração será instalada;
- nível máximo do aquífero e a distância vertical mínima deste;
- manutenção da condição aeróbia no interior da vala;
- distância mínima do poço de captação de água;
- processo construtivo;
- alternância;
- índice pluviométrico.

Deve ser mantida uma distância mínima vertical entre o fundo da vala de infiltração e o nível máximo da superfície do aquífero de 1,5 m. Quando o nível do aquífero for alto e houver possibilidade de rebaixamento do mesmo por meio de sistema de drenagem, pode-se optar por drenagem para permitir a construção da vala, ao invés de canteiro de evapotranspiração.

O sistema de vala de infiltração deve ser construído e operado de modo a manter condição aeróbia no interior da vala de infiltração. Devem ser previstos tubos de exaustão nas linhas de tubulação e uso alternado das valas.

Quando a aplicação for por processo intermitente, o intervalo entre as aplicações não deve ser inferior a 6 h.

Segundo a NBR 13969/97 (ABNT, 1997), a vala de infiltração deve manter uma distância horizontal mínima conforme as características do solo de qualquer poço para captação de água, de modo a permitir tempo de percurso do fluxo de três dias até atingir o poço.

No sistema de disposição final do efluente no subsolo, os detalhes construtivos exercem influência fundamental na sua durabilidade e funcionamento, devendo ser observados os seguintes aspectos:

- o fundo, assim como as paredes laterais da vala de infiltração, não devem sofrer qualquer compactação durante a sua construção;
- as superfícies de percolação, quando houver compactação voluntária ou involuntária, devem ser escarificadas até uma profundidade de 0,10 m a 0,20 m antes da colocação do material de suporte do tubo de distribuição de esgoto;
- todas as tubulações de transporte de esgoto do sistema devem ser protegidas contra cargas rodantes, para não causar extravasamento ou obstrução do sistema;
- as tubulações de distribuição na vala devem ser instaladas de modo a não causar represamento do esgoto no interior da vala;
- quando as condições locais forem propícias, deve-se optar por distribuição por conduto forçado para favorecer a distribuição uniforme e impedir a obstrução precoce do solo;
- deve-se prever uma sobrelevação do solo, na ocasião de reaterro da vala, de modo a evitar a erosão do reaterro com a chuva;
- nos locais onde o terreno tem inclinação acentuada, como nas encostas do morro, as valas devem ser instaladas acompanhando as curvas de nível, de modo a manter a declividade das tubulações;

- no caso do item anterior, o campo de infiltração deve possuir um sistema de drenagem das águas pluviais, de modo a não permitir a erosão da vala ou ingresso das águas nela;
- a camada de brita ou pedra deve ser coberta de material permeável, tal como tela fina, antes do reaterro com solo, para não haver a mistura deste com a pedra e, ao mesmo tempo, permitir a evaporação da umidade;
- não permitir plantio de árvores próximo às valas, para não danificar as valas devido às raízes das árvores.

Para manutenção da condição aeróbia no interior da vala de infiltração e desobstrução dos poros do solo, deve ser previsto uso alternado de valas. Assim, o número mínimo de valas deve ser dois, cada um correspondendo a 100% da capacidade total necessária. Pode-se optar por três valas, cada uma com 50% da capacidade total. As valas devem ser alternadas em um prazo máximo de seis meses.

Nos locais de alto índice pluviométrico deve ser evitado o ingresso de águas pluviais nas valas de infiltração para não causar o desprendimento dos agentes patogênicos retidos, assim como condições anaeróbias na vala, sendo necessário prever uma cobertura com material impermeável sobre a camada de brita/pedra antes do reaterro. Deve-se prever, também, sistema de drenagem das águas pluviais em torno do campo de infiltração.

A vala de infiltração deve ser dimensionada considerando a mesma vazão adotada para o cálculo do tanque séptico. As tubulações são normalmente de manilhas de grés cerâmicas, com juntas abertas, ou tubos porosos, assentadas em valas, podem ser usados os tubos de PVC para drenagem. A região onde estão assentadas as canalizações de infiltração é também denominada por campo de nitrificação. Os detalhes de uma instalação de vala de infiltração típica estão representados nas FIGURAS 3, 4 e 5.

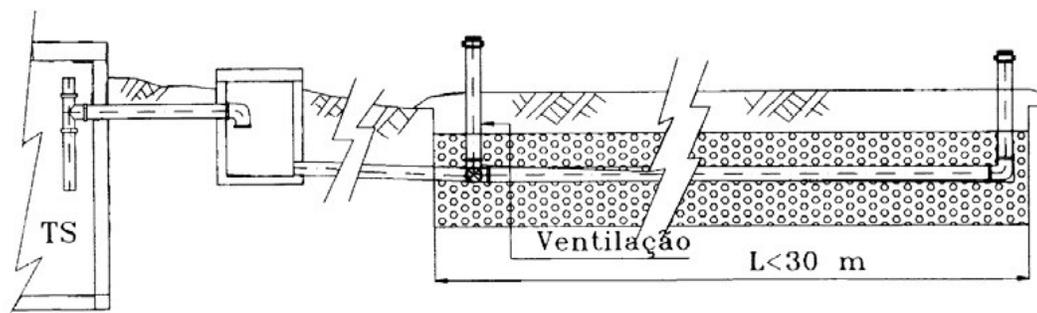


FIGURA 3: Detalhamento da Vala de infiltração subsuperficial – Corte longitudinal
Fonte: NBR 13969/97

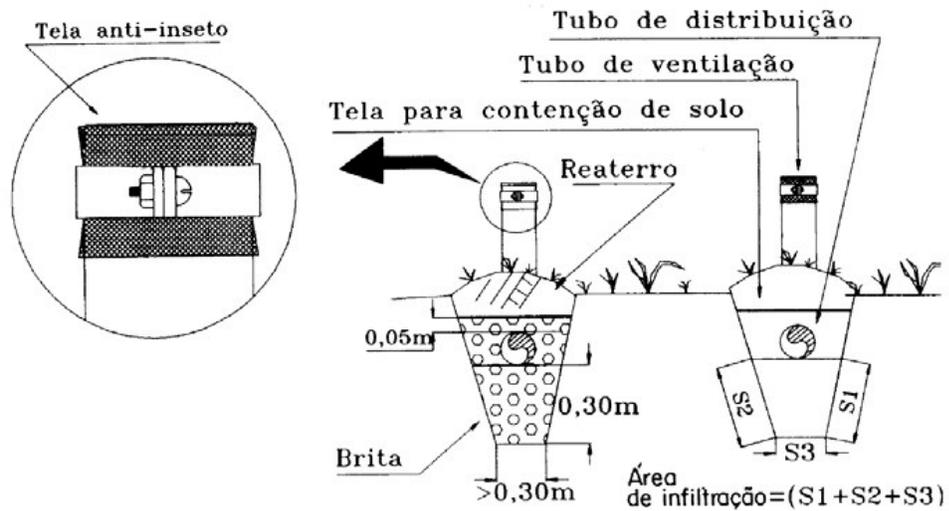


FIGURA 4: Detalhamento da Vala de infiltração subsuperficial – Corte transversal
 Fonte: NBR 13969/97

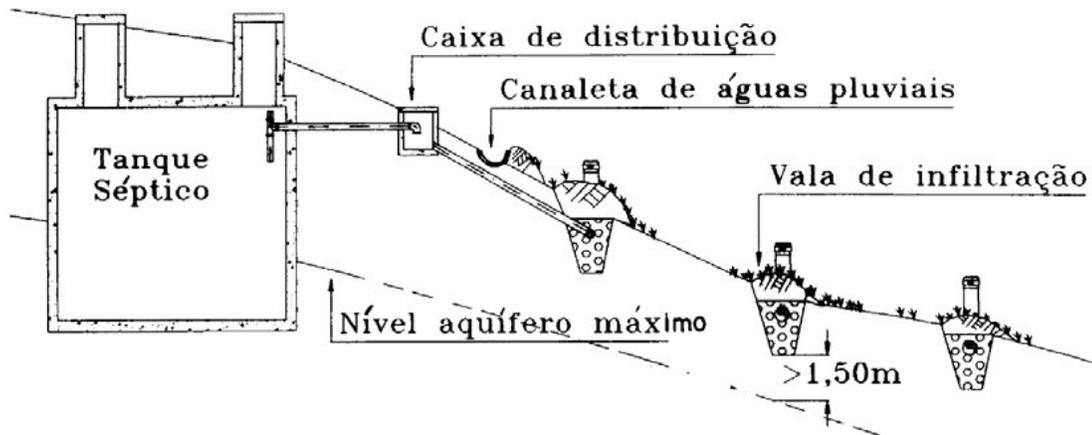


FIGURA 5: Exemplo de instalação de Valas de Infiltração
 Fonte: NBR 13969/97

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do Empreendimento e dos Esgotos Gerados

A pousada Verde Folhas situa-se em uma região na encosta da Serra do Rola-Moça e funciona também como atrativo turístico na região, oferecendo serviços de esportes radicais como: arvorismo, trekking, escalada e tirolesa. Além disso, o local possui restaurante, bar e cachoeira. Todas as atividades do Verde Folhas foram desenvolvidas com o objetivo de lazer associado ou não à prática de esportes de aventura e esportes radicais, com forte enfoque na preservação e na educação ambiental.

A pousada Verde Folhas (FIGURA 6) está inserida em uma área de 30.000 metros quadrados de densa Mata Atlântica, dos quais somente 5.000 metros são utilizados para a sua infraestrutura, preservando assim inúmeras espécies de flora e fauna local. A área faz parte da micro-bacia do Ribeirão Casa Branca. No local são observadas no local 8 nascentes perenes, permanentemente monitoradas e preservadas segundo o proprietário do empreendimento.



FIGURA 6: Foto da pousada Verde Folhas

Fonte: Foto de André Sampaio, 2009.

O sistema de tratamento dos esgotos domésticos implantados na pousada, fossa séptica seguidas de valas de infiltração subsuperficial, foi dimensionado para os 7 quartos existentes.

Como a maioria dos hóspedes são famílias de, em média, 5 pessoas, levou-se em consideração um total de 35 habitantes. O sistema implantado, teve como premissa inicial a separação das águas negras das águas cinzas.

Para as águas cinzas, oriundas das pias, tanques e chuveiros, o tratamento implantado foi um círculo de bananeiras, que consiste na construção de um buraco em forma de concha, com aproximadamente 1m³ de volume. Esse buraco é preenchido com pequenos troncos de madeira grossa no fundo em seguida galhos médios e finos de árvores e por último a palha (aparas de capim, folhas). A terra retirada na escavação do buraco é colocada nas bordas aumentando a altura e facilitando o plantio das bananeiras.

A água cinza é conduzida por um cano de PVC de 40mm até no interior do buraco onde se formará um ambiente adequado para beneficiar a micro vida, auxiliando no tratamento das águas cinzas e na formação de nutrientes para as bananeiras. O ciclo de bananeiras pode ser visto na FIGURA 7.



FIGURA 7: Foto do círculo de bananeiras.

Fonte: Foto de André Sampaio, 2009.

Para as águas negras, oriundas dos esgotos domésticos a técnica utilizada foi fossa séptica seguida de valas de infiltração subsuperficial, a qual foi definida, após a realização de um trabalho de campo. Este trabalho teve como premissa a execução de uma técnica levando em

conta critérios como eficiência no tratamento dos esgotos, baixo custo, praticidade operacional e de manutenção.

O local escolhido para a execução das valas de infiltração possui um lençol freático com cerca de 5 m de profundidade no período da seca e 3 m no período da chuva. Devido ao interesse do proprietário da pousada em reutilizar de forma segura o efluente final dos esgotos, as valas foram construídas em uma área na qual os efluentes seriam utilizados na agricultura, principalmente com culturas de milho, feijão, abóbora e quiabo.

Através do teste de decantação do solo em um recipiente com água, observou-se que o solo é formado por cerca de 60% de argila e 40% de areia. A partir da definição do tipo de tratamento, foi feito o memorial descritivo da fossa séptica e das valas de infiltração, segundo as normas técnicas NBR 7229/93 e NBR 13969/97 (ABNT, 1993, 1997).

4.2 Dimensionamento e Implantação da fossa séptica

Para o cálculo do volume útil da fossa implementada, utilizou-se a fórmula descrita no item 1.1.1, conforme NBR 7229/93:

$$V = 1.000 + N (C T_d + k L_f);$$

Onde os valores considerados no projeto foram:

$$N = 35 \text{ (7 quartos com sanitários e número médio de 5 habitantes por quarto);}$$

$$C = 100 \text{ Litros/dia x pessoa;}$$

$$L_f = 1 \text{ Litro/dia x pessoa;}$$

$$T = 1 \text{ dia;}$$

$$K = 57 \text{ dias.}$$

Com isso, obteve-se o seguinte volume:

$$V = 1000 + 35(100 \times 1 + 57 \times 1);$$

$$V = 5.620 \text{ litros;}$$

$$V = 5,6 \text{ m}^3.$$

Com o volume da fossa calculado, definiu-se as dimensões da fossa como sendo:

- 3 m de comprimento;

- 1,5 m de largura;
- 1,3 m de profundidade.

4.3 Dimensionamento e Implantação das Valas de Infiltração Subsuperficial

Para o cálculo do dimensionamento das valas de infiltração que fazem parte do pós-tratamento, descrita na NBR 13.969/97, considerou-se o mesmo volume total de esgoto da fossa séptica. Os seguintes parâmetros técnicos foram obtidos:

- 2 valas de 8 m de comprimento;
- 1 m de largura;
- 0,7 m de profundidade.

Na execução do sistema de tratamento dos esgotos domésticos foi feita uma caixa de distribuição a jusante da fossa, que no caso específico, serviu tanto para a ampliação do diâmetro da tubulação das valas de infiltração quanto para a inspeção e reparo da instalação, caso seja necessário.

A tubulação utilizada na coleta dos esgotos foi em material de PVC com 100 mm de diâmetro. Já a tubulação das valas de infiltração foi em material de PVC de drenagem com 110 mm de diâmetro, por isso a necessidade da caixa de distribuição, conforme mencionado anteriormente. A FIGURA 8 mostra o detalhe da construção da fossa séptica.



FIGURA 8: Detalhe da construção da Fossa Séptica

Fonte: Fotos de André Sampaio, 2008

As canalizações das valas foram assentadas em um leito de pedregulho limpo, pedra britada de diâmetro de 5 cm. A camada de brita, a qual foi assentada a canalização, foi coberta de material permeável e tela fina antes do reaterro com solo para não haver a mistura deste com a pedra e, ao mesmo tempo, permitir a evaporação da umidade, como mostram as FIGURAS 9 e 10.



FIGURA 9: Detalhe da construção da Vala de Infiltração
Fonte: Fotos de André Sampaio, 2008



FIGURA 10: Detalhe construtivo das valas de infiltração
Fonte: Fotos de André Sampaio, 2008

As valas de infiltração subsuperficial estão localizadas em uma área de plantio de culturas como milho, feijão, abóbora e quiabo. A disposição final do efluente nesta área irá contribuir na fertilização da terra para um melhor cultivo dos alimentos, principalmente com a fixação do nitrogênio, nutriente de grande importância para o desenvolvimento das plantas.

A proposta de execução do projeto foi do tipo oficina. Esta proposta foi definida pelo proprietário, que é da área da saúde e possui a preocupação com o despejo inadequado dos esgotos doméstico na região, além do fato da pousada estar localizada em área privilegiada de recursos hídricos. Para o desenvolvimento deste projeto, houve a participação de 6 famílias da comunidade que possuem, como destino final dos esgotos, os córregos ou fossas secas. A participação das famílias teve como objetivo principal a disseminação do conhecimento de formas corretas de destinação final dos esgotos domésticos, despertando-as para a importância de coletar e tratar os esgotos e capacitando-as para multiplicarem a técnica em suas propriedades e na comunidade onde vivem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como a proposta de execução do sistema de tratamento dos esgotos foi do tipo oficina, o trabalho foi executado apenas nos finais de semana. O sistema fossa séptica seguidas de valas de infiltração subsuperficial foi construído em 2 finais de semana consecutivos, desde a escavação até a instalação hidráulica de todo o sistema. O sistema entrou em operação no final do mês de maio de 2009. Devido ao pouco tempo de operação, ainda não foi realizado nenhum tipo de análise do efluente final, para se averiguar a real eficiência no tratamento dos esgotos domésticos. Porém o proprietário da pousada e outros usuários estão bastante satisfeitos, pois além do sistema prover a destinação adequada aos esgotos, o sistema esta funcionando muito bem, sem odor e sem problemas hidráulicos.

Como a pousada possui grande fluxo de turistas, a utilização da técnica se transformou em um atrativo educacional. Para tal, o proprietário instalou placas explicativas do sistema de tratamento (FIGURA 11), o que tem despertado muito o interesse das pessoas que freqüentam o local em saber mais sobre o tratamento dos esgotos domésticos.



FIGURA 11: Placas explicativas sobre o tratamento dos esgotos
Fonte: Fotos de André Sampaio, 2008

No entanto, apesar do projeto não possuir ainda dados reais da eficiência do sistema, segundo dados reconhecidos por NETTO e HESS (1970, apud BATALHA, 1989), foram observados

os seguintes parâmetros de eficiência nos efluentes de fossas sépticas projetadas e construídas segundo as normas da ABNT:

- DBO (demanda bioquímica de oxigênio): 40 a 60% de remoção;
- DQO (demanda química de oxigênio): 30 a 60% de remoção;
- SS (sólidos sedimentáveis): 50 a 70% de remoção;
- OG (óleos e graxas): 70 a 90% de remoção.

Participaram do projeto um total de 6 famílias, todas residentes na região. Todos os envolvidos utilizam a fossa seca ou o lançamento dos esgotos in natura nos corpos d'água como destino final dos esgotos domésticos. Este comportamento poderá causar a contaminação dos corpos d'água e do lençol freático da região, sendo o mesmo fonte de abastecimento de água para muitas famílias, daí a importância sócio-ambiental do projeto.

6 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do trabalho foi possível observar que a inclusão da comunidade na execução de projetos que envolvem a revisão dos comportamentos adotados pelos mesmos, como é o caso do sistema de tratamento dos esgotos domésticos, é fundamental, visto que o sucesso da operacionalização e manutenção do sistema, bem como a multiplicação desta iniciativa, será de responsabilidade da comunidade local.

Além do aprendizado técnico na construção do sistema de tratamento de esgotos domésticos e do entendimento do processo como um todo, os envolvidos passaram a perceber a relação direta do tratamento dos esgotos com a saúde do homem e do meio ambiente.

A metodologia aplicada na execução do projeto e o tratamento aplicado foram considerados eficientes pela comunidade local e o proprietário da pousada, se adequando a realidade e às necessidades da região, com a implementação de uma tecnologia simples, econômica e eficiente no tratamento unifamiliar dos esgotos domésticos.

No entanto, é importante salientar que, para se ter uma segurança sanitária na utilização dos esgotos domésticos na agricultura, é de fundamental importância o desenvolvimento de um plano de monitoramento e análises do efluente. Os esgotos podem conter cargas elevadas de agentes microbianos que podem contaminar os alimentos causando danos à saúde. Porém, com um acompanhamento constante e um tratamento dos esgotos que garanta a adequada remoção dos microorganismos, pode-se afirmar que este tipo de aplicação dos efluentes não causará riscos à saúde, trazendo benefícios significantes para a comunidade e o meio ambiente, com o uso sustentável da água da região.

7 RECOMENDAÇÕES

Pelo local escolhido ser pousada, o sistema implantado funciona praticamente somente nos finais de semana, o que causa uma variação considerável na vazão afluyente, aumentando com isso o tempo de formação da camada biológica nos filtros da fossa séptica. Essa camada biológica contribui no processo de tratamento dos esgotos. Com isso, no plano de monitoramento que deverá ser implantado, alguns pontos de coleta estratégicos deverão ser abordados, sendo eles:

- Esgoto bruto;
- Caixa de distribuição - localizada a jusante da fossa séptica e a montante das valas de infiltração;
- Área onde está localizada as valas de infiltração - nessa área deverão ser locados cerca de 5 pontos, sendo alguns bem próximo às valas e outros mais afastados.

A proposta de análises a serem realizadas nos pontos descritos acima deverá abranger alguns parâmetros descritos na TABELA 6.

TABELA 6 - Parâmetros que deverão ser analisados no sistema

Esgoto Bruto	Caixa de Distribuição	Área das valas de infiltração
DBO	DBO	Coliforme Fecal
DQO	DQO	Nitrogênio Total
SST	SST	
Nitrogênio Total	Nitrogênio Total	
Coliforme Termotolerante	Coliforme Termotolerante	
	Fósforo	

8 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13969 - *Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação*, Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7229 - *Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*, Rio de Janeiro, 1993.
- BASTOS, R. K. X. (Coordenador) et al. *Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura*. Rio de Janeiro: Rima Artes e Textos, 2003, 267 p. (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB).
- BATALHA, B.H.L. *Fossa séptica*. São Paulo, Cetesb, 2º ed., 1989.
- BERNARDES, R. S.; SPANJERS, H.; KLAPWIJK, A. *Modelling respiration rate and nitrate removal in a nitrifying-denitrifying SBR treating domestic wastewater*. *Bioresource Technology*, LONDON, v. 67, n. 2, p. 177-189, 1999.
- CÂMERA MUNICIPAL DE BRUMADINHO - CMBRUMADINHO, *Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Brumadinho*, 2006. Disponível em <<http://www.cmbrumadinho.mg.gov.br/publicacoes/PlanoDiretor.pdf>>. Acesso em: 31 julho 2008.
- CAMPOS, J. R. (Coordenador) et al. *Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo*. Rio de Janeiro: ABES, 1999, 464 p.– (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB).
- COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL - CAESB, *Instruções para Instalação de fossa Séptica e Sumidouro (Valas de Infiltração) na sua casa*. Disponível em <http://www.caesb.df.gov.br/scripts/saneamentorural/Cons_Sis_Impre.htm>. Acesso em: 31 julho 2008.
- IBGE, *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*, 2000. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?id_noticia=119> Acesso em: 31 julho 2008
- IBGE – COORDENAÇÃO DE GEOGRAFIA, *Atlas de saneamento*. Rio de Janeiro, 2004.
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C.A. *Tratamento de esgotos Domésticos*. 4 ed. Rio de Janeiro, 2005.
- LUCAS FILHO, M. et al., *Disposição Controlada de Esgotos em Solo Preparado com Cobertura Vegetal através de Escoamento Subsuperficial*. In: *anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro : ABES-RJ, 2001, v.1, p. 1-6.
- NETTO, J. M. A. e HESS, M. L., “Tratamento de Águas Residuárias”, Separata da revista DAE, São Paulo, 1970.
- OLIVEIRA, S. C. & VON SPERLING, M. *Projeto vida no Vale*, Secretaria de Estado e Planejamento e Gestão de Minas Gerais, 2007.
- PESSOA, C. A. & JORDÃO, E. P. *Tratamento de esgotos domésticos*, 2.ed. Rio de Janeiro, ABES. 1982.
- REDDY, K.R.; D’ANGELO, E.M. *Biogeochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed wetlands*, *Water Science Technology*, London, v. 35, n. 5, p. 1 - 10, 1997.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL - SEMAD, *Lei nº 11.720 - Dispõe Sobre a Política Estadual de Saneamento Básico e dá outras Providências*, 28 de dezembro de 1994.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG., 240p. 1995.