



## ESTUDO DE CASO: O DIMENSIONAMENTO DE UMA ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS NO MUNICÍPIO DE ITABIRA, MINAS GERAIS, COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO LOCAL

**Adriano Jose de Barros<sup>1</sup>**

Universidade Estadual de Minas Gerais UEMG–Minas Gerais, Brasil

**Gilmar Rodrigues da Silva<sup>2</sup>**

Universidade Estadual de Minas Gerais UEMG - Minas Gerais, Brasil

**Alex Eduardo Lopes<sup>3</sup>**

Universidade Estadual de Minas Gerais UEMG–Minas Gerais, Brasil

**Marina Silva Madeira<sup>4</sup>**

Universidade Estadual de Minas Gerais UEMG–Minas Gerais, Brasil

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Adriano Jose de Barros, Gilmar Rodrigues da Silva, Alex Eduardo Lopes y Marina Silva Madeira (2017): “Estudo de caso: o dimensionamento de uma estação compacta de tratamento de efluentes sanitários no município de Itabira, Minas Gerais, com foco no desenvolvimento local”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (febrero 2017). En línea:

<http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/02/itabira.html>

### RESUMO

A água é um recurso natural cuja disponibilidade e características tem se modificado ao longo dos anos, seja pelo mau uso e ocupação do solo, ou dos poluentes e contaminantes despejados pelas atividades humanas. Os efluentes sanitários lançados no ambiente sem algum tipo de tratamento podem deteriorar a qualidade das águas subterrâneas ou superficiais, trazendo riscos à saúde pública e causando impactos negativos aos diversos níveis ecológicos que fazem uso do recurso hídrico.

Os serviços públicos de coleta e tratamento de esgotos ainda estão longe de se tornarem realidade para as populações de todos os municípios brasileiros. Na ausência desses serviços, os efluentes domésticos acabam sendo eliminados diretamente nos solos ou cursos d'água. Os sistemas de tratamento de esgotos individuais surgem como uma alternativa para minimizar esses problemas, promovendo uma destinação e/ou tratamento dos efluentes de modo a preservar a saúde e a dignidade humana, além de contribuir com a manutenção do ambiente natural. O tanque séptico é um sistema individual bastante antigo e ainda muito utilizado, devido ao seu baixo custo e com bons resultados do efluente tratado. O objetivo deste trabalho é de dimensionar um tanque séptico com sumidouro para uma área de eventos desprovida de rede pública coletora de esgotos, no município de Itabira, Minas Gerais. Para tanto, foram utilizadas as normas técnicas: projeto, construção e operação de tanques sépticos (NBR 7229/93) e unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos do tanque séptico (NBR 13969/97).

**Palavras-chave:** Esgotamento sanitário. Saneamento ambiental. Tanque séptico.

<sup>1</sup>Mestre em Educação e Desenvolvimento Local, professor de Geoprocessamento UEMG, E-mail: [adrianojosebarros@yahoo.com.br](mailto:adrianojosebarros@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Especialista Graduação em Engenharia Civil, UFV professor de Estruturas, UEMG. E-mail: [gilmar.silva@yahoo.com.br](mailto:gilmar.silva@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado de Minas Gerais. E-mail: [alex.eduardo@gmail.com](mailto:alex.eduardo@gmail.com)

<sup>4</sup>Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado de Minas Gerais. E-mail: [marinasmadeira@hotmail.com](mailto:marinasmadeira@hotmail.com)

## ABSTRACT

Water is a natural resource whose availability and characteristics have been modified over the years, due to the misuse and bad occupation of the soil, or disposed pollutants and contamination from human activities. Sewage dumping without any treatment may deteriorate the quality of groundwater and surface water, bringing risks to public health and causing negative impacts to the different ecological levels that make use of water resources. Public sewage treatment and collection services are still far from becoming reality for population of all Brazilian cities. In the absence of these services, domestic effluents end up being eliminated directly in the soil or waterways. Individual sewage treatment systems emerge as an alternative to minimize these problems, promoting a destination and / or treatment of wastewater in order to preserve health and human dignity and also contribute to the maintenance of the natural environment. The septic tank is an individual system quite old and still widely used due to its low cost and good results of the treated effluent. The objective is to design a septic tank with sink for an event area devoid of public sewage collection system in the city of Itabira, Minas Gerais. For this purpose, technical standards have been used: Project, construction and operation of septic tank systems (NBR 7229/93) and Units for treatment and disposal of liquid effluents of septic tank systems (NBR 13969/97).

**Keywords: Sanitary sewage. Environmental cleaning. Septic tank**

## 1 INTRODUÇÃO

O homem tem um papel transformador na sociedade e no ambiente em que está inserido. Essas transformações não representam um fenômeno novo, apenas seguem o curso histórico e moldam a própria sociedade, de acordo com o potencial tecnológico, científico e intelectual de cada época. Foi assim com o domínio do fogo, a cerca de 500.000 a.C., o surgimento da agricultura e pecuária, a cerca de 10.000 a.C, a formação das primeiras cidades, em 5.000 a.C, a invenção da primeira máquina a vapor alimentada a carvão, no século XVIII, entre outros. Todas as transformações que evoluíram com o homem foram acompanhadas de mudanças no meio físico e biótico do ambiente, sem grandes questionamentos.

Por muitos anos, acreditava-se que os recursos naturais eram infinitos, e conceitos como a capacidade de suporte do planeta e a autodepuração dos poluentes dos meios físicos (solo, água e ar) não tinham relevância nas discussões sócio-políticas. Esse quadro só começou a mudar a partir da segunda metade do século XX, com o aparecimento de desequilíbrios ambientais mais evidentes, como o Grande Neveiro de Londres, em 1952. Nessa ocasião, um grave fenômeno de inversão térmica fez com que os gases da queima de carvão e do escapamento dos veículos permanecessem sobre a cidade por vários dias, vitimando cerca de 10.000 pessoas.

A preocupação da sociedade, cientistas e entidades representativas para tentar compreender, prever e evitar as respostas “negativas” que o ambiente poderia fornecer às ações antrópicas durante as próximas décadas levou à criação das conferências internacionais sobre mudanças climáticas, a definição de sustentabilidade, os compromissos para a redução de emissões, além das políticas e soluções práticas de educação, controle e preservação ambiental desenvolvidas por cada país.

Se o pensamento daquela época era de consumir e se desenvolver, o pensamento da sociedade do século atual, ainda que incipiente, é de consumir e se desenvolver de forma sustentável, de modo a permitir o convívio das diferentes formas de vida e zelar pela qualidade das águas, solos e ar para as gerações atuais e futuras.

Desses três meios físicos citados, a água é provavelmente o mais importante, pela sua relação intrínseca com a constituição biológica dos organismos vivos e cuja disponibilidade e qualidade não é de acesso igualitário a todos. Malheiros e Philippi Jr. (2005, p. 3) destacam que os danos à saúde decorrentes da falta de abastecimento de água potável e pela falta de coleta dos esgotos, configuram entre os maiores problemas de poluição no Brasil. Para os autores, embora a cobertura das redes de esgotos tenha aumentado nas últimas décadas, a construção das estações de tratamento de efluentes não acompanhou esse avanço, resultando na degradação da maioria dos cursos d'água urbanos. Nesse sentido, o saneamento urbano se torna uma forma importante de mitigação ou reversão dos impactos negativos das modificações ambientais.

O lançamento indiscriminado dos esgotos domésticos em solos ou cursos hídricos pode alterar o equilíbrio entre os padrões químicos, físicos e biológicos das águas (sejam superficiais ou subterrâneas). Esse desequilíbrio resulta em problemas não apenas de saúde pública, mas também relacionados à sobrevivência de animais, plantas e microrganismos que são afetados,

direta ou indiretamente, pelo contato com os poluentes, ou pela dificuldade de se desenvolverem em um meio impróprio.

De acordo com Hespanhol (2003, p. 77), os métodos de tratamento de esgotos foram criados em 1973 como uma resposta a essa preocupação, cujos objetivos primários do tratamento eram de remover os sólidos suspensos e flutuantes, os compostos orgânicos biodegradáveis e os organismos patogênicos das águas residuárias. Posteriormente, destaca o autor, o parâmetro coliforme foi removido, e surgiu a definição de tratamento secundário, incluindo os parâmetros DBO, sólidos suspensos e pH na norma americana.

Nuvolari et. al. (2003, p. 228) acrescentam que há uma grande diversidade de técnicas de tratamento de esgotos sanitários, cada uma apresentando vantagens e/ou desvantagens do ponto de vista de espaço físico utilizado, eficiência de tratamento, utilização de equipamentos eletromecânicos, sofisticação de implantação e operação, entre outros. Essas características precisam ser observadas para que não seja feita a escolha por um sistema de tratamento muito maior, ou menor, da situação real a que se pretende atender, oferecendo uma solução economicamente viável e que cumpra os requisitos de segurança e qualidade para os usuários e baixo impacto ao meio ambiente.

Uma forma de tratamento de efluentes domésticos particularmente simples e funcional é o sistema de tanque séptico com disposição final em sumidouro. Esse tratamento consiste em um receptáculo, com uma ou mais câmaras internas, cuja função é sedimentar, armazenar e digerir, através de decomposição anaeróbica, os lodos orgânicos presentes no esgoto sanitário. Os líquidos finais desse tratamento são destinados a um poço absorvente dimensionado para depurá-los por meio de percolação subterrânea no solo.

Esse artigo tem o objetivo de desenvolver o projeto de um tanque séptico cilíndrico de três câmaras para uma área de eventos familiar desprovida de rede pública coletora de esgoto, no município de Itabira, Minas Gerais. Apresenta como objetivos específicos: definir os critérios de projeto, de modo a buscar o menor impacto ambiental possível; proteger o solo e fontes de água dos contaminantes do efluente; oferecer condições de higiene e segurança aos usuários do sistema; obedecer às normas técnicas e de legislação ambiental em vigor.

## **2 A Água no Mundo**

A água é um composto inorgânico necessário para a manutenção de todas as formas de vida. Representando cerca de 70% da massa de um humano adulto, ela é responsável por várias interações do organismo, como o transporte de nutrientes inter e intracelulares, regulação da temperatura, excreção de resíduos metabólicos, dissolução de íons, entre outras funções. No entanto, a disponibilidade e distribuição da água própria para consumo, não é de acesso igualitário a todos. Reis et. al. (2005, p. 96) reconhecem que a água não é dita mais como um recurso inesgotável. Diversas populações já enfrentam dificuldades, seja pela escassez em locais específicos, ou pela falta de qualidade para consumo humano.

Meadows et. al. (2007, p. 68) ponderam que a distribuição da água está mais concentrada em bacias específicas. Em determinadas bacias os limites são sazonais, dependentes da capacidade de estoque durante o período de seca. Já em outras, os limites são delineados pela capacidade de recarga dos aquíferos, pela taxa de precipitação ou pela retenção de água dos solos florestais.

Leme (2007, p. 17) destaca que, apesar de dois terços da superfície do planeta estar coberto por água, a grande maioria (97,3%) dela está na forma de água salgada, acumulada nos oceanos. Além disso, dos 2,7% restantes que representam a água doce, apenas 0,01% podem ser encontradas nos rios. Os maiores volumes estão nas geleiras (77,2%), em reservatórios subterrâneos (22,4%), lagos e pântanos (0,35%) e atmosfera (0,04%).

### **2.1 Níveis de tratamento dos esgotos**

Braga et. al. (2005, p. 121) afirmam que os níveis de tratamento dos esgotos são classificados em função do grau de redução dos sólidos em suspensão e DBO proveniente da eficiência de uma ou mais unidades de tratamento.

Malheiros e Philippi Jr. (2005, p. 196) definem os quatro níveis de tratamento:

- a) Tratamento preliminar: Voltado para a remoção de poluentes grosseiros que podem provocar problemas operacionais ou ônus dos serviços de manutenção em instalação e equipamentos. Pode incluir o gradeamento, caixa de remoção de areia, óleos e graxas;

- b) Tratamento primário: Voltado para a remoção de parte dos sólidos em suspensão sedimentáveis e matéria orgânica. Operações físicas como peneiramento e sedimentação são utilizadas. Pode incluir o tanque séptico, o RAFA, entre outros;
- c) Tratamento secundário: Responsável pela remoção da matéria orgânica e sólidos suspensos dissolvidos. Esse nível também pode incluir a desinfecção do efluente. Os processos de tratamento biológico são os mais utilizados, como lodo ativado, lagoas de estabilização, filtro biológico, entre outros;
- d) Tratamento terciário: Voltado para promover uma eficiência maior na remoção de nutrientes, sobretudo os que estimulam a eutrofização de corpos d'água, como fósforo e nitrogênio. Esse nível de tratamento também pode atuar na remoção de compostos tóxicos ou não biodegradáveis. Pode incluir troca iônica, osmose reversa, ultrafiltração, ultravioleta, ozonização, adsorção em leito de carvão ativado, entre outros.

### 3 O sistema de tanque séptico

Conforme Hirata et. al. (2009, p. 472), os sistemas *in situ* de esgotamento sanitário, dentre eles os tanques sépticos, são adequados para a destinação final de efluentes em áreas rurais ou pequenas localidades, com um custo efetivamente baixo se comparados às redes de esgotos e tratamento de efluentes. Sperling (2009, p. 54) concorda que os sistemas individuais devem ser adotados para atender a um núcleo familiar, ou residências próximas entre si:

Esta solução pode funcionar satisfatória e economicamente se a densidade de ocupação for baixa (grandes lotes com elevada porcentagem de área livre e/ou no meio rural) e se o solo apresentar boas condições de infiltração. É necessário ainda que o nível da água subterrânea se encontre a uma profundidade adequada, de forma a evitar o risco de sua contaminação, principalmente por organismos patogênicos.

De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2008, p. 27), a primeira unidade de tratamento de esgotos inventada e que ainda hoje é extensivamente utilizado é o tanque séptico:

Geralmente apresenta-se como um tanque com paredes verticais de alvenaria revestida ou em concreto, apoiada sobre uma laje de concreto simples, provido de cobertura de lajotas removíveis normalmente em concreto armado, e tendo uma ou mais câmaras. Tem, normalmente, forma cilíndrica (anéis pré-moldados de concreto ou alvenaria de tijolos) ou prismática retangular (forma de caixa de sapato).

Malheiros e Philippi Jr. (2005, p. 207) descrevem o TS como um sistema biológico de tratamento primário, que utiliza um tanque de sedimentação para a remoção de sólidos. O material retido se deposita no fundo do tanque e sofre decomposição anaeróbia, estabilizando-se após alguns meses. Os autores sugerem que o TS pode ser utilizado como um pré-tratamento e o efluente produzido pode ser lançado, em seguida, na rede coletora, diminuindo os custos do sistema coletor, devido a redução dos sólidos sedimentáveis.

A principal vantagem desse sistema reside na facilidade operacional e na necessidade de baixa manutenção. Entretanto, apresenta como desvantagem a baixa eficiência na remoção de poluentes e a necessidade de adequar a disposição do lodo retido no tanque e do efluente final, que pode ser enviado para vala de infiltração, sumidouro, etc. (MALHEIROS E PHILIPPI JR., 2005, p. 207)

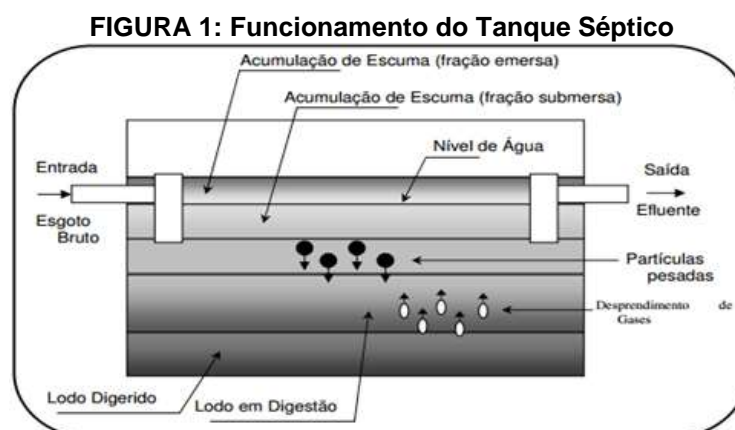
Leme (2007, p. 278) destaca que, embora os tanques com compartilhamento simples e único sejam bastante empregados, as unidades com duas ou mais câmaras em série são mais recomendadas. A sedimentação, a digestão e o armazenamento do lodo acontecem na primeira câmara. Já na segunda, ocorre a proteção contra descargas que escapam da câmara anterior.

Segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2008, p. 27), o TS recebe as águas residuárias provenientes de várias atividades, como: descarga sanitária, banhos, cozinha, lavagem de roupas, entre outras, com recebimento de forma contínua. Desse modo, as águas

que entram no tanque correspondem à mesma quantidade de esgoto tratado que sai do sistema.

O funcionamento do TS pode ser explicado em quatro estágios (FIG 1):

- Retenção: O esgoto chega ao tanque e fica retido no seu interior por um período estabelecido variável entre 12 a 24 horas, de acordo com as contribuições afluentes.
- Decantação: Ocorre a sedimentação de 60 a 70% dos sólidos suspensos, e a formação de lodo. Parte dos sólidos e líquidos de baixa densidade como óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases, formará uma camada de espuma na superfície livre do líquido.
- Digestão: Os microrganismos anaeróbios digerem o lodo e a espuma como parte de sua atividade metabólica.
- Redução: Ocorre a redução de volume dos sólidos retidos e digeridos, que se tornam estáveis e capazes de permitir que o efluente líquido seja lançado em melhores condições de segurança do que o esgoto bruto.



**Fonte: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2008**

Nuvolari et. al. (2003, p. 228) salientam que a digestão no interior do TS gera diversos gases, como metano, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio, mercaptanas e escatóis (compostos nitrogenados encontrados nos intestinos e fezes de mamíferos). Para atenuar os efeitos dos odores desses gases que são comuns no início da operação do TS, Leme (2007, p. 282) sugere o emprego de 50 a 100 litros de lodo de tanques antigos, ou, na ausência deles, a introdução da mesma quantidade de húmus. Caso o TS ainda produza odor no início de operação, o autor recomenda a adição de cal para neutralizar o pH do meio.

De acordo com a ABNT NBR 7229 (1993), o tempo de limpeza do TS é definido na fase de projeto, e pode variar de um a cinco anos. O método de limpeza mais comum é por bomba de sucção a vácuo. Recomenda-se que parte do lodo digerido seja deixada no tanque no momento da limpeza, com intuito de acelerar o crescimento dos microrganismos que serão responsáveis pela digestão anaeróbia. O recomendável é que o lodo retirado seja encaminhado para um leito de secagem e aterrado posteriormente.

Os parâmetros mais comuns para expressar a eficiência de um TS são, segundo o manual de saneamento do Ministério da Saúde, (2007, p. 199), os sólidos em suspensão e a demanda bioquímica de oxigênio. Desde que o TS seja projetado e operado de forma adequada, os sólidos suspensos dos efluentes domésticos podem sofrer redução em torno de 60%, e a remoção de DBO pode variar entre 35% a 65%.

Os efluentes do TS podem ser direcionados para sumidouro ou valas de infiltração. Para o Ministério da Saúde (2007, p. 204), o lançamento de esgotos no subsolo é uma prática natural antiga, com registros arqueológicos de cerca de 6.000 anos. Diversas populações daquela época já descarregavam os esgotos em covas profundas, para que os efluentes fossem tratados através da infiltração no solo.

Uma dessas formas de descarga, segundo o Ministério da Saúde (2007, p. 204) é o poço absorvente ou sumidouro, que se trata de uma unidade de depuração e disposição que consiste em escavações feitas no terreno para a infiltração do efluente no solo pela área vertical. O seu uso é favorável em áreas onde o aquífero é profundo, e o seu dimensionamento é determinado em função da capacidade de absorção do terreno.

Já as valas de infiltração são definidas pelo Ministério da Saúde (2007, p. 206), como um conjunto de canalizações dispostas em uma profundidade determinada, num solo cujas condições sejam propícias à absorção do líquido efluente do TS. A percolação do líquido no solo permite a mineralização das substâncias orgânicas antes de se tornarem agentes contaminantes das águas subterrâneas ou superficiais. A área onde são assentadas as canalizações também pode ser chamada de campo de nitrificação.

#### **4 Materiais e métodos**

O dimensionamento do tanque séptico e do sumidouro deve ser executado de acordo com as recomendações das normas:

- a) ABNT NBR 7229/93 que determina os requisitos fundamentais para o projeto, a construção e a operação dos tanques sépticos;
- b) ABNT NBR 13969/97 que orienta sobre os tratamentos complementares e a disposição final dos efluentes dos sistemas de tratamento.

A concepção de tecnologia, esta aliada a um recurso com o objetivo de resolver problemas relativos a necessidades e a realidades cotidianas enfrentadas pelos sujeitos em uma formação social (OLIVEIRA, 2004, p. 151)

Atualmente, as obras de engenharia se integram com diferentes plataformas de TI, a fim de aperfeiçoar os trabalhos técnicos para a compreensão das características socioeconômicas e/ou ambientais do universo de implantação dessas obras. Além disso, o potencial do processamento de dados através desses sistemas é mais rápido e com alta confiabilidade e eficiência, tratando um maior volume de informação em menos tempo.

Dentro do universo da evolução humana ressalta-se as geotecnologias que praticam a relação do conhecimento tecnológico com as estruturas acadêmicas de forma multidisciplinar. Assim, Laudares (2014) pondera que as Geotecnologias podem ser entendidas

como as novas tecnologias ligadas às geociências, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisa, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico. (LAUDARES, 2014, p.22)

Nessa mesma linha de pensamento crítica e analítica sobre a relação da geotecnologia e a aplicação de metodologias no desenvolvimento da sociedade humana associamos aos dizeres de Barros (2014)

as Geotecnologias hoje são consideradas uma amálgama entre a tecnologia do software e hardware que propõe ao usuário desenvolver uma dinâmica interdisciplinar nas estruturas acadêmicas e sociais com o intuito de progressão do desenvolvimento local e global. (BARROS, 2014, p. 74)

Essa citação demonstra que o aprendizado das geotecnologias como seu uso no desenvolvimento do progresso e evolução do desenvolvimento local em seu meio, expressa a inovação e a transformação na articulação de parcerias, na organização e mobilização do cotidiano da sociedade.

Para esse trabalho, foram utilizados os seguintes softwares de cunho Geotecnológico e Arquitetônico respectivamente:

- a) AutoCAD 2015 versão Student: Software de CAD da Autodesk para a criação de desenho auxiliado por computador. Nesse trabalho, os autores utilizaram esse software para a criação dos desenhos técnicos em duas dimensões das estruturas do tanque séptico e do sumidouro.

##### **4.1 Estudo prévio de viabilidade técnica**

Inicialmente, foi realizada uma análise preliminar de campo, a fim de efetuar o reconhecimento do local e de suas características físicas (condições do solo, relevo, proximidade com vegetação, fontes de água, ...). A partir da análise preliminar é possível identificar a existência

de algum aspecto que possa inviabilizar, ou demandar complementações técnicas mais aprofundadas sobre a construção do sistema de tratamento.

Constatou-se que, em função dos limites próximos do terreno, a escolha da destinação final em sumidouro (que exige maior profundidade e menor área horizontal) será mais viável do que a adoção das valas (menor profundidade e maior área horizontal) como disposição final dos líquidos efluentes. Também foi possível determinar o melhor local para construção do TS, com o objetivo de reduzir os custos de implantação e respeitando as distâncias mínimas descritas nas normas técnicas utilizadas.

Durante a fase preliminar, realizou-se também o ensaio para a determinação do coeficiente de infiltração do solo, por meio do teste de absorção. Esse ensaio é importante para verificar se o terreno tem boa permeabilidade, permitindo a infiltração dos líquidos no sumidouro.

#### 4.2 Caracterização da área de projeto

A área de implantação do tanque séptico está localizada no bairro Santa Tereza, a cerca de cinco quilômetros da BR-381, principal acesso para a capital mineira Belo Horizonte.

O bairro possui rede coletora de esgotos, cujos serviços são de responsabilidade do SAAE – Itabira. No entanto, a distância dessa rede ao local de instalação do TS e os acidentes topográficos inviabilizam a destinação dos esgotos para o sistema público de saneamento. Esse impedimento justifica a necessidade da implantação do sistema de tratamento compacto, objetivando, assim, a minimização dos impactos negativos causados pelo lançamento dos efluentes sanitários no solo de maneira inadequada.

O local que receberá o tanque séptico não possui vegetação expressiva, apresentando uma área de pastagem, com pouca ocorrência de bananeiras e aboboreiras, que serão removidas para implantação do sistema. Não se encontram, nas proximidades, nascentes ou corpos d'água. Existe, no entanto, um poço artesiano afastado a 30 metros da área de construção e, de acordo com os proprietários do local, possui mais de 40 metros de profundidade.

**FIGURA 2: Vista superior da área de projeto**



**Fonte: Os autores por meio de script, criado através do software Google Earth**

A FIG 2, identifica a área de implantação do TS (circulada em amarela), situada em um vale abaixo do nível da rua e das redes coletoras de esgotos.

**FIGURA 3: Construção a que o projeto irá atender**





**Fonte: Dados da pesquisa**

A FIG 3 apresenta o espaço de convivência por outro ângulo, além da área, à esquerda, que futuramente será destinada à cozinha.

**FIGURA 4: Área de implantação do projeto**



**Fonte: Dados da Pesquisa**

A FIG 4 apresenta o local em que será construído o tanque séptico e o sumidouro.

#### **4.3 Considerações sobre o sistema proposto**

O sistema proposto para o tratamento dos efluentes é o tanque séptico de três câmaras internas e com o encaminhamento dos líquidos finais para um poço absorvente, também conhecido como sumidouro.

Devido às restrições de espaço, optou-se por um tanque de formato cilíndrico, no qual se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade.

“O tanque séptico é considerado um bom reator para o tratamento primário dos esgotos, se dimensionado e implantado adequadamente, além de ser de fácil operação, construção e baixo custo econômico.” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014, p. 10).

O projeto de dimensionamento do tanque séptico foi orientado de acordo com as normas ABNT NBR 7229/93, que estabelece os requisitos relacionados ao projeto, construção e operação dos tanques sépticos, e a ABNT NBR 13969/97, que orienta sobre os tratamentos complementares e a disposição final dos efluentes dos sistemas de tratamento.

**FIGURA 5: Esquema de um Tanque séptico**





Fonte: Ministério da Saúde, 2014

#### 4.4 Dimensionamento do tanque séptico

O tanque séptico proposto será dimensionado para atender a um espaço de convivência familiar, que será efetivamente ocupado nos finais de semana. Estima-se, pelos proprietários, que o local receberá até 50 pessoas. A fim de evitar o superdimensionamento do projeto, onerando os custos da construção e criando um sistema gigante, mas que não será utilizado em todo o seu potencial, uma vez que o sistema não receberá contribuição durante os outros cinco dias da semana, os autores optaram por realizar uma equivalência. Dividiu-se o número de usuários pelos dias da semana, resultando em um valor próximo de 7 pessoas. Sendo assim, o TS será dimensionado para receber os despejos médios de 7 usuários por dia.

O volume útil ocupado pelo efluente do TS pode ser encontrado através da equação (1) (ABNT, 1993, P.4):

$$V = 1000 + N(C \times T + K \times Lf) \quad (1)$$

Onde:

$V$  = volume útil, em litros;

$N$  = número de pessoas ou unidades de contribuição;

$C$  = contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1);

$T$  = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (ver Tabela 3);

$Cf$  = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1).

**TABELA 1: Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante**

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (L)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos <sup>(*)</sup>	bacia sanitária	480	4,0

(\*) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Fonte: ABNT, 1993

Para cálculos de dimensionamento, será utilizado o índice de contribuição diária de esgoto referente a uma residência de padrão médio (130 L/hab.dia). (TAB. 1)

**TABELA 2: Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária**

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: ABNT, 1993

A contribuição diária dos despejos é determinada pelo produto das unidades de contribuintes (7 hab.) pela contribuição diária de esgotos (130 L/hab.dia). (TAB 2)

**TABELA 3: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio**

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: ABNT, 1993

A taxa de acumulação de lodo no interior do tanque é definida pela relação entre o intervalo médio entre a limpeza do tanque (definida pelos autores em 3 anos) e o intervalo da temperatura média ambiente do mês mais frio (17 °C em Julho, ClimateData). (TAB 3)

**TABELA 4: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil**

Volume útil (m³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
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: ABNT, 1993**

A profundidade útil será definida a partir do volume que será calculado, a seguir.

Então, de acordo com a equação (1):

$$\begin{aligned}
 V &= 1000 + N(C \times T + K \times Lf) \\
 V &= 1000 + 7(130 \times 1 + 145 \times 1) \\
 V &= 1000 + (7 \times 275) \\
 V &= 2925 \text{ Litros}
 \end{aligned}$$

O volume diário do efluente produzido será de 2.925 L ou 2,925 m³.

Segundo a ABNT NBR 7229 (1993), para o volume encontrado, a profundidade do tanque deve estar compreendida entre 1,20 m. e 2,20 m. Para a definição da profundidade tanque, calculou-se uma média entre o valor mínimo e o máximo, que será considerado como a profundidade útil do tanque. Dessa forma, chegou-se ao valor de 1,70 m. para a profundidade útil.

Considerando-se, então, que o tanque séptico possuirá uma profundidade útil de 1,70 m, através da equação para cálculo de volume de um cilindro é possível encontrar o diâmetro necessário.

Segue a equação (2):

$$V = \pi \times r^2 \times h \quad (2)$$

Onde:

$V$  = volume diário, em m³;  
 $h$  = altura útil, em m.;  
 $r$  = raio, em m.

Então:

$$\begin{aligned}
 2,925 \text{ m}^3 &= 3,1416 \times r^2 \times 1,70 \\
 r^2 &= \frac{V}{(\pi \times h)} \\
 r &= 0,74 \text{ m}
 \end{aligned}$$

O raio encontrado é de 0,74 m. Logo, o diâmetro equivale a 1,48 m. Para fins de arredondamento, os autores adotaram o diâmetro de 1,50 m para o tanque. Esse diâmetro atende a ABNT NBR 7229/93 que estabelece um diâmetro mínimo de 1,10 m para um tanque séptico cilíndrico.

#### 4.5 Dimensionamento do sumidouro

O sumidouro será dimensionado para prover uma destinação final aos líquidos efluentes do tanque séptico.

Nuvolari et. al. (2003, p. 232) afirmam que é importante realizar um ensaio de absorção de efluentes a fim de determinar o coeficiente de infiltração do terreno. Esse teste é fundamental para verificar se o solo tem boa permeabilidade, e o seu resultado pode justificar o modelo de destinação final mais adequado (sumidouro, vala de filtração ou vala de infiltração).

Para a realização do ensaio, inicialmente, deve-se escavar um buraco de 30 cm x 30 cm de abertura e 40 cm de profundidade. A seguir, preenche-se o fundo do buraco com 10 cm de brita e, na sequência, coloca-se água na escavação até uma marca de 15 cm acima da brita, cronometrando o tempo (em minutos) necessário para a água infiltrar a altura de 1 cm. Se o tempo for menor do que 3 minutos, deve-se repetir o teste por cinco vezes e anotar o tempo de maior infiltração. A partir dele é possível encontrar o coeficiente de infiltração através da equação (3):

$$Ci = \frac{490}{(t+2,5)} \quad (3)$$

Onde:

$Ci$  = coeficiente de infiltração

$t$  = tempo, em minutos

O terreno possui um aterro de aproximadamente 30 cm de profundidade, então, para o ensaio, realizou-se uma perfuração de 70 cm. (FIG 6)

**FIGURA 6 : Teste de percolação: escavação do buraco**



**Fonte: Dados da pesquisa**

Retirou-se 30 cm de solo de aterro até chegar ao solo do terreno. Em seguida, escavou-se a uma profundidade de 40 cm necessários para o ensaio. (FIG.7)

**FIGURA 7 : Teste de percolação: representação das camadas do Solo**



**Fonte: Dados da pesquisa**

Em seguida, preencheu-se o buraco com uma camada de 10 cm de brita número 1. (FIG 8)

**FIGURA 8 : Teste de percolação: buraco preenchido com brita**



**Fonte: Dados da pesquisa**

Na etapa seguinte, preencheu-se o buraco com água até a marca de 15 cm. (FIG 9)

**FIGURA 9: Teste de percolação: buraco preenchido com água**



**Fonte: Dados da pesquisa**

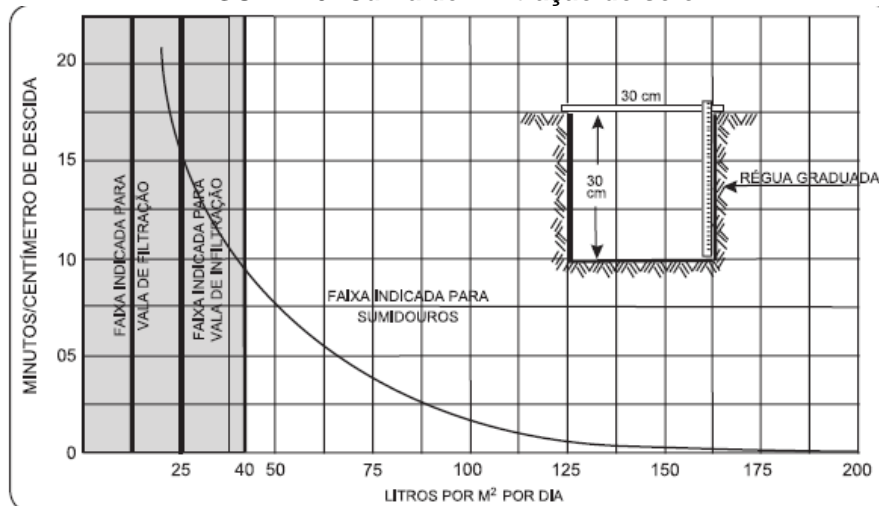
Por meio do ensaio, verificou-se que a água levou 4,5 minutos para infiltrar 1 cm no solo. Então, de acordo com a equação (3):

$$C_i = \frac{490}{(t + 2,5)}$$
$$C_i = \frac{490}{(4,5 + 2,5)}$$
$$C_i = 70 \frac{L}{m^2} . dia$$

O coeficiente de infiltração do solo é 70 L/m<sup>2</sup>.dia

Segundo Nuvolari et. al. (2003, p. 232), para que o dimensionamento de um sumidouro seja viável, a capacidade de absorção do solo deve ser igual ou superior a 40 L/m<sup>2</sup>.dia. Dessa forma, constatou-se a viabilidade do sumidouro. (FIG. 10)

**FIGURA 10: Curva de infiltração do solo**



Fonte: Nuvolari et. al., 2003

### 3.9.2 Determinação da área lateral do sumidouro

A determinação da área lateral do sumidouro é realizada através da equação (4):

$$A = \frac{V}{C_i} \quad (4)$$

Onde :

$A$  = Área lateral necessária, em  $m^2$ , para o sumidouro;

$V$  = Volume de contribuição de diária, em L / dia, que é calculado pelo produto do número de contribuintes ( $n$ ) e a contribuição unitária de esgoto ( $c$ );

$C_i$  = Coeficiente de infiltração ( $L/m^2 \times dia$ ), determinado por meio do ensaio de infiltração do solo.

Então, de acordo com a equação (4):

$$\begin{aligned} A &= \frac{V}{C_i} \\ A &= \frac{(n \times c)}{C_i} \\ A &= \frac{(7 \times 130)}{70} \\ A &= 13 m^2 \end{aligned}$$

A área lateral calculada para o poço do sumidouro é de  $13 m^2$ .

### 3.9.3 Determinação das dimensões do sumidouro

Para o cálculo das dimensões do sumidouro, utiliza-se a equação (5) que representa a área lateral de um cilindro.

$$A = 2 \times \pi \times r \times h \quad (5)$$

Onde:

$A$  = Área lateral do cilindro;

$r$  = Raio do sumidouro;

$h$  = Altura do sumidouro;

Para a construção do sumidouro serão utilizados anéis pré-moldados de concreto, por se tratar de um material resistente e amplamente utilizado para este tipo de construção.

As dimensões do anel de concreto escolhido são de 1,80m de diâmetro por 0,50 m de altura (a altura é fixa de fábrica, definida para todos os anéis, independente do diâmetro).



A partir da medida do diâmetro dos anéis é possível estabelecer a profundidade necessária para que o sumidouro atenda a uma área lateral de 13 m<sup>2</sup>.

Então, de acordo com a equação (5):

$$A = 2\pi rh$$

$$A = 2 \times 3,14 \times 0,9m \times h$$

$$13m^2 = (5,652 m)h$$

$$h = \frac{13m^2}{5,652m}$$

$$h = 2,30 m$$

A altura indicada para o poço do sumidouro é de 2,30 metros.

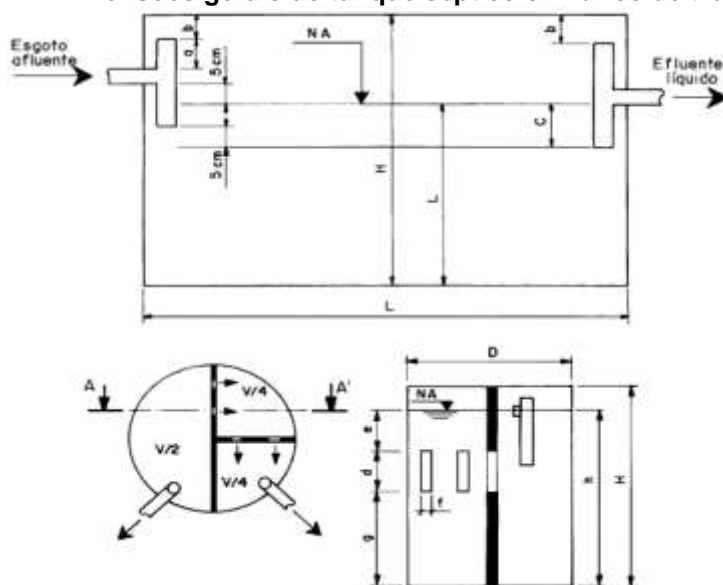
Como a unidade de cada anel pré-moldado de concreto que será utilizado para a construção do poço possui uma altura pré-estabelecida de 0,50 m, optou-se pelo uso de anéis de concreto inteiros. Dessa forma, o poço do sumidouro terá a altura de 2,50 m de altura. De acordo com a FUNASA (2007), essa altura é considerada ideal para projetos de sumidouros, desde que os limites de distância mínima para poços e aquíferos freáticos sejam considerados.

## 5 RESULTADOS

Os resultados do dimensionamento, as imagens do projeto e o memorial descritivo, com as orientações técnicas para a construção, operação e manutenção do sistema de tratamento. Os desenhos técnicos para o projeto da construção do tanque séptico e do sumidouro foram feitos através do software AutoCAD 2015 versão Student.

As dimensões gerais para a construção do tanque séptico cilíndrico de três câmaras, além de suas estruturas hidráulicas, são demonstradas a seguir:

**FIGURA 11 : Dimensões gerais do tanque séptico cilíndrico de três câmaras**



Fonte: ABNT, 1993

Onde:

$$a \geq 5$$

$$b \geq 5$$

$$c = \frac{1}{3} \times h$$

$$d = \text{altura da abertura} \geq 3 \text{ cm}$$

$$e \geq 30 \text{ cm}$$

$$f = \text{largura da abertura} \geq 3 \text{ cm}$$

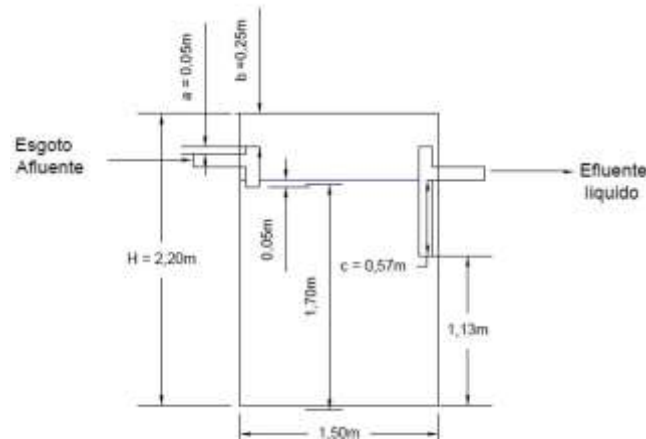
$$g = 0,5 \times h$$

$$h = \text{profundidade útil}$$

$n$  = número de aberturas em cada parede  
 $n \times d \times f = 0,025 \times h \times D$   
 $H$  = altura interna total  
 $D$  = diâmetro interno  $\geq 1,10$  m

As dimensões específicas para a construção do tanque séptico e do sumidouro são demonstradas abaixo:

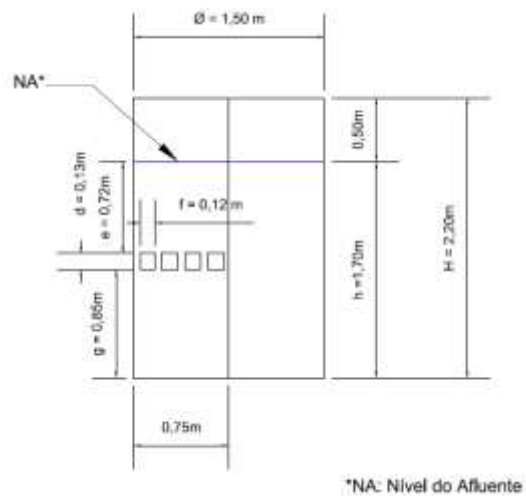
**FIGURA 12 : Dimensões do tanque séptico e dispositivos de entrada e saída**



**Fonte: Dados da pesquisa**

Abaixo é apresentada a vista frontal da estrutura, com detalhes para os vazados que interliga as câmaras internas:

**FIGURA 13: Vista frontal do tanque séptico**

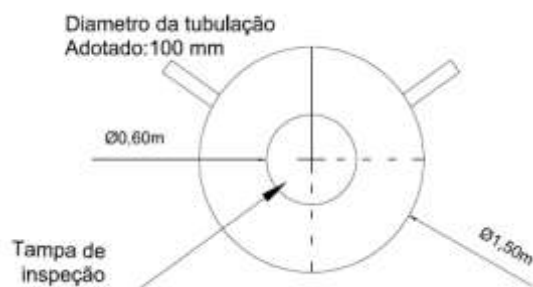


\*NA: Nível do Afluente

**Fonte: Dados da pesquisa**

A seguir é mostrada a vista superior do tanque, com detalhe para a tampa de inspeção, que deve ser construída de modo que seja removível da laje principal:

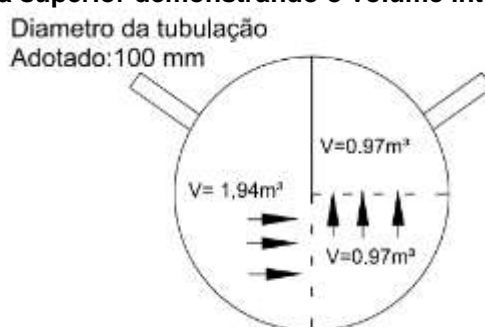
**FIGURA 14: Vista superior do tanque séptico**



**Fonte: Dados da pesquisa**

A próxima figura também demonstra a vista superior, com detalhes para a posição das placas de concreto separando o volume interno em três câmaras:

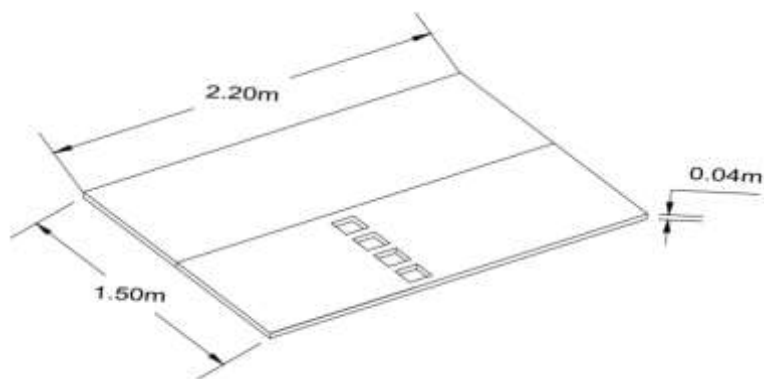
**FIGURA 15: Vista superior demonstrando o volume interno das câmaras**



**Fonte: Dados da pesquisa**

A dimensão da placa de concreto armado, para a separação do tanque séptico, em duas câmaras é apresentada a seguir:

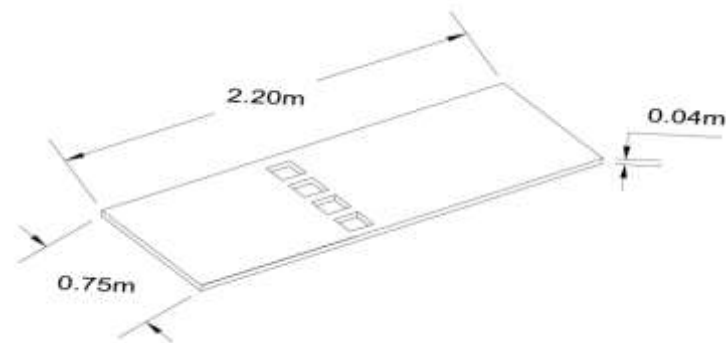
**FIGURA 16: Placa de separação intercâmaras principal**



**Fonte: Dados da pesquisa**

A seguir é mostrada a segunda placa de separação, que deve ter a metade da largura da primeira:

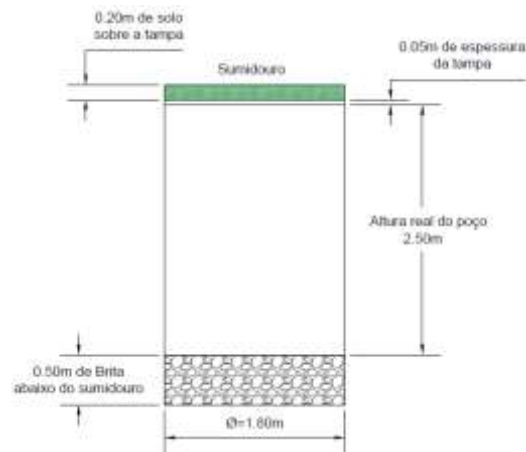
**FIGURA 17: Placa de separação intercâmaras secundárias**



**Fonte: Dados da pesquisa**

Na sequência, é apresentado o projeto para o dimensionamento do sumidouro:

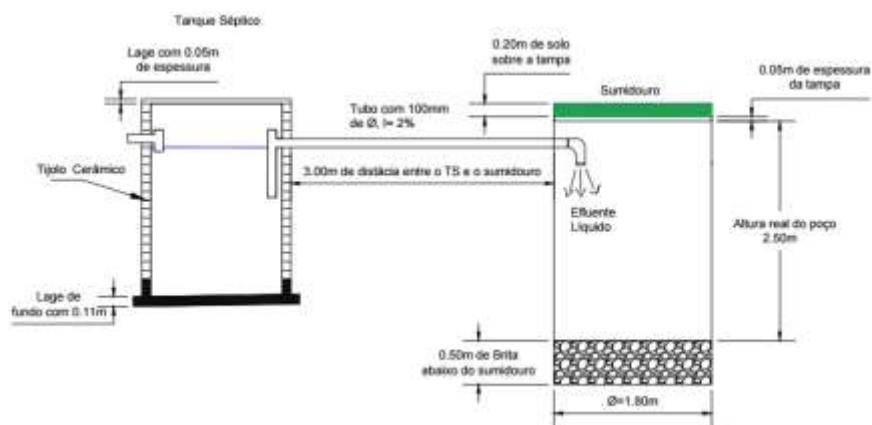
**FIGURA 18: Vista frontal do sumidouro**



**Fonte: Dados da pesquisa**

E, finalmente, é apresentado o esquema final do tanque séptico interligado ao sumidouro:

**FIGURA 19: Tanque séptico interligado ao sumidouro**



**Fonte: Dados da pesquisa**

## 5.1 Memorial descritivo

Antes da construção do sistema de tratamento, deve-se providenciar uma caixa separadora de gorduras na saída da cozinha. Essa caixa pode ser comprada (em PVC) ou construída em alvenaria. Após a caixa separadora, a tubulação pode se juntar com a proveniente dos banheiros, e os efluentes devem ser direcionados para a entrada do tanque séptico.

Recomenda-se a instalação do tanque a uma distância entre 1,50 m e 4 m da construção, observando as condições mais propícias de modo a evitar curvas de encanamentos e o uso de tubulações muito longas.

A tubulação não pode ter pontos em nível, por onde os líquidos possam estacionar. Esse projeto sugere uma tubulação de 100 mm de diâmetro com inclinação de 2% (a cada 1 metro de prolongamento, o nível do tubo deve decair 2 cm) em toda a extensão.

## 5.2 Construção do tanque séptico

Para a construção do tanque séptico, deve-se escavar um buraco no terreno de, no mínimo, 2,40 m de altura por 1,70 m de diâmetro. (Dimensões do tanque séptico: 2,20 m de altura por 1,50 m de diâmetro interno útil)

Deve-se compactar o fundo do buraco, nivelando-o e cobrindo-o com uma camada de 5 cm de concreto magro.

Acima da camada de concreto magro deve-se fazer uma laje de concreto armado de, no mínimo, 6 cm de espessura, com malha de ferro 4.2 a cada 20 cm.

Deve-se construir as paredes do tanque sobre a laje de fundo, de modo que as juntas inferiores não permitam a infiltração dos efluentes para o terreno, contaminando o solo. (FIG 4.1)



As paredes devem ser construídas de tijolo cerâmico, e durante a execução da alvenaria, devem ser colocados os tubos de entrada e saída (Tês de PVC de 90 graus com diâmetro de 100 mm) e feitas as ranhuras para a colocação das placas de concreto que separam as câmaras internas.

As faces internas do tanque séptico devem ser revestidas com argamassa a base de cimento, de modo a vedar todas as fissuras e impedir que os líquidos infiltrem pelas paredes do tanque e/ou para o solo.

A separação entre as câmaras internas deve ser feita com as 2 placas pré-moldadas de concreto armado.

As juntas entre as bordas das placas e as paredes internas do tanque séptico devem ser revestidas com argamassa a base de cimento, a fim de impedir que os efluentes escoem entre as câmaras por essas fissuras.

Antes de ser colocada a laje superior, deve ser feito um teste para verificar a estanqueidade do tanque séptico e descobrir possíveis vazamentos para o solo ou superfícies externas. Para a realização desse teste, deve-se encher o tanque com água até uma altura próxima do nível que o efluente dentro do tanque irá atingir, e deve-se observar por sinais visíveis de vazamento na parte externa do tanque, ou o decaimento do nível da água (o que indica vazamento para o solo). Nesse caso, deve-se descobrir o local do vazamento e realizar a operação de vedação da fissura, revestindo o local com argamassa a base de cimento. Caso não sejam verificados vazamentos, a água deve ser retirada e colocada a tampa superior do tanque.

A laje superior do tanque séptico deve ser feita em concreto armado (5 cm de espessura), e deve ser adequada para o perfeito fechamento do tanque. No centro dessa laje deve existir uma abertura para a instalação da tampa de inspeção. A tampa de inspeção deve ser removível para que seja possível a realização de operações de manutenção, como a limpeza ou a adição de alcalinizante (cal).

### **5.3 Construção do sumidouro**

O sumidouro deve guardar uma distância mínima horizontal de 3 metros a partir do tanque séptico. Aconselha-se a sua construção com cerca de 10 cm. de desnível em relação ao tanque, para facilitar o escoamento do efluente por meio da gravidade. Para este projeto, definiu-se a construção de um único sumidouro com a utilização de 5 anéis pré-moldados de concreto.

Inicialmente, deve-se escavar um buraco com 3,20 m de profundidade por cerca de 2 m de diâmetro.

No fundo do buraco, deve-se colocar uma camada de 50 cm de brita (nº 1), a fim de contribuir para uma infiltração mais rápida dos líquidos no solo.

Sobre a camada de brita, devem-se posicionar os anéis de concreto (1,80 m de diâmetro por 50 cm de altura), de modo que sejam encaixados uns sobre os outros, sem rejuntamento, para facilitar o escoamento.

Deve-se fazer uma abertura no anel de concreto superior para passar a tubulação que vem do tanque séptico. Recomenda-se que seja colocado um joelho (100 mm diâmetro) na extremidade final do tubo para orientar o sentido do escoamento do líquido.

A laje de cobertura do sumidouro deve ser fechada por uma placa de concreto armado (5 cm de espessura) e lacrada com argamassa. Acima dessa tampa recomenda-se colocar uma camada de 20 cm de solo argiloso.

### **5.4 Operação do tanque séptico**

Para o início de operação do tanque séptico, recomenda-se que seja inserido até 100 litros de húmus fresco na primeira câmara interna, através da abertura de inspeção, para atuar como a partida do processo de biodigestão anaeróbica.

Em caso de haver a liberação de gases que provoquem mau odor no início da operação, recomenda-se a adição de cal no tanque séptico para a regulação do pH do meio e para neutralizar esses odores.

### **5.5 Manutenção do sistema**

Não é permitido o descarte de objetos como, papel higiênico, preservativos, absorventes, pelos fios dentais, entre outros, nas bacias sanitárias ou pias, pois podem entupir os encanamentos e diminuir a eficiência do tanque séptico. Recomenda-se a colocação de avisos expressos nos banheiros e próximo a pia da cozinha, informando aos usuários do sistema para não descartarem esses materiais no sistema.

A cada 3 anos deve-se realizar a operação de limpeza do lodo acumulado no tanque séptico.

No momento da abertura da tampa de inspeção, deve-se manter afastados objetos que possam produzir faíscas para evitar o risco de combustão dos gases que irão escapar pela abertura.

Após a abertura, o operador deve manter distância por alguns minutos, a fim de evitar a inalação dos gases do tanque séptico.

Recomenda-se que seja feita a remoção por bombas de sucção, de modo que seja deixada uma porção de 10% de lodo no interior do tanque para manter a continuidade do sistema de digestão. O lodo deve ser destinado para leito de secagem ou aterro sanitário.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A busca pela melhoria das interações humanas com o meio ambiente deve ser sistemática e contínua. Ela pode começar pela mudança de hábitos comportamentais individuais, com ações simples, porém, significativas quando somadas por um número maior de pessoas. A diminuição do consumo e desperdício de água, a separação dos resíduos para reciclagem, a escolha de equipamentos eletrônicos que consomem menos energia, entre outros, são alguns dos modelos de hábitos sustentáveis que devem ser promovidos no cotidiano. O que importa, nesses casos, não é o valor do bem ambiental que está sendo preservado por cada ação individual, mesmo porque não se pode mensurar o seu valor, mas a retomada da consciência humana em assumir a sua cota de responsabilidade, pelo uso do bem comum, durante a jornada de cada um pelo planeta. Talvez, esse seja o objetivo principal despertado por esse trabalho, e que os autores levarão, não apenas para a vida profissional, mas para a vida: utilizar a técnica para contribuir com a qualidade de vida das pessoas (indiferente se são duas,



duzentas ou duas mil), com a consciência de que não há vida com qualidade sem um meio ambiente seguro e equilibrado que a (s) envolva (m). Se assim o for, pode-se dizer que os objetivos foram alcançados.

A água é um recurso natural que não pode continuar a ser explorado e contaminado como se fosse inesgotável. A sua qualidade e disponibilidade está em constante transformação, e com ela, a transformação dos mecanismos ambientais que controlam a dinâmica da vida sobre o planeta.

A gestão dos recursos hídricos tem enfrentado dificuldades de se adequar aos modelos de crescimento econômico, social e às próprias mudanças ambientais. Em face desses desafios, os sistemas de tratamento de água e efluentes precisam buscar novas soluções e tecnologias a todo instante, para se adaptar às mudanças.

Como sugestão para o tratamento das águas residuais, o tanque séptico destaca-se, na literatura, por fornecer um modelo de baixo custo e relativa eficiência, sendo muito utilizado pelas populações que residem em áreas rurais ou urbanas que não são atendidas pelo sistema público de esgotamento sanitário, seja por questões de inviabilidade técnica, ou pela pouca percepção ou relevância dada a elas pelo poder público. O caso desse trabalho exemplificou essa questão de inviabilidade técnica, que impede que as águas residuais sejam destinadas ao sistema sanitário comum, principalmente pela topografia do terreno em que a área do projeto se encontra. Essa demanda justificou o dimensionamento para a construção do tanque séptico. As literaturas técnicas utilizadas nesse trabalho (ABNT NBR 7229/93 e ABNT NBR 13969/97) conduziram todos os procedimentos experimentais de análise preliminar das características do terreno, dos requisitos de distâncias mínimos para a construção do tanque séptico e sumidouro, dos cálculos dessas estruturas, ligações dos sistemas hidráulicos e operações de manutenção.

Quanto à problemática do dimensionamento em si, os resultados foram satisfatórios para o tipo de situação a que o trabalho se propôs, embora não haja, nesse momento, prazo hábil para a observação do sistema em funcionamento.

Quanto à eficiência de tratamento dessa estrutura, a literatura não se mostra unânime em relação ao nível de depuração dos efluentes de saída do tanque séptico. No entanto, pelas características particulares desse caso (o tanque séptico ficará cinco dias por semana sem receber contribuição), os autores estimam uma eficiência em torno de 60% de remoção dos sólidos suspensos e de até 65% de remoção da demanda bioquímica de oxigênio. A carga orgânica residual deverá se tornar inerte através da passagem dos líquidos pelo meio filtrante do sumidouro, sem graves prejuízos ao meio ambiente.

Espera-se que esse trabalho possa contribuir também para projetos futuros. Como sugestões para a sua revisão futura, destacam-se: a verificação das estruturas do tanque séptico e do sumidouro, a fim de identificar se elas foram efetivamente construídas em observância com o dimensionamento proposto por esse trabalho e com as normas técnicas aqui mencionadas; e as análises físico-químicas das águas residuais do tratamento, a fim de endossar ou contrariar a tese aqui discutida.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 7.229/1993: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. 1993. Disponível em:

<<http://www.ct.ufpb.br/~elis/SaneamentoAmbiental/ABNTNBR7229.pdf>>. Acesso em 06 mar. 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 13.969/1997: **Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação**. 1997. Disponível em:

<[http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf)>. Acesso em 06 mar. 2015.

**A Carta da Terra**. 2000. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/carta\\_terra.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/carta_terra.pdf)>. Acesso em 29 mai. 2015

ANDRADE, C.F. **Relevo antropogênico associado à mineração de ferro no Quadrilátero Ferrífero: Uma análise espaço-temporal do complexo Itabira (Município de Itabira – Mg)**. Tese de doutorado em geografia. UFMG, 2012.

BASSOI, L.J.; GUAZELLI, M.R. **Curso de Gestão Ambiental**. In: PHILIPPI Jr, A.; ROMERO, M.D.A.; BRUNA, G.C (Org.). Barueri: Manole, 2004.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L. et. al. **Introdução à Engenharia Ambiental. O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Pearson, 2005.

BRASIL. Decreto nº. 24.643 de 10 de julho de 1934. **Decreta o Código de Águas**. Rio de Janeiro: Diário Oficial da União, 1934.

BRASIL. Decreto nº. 50.877 de 29 de junho de 1961. **Dispõe sobre o lançamento de resíduos sólidos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do país, e dá outras providências**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 1961.

BRASIL. Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 1981.

BRASIL. Lei nº. 9.433 de 08 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**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 1997.

BRASIL. Lei nº. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 1998.

BRASIL. Lei nº. 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. Lei nº. 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 2012.

BRASIL. Portaria nº. 2.914 de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 18 mar. 2015.

BRASIL. Resolução CONAMA 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: 18 mar. 2015.

CLIMATEDATA. **Clima de Itabira**. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/25051/>>. Acesso em: 23 mai. 2015.

GUIMARAES, J. R.; NOUR, E. A. A. **Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza. Caderno temático de química nova na escola**. São Paulo, mai. 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/esgotos.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

ITABIRA. **Lei complementar nº. 4.034 de 16 de novembro de 2006. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Itabira e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.itabira.cam.mg.gov.br/Legislacao>>. Acesso em: 16 abr. 2015.

HESPANHOL, I. **Reúso de Água**. In: MANCUSO, P.C.S., SANTOS, H.F.D. (Org.). Barueri: Manole, 2003.

HIRATA, H.; HIRATA, R.; LIMA, J.B.V. **Decifrando a Terra**. In: TOLEDO, M.C.M.D.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F.; TEIXEIRA, W (Org.). São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

JONHSON, S. **O mapa fantasma: como a luta de dois homens contra a cólera mudou o destino de nossas metrópoles**. In: Lopes, S. (Trad.). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

LEME, E.J.D.A. **Manual Prático de Tratamento de Águas Residuárias**. São Carlos: EdUFSCar, 2010

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 2.ed. Campinas (SP): Átomo, 2008

MALHEIROS, T.F.; PHILIPPI JR., A. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. In: PHILIPPI JR., A (Org.). Barueri: Manole, 2005.

MARTINS, G.; PHILIPPI JR., A. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. In: PHILIPPI JR., A (Org.). Barueri: Manole, 2005.

MEADOWS, D; RANDERS, J; MEADOWS, D. **Limites do Crescimento. A atualização de 30 anos**. 1.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 4. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Operação e Manutenção de Tanques Sépticos – Lodo**. 1. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014

MINISTERIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Brasília, 2014. Disponível em:  
< <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105> > Acesso em: 16 abr. 2015.

NUVOLARI, A. et. al. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Blucher, 2003.

PHILIPPI JR., A.; SILVEIRA, V. F. **Curso de Gestão Ambiental**. In: PHILIPPI Jr, A.; ROMERO, M.D.A.; BRUNA, G.C (Org.). Barueri: Manole, 2004.

PDAACI - **Plano Diretor de Abastecimento de Água da Cidade de Itabira**. 2006.

REIS, L.B.D.; FADIGAS, E.A.A.; CARVALHO, C.E. **Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável**. 1.ed. Barueri: Manole, 2005.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Esgotamento Sanitário: Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Salvador: ReCESA, 2008. Disponível em:  
<[http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/projeto\\_e\\_construcao\\_de%20\\_sistemas\\_de\\_esgotamento\\_sanitario.pdf](http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/projeto_e_construcao_de%20_sistemas_de_esgotamento_sanitario.pdf)> Acesso em: 08 abr. 2015

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ITABIRA – MG. **Números do Saneamento Municipal**. 2008. Disponível em: <  
<http://www.saaeitabira.com.br/N%C3%BAmeros/tabid/589/Default.aspx> >. Acesso em: 29 de mar. 2015.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.