



**NATÁLIA MACHADO FERREIRA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
UTILIZANDO FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA EM UMA  
PROPRIEDADE RURAL**

**INCONFIDENTES/MG**

**2014**

**NATÁLIA MACHADO FERREIRA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
UTILIZANDO FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA EM UMA  
PROPRIEDADE RURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Lucia Ferreira

**INCONFIDENTES/MG**

**2014**

**NATÁLIA MACHADO FERREIRA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
UTILIZANDO FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA EM UMA  
PROPRIEDADE RURAL**

**Data de Aprovação: 14 de maio de 2014.**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lucia Ferreira**  
**(IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes)**

---

**Prof. Me. Luiz Flávio Reis Fernandes**  
**(IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes)**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Cristina Ferreira Moreira da Silva**  
**(IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes)**

## **DEDICATÓRIA**

Por mais um passo que dei na vida,

Dedico

Aos meus pais, Eulália e José Paulo, pela dedicação, carinho, amor, incentivo e ensinamentos  
que me deram.

Aos irmãos Paulo Henrique e Guilherme pelo carinho, cumplicidade, amizade e respeito.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de mais um dia.

A minha mãe que sempre esteve presente em cada passo desta jornada, oferecendo-me força, amor e uma imensa dose de paciência, sendo ela a responsável por cada sucesso obtido e cada degrau avançado em minha vida. Durante todos esses anos ela foi meu exemplo de força, coragem, perseverança e motivação para nunca desistir diante dos obstáculos encontrados.

Aos meus avós, Sebastião (*in memoriam*) e Maria Aparecida pela confiança e carinho dedicados em todas as ocasiões. Aos tios e primos, que mesmo distantes, acreditaram em mim e se fizeram presentes em cada momento dessa jornada.

Aos amigos Álvaro Guerrero, Danilo Cândido, Marina Dantas, Brenda Sousa, Mariana Modesto, Patrícia Raposo e Marilac Moutinho por todas as horas vividas. Sem vocês não teria sentido estar aqui.

A Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Lucia Ferreira pelo apoio, incentivo e orientação.

Ao IFSULDEMINAS pela concessão da bolsa de iniciação científica e, aos colaboradores do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Aos professores mestres e doutores que nos repassaram seus conhecimentos, fazendo que nosso desenvolvimento fosse o melhor possível.

Aos colegas de curso que compartilharam seus conhecimentos, e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram ou torceram pela concretização deste trabalho, me proporcionando chegar até aqui.

“...Não diga que a vitória está perdida,  
Se é de batalhas que se vive a vida...”

Raul Seixas

## RESUMO

A coleta e tratamento de esgoto ligado a uma rede coletora de esgoto abrangem somente 4,8% da zona rural brasileira, sendo que para o restante, cerca de 29,5 milhões de habitantes desta região, a destinação dos efluentes se faz por meio de fossa negra e a céu aberto. Esta situação está presente na zona rural do município de Ouro Fino/MG, o que objetivou o presente estudo para atender uma das demandas propostas por produtores agroecológicos, mediante a participação em programa do IFSULDEMINAS, que seria a melhoria das condições de saneamento ambiental destas propriedades com a implantação de fossas sépticas biodigestoras. Para a escolha foi aplicado um questionário com finalidade de obter informações sobre as propriedades, principalmente do destino final do esgoto sanitário. Diante dos resultados foram escolhidas aquelas propriedades com mais moradores, com residência permanente na zona rural, e sem restrições de localização do sistema. Foram realizadas análises físicas, químicas e biológicas da água de abastecimento para verificar se enquadrava na legislação. Os resultados mostraram que a água de abastecimento se enquadra na legislação vigente. A implantação do sistema de fossa séptica biodigestora apresenta a vantagem de não contaminar o solo, evitar a procriação de insetos, além da facilidade de manutenção, consequentemente melhorando a condição sanitária das propriedades.

**Palavras-chave:** Coleta de esgoto; fossa séptica biodigestora; saneamento básico.

## **ABSTRACT**

The collection and treatment of sewage connected to a sanitary sewer cover only 4.8% of the Brazilian countryside, and for the remaining, approximately 29.5 million inhabitants of this region, the disposal of effluents is done through cesspits and open sky. This situation is present in the rural zone of Ouro Fino/MG, which aimed with its present study, to meet one of the demands put forward by agro ecological farmers through participation in the IFSULDEMINAS program, which would be the improvement of environmental sanitation of these properties with deploying biodigestive septic tanks. For the choice it was applied a questionnaire with the purpose of obtaining information about the properties, especially the final destination of the sewage. The results were chosen those properties where the largest number of residents, where there often existed in the use of sanitation and who possessed better location for the installation of the system Physical, chemical and biological analyzes of water supply were performed to verify fell into the legislation. The results showed that the water supply is under the current legislation .The implementation of the biodigestive septic system presents the advantage of not contaminating the soil, prevents the breeding of insects, as well as easy maintenance, consequently improving the sanitary condition of the properties.

**Key-words:** Sewage collection; biodigestive septic tanks, basic sanitation.



## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIACÕES</b> .....	X
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1. SANEAMENTO BÁSICO .....	13
2.2. RECURSOS HÍDRICOS .....	15
2.3. ESGOTO.....	16
2.4. CONTAMINAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	17
2.5. FOSSAS SÉPTICAS BIODIGESTORAS.....	19
2.6. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA E PADRÕES DE LANÇAMENTO .....	22
2.7. ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS.....	23
2.7.1. Turbidez.....	23
2.7.2. Cor .....	24
2.7.3. Potencial hidrogeniônico – pH .....	24
2.7.4. Condutividade Elétrica .....	25
2.7.5. Sólidos .....	25
2.7.6. Oxigênio dissolvido – OD .....	26
2.7.7. Alcalinidade.....	26
2.7.8. Dureza.....	27
2.7.9. Dióxido de carbono livre – CO <sub>2</sub> .....	27
2.7.10. Demanda química de oxigênio – DQO.....	27
2.7.11. Coliformes termotolerantes.....	28
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1. ESCOLHA DAS PROPRIEDADES .....	29
3.2. PREPARAÇÃO E MONTAGEM DA FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA .....	31
3.3. ANÁLISE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO .....	35
3.3.1. Análise microbiológica.....	36
3.3.2. Análises físicas e químicas .....	37
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	40
4.1. IMPLANTAÇÃO DAS FOSSAS.....	42
4.2. ANÁLISES DAS ÁGUAS .....	43
4.3. VIABILIDADE SOCIAL, AMBIENTAL E ECONÔMICA.....	45
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48
<b>7. ANEXO</b> .....	53

## **LISTA DE ABREVIACÕES**

AAOF: Associação Agroecológica de Ouro Fino

ANA: Agência Nacional de Águas

CERH-MG: Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gérias

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM: Conselho Estadual de Política Ambiental

DQO: Demanda Química de Oxigênio

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNASA: Fundação Nacional da Saúde

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MMA: Ministério do Meio Ambiente

NMP: Número Mais Provável

OD: Oxigênio Dissolvido

OMS: Organização Mundial da Saúde

pH: Potencial Hidrogeniônico

SINGREH: Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SISNAMA: Sistema Nacional de Meio Ambiente

STD: Sólidos Totais Dissolvidos

VMP: Valor Máximo Permitido

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 50 tem ocorrido mudanças no perfil populacional do Brasil, com o aumento da centralização fundiária nas zonas urbanas em decorrência do êxodo rural. Como consequência houve uma explosão demográfica em grande parte das cidades, e estas não estavam preparadas para esse alto índice no crescimento populacional. Este conjunto de fatores combinados com a falta de planejamento urbano ocasionou uma crise no sistema de saneamento, uma vez que a população não possuía acesso à água tratada e ao esgotamento sanitário (Silva, 2009).

Uma alternativa encontrada pelo governo para a melhoria da situação que estava ocorrendo no Brasil foi a criação do Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, na década de 70, porém, como não houve investimento financeiro para o saneamento básico o plano se tornou inviável, sendo a estrutura do plano abandonada somente na década de 90.

No Brasil, a coleta e tratamento de esgotos, não abrangem as zonas rurais, deixando por conta do proprietário rural a destinação dos efluentes, que quase sempre se dá por meio de fossa negra e a céu aberto. Esta condição foi mencionada por Silva (2001), em que a maioria da zona rural brasileira, não apresenta rede coletora de esgoto ou fossa séptica, como também água encanada e, por World Health Organization (2006) apud. Lemos (2011) em que sete a cada dez pessoas habitantes de áreas rurais não tem acesso ao saneamento básico e mais de oito em cada dez pessoas não tem acesso a fontes melhoradas de água potável.

Estes sistemas de deposição de efluentes têm ocasionado sérios danos ao meio ambiente, à saúde e à qualidade de vida, pois normalmente proporcionam a contaminação e poluição de rios, disseminação de doenças transmissíveis por veiculação hídrica, proliferação de insetos e roedores transmissores de doenças e mau cheiro. A utilização adequada de sistema de coleta e tratamento de esgotos, que fazem parte de um sistema de saneamento básico

proporciona o restabelecimento da pureza das águas e melhoria ao meio ambiente, à saúde e à qualidade de vida (Przybysz, 1997).

Uma das opções que vem sendo adotada para modificar os sistemas de esgotamento sanitário é a fossa séptica biodigestora, constituindo numa tecnologia simples, de baixo custo e que protege a saúde, além do resíduo poder ser aproveitado como adubo. Além dos benefícios ambientais, as novas fossas estão devolvendo a dignidade e o bem-estar às famílias beneficiadas, que deixam de conviver com as doenças e o mau cheiro (FBB, 2010).

Considerando a importância da implantação de sistema que proporciona a destinação adequada do esgoto e que seja acessível, o presente estudo teve por objetivo a implantação de um sistema de tratamento de esgoto utilizando fossa séptica biodigestora em propriedades agroecológicas, como melhoria nas condições do saneamento da comunidade rural.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. SANEAMENTO BÁSICO**

Conforme definição da Organização Mundial da Saúde – OMS (1946), “saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social”, ou seja, o saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar a salubridade ambiental.

A Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, em seu art. 3º define saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões

de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Embora exista esta enumeração dos serviços, não se deve restringir a busca pela segurança sanitária e o bem-estar ambiental da população a apenas estas atividades, necessitando e sendo indispensáveis pesquisas e ações para reduzir os danos e as contaminações causadas ao ambiente, principalmente as relacionadas à água. Uma solução seria a implantação de, por exemplo, fossas sépticas e sumidouros, privadas de vários tipos (de buraco, tubular, estanque, de fermentação ou química) (Kobiyama et al., 2008).

Sem saneamento básico verifica-se que diminuem os benefícios do acesso à água potável, afetando diretamente a saúde. As melhorias no saneamento podem aumentar o leque das reais escolhas; podem proteger as pessoas, especialmente as crianças e idosos de condições de saúde precárias; podem retirar as pessoas da pobreza, reduzindo os riscos e as vulnerabilidades que perpetuam os ciclos de privação; podem aumentar a produtividade, incrementar o crescimento econômico e criar emprego e, podem também fazer aumentar a autoestima das pessoas nas suas casas e comunidades (Lemos, 2011).

De acordo com o Atlas do Censo Demográfico de 2010 dos 190 milhões de habitantes da população brasileira, 31 milhões residem na zona rural (IBGE, 2013).

O IBGE, através da pesquisa nacional por amostras de domicílio – PNAD, apontou que com relação ao abastecimento de água 71% dos moradores da zona rural tem acesso a água por canalização direta da fonte, enquanto 29% não possuem nenhum tipo de canalização (IBGE, 2012). A oferta de água tem relação estreita com a segurança alimentar, o estilo de vida das pessoas, o crescimento industrial e agrícola e a sustentabilidade ambiental. Insumo básico do século e de quase todos os processos produtivos, a água é vital para a produção de alimentos para atender a população em quantidade e qualidade para o consumo (Lemos, 2011).

A situação ainda é mais crítica quando são analisados dados do esgotamento sanitário: apenas 4,8% dos moradores domiciliados as áreas rurais estão ligados à rede coletora de esgotos e 27,7% utilizam a fossa séptica como solução para o tratamento dos efluentes. Os demais domiciliados, 67,5%, depositam os efluentes em “fossas negras” ou não possuem nenhum tipo de tratamento, lançando esses efluentes em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto (IBGE, 2012).

## 2.2. RECURSOS HÍDRICOS

Os recursos hídricos são compreendidos como fontes de valor econômico essencial para a sobrevivência, manutenção e desenvolvimento dos seres vivos. Eles são abundantes na natureza e, por isso, durante muitos anos se pensou que a falta de água potável era impossível. Isso causou certa despreocupação com a preservação deste recurso e as sociedades modernas continuaram a se desenvolver formando grandes centros urbanos a qualquer custo, deixando de lado a preocupação com a possível contaminação do meio ambiente. O consumo de água para abastecimento varia conforme fatores sociais, políticos, econômicos e geográficos, sendo a má distribuição geográfica da água mais um problema relacionado aos recursos hídricos (Kobiyama et al., 2008; Lima et al., 2012).

Segundo Von Sperling (2005), a água apresenta múltiplos usos: abastecimento para consumo humano, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e da fauna, criação de espécies, geração de energia elétrica, navegação, harmonia paisagística, diluição e transporte de efluentes, sendo que para o consumo humano e abastecimento industrial, necessitam previamente de tratamento, visto que ambas as utilidades necessitam de uma água de melhor qualidade. Dentre as utilidades acima, o uso mais nobre a ser considerado é o abastecimento para consumo humano. A água de abastecimento para consumo humano deve respeitar diversos critérios e padrões de qualidade. A legislação brasileira que define os padrões de potabilidade da água é a Portaria nº 2.914 de 14 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Segundo o capítulo I, artigo 3º da mesma portaria: “Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água”.

De acordo com Lima et al. (2012), toda água a qual se destina ao consumo humano deve satisfazer e seguir aos padrões estabelecidos na referida legislação, e os usos menos nobres dispensam melhor qualidade, sendo que, o uso considerado menos nobre da água é a diluição dos efluentes.

Segundo Porréca (1998), uma das grandes preocupações refere-se à qualidade das águas superficiais, que vêm sendo utilizadas como suporte para a eliminação dos resíduos produzidos pelo homem. De acordo com o panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil (ANA, 2012) a degradação dos corpos d’água vem ocorrendo, em intensidades e tempos variados; atualmente os esgotos domésticos representam a principal pressão sobre os recursos hídricos do País, em função da falta de rede de coleta e tratamento ou do tratamento ineficiente

dos esgotos coletados, sendo o resultado disso o lançamento de cargas orgânicas domésticas remanescentes nos corpos hídricos, principalmente nas proximidades dos aglomerados urbanos, incorrendo na deterioração da qualidade da água com consequências econômicas e sociais.

### 2.3. ESGOTO

Toda comunidade que usa água para fins higiênicos e recreativos produz resíduo líquido, denominado águas residuárias ou esgoto sanitário; dependendo da fonte de geração as águas residuárias são definidas como a combinação de líquidos ou águas portadoras de resíduos procedentes de residências, instituições públicas, assim como centros comerciais, indústrias e qualquer edificação que disponha de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas, que eventualmente podem agregar águas subterrâneas, superficiais e pluviais (FUNASA, 2004; Montsoriu, 1985 apud Quiante, 2008).

Por conter organismos patogênicos responsáveis por inúmeras doenças entre elas a febre tifoide, diarreias infecciosas, amebíase, entre outras, os efluentes devem sempre receber tratamento adequado. A falta da prática do saneamento tem garantido em todo o país a proliferação dessas e de outras enfermidades (FUNASA, 2004).

Tal como a disseminação de doenças, a falta de destinação adequada ao esgoto ainda é responsável pela degradação ambiental, destacando a contaminação do solo, a eutrofização dos corpos hídricos e a proliferação de vetores. Esses e outros fatores deixam evidente a importância do tratamento dos esgotos. Uma vez que os efluentes recebam destinação adequada através da coleta, transporte, tratamento e destinação final do esgoto, rapidamente serão observados os reflexos dessa ação: a) redução do número de doenças causadas pela contaminação hídrica; b) redução de gastos no tratamento de água de abastecimento e, c) preservação da fauna aquática, são exemplos relevantes de que é viável do ponto de vista econômico, social, e ambiental, tratar o esgoto. Dessa forma, Lima et al., (2012) menciona que um sistema de tratamento de esgoto deve atender a esses três aspectos observados.



## 2.4. CONTAMINAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Quase dois terços dos brasileiros que vivem fora de áreas urbanas ainda não contam com serviço básico de saneamento. Isso significa que aproximadamente 20 milhões de pessoas correm maiores riscos de contrair doenças infecciosas ou parasitárias, que são adquiridas principalmente pelo contato com o esgoto não tratado e/ou através da água do lençol freático, contaminada pelo uso de fossas negras.

A crescente explosão demográfica de forma desordenada em grande parte das cidades aumenta, cada vez mais, aumentando conseqüentemente a produção de esgotos que, se não forem tratados, tornam-se fonte de poluição e contaminação da água. De acordo com Kobiyama (2008) os recursos hídricos ao receberem altas cargas de esgotos urbanos, efluentes industriais, resíduos sólidos e agrotóxicos, somados às baixas vazões, diminuem a capacidade de recuperação e impedem o estabelecimento do equilíbrio natural.

Nos efluentes líquidos humanos podem veicular várias doenças através de vetores, conforme demonstrado na **Tabela 1**, por isso, é importante que fiquem longe dos seres humanos, das águas utilizadas para abastecimento da população e sedentação de animais e, alimentos. Assim, necessita-se da destinação correta e tratamento desses efluentes para a prevenção de doenças, preservação da fauna e flora, evitar a contaminação dos solos e mananciais de abastecimento, aumentar o índice de desenvolvimento humano, diminuir a mortalidade, principalmente infantil, além de reduzir o custo do tratamento de água.

**Tabela 1:** Doenças relacionadas com o abastecimento de água

<b>TRANSMISSÃO</b>	<b>DOENÇA</b>
<b>Pela água</b>	Cólera Febre tifoide Giardíase Amebíase Hepatite infecciosa Diarreia aguda
<b>Pela falta de limpeza e higienização com a água</b>	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobíase Ancilostomíase Ascaridíase

<b>Por vetores que se relacionam pela água</b>	Malária Dengue Febre amarela Filariose
<b>Associada à água</b>	Esquistossomose Leptospirose

**Fonte:** Adaptado FUNASA (2004).

A contaminação dos corpos d'água envolvem dois aspectos importantíssimos para a qualidade de vida da população: o sanitário e o ambiental, onde a qualidade de vida da população está intimamente relacionada às boas condições sanitárias.

O lançamento dos efluentes em corpos hídricos provoca alterações físicas, químicas e biológicas, causando assim, danos ao ecossistema do entorno. Segundo Von Sperling (2005) a contaminação das águas pode ser definida como: “A adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente alteram a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que deles são feitos”.

Um dos principais problemas causados pela destinação dos efluentes líquidos nos recursos hídricos é a eutrofização. O processo de eutrofização é causado pelo excesso de nutrientes, provocando o crescimento das algas, impedindo que ocorra o processo de fotossíntese e diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido, dessa forma provocando a mortandade de alguns organismos (Barros, 2008; Lima et al., 2012). Para evitar esse processo é necessário evitar a entrada de elevadas quantidades de nutrientes nos recursos hídricos, além de implementar medidas de recuperação de corpos hídricos eutrofizados.

Estas considerações revelam a importância dos cuidados que deverão ser tomados quanto a destinação e tratamento dos efluentes líquidos adequadamente. Na área rural se torna mais complicada essa questão, devido ao afastamento em relação ao sistema de rede coletora e às estações de tratamento de esgoto, ainda que se existisse tornaria a rede coletora muito extensa.

A população da zona rural lança mão de sistemas para a destinação dos efluentes rudimentares que são considerados inadequados, devendo principalmente ao fato de que essa técnica oferece a um custo baixo uma destinação, mesmo que inadequada, dos efluentes. Embora, existam trabalhos onde são apresentados sistemas para a destinação adequada ao esgoto no meio rural a um baixo custo, com um sistema de fácil manutenção e com o aproveitamento do subproduto gerado (Lima et al., 2012).

## 2.5. FOSSAS SÉPTICAS BIODIGESTORAS

A destinação dos esgotos nas comunidades rurais, normalmente constitui em um sistema de esgotamento sanitário precário. Na maioria dos locais os proprietários simplesmente deixam o esgoto correr a céu aberto, pois não têm como arcar com os custos de instalação de um sistema adequado, o que limita a instalação de forma generalizada.

Conforme dados do IBGE (2013), na zona rural brasileira vivem aproximadamente 20% do total de habitantes brasileiros, que, em sua maioria, carecem de um sistema básico de saneamento. Sob aspectos de esgotamento sanitário esta população encontra-se em situação crítica, pois 67,5% desses habitantes depositam os efluentes em “fossas negras” ou não possuem nenhum tipo de tratamento, lançando esses efluentes em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto.

De acordo com Silva et al. (2007), as fossas negras, são as principais responsáveis pela contaminação das águas subterrâneas que abastecem as residências ao entorno; quando o chorume se infiltra nas paredes da fossa e percola através do solo pode atingir e contaminar as águas subterrâneas. Uma das opções que vem sendo adotada são as fossas sépticas biodigestoras, constituindo numa tecnologia simples, de baixo custo e que protege a saúde, além do resíduo poder ser aproveitado como adubo.

Os processos usados para tratamento de esgotos podem ser aeróbios ou anaeróbios. Nos casos de processos aeróbios, os microrganismos utilizam o oxigênio dissolvido para converter a matéria orgânica em dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Nos processos anaeróbios, ou seja, sem a presença de oxigênio, o oxigênio é substituído pelo nitrato para que ocorra o processo de respiração, resultando, como produto final, além do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Devido ao baixo custo operacional e a melhor eficiência do processo, a digestão anaeróbia é usada desde simples processo de fossas sépticas domésticas até estações complexas de regiões metropolitanas. Com o processo anaeróbio é possível a redução dos organismos patogênicos, redução substancial dos sólidos voláteis e a estabilização de substâncias instáveis contidas no esgoto (Silva et al., 2007).

De acordo com Novaes et al. (2002) o sistema de fossa séptica biodigestora é um sistema anaeróbio para tratar esgoto sanitário (fezes e urina) de uma propriedade rural, que contribui para a viabilização do tratamento de esgoto doméstico, consistindo em um tratamento biológico do esgoto por ação de digestão fermentativa, utilizando-se de esterco bovino como meio inoculante de bactérias. O sistema evita a proliferação de doenças veiculadas pela água poluída por esgoto doméstico.

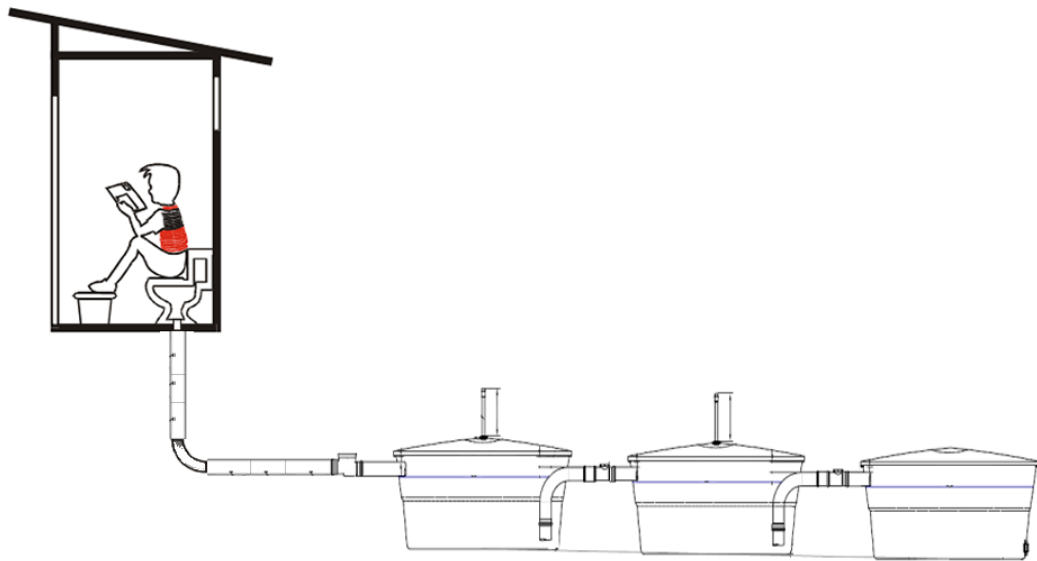
Para Kobiyama et. al. (2008) a fossa séptica é uma caixa dimensionada para deter os esgotos domésticos por tempo pré-determinado suficiente para que ocorra sedimentação dos sólidos, retenção de gorduras, redução da carga orgânica e diminuição da quantidade de patógenos. Após o processo de sedimentação, o efluente líquido (livre de sólidos) é disposto em poços absorventes, conhecidos como sumidouros. Nesta etapa, o efluente infiltra no solo, caracterizando um processo de filtração bem lenta. No caso de solos com taxa de absorção muito baixa, não devem ser empregadas valas de infiltração como escrito na NBR 7.229/93.

O processo de biodigestão na fossa séptica biodigestora, consiste na decomposição anaeróbica da matéria orgânica por bactérias, que as converte em biogás e efluente líquido, estabilizado e livre de odores. Os processos biológicos para o tratamento de esgoto se dão através de microrganismos que utilizam a matéria orgânica biodegradável em um reator biológico, para obtenção de energia para suas atividades e como fonte de matéria prima para sua reprodução (Silva et al., 2007).

O sistema fossa séptica biodigestora foi desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária com o propósito de, a um custo baixo, substituir as fossas negras e sumidouros a céu aberto. O sistema consiste em um tratamento biológico através de ação fermentativa, sendo o esterco bovino utilizado como inoculante (Novaes et al., 2002).

Um esquema simplificado do sistema é mostrado abaixo, conforme **Figura 1**, sendo composto por três caixas d'água que ficam sob o solo, onde todo o sistema é ligado por tubos e conexões. A primeira caixa do sistema é denominada “módulo de fermentação”, sendo destinada à biodigestão anaeróbia do efluente. O sistema deve ser constituído de, no mínimo, 2 módulos de fermentação. A última caixa, ou “caixa coletora”, é destinada ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização. Como o sistema é modular, o número de caixas pode ser aumentado de maneira proporcional ao número de moradores da residência, mantendo-se o volume mínimo de 1.000 litros para cada caixa (EMBRAPA, 2012).

O tempo de detenção hidráulica – TDH das caixas pode variar de 21 dias (Peres et al., 2010) a 30 dias (FBB, 2010).



**Figura 1:** Esquema simplificado da posição da fossa séptica biodigestora. **Fonte:** Adaptado da Embrapa, 2012.

A Fossa Séptica Biodigestora vem sendo empregada para melhoria do saneamento nas regiões rurais, a fim de reduzir a carga de matéria orgânica lançada nos corpos hídricos e a contaminação do solo. Por ter um baixo custo de instalação e fácil manutenção, o processo de biodigestão de resíduos orgânicos é uma possibilidade real para a melhoria do saneamento no meio rural e consequente aumento da qualidade de vida da população (Novaes et al., 2002).

Após o processo de desinfecção, o efluente gerado pode ser disposto em solo, sendo a irrigação de culturas perenes o método mais eficiente e acessível para a população que não possui o sistema de tratamento de águas residuárias. De acordo com estudos realizados por Silva (2013) o uso do efluente após tratamento deve ser feito como fertilizante, devendo ser utilizado apenas no solo e, o efluente não deve ser utilizado como única fonte de água para as plantas pois o excesso pode provocar salinização e lixiviação do excesso de nutrientes.

Devido a sua capacidade fertilizante, o efluente vem sendo indicado no preparo de solos e na adubação de pomares, apresentando efeito comparável ao da adubação química inorgânica à base de nitrogênio, fósforo e potássio a um custo praticamente zero. O retorno ao solo desse líquido deve ser priorizado, pois transforma um resíduo de disposição problemática em insumo de grande valor na agricultura, já que o efluente fornece macronutrientes e micronutrientes às plantas, atua como condicionador de solo e dessa forma contribui para uma agricultura sustentável (Faustino, 2007).

No sistema supramencionado não é necessário que seja efetuada limpeza das caixas, pois o sistema de “sifão” permite que o efluente concentrado na parte inferior seja transportado para a próxima caixa à medida que entra mais água no sistema. Portanto, após a colocação das tampas, estas não devem mais ser abertas (EMBRAPA, 2012).

Segundo Van Der Hoek et al. (2002) apud Medeiros et al. (2007), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas residem na conservação da água disponível e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos), concorrendo para a preservação do meio ambiente.

## 2.6. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA E PADRÕES DE LANÇAMENTO

Segundo Souza (2008), o desenvolvimento dos recursos hídricos não pode se desassociar da conservação ambiental, já que na essência envolve a sustentabilidade do homem no meio natural.

As substâncias presentes na água determinam seu conceito de qualidade estando relacionados com seu uso e características por ela apresentadas. Um conjunto de parâmetros compõe o padrão de potabilidade, que tornam a água própria para o consumo humano (BRASIL, 2006). A rigor, estando estabelecidos critérios e padrões de qualidade a se manter nos corpos d’água, o que garantiria os usos pretendidos, não haveria necessidade da fixação de padrões de lançamento para efluentes. A adoção destes padrões de lançamento para efluentes se caracteriza, pois, em uma exigência complementar visando atender a condições mais específicas, mas que já são contempladas no âmbito da resolução, podendo ser aceita como forma apenas complementar (MMA, 2009).

O enquadramento de corpos d’água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Mais do que uma simples classificação, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d’água em questão. O enquadramento busca, de acordo com a Lei nº 9.433/97 em seu Art. 9º, “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (ANA, 2014).

A classe do enquadramento de um corpo d'água deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade, levando em conta as prioridades de uso da água. A discussão e o estabelecimento desse pacto ocorrem no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH. O enquadramento é referência para os outros instrumentos de gestão de recursos hídricos (outorga e cobrança) e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento e monitoramento), sendo, portanto, um importante elo entre o SINGREH e o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA (ANA, 2014).

As classes de corpos de água para o enquadramento são definidas pela Resolução CONAMA n° 357/05, devendo os corpos de água ser enquadrados de acordo com a qualidade da água necessária para os usos da água desejados mais restritivos (Silva et al., 2011).

Os padrões de lançamento de efluentes líquidos, de forma direta ou indireta, nos cursos d'água do Estado de Minas Gerais são estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01/08. Assim, toda fonte de poluição deve promover a adequação do efluente a ser descartado aos limites máximos descritos na normativa, por meio do gerenciamento das atividades para redução do potencial poluidor dos despejos ou pela implantação de um sistema de tratamento.

## 2.7. ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos determinam as características de potabilidade necessárias para que, a água chegue até a população de uma maneira mais segura e confiável, afim de que, possa ser utilizada no consumo humano. Esses parâmetros são regulamentados por normas e/ou padrões definidos em portarias do ministério da saúde. (Richter e Netto, 1999). Os mesmos parâmetros são utilizados para determinar os padrões de lançamento em corpos hídricos, de modo que obedecem às condições, padrões e exigências dispostos na resolução e em outras normas aplicáveis.

### 2.7.1. Turbidez

A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes

do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. É um parâmetro físico e tem sua importância no processo de tratamento da água, além de ser um indicador sanitário e padrão organoléptico da água de consumo humano. De acordo com a Portaria MS nº 2.914/2011, que incorpora as preocupações internacionais relacionadas à transmissão de protozoários via abastecimento de água, o padrão de turbidez da água resultante de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) foi reduzido para 0,5 NTU e para água resultante de filtração lenta foi reduzido para 1,0 NTU. (Brasil, 2013).

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático (CETESB, 2014).

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (CETESB, 2014).

### 2.7.2. Cor

A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como ferro e manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que, água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras. A Portaria MS nº 2.914/2011 estabelece para cor aparente o valor máximo permitido de 15 (quinze) uH como padrão organoléptico para consumo humano (Brasil, 2013).

### 2.7.3. Potencial hidrogeniônico – pH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, esse fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na



faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição (Brasil, 2013). Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes (CETESB, 2014).

#### 2.7.4. Condutividade Elétrica

A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a  $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  indicam ambientes impactados (CETESB, 2014).

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2014).

#### 2.7.5. Sólidos

Resíduos ou Sólidos são todas as matérias suspensas ou dissolvidas na água, nos despejos domésticos ou industriais. Pode-se interpretar o termo sólido como sendo “toda a matéria que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação, a uma temperatura preestabelecida e por um tempo fixado”. Os sólidos de uma água podem ser classificados como Sólidos Totais Dissolvidos e Sólidos Totais em Suspensão. De acordo com o tratamento térmico efetuado na amostra, pode-se, ainda, fragmentar os sólidos em termos de “fixos” e “voláteis”; sendo que o termo “sólidos fixos” é aplicado ao resíduo total, em suspensão ou dissolvido, após aquecimento e secagem por um período específico e a uma temperatura específica. A massa perdida por ignição é chamada de “sólidos voláteis”; a determinação dessas porções não permite distinguir com precisão entre matéria orgânica e inorgânica, uma vez que a perda por ignição não envolve apenas a matéria orgânica, podendo ser em razão da decomposição ou volatilização de vários sais minerais (EPUSP, 2004).

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos

orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas (CETESB, 2014).

#### 2.7.6. Oxigênio dissolvido – OD

O oxigênio dissolvido refere-se ao oxigênio molecular ( $O_2$ ) dissolvido na água. A concentração de OD nos cursos d'água depende da temperatura, da pressão atmosférica, da salinidade, das atividades biológicas, de características hidráulicas (existência de corredeiras ou cachoeiras) e, de forma indireta, de interferências antrópicas, como lançamento de efluentes nos cursos d'água (CPRM, 2007).

Águas poluídas apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação (CETESB, 2014).

Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Através de medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática (CETESB, 2014).

#### 2.7.7. Alcalinidade

Entre as impurezas encontradas nas águas, existem aquelas que são capazes de reagir com ácidos, podendo neutralizar certa quantidade desses reagentes. Essas impurezas conferem às águas a característica de alcalinidade. Por definição, alcalinidade de uma água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte, até um determinado pH. Para medir alcalinidade em laboratório, utiliza-se ácido sulfúrico (Oliveira, 2007).

A alcalinidade é a quantidade de íons necessários na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. É uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH: capacidade tampão). Os principais constituintes da

alcalinidade são os bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e os hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ), sendo a distribuição entre as três formas na água em função do pH (Von Sperling, 2005).

Mesmo as águas com pH inferior a 7,0 (5,5 por exemplo), podem, e, em geral, apresentam alcalinidade, pois normalmente contém bicarbonatos (Oliveira, 2007).

#### 2.7.8. Dureza

A dureza de uma água é a soma das concentrações de cálcio e magnésio, expressa em termos de carbonato de cálcio, em miligramas por litro. O cálcio e magnésio estão presentes na água, principalmente nas formas bicarbonatos de cálcio e de magnésio e, sulfatos de cálcio e de magnésio (Oliveira, 2007).

É referente a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os cátions bivalentes  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados. A dureza pode ser classificada como *dureza carbonato* (associada a  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ ) e *dureza não carbonato* (associada a outros ânions, especialmente  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ ). A dureza correspondente à alcalinidade é a dureza carbonato, enquanto que as demais formas são caracterizadas como dureza não carbonato. A dureza carbonato é sensível ao calor, causando precipitação em elevadas temperaturas (Von Sperling, 2005).

#### 2.7.9. Dióxido de carbono livre – $\text{CO}_2$

O gás carbônico livre existente em águas superficiais normalmente está em concentração menor do que 10 mg/L, enquanto que em águas subterrâneas pode existir em maior concentração. O gás carbônico contido na água pode contribuir significativamente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento (tubos de fibrocimento) de um sistema de abastecimento de água e por essa razão o seu teor deve ser conhecido e controlado (Brasil, 2013).

#### 2.7.10. Demanda química de oxigênio – DQO

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da  $\text{DBO}_{5,20}$  (Demanda bioquímica de oxigênio), sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração

de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais (CETESB, 2014).

A DQO tem demonstrado ser um parâmetro bastante eficiente no controle de sistemas de tratamentos anaeróbios de esgotos sanitários e de efluentes industriais (CETESB, 2014).

#### 2.7.11. Coliformes termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia* e *Erwinia*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (CETESB, 2014).

Os coliformes termotolerantes pertencem a um subgrupo de microrganismos e são exclusivamente do trato intestinal de animais de sangue quente. A presença de coliformes termotolerantes determina a origem fecal da contaminação, indicando risco da presença de outros microrganismos patogênicos (Von Sperling, 2005).

As bactérias coliformes termotolerantes, as *Escherichia coli*, reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar carboidratos. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera (CETESB, 2014).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em propriedades que fazem parte da Associação Agroecológica de Ouro Fino – AAOF, no município de Ouro Fino/MG, sul de Minas Gerais, latitude 22°17'02" S e longitude 46°22'02" O. O clima da região é do tipo tropical úmido, com duas estações definidas: chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), com médias anuais de 1744 mm de precipitação e 19,2°C de temperatura.

#### 3.1. ESCOLHA DAS PROPRIEDADES

Após trabalhos para o levantamento de demandas dos produtores orgânicos do sul de Minas Gerais realizados em parceria do IFSULDEMINAS com a EMATER/MG, várias situações foram elencadas, dentre elas, as condições precárias do sistema de destinação dos efluentes. Os agricultores da AAOF dispõem de forma inadequada o esgoto, e preocupados com a condição sanitária e ambiental de suas propriedades, vislumbraram a possibilidade de realizar a destinação adequada dos efluentes sanitários. Assim foi consolidada uma parceria entre o Câmpus Inconfidentes e a AAOF. Primeiramente foram realizadas algumas etapas de estudo com os produtores de propriedades agroecológicas pertencentes à AAOF para uma avaliação participativa e posterior escolha daquelas nas quais poderiam ser implantados os sistemas de fossas sépticas biodigestoras.

As etapas consistiram na identificação do problema no âmbito do diagnóstico participativo de agroecossistemas realizado na comunidade, através de entrevistas semiestruturadas realizadas durante visitas às propriedades das famílias por meio de questionário conforme representado no **Anexo 1** e seleção participativa dos locais para a implantação do sistema.

O questionário aplicado foi composto por 14 questões que tinham como finalidade a obtenção de informações sobre as propriedades, o cultivo e o destino final do esgoto sanitário.

À partir das informações obtidas através do questionário foram escolhidas três propriedades através de critérios preestabelecidos, sendo eles a propriedade em que existisse maior número de moradores, onde houvesse frequência no uso do sanitário e que possuísse local adequado para a instalação do sistema. Estas três propriedades participaram do programa de instalação de sistema de esgoto sanitário que acontecerá até julho de 2014, por meio de projeto financiado pelo IFSULDEMINAS, sendo designada apenas uma propriedade para o presente trabalho.

A propriedade em que se instalou o sistema de fossa séptica foi o Sítio Cachoeirinha, conforme representado na **Figura 2**, possuindo uma área de aproximadamente 17 hectares e que se encontra no Bairro dos Tavares, zona rural do município, cujas coordenadas geográficas são 22°21'22'' S e 46°26'47'' O. Nesta propriedade, o sistema foi implantado na residência que conta com três moradores, sendo que no final de semana conta com até seis pessoas. Os efluentes desta casa são destinados para uma fossa negra.

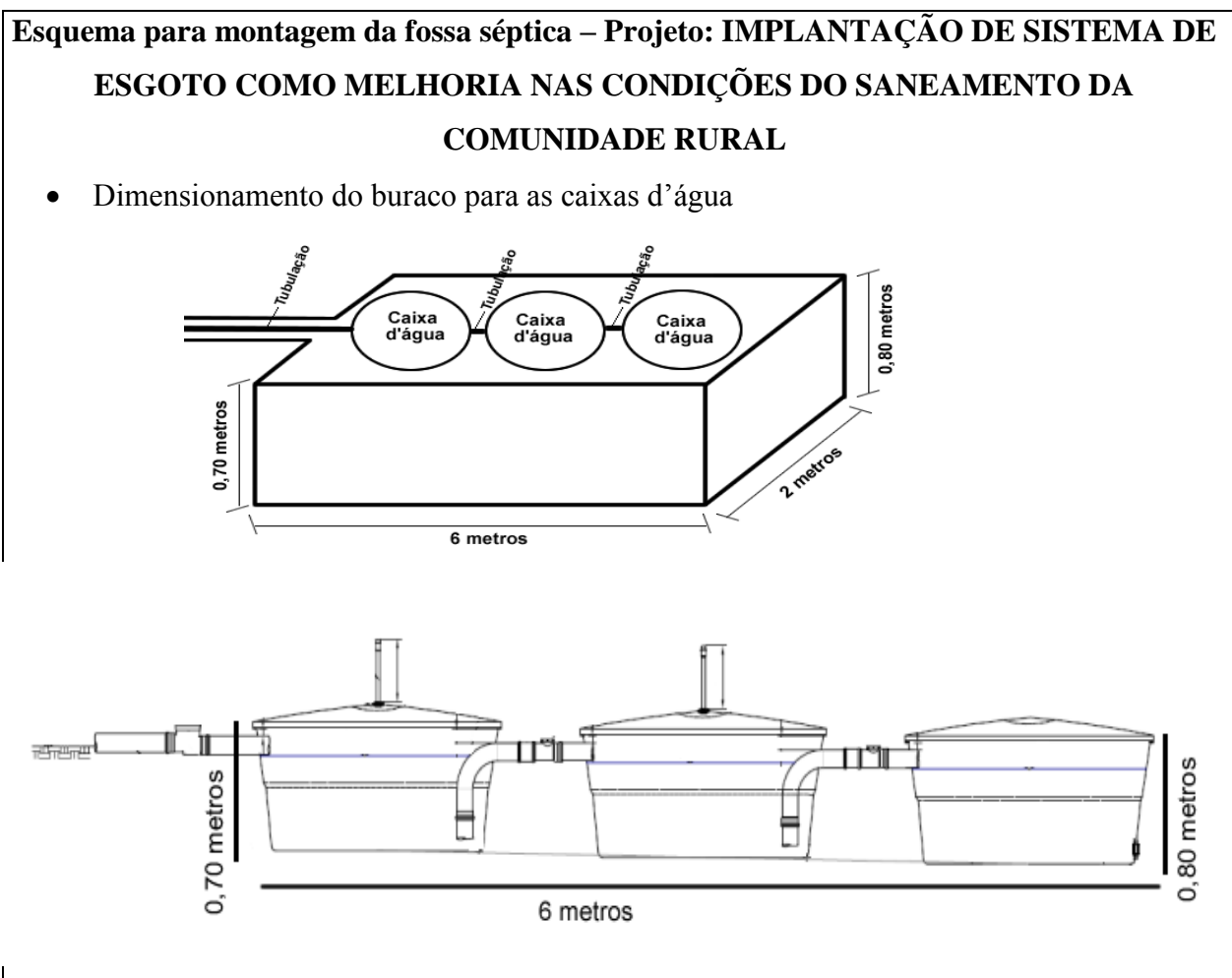


**Figura 2:** Vista aérea da propriedade - Sítio Cachoeirinha. **Fonte:** Google Earth, 2014.

### 3.2. PREPARAÇÃO E MONTAGEM DA FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA

A preparação do local de implantação da fossa séptica biodigestora consistiu de visitas na propriedade para verificação do local adequado para a instalação da mesma, seguindo as recomendações da Embrapa (2012), dando preferência a locais secos (distante de áreas alagáveis e de cursos d'água), com lençol freático não muito raso (nível máximo pelo menos 1 metro abaixo do fundo das caixas), mais baixo que o vaso sanitário e instalada a uma distância máxima de 30 metros do vaso sanitário para evitar que o efluente comece a fermentar na tubulação, o que pode gerar odores desagradáveis.

Para a orientação dos proprietários foi elaborado um esquema, conforme **Figura 3**, com o dimensionamento da fossa seguindo as recomendações da cartilha elaborada pela Embrapa (2012). Esta cartilha orienta sobre a preparação do terreno, onde esta preparação foi realizada pelos produtores através da abertura dos buracos.



**Figura 3** Esquema para montagem da fossa séptica. **Fonte:** Adaptado da Embrapa, 2012.

A montagem da fossa séptica biodigestora seguiu o memorial descritivo elaborado pela Embrapa (2012).

Antes de serem enterradas, as caixas foram preparadas para que ficassem conectadas entre si. Com o auxílio de uma serra copo de 100 mm (4 polegadas), foram feitos dois furos em lados opostos nas duas primeiras caixas, um para instalar a tubulação de entrada e outro para a tubulação de saída. O furo de entrada ficou a 4 cm da borda superior da caixa, enquanto que o furo de saída ficou a 8 cm abaixo da borda superior da caixa. As caixas foram posicionadas com declive de aproximadamente 2%, ficando entre elas cerca de 5 cm uma mais baixa que a outra, para que o efluente escoe por meio da gravidade.

Depois de cavado o buraco de 2m de largura por 6m de comprimento e 70 cm de altura, de acordo com a **Figura 4**, o fundo foi compactado manualmente para evitar a deformação do solo com o peso das caixas. As três caixas d'água foram colocadas no local, respeitando-se as seguintes dimensões:

- i) Distância de 50 cm entre cada caixa;
- ii) Bordas superiores das caixas 10 cm acima do nível do solo (para evitar a entrada de água de enxurrada).



**Figura 4:** Buraco cavado para implantação da fossa séptica. **Fonte:** Arquivo Pessoal, 2014.



Em seguida, foi realizada a inserção das caixas, dos tubos e conexões. A conexão entre as caixas foi realizada através de tubos de PVC de 100 mm, que foram cortados nos tamanhos de 50 cm e 30 cm. Os tubos de 50 cm foram introduzidos no interior das caixas através das curvas de 90°, e para a ligação entre as caixas utilizaram-se os tubos de 30 cm para cada lado dos Tê's de inspeção. As extremidades dos tubos e as conexões foram lixadas com o auxílio de uma lixa comum nº 100, e posteriormente coladas. As duas primeiras caixas do sistema são denominadas módulos de fermentação 1 e 2, sendo que na primeira caixa foi acoplada uma válvula de retenção, por onde será alimentada com meio inoculante (uma mistura de esterco e água), conforme **Figuras 5 a 7**. O sistema de fossa séptica possui o fluxo descendente, ou seja, de cima para baixo.



**Figura 5:** Implantação da fossa séptica. **Fonte:** Arquivo Pessoal, 2014.



**Figura 6:** Implantação da fossa séptica. **Fonte:** Arquivo pessoal, 2014.



**Figura 7:** Implantação da fossa séptica. **Fonte:** Arquivo pessoal, 2014.

O efluente que será gerado no sistema será armazenado na terceira caixa (módulo de armazenamento), de onde será retirado por meio de baldes, para que seja utilizado posteriormente em culturas perenes da propriedade.

As tampas das caixas de fermentação foram furadas para a colocação das tubulações de escape dos gases formados durante o processo de biodigestão. Também foram pintadas exteriormente com tinta preta automotiva para facilitar a absorção da radiação do sol, mantendo a temperatura ideal para o processo de biodigestão.

A extremidade de entrada da válvula de retenção localizada na posição anterior à caixa 1, foi conectada a tubulação do vaso sanitário por meio de tubo de PVC de 100 mm.

Após a realização de todas as ligações, os vãos no buraco onde foram colocadas as caixas foram preenchidos com terra, não sendo necessário socar o solo. Conforme a terra se acomoda, pode ser colocado solo adicional no local.

O sistema de esgoto implantado será cercado pelo proprietário para a sua proteção evitando o acesso de pessoas ou animais, principalmente para não subirem nas tampas das caixas. Durante o funcionamento do sistema de esgoto, mensalmente deverá ser colocado uma mistura de 10 litros do meio inoculante, na proporção de 5 litros de água mais 5 litros de esterco bovino fresco para que a quantidade de microrganismos no sistema permaneça constante.

Os moradores foram instruídos quanto a limpeza do vaso sanitário, evitando o uso de produtos que contenham cloro, como água sanitária ou desinfetante, os quais podem inibir a atividade dos microrganismos responsáveis pela biodigestão. A limpeza pode ser realizada com álcool, detergente e sabão, evitando-se exageros. Não deve ser jogado papel higiênico no vaso sanitário, nem qualquer outro tipo de resíduo sólido, pois isto pode provocar o entupimento das tubulações do sistema. A alimentação do sistema deve ser de forma constante para que não seja comprometida a sua eficiência, ou seja, a manutenção dos microrganismos responsáveis pela biodigestão.

### 3.3. ANÁLISE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO

Para a realização das análises da água de abastecimento foram coletadas amostras na propriedade em que foi instalado o sistema de esgotamento sanitário. Foram coletadas um total de 3 amostras, sendo todas coletadas no período matutino, com intervalo de 20 dias entre elas. As amostras de água de abastecimento foram coletadas da torneira/tubulação, conforme **Figura 8**, utilizada para consumo em frascos de polietileno esterilizados e devidamente identificados e após, foram mantidos em refrigeração até a realização das análises. A



metodologia para a coleta da água seguiu o Manual Prático de Análise de Água com adaptações (Brasil, 2013).



**Figura 8:** Coleta de água de abastecimento. **Fonte:** Arquivo pessoal, 2014.

Para atender aos padrões de qualidade da água para consumo humano foram realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas da água de abastecimento, realizando os parâmetros estabelecidos na Portaria nº 2.914 de 2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle para a qualidade da água de consumo, porém, como os laboratórios do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes não oferecem todas as análises, só foram realizados os parâmetros disponíveis.

Os resultados das análises foram calculados usando a média aritmética simples.

### 3.3.1. Análise microbiológica

A análise microbiológica foi realizada no Laboratório de Microbiologia do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes sob a supervisão do técnico responsável, de acordo com a metodologia fornecida pela Instrução Normativa SDA nº 62 de 26 de agosto de 2003, modificada, utilizando o método do Número Mais Provável (NMP) pela técnica dos tubos múltiplos.

Para todas as análises, primeiramente foram preparados os meios de cultura com caldo EC (usado para a contagem seletiva presuntiva de *Escherichia coli* pela técnica do NMP),

inoculando a amostra a ser analisada nos tubos, após, a amostra foi incubada e depois realizada leitura dos tubos. As análises foram realizadas em duplicatas devido às condições do laboratório.

### 3.3.2. Análises físicas e químicas

As análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Águas do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes sob a supervisão do técnico responsável, de acordo com a metodologia para cada parâmetro. As análises foram realizadas em triplicatas.

Para medir a turbidez foi utilizado o turbidímetro com unidade nefelométrica expressa em NTU (Parron et al., 2011), sendo que o equipamento utilizado foi o turbidímetro microprocessado modelo HI 98.703. Após calibração do equipamento colocou-se a amostra de água (em temperatura ambiente 25°C) coletada na cubeta até enchê-la, posteriormente tampou-se e limpou-se com papel, somente depois foi colocada a cubeta no equipamento e realizada a leitura.

A cor foi medida através do equipamento colorímetro microprocessado com unidade expressa em mg/L de Pt/Co. Após calibração do equipamento colocou-se a amostra de água (em temperatura ambiente 25°C) coletada na cubeta até enchê-la, posteriormente tampou-se e limpou-se com papel, somente depois foi colocada a cubeta no equipamento e realizada a leitura.

Para a medição do pH foi utilizado o método do potenciômetro (Brasil, 2013), sendo utilizado o equipamento pHmetro modelo AD 1.000 com medidor de temperatura. Após a calibração do aparelho com solução padrão (pH 4-7 ou 10) os eletrodos foram limpos com água destilada e enxugados com toalha absorvente, depois colocou-se a amostra de água (em temperatura ambiente 25°C) coletada no becker de 50 ml até enchê-lo, somente depois foi colocado o eletrodo dentro do becker com a amostra e realizada a leitura.

A condutividade elétrica foi medida por condutivímetro e expressa em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Parron et al., 2011). Já os sólidos totais dissolvidos (STD) foram estimados através da conversão da medida condutividade elétrica (Parron et al., 2011), sendo utilizada para ambas as análises o equipamento condutivímetro elétrico com constante de célula 1. Após calibração do equipamento com solução padrão de  $149,9 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , colocou-se a amostra de água (em temperatura ambiente 25°C) coletada no becker de 50 ml até enchê-lo, somente depois foi colocado o eletrodo dentro do becker com a amostra e realizada a leitura.

A determinação do oxigênio dissolvido (OD) foi medido através da utilização do aparelho oxímetro portátil microprocessado modelo AT 170, sendo que esta determinação foi realizada em campo no próprio local de coleta de amostras.

A alcalinidade foi medida através da titulação de ácido sulfúrico (Brasil, 2013), sendo que a determinação foi realizada colocando-se 50 mL da amostra no erlenmeyer, depois adicionou-se 3 gotas da solução indicadora de verde de bromocresol/vermelho de metila, após titulou-se com a solução de ácido sulfúrico 0,02 N até a mudança da cor azul-esverdeada para róseo, anotando-se o volume total de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gasto em mL. Após a determinação procedeu-se com a realização do cálculo da alcalinidade:

$$\text{Alcalinidade total em mg/L de CaCO}_3 = V \times 20$$

Em que:

V = volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Para a medição da dureza foi utilizada a medida da titulação com EDTA (Brasil, 2013), sendo que a determinação foi realizada colocando-se 25 mL da amostra a ser analisada e 25 mL de água destilada em um erlenmeyer de 250 mL, após foi adicionado 1,0 mL de NH<sub>4</sub>OH concentrado para neutralizar o excesso de acidez e 4 mL de solução tampão pH=10, depois acrescentou-se 5 gotas do indicador negro de eriocromo-T onde a solução ficou com cor rósea, titulou-se então com EDTA 0,01M até a solução ficar de cor azul puro, sem traços róseas, sendo anotado o volume de EDTA gasto e utilizando fator de correção do EDTA quando houver e for diferente de 1. Após a determinação procedeu-se com a realização do cálculo de dureza:

$$\text{Dureza Total em mg/L de CaCO}_3 = \frac{V \times 1000 \times fc}{25 \text{ (mL de amostra)}}$$

Em que:

V = volume de EDTA

fc = 0,977

O parâmetro de CO<sub>2</sub> livre utilizado foi a titulação com hidróxido de sódio (Brasil, 2013), sendo a determinação realizada tomando 100 mL de amostra (sem agitar) em um erlenmeyer, adicionando 10 gotas de fenolftaleína, como a substância não coloriu, prosseguiu-se com a medição titulando com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,02 N gota a gota até o aparecimento de leve coloração rósea persistente por pelo menos 30 segundos, após o

volume em mL de NaOH gasto foi anotado. Procedeu-se, após a determinação, com a realização do cálculo de CO<sub>2</sub> livre, utilizando o fator de correção:

$$V \times 10 \times fc = \text{mg/L de CO}_2 \text{ livre}$$

Em que:

V = volume de NaOH

fc = 0,98

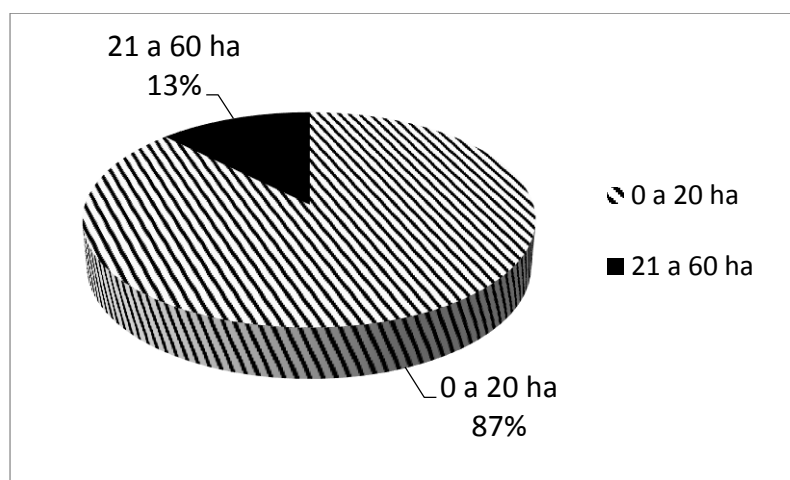
Por último, para a DQO foi medida através do fotolorímetro microprocessado modelo AT 100 P. Antes da digestão foi adicionado a um tubo de ensaio 2,5 mL de amostra a ser analisada, 1,5 mL de solução digestora (dicromato de potássio Cr<sub>2</sub>H<sub>7</sub>O<sub>4</sub>) e 3,5 mL de solução catalizadora (ácido sulfúrico concentrado H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sendo colocado no bloco digestor para digestão; após a digestão a amostra foi colocada no fotolorímetro microprocessado e o valor de DQO anotado.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A AAOF é composta por vários produtores orgânicos. As propriedades estão localizadas nos municípios de Ouro Fino, Bueno Brandão, Cambuí e Luminosa, sendo o foco da primeira etapa da pesquisa, aqueles com produção no município de Ouro Fino/MG. Através das entrevistas semiestruturadas e visitas às propriedades diagnosticaram-se as situações das propriedades.

Com relação à questão fundiária verificou-se que não existe nenhum arrendatário, posseiro ou meeiro, todos são proprietários.

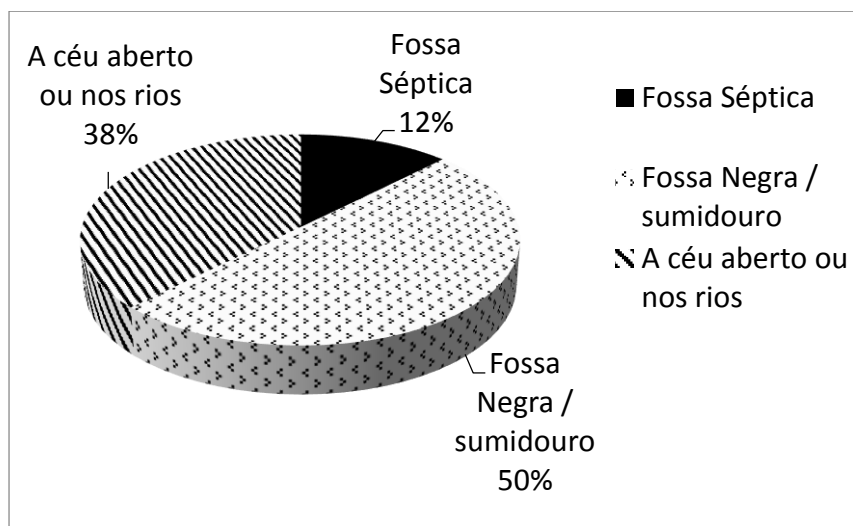
Quanto ao levantamento do tamanho das propriedades, a maioria tem dimensão até 20 ha, como demonstrado na **Figura 9**. Nestas propriedades são cultivadas hortaliças, frutas, café e leite, destacando os produtos abobrinha, beterraba, cebola, feijão, inhame, folhosas, banana, limão, maracujá. Na produção, os adubos mais utilizados no plantio foram esterco de gado, composto orgânico e calcário.



**Figura 9:** Distribuição das dimensões das propriedades da AAOF.



A quantidade de moradores que residem nas casas em todas as propriedades entrevistadas eram até 5 pessoas durante a semana e nos finais de semana existe variação em até 15 pessoas. A maioria das propriedades tem seu abastecimento de água por meio de nascente/rio/ribeirão existente na propriedade, com água encanada nas residências e também energia elétrica. O sistema de destinação final do esgoto sanitário utilizado por muitas vezes é via fossa negra/sumidouro ou a céu aberto e nos cursos d'água conforme apresentado na **Figura 10**. O que corrobora os estudos de Silva (2001), pois na situação presente a grande maioria não possui também rede coletora de esgoto ou fossa séptica. Sendo que em três delas a situação está crítica, pois a destinação é diretamente no curso d'água e poderá afetar a fonte de abastecimento.



**Figura 10:** Destinação do esgoto sanitário nas propriedades da AAOF.

Durante o levantamento das condições sanitárias observou-se que os produtores possuíam algum conhecimento sobre o sistema de fossas sépticas. Eles mencionaram sobre a importância e necessidade da destinação adequada do esgoto. Entretanto, a maioria dos proprietários deparava com dificuldade para a implantação do sistema de fossa séptica, justificando-se pelo alto custo de instalação e falta de assistência técnica que viabilizasse a construção. Assim, como houve uma possibilidade de conciliação e um meio de ultrapassar estas dificuldades, os proprietários se mostraram interessados em mudar seu sistema de tratamento de esgotos sanitários. Como ganho importante após a abordagem e esclarecimento dados aos produtores, é que a implantação das fossas sépticas econômicas influenciaria nas condições de vida, evitando a contaminação das fontes de água, melhorando a saúde dos

moradores e ainda com a opção de usar o resíduo da fossa como fertilizante em plantações perenes.

Foram três propriedades escolhidas para a implantação do sistema, aquelas em que existisse maior número de moradores, onde houvesse frequência no uso do sanitário e que possuísse local adequado para a instalação do sistema, sendo designada apenas uma propriedade para o presente trabalho.

#### 4.1. IMPLANTAÇÃO DAS FOSSAS

A propriedade em que se instalou o sistema de fossa séptica foi o Sítio Cachoeirinha conforme **Figura 11**. O proprietário cavou o buraco de acordo com as dimensões estabelecidas na cartilha que lhe foi entregue.



**Figura 11:** Sistema de esgoto sanitário implantado. **Fonte:** Arquivo pessoal, 2014.

Com relação aos custos de implantação, as despesas com material ficaram em torno de R\$1.150,00 o sistema composto pelos três módulos (duas caixas de fermentação e uma caixa de armazenamento), sem considerar as ferramentas e mão de obra necessária. Apesar deste custo na implantação, ao avaliar a relação custo x benefício, com observações na durabilidade e custos com manutenção e reparos, este sistema de esgoto sanitário será mais viável economicamente quando é realizada uma avaliação a longo prazo, considerando toda sua vida útil. De acordo com a percepção do proprietário que acompanhou a instalação da fossa séptica considerou de fácil instalação, podendo ser feita em qualquer residência.

Este sistema de fossa séptica implantado apresenta a vantagem de não contaminar o solo, pois não há vazamentos nem infiltrações, preservando o lençol freático, águas subterrâneas e demais mananciais hídricos próximos, pois o resíduo não entra em contato direto com o solo; evita a procriação de insetos e conseqüentemente evita doenças veiculadas a falta de saneamento básico, uma vez que o sistema é fechado e com isso, evita também a formação de odores desagradáveis; além da manutenção ser facilitada pois, de acordo com o memorial descritivo elaborado pela Embrapa (2012), esse sistema não necessita de limpeza das caixas.

#### 4.2. ANÁLISES DAS ÁGUAS

Foram realizadas análises da água de abastecimento a fim de verificar a situação atual em que elas se encontravam. A água destinada ao consumo no Sítio Cachoeirinha provém de uma nascente que fica a aproximadamente cem metros a montante do despejo de efluentes.

O resultado das análises para a água de abastecimento é mostrado na **Tabela 2**. A água de abastecimento foi enquadrada de acordo com a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 que estabelece a qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

**Tabela 2:** Análises da água de abastecimento do sítio Cachoeirinha

Parâmetro	Água abastecimento – AA	Portaria nº 2.914/11
Turbidez	0,0 NTU	1,0 NTU
Cor	0,0 uH	15 uH
pH	6,33	6,0 a 9,5

<b>Condutividade elétrica</b>	51, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	---
<b>STD</b>	30,17 ppm	1.000 ppm
<b>OD</b>	7,2 mg/L	---
<b>Alcalinidade</b>	28,6 mg/L de $\text{CaCO}_3$	---
<b>Dureza</b>	93,8 mg/L de $\text{CaCO}_3$	500 mg/L de $\text{CaCO}_3$
<b>CO<sub>2</sub> livre</b>	52,5 mg/L de CO <sub>2</sub> livre	---
<b>DQO</b>	32,09 mg/L	---
<b>Coliformes termotolerantes</b>	<3 NMP	<3 em 100 mL

A água de abastecimento para o parâmetro turbidez apresentou resultado igual a 0,0 uT, de acordo com a Portaria n° 2.914/11 é aceitável, uma vez que está abaixo do VMP, sendo estabelecido na portaria 1,0 uT em 95% das amostras para desinfecção de águas subterrâneas.

Para o parâmetro cor, o resultado encontrado na água de abastecimento (0,0 uC) de acordo com a Portaria n° 2.914/11 é aceitável, pois o VMP não foi atingido, ficando este abaixo dos 15 uH permitidos.

Com relação aos valores encontrados para pH na água de abastecimento igual a 6,33, de acordo com a Portaria n° 2.914/11, o pH da água deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5 para a água de consumo humano, assim encontra-se dentro do padrão estabelecido.

Para o parâmetro condutividade elétrica, a Portaria n° 2.914/11 não estabelece limites para este parâmetro, porém, em termos de comunidades aquáticas o valor registrado de  $51,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para água de abastecimento não compromete a sua sobrevivência uma vez que a faixa da condutividade elétrica em rios de água doce se encontra entre 0 a  $800 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Villas e Banderalli, 2014).

O resultado obtido para os STD na água de abastecimento (30,17 ppm) se enquadra dentro da Portaria n° 2.914/11, onde o VMP é 1.000 mg/L ou 1.000 ppm.

Para o OD, a Portaria n° 2.914/11 não estabelece limites para este parâmetro, porém, de acordo com Almeida et al. (2004) o valor encontrado para a água de abastecimento (7,2 mg/L) é satisfatório, pois o deslocamento do referido caudal líquido e a atividade fotossintética incorporam oxigênio às moléculas de água.

Em relação ao parâmetro alcalinidade não há limites na Portaria n° 2.914/11. De acordo com Moraes (2008) a distribuição das três formas de alcalinidade na água (bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos) é em função do seu pH, sendo que na faixa entre  $4,4 < \text{pH} < 8,3$ , que é a faixa em que se encontra o pH da água de abastecimento é apenas bicarbonatos; a maioria

das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, como o valor encontrado foi de 28,6 mg/L de CaCO<sub>3</sub> para água de abastecimento, este valor representa uma baixa alcalinidade.

Para o parâmetro dureza, o resultado para a água de abastecimento (93,8 mg/L de CaCO<sub>3</sub>) se enquadra no VMP estabelecido pela Portaria n° 2.914/11 que é de 500 mg/L.

Não há limites estabelecidos para CO<sub>2</sub> na Portaria n° 2.914/11, porém, o valor encontrado de 52,5 mg/L de CO<sub>2</sub> livre para água de abastecimento é semelhante ao encontrado por Cornationi (2010), onde os altos níveis observados de CO<sub>2</sub> livre na água de abastecimento podem auxiliar na incrustação de encanamentos e tubulações.

Para o parâmetro DQO não são estabelecidos limites na Portaria n° 2.914/11, porém, na resolução é definido o valor para a DBO<sub>5</sub> (demanda bioquímica de oxigênio) onde o máximo permitido é de 120 mg/L. Como os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO<sub>5</sub> e o valor encontrado na água de abastecimento (32,09 mg/L) é menor que o VMP, este valor se enquadra nas condições e padrões de lançamento de efluentes.

Em relação aos resultados de coliformes termotolerantes, para a água de abastecimento (<3 NMP) o resultado se enquadra dentro da Portaria n° 2.914/11 onde o VMP deve ser ausente em 100 ml.

Todos os resultados obtidos através dos parâmetros analisados convergem para que a água de abastecimento da propriedade em questão esteja própria para o consumo humano.

#### 4.3. VIABILIDADE SOCIAL, AMBIENTAL E ECONÔMICA

A fossa séptica biodigestora permite aproveitar os recursos da propriedade rural, uma vez que o efluente seria descartado de maneira incorreta, prejudicando assim, o meio ambiente e a saúde humana.

De acordo com Castro (2013), além do baixo custo de instalação, a utilização dessa tecnologia contribui na complementação da renda do pequeno agricultor, já que, o produto gerado como o biofertilizante, quando utilizado de maneira correta, gera economia com os gastos com fertilizantes químicos, que são responsáveis por grande parte dos gastos com o plantio.

Com a implantação do sistema de fossa séptica biodigestora os benefícios sociais, ambientais e econômicos são evidenciados, uma vez que há a eliminação da ocorrência das

doenças feco-orais; melhoria na qualidade dos corpos d'água e solo que recebiam o efluente bruto, beneficiando além da saúde humana, a fauna e flora aquáticas e, no uso do efluente para irrigação e adubação respectivamente.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os aspectos que foram levantados e analisados através dos questionários aplicados com os proprietários permitiram confirmar a grande importância e necessidade da existência de um tratamento adequado dado aos efluentes sanitários da comunidade rural desprovida de rede coletora de esgoto.

O sistema de tratamento de esgoto proposto, fossa séptica biodigestora, é uma alternativa biológica, que representa uma excelente alternativa para o tratamento de efluentes gerados, visando à preservação do meio ambiente.

Com a implantação do projeto, será possível a melhoria da qualidade da água do ribeirão que corta a propriedade, visto que, com a implantação da fossa séptica, o efluente que antes era lançado em fossa negra, será estabilizado e posteriormente utilizado em culturas perenes, como fertilizante.

O sistema implantado não apresenta nenhuma dificuldade quanto à execução. Isto demonstra a viabilidade de reprodução do sistema sem necessidades de grandes investimentos, treinamento da mão de obra ou equipamentos especiais, tornando o sistema adequado para o fim a que se propõe.

Recomenda-se o monitoramento do sistema posteriormente para verificar a qualidade do efluente advindo da implantação da fossa séptica biodigestora. Caso haja a necessidade de um tratamento complementar é indicado a normativa NBR 13.969 de 1997 que trata de Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.

Sugere-se como tratamento secundário para a fossa séptica biodigestora o leito cultivado, onde este auxiliaria no tratamento do efluente final caso o mesmo não fosse utilizado para irrigação de culturas perenes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abe, M. C. PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Em saneamento, Brasil rural iguala Burundi**. 2004. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=3134>>. Acesso em: 25/03/2014.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7.229 de 1º de novembro de 1993**. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Disponível em: <[http://200.132.139.11/aulas/Agronegocio/A4%20-%20Quarto%20Semestre/norma%20tecnica%207229\\_93%20da%20ABNT.pdf](http://200.132.139.11/aulas/Agronegocio/A4%20-%20Quarto%20Semestre/norma%20tecnica%207229_93%20da%20ABNT.pdf)>. Acesso em: 22/11/13.

Almeida, R. M. A. A.; Hussar, G. J.; Peres, M. R.; Ferriani Junior, A. L. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – SP. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p.051-056, jan./dez., 2004.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Enquadramento**. 2014. Disponível em: <[http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/PlanejamentoRH\\_enquadramento.aspx](http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/PlanejamentoRH_enquadramento.aspx)>. Acesso em: 26/03/14.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012**. 264 p. 2012.

Barros, A. M. L. **Modelagem da poluição pontual e difusa: aplicação do modelo MONERIS à bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 193 p., UFPE. Recife, 2008

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4º ed., 150 p., 2013.

Brasil. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 26/03/14.



Brasil. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em: 14/01/2014.

Brasil. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília/DF. 2006. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf)>. Acesso em: 31/03/14.

Castro, R. C. A importância do uso de biodigestores e fossas sépticas biodigestoras em pequenas propriedades rurais para o aumento da renda, preservação ambiental e permanência no campo. **Revista Educação Ambiental em ação**, nº 46, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1655&class=02>>. Acesso em: 01/06/14.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidade das águas**. 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>. Acesso em: 07/04/2014.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 26/03/14.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 26/03/14.

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental /CERH-MG – Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 26/03/14.

Cornationi, M. B. **Análises físico-químicas da água de abastecimento do município de Colina/SP**. (Trabalho de Conclusão do Curso) Faculdades Integradas Fafibe, Bebedouro, 2010.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Manual de Medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido**. 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Memorial descritivo para montagem e operação da fossa séptica biodigestora**. Embrapa Instrumentação, 2012.

EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltado para análises de águas e esgotos sanitário e industrial.** 2004

Faustino, A. S. **Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo.** Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2007.

FBB – Fundação Banco do Brasil. **Saúde e renda no campo – Saiba como montar um sistema inovador de esgoto sanitário.** 2010.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** 3º ed. rev. 408 p. Brasília, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas do Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro, 156 p., 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio.** Rio de Janeiro, v. 32, 134 p., 2012.

Kobiyama M.; Mota, A. A.; Corseuil, C.W. **Recursos hídricos e saneamento.** Curitiba: Ed. Organic Trading, 160p. 2008.

Lemos, M. **Sistema modular para tratamento de esgoto doméstico em assentamento rural e reuso para produção de girassol ornamental.** Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo. Área de concentração: Manejo e Conservação do Solo) – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2011.

Lima, F. T. S.; Pereira, C. S. S.; Pereira, A. R.; Cândida, F. F. S. Projeto de Implantação de Sistema de Fossa Séptica Biodigestora e Clorador no Sítio Rio Manso/RJ. **Revista Fluminense de Extensão Universitária,** Vassouras, v. 2, n. 2, p.11-26, jul./dez., 2012.

Lopes, L.G.; Palla, V.L. **Saneamento Rural - O esgoto e a água potável na propriedade.** Campinas, CATI, 2005.

Medeiros, S. S.; Soares, F. A. L.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P D. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérberras: efeito nos componentes de produção. **Engenharia Agrícola,** vol.27, n.2, p. 569-578. 2007.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Instrução Normativa N° 62, de 26 de agosto de 2003.** Oficializar os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Disponível em: <<http://www.hidrolabor.com.br/IN62.pdf>>. Acesso em: 15/04/2014.

Ministério da Saúde. **Portaria n° 2.914 de 12 de dezembro 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <[http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria\\_MS\\_2914-11.pdf](http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf)>. Acesso em 02/04/14.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Padrões de lançamento para estações de tratamento de esgotos domésticos**. 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/ApresEstacoesTratamEsgotosDomesticos.pdf>>. Acesso em: 01/04/14.

Moraes, P. B. **Caracterização de efluentes**. 2008. Disponível em: <[http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502-293205/apoio/2/Resumo\\_caracteriza\\_\\_o\\_de\\_efluentes\\_continua\\_\\_o.pdf](http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502-293205/apoio/2/Resumo_caracteriza__o_de_efluentes_continua__o.pdf)>. Acesso em: 15/04/2014.

Novaes, A.P.; Simões, M. L.; Neto, L. M.; Cruvinel, P. E.; Santana, A.; Novotny, E. H.; Santiago, G.; Nogueira, A. R. A. Utilização de uma fossa séptica biodigestora para a melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. **Comunicado Técnico Embrapa, n° 46**. 2002.

Oliveira, A. M. P. **Alcalinidade e Dureza das Águas**. 2007. Disponível em: <[http://www.kurita.com.br/adm/download/Alcalinidade\\_e\\_Dureza.pdf](http://www.kurita.com.br/adm/download/Alcalinidade_e_Dureza.pdf)>. Acesso em: 07/04/2014.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Constitution of the World Health Organization**. Basic Documents. Genebra: OMS, 19 p., 1946.

Parron, L. M.; Muniz, D. H. F.; Pereira, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Embrapa florestas, 69 p. 2011.

Peres, L.J. S.; Hussar, G. J.; Beli, E. **Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora**. Revista Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 20-36, jan./mar. 2010.

Porréca, L.M. **ABC do meio ambiente: água**. Brasília: IBAMA, 30 p. 1998.

Przybysz, L. C. Uso adequado dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos - Enfoque Ambiental. **19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 1997.

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

Silva, J. G. Velhos e novos mitos do rural brasileiro. **Estudos Avançados**, vol.15, n.43, set/dez. São Paulo, 2001.

Silva, M. **Saneamento básico: do Planasa ao governo Lula**. 2009. Disponível em: <<http://www.pstu.org.br/node/15113>>. Acesso em: 20/03/2014.

Silva, S. R.; Silva Júnior, M. A. B.; Barros, A. M. L.; Alcoforado, R. M. G.; Asfora, M. C. Elaboração de proposta de referência para enquadramento dos corpos hídricos da bacia

hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2011.

Silva, W. T. L. Tecnologias de saneamento básico rural desenvolvidas na Embrapa. **IV Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública**. Belo Horizonte, 2013.

Silva, W. T. L.; Faustino, A. S.; Novaes, A. P. **Eficiência do processo de biodigestão em fossa séptica biodigestora inoculada com esterco de ovino**. Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos/SP. 2007

Souza, M. N. **Dinâmica do uso dos recursos hídricos nas bacias do ribeirão Entre Ribeiros e do rio Preto, afluentes do rio Paracatu**. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola para obtenção de título de Doctor Scientiae. Viçosa/MG, 2008.

Richter, C. A.; Netto, J. M. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 1999.

Villas, M.; Banderali, M. **Como e porque medir a condutividade elétrica com sondas multiparâmetros**. 2014. Disponível em: <<http://www.agsolve.com.br/dicas-e-solucoes/como-e-porque-medir-a-condutividade-eletrica-com-sondas-multiparametros>>. Acesso em: 20/04/2014.

Von Sperling, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª edição – Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2005.

## 7. ANEXO

**Anexo 1:** Questionário aplicado aos produtores agroecológicos da AAOF.



**Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
IFSULDEMINAS – Câmpus de Inconfidentes**

### IDENTIFICAÇÃO

- a) Nome do Proprietário: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- b) Nome da propriedade: \_\_\_\_\_
- c) Endereço para correspondência: \_\_\_\_\_
- d) Município: \_\_\_\_\_ e) Bairro/Vila: \_\_\_\_\_
- f) Telefone residencial ( ) \_\_\_\_\_ celular ( ) \_\_\_\_\_

### QUESTIONÁRIO

1. A propriedade é:

- Própria  
 Arrendada

2. Qual a dimensão da propriedade? \_\_\_\_\_

- 0 a 20 hectares  
 de 21 a 60 hectares  
 Maior que 60 hectares

3. O que é cultivado na propriedade?

- Abobrinha       Brócolis       Inhame       Pimenta

<input type="checkbox"/> Abóbora	<input type="checkbox"/> Cabochá	<input type="checkbox"/> Jiló	<input type="checkbox"/> Pimentão
<input type="checkbox"/> Acelga	<input type="checkbox"/> Café	<input type="checkbox"/> Limão	<input type="checkbox"/> Ponkan
<input type="checkbox"/> Alface	<input type="checkbox"/> Cebola	<input type="checkbox"/> Mamão	<input type="checkbox"/> Quiabo
<input type="checkbox"/> Alho	<input type="checkbox"/> Cenoura	<input type="checkbox"/> Maracujá	<input type="checkbox"/> Rabanete
<input type="checkbox"/> Banana	<input type="checkbox"/> Chuchu	<input type="checkbox"/> Mel	<input type="checkbox"/> Rúcula
<input type="checkbox"/> Batata Inglesa	<input type="checkbox"/> Couve	<input type="checkbox"/> Milho	<input type="checkbox"/> Salsinha
<input type="checkbox"/> Batata Yacon	<input type="checkbox"/> Couve-flor	<input type="checkbox"/> Milho Pipoca	<input type="checkbox"/> Tomate cereja
<input type="checkbox"/> Berinjela	<input type="checkbox"/> Ervilha	<input type="checkbox"/> Morango	<input type="checkbox"/> Vagem
<input type="checkbox"/> Beterraba	<input type="checkbox"/> Feijão	<input type="checkbox"/> Pepino	

4. Quais os tipos de adubos utilizados no cultivo?

<input type="checkbox"/> Calcário	<input type="checkbox"/> Esterco de Gado
<input type="checkbox"/> Calda Bordalesa	<input type="checkbox"/> Esterco de Galinha Fermentado
<input type="checkbox"/> Composto Orgânico	<input type="checkbox"/> Farinha de Mamona
<input type="checkbox"/> Dipel ( <i>Bacillus Tregenis</i> )	

5. Quantas pessoas residem na propriedade?

Até 5 pessoas

de 5 a 7 pessoas

Mais que 7 pessoas

6. Existe nascente/rio/ribeirão na propriedade?

Sim  Não

Nome rio/ribeirão \_\_\_\_\_

7. Onde é realizada a captação de água para uso na propriedade?

\_\_\_\_\_

8. Qual o destino final do esgoto sanitário?

<input type="checkbox"/> Galerias de Águas Pluviais	<input type="checkbox"/> Fossa Negra / sumidouro
<input type="checkbox"/> Fossa Séptica	<input type="checkbox"/> A céu aberto ou nos rios

9. Você tem conhecimento do sistema de fossa séptica?

Sim  Não

10. Se sim, como obteve conhecimento?

<input type="checkbox"/> Através de amigos	<input type="checkbox"/> Através revistas
<input type="checkbox"/> Através de cursos sobre o assunto	<input type="checkbox"/> Outros

Especifique: \_\_\_\_\_.

11. Você encontra alguma dificuldade em construir a fossa séptica?

Sim  Não

Quais \_\_\_\_\_

12. Você teria interesse em mudar seu sistema de esgoto?  Sim  Não

13. Você acha que a mudança no tratamento do sistema de esgoto poderá influenciar na sua condição de vida?  Sim  Não

14. Caso seja afirmativa a questão 13, quais os benefícios que poderiam trazer esta mudança?

Evitar a contaminação das fontes de água

Utilização do resíduo como fertilizante

Outros

Melhoria das condições de saúde

Diminuição da compra de adubos

\_\_\_\_\_  
Assinatura e/ou Visto do Morador

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Fonte: Arquivo pessoal, 2013