



## **220 - COMPARAÇÃO ECONÔMICA ENTRE SISTEMAS INDIVIDUAIS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DE ESGOTO PARA APLICAÇÃO EM UM ASSENTAMENTO RURAL NA CIDADE DE FORTUNA, MARANHÃO.**

**Kadu de Sousa Ciqueira<sup>(1)</sup>**

Graduado em Engenharia Civil - UniFacema.

**Danilo Prado Pires<sup>(2)</sup>**

Graduado em Engenharia Civil – UFPI; Especialização em Engenharia em Saneamento Básico e Ambiental – INBEC; Mestrado em Engenharia Civil em Saneamento e Ambiente – UNICAMP.

**Cláudio Vidrih Ferreira<sup>(3)</sup>**

Graduado em Física – Unesp; Graduado em Engenharia Civil – Unesp; Mestrado em Engenharia Civil em Geotecnia – USP; Doutorado em Engenharia Civil em Geotecnia – USP; Coordenador e Professor do Curso de Engenharia Civil – UniFacema.

**Endereço<sup>(1)</sup>**: Rua Aarão Réis, 1036-1136 - Centro - Caxias - Maranhão - CEP: 65604-010 - Brasil - Tel: +55 (99) 98855-4880 - e-mail: [kaduciqueira1996@gmail.com](mailto:kaduciqueira1996@gmail.com)

### **RESUMO**

Atualmente, o saneamento no Brasil apresenta graves deficiências quanto ao atendimento das necessidades da população urbana, e essa deficiência é ainda mais preocupante quando vista a situação na zona rural. O objetivo do estudo foi apresentar para a população rural sistemas individuais de manejo de resíduos que apresentam simples métodos construtivos, mas que operam de forma adequada e tenham um custo baixo. A coleta de dados deu-se por meio do dimensionamento de um sistema com Tanque Séptico seguido de um Filtro Anaeróbio (sistema I) e um Tanque de Evapotranspiração (sistema II). Dessa maneira, foi quantificada a parte orçamentária, e feita uma comparação entre os dois sistemas, para escolher a mais viável à ser implantado na Fazenda Santo Antônio, propriedade rural no município de Fortuna-MA. O orçamento do sistema I, apresentou um valor total de implantação de R\$ 2685,87, divididos entre os serviços para a construção do tanque séptico e do filtro anaeróbio. O orçamento do sistema II apresentou o custo de implantação de R\$ 4929,34, encontrados a partir do levantamento de cada item que agrega valor para a construção do sistema. Conclui-se que o sistema I apresentou maior viabilidade, pois mostrou-se ser 45,51% mais econômico comparado ao sistema II.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Rural, Tanque Séptico, Tanque de Evapotranspiração.

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente o setor de saneamento no Brasil apresenta graves deficiências quanto ao atendimento das necessidades da população urbana, e essa deficiência é ainda mais preocupante quando vista a situação na zona rural (LEONEL; MARTELLI; DA SILVA, 2013).

Nas residências rurais é comum o precário uso de sistemas de disposição de resíduos, conhecidos como fossas rudimentares (“fossas negras”), que podem contaminar o solo e as águas subterrâneas. A utilização de tais tipos de sistemas se dá pelo mito do alto investimento de se aplicar um sistema de tratamento que não prejudique futuramente a saúde dos moradores ou pelo desconhecimento de tais métodos que se demonstram bastante eficazes (DE NOVAES, et al., 2002).

Neste cenário os sistemas individuais vieram à tona e tornaram-se bastante utilizados no Brasil, pelo fato de tal precariedade nos sistemas de coleta de esgoto. Atualmente tais sistemas são bastante utilizados na zona rural pelo fato da descentralização da população, impossibilitando o dimensionamento de uma estação geral de tratamento de esgoto, pois acarretaria em elevados custos na implementação de tal solução mitigadora (VON SPERLING, 2005).

Esse trabalho surge para tratar da importância de ações de educação ambiental como uma alternativa atraente para minimizar os problemas decorrentes da falta de investimentos em saneamento rural e urbano, através da implantação de um sistema individual de tratamento de esgoto que proporcione um impacto menor no

ambiente, e minimize os impactos a saúde pública. Em razão disso, o estudo contribuiu para a revisão da problemática do esgotamento sanitário, permitindo que o município vislumbre medidas mitigadoras para sanar esse *deficit*, beneficiando a população com a redução dos níveis de poluição.

## OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo apresentar um sistema individual de tratamento de esgoto que supra as necessidades requeridas pelos moradores, que não degrade o meio ambiente, e que apresente diversas vantagens na relação custo/benefício.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Esse trabalho foi realizado a partir de uma comparação entre sistemas individuais de tratamento e disposição de resíduos, enfatizando na viabilidade de aplicação de tal sistema, descrevendo suas vantagens, e quantificando a parte orçamentária de sua implantação.

A propriedade denominada Fazenda Santo Antônio encontra-se nas coordenadas 5°44'30.35" ao sul e 44°6'34.29" ao oeste, e trata-se de uma propriedade rural localizada no município de Fortuna (Maranhão) com altitude média de 211 metros. O clima da região é tropical quente e semiúmido, com uma temperatura média de 27°C (JORNAL DO TEMPO, 2010). Os tipos de vegetação típica predominante no local em estudo são: o cerrado e a mata ciliar.

A área de abrangência da propriedade, em destaque na Figura 1, é de 54 hectares (delimitado pela área em preto), abrangendo 3 residências (representadas em amarelo). Esta área divide-se em: 4.5 ha de plantação de milho, 3.5 ha de feijão, 37 ha de pasto destinados para criação de bovinos e caprinos, 8 ha de reserva ambiental.



**Figura 1: Delimitação da área da fazenda**

Fonte: Google Earth (2018)

Foi dimensionado uma Tanque de Evapotranspiração e um sistema com Tanque Séptico seguido de um Filtro Anaeróbio, utilizado como pós-tratamento. A partir daí foi quantificada a parte orçamentária, e feita uma comparação entre os dois sistemas. Com essa emblemática foi apresentado qual sistema se torna mais viável para ser implantado em um assentamento rural na cidade de Fortuna-MA.

Os dimensionamentos dos dois tipos de sistemas individuais foram realizadas utilizando referências. O dimensionado do Tanque de Evapotranspiração foi baseado em Galbiati (2009), enquanto que o Tanque Séptico seguido do Filtro Anaeróbio foi segundo as especificações técnicas da NBR 7229 (1993) e NBR 13969 (1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi dimensionado dois tipos de sistemas individuais de coleta e tratamento de esgoto para a Fazenda Santo Antônio, assentamento rural onde possui 3 (três) residências unifamiliares, contendo ao todo 11 habitantes em todo o sítio. Situado no município de Fortuna, onde a propriedade serviu de estudo de caso para o desenvolvimento deste trabalho.

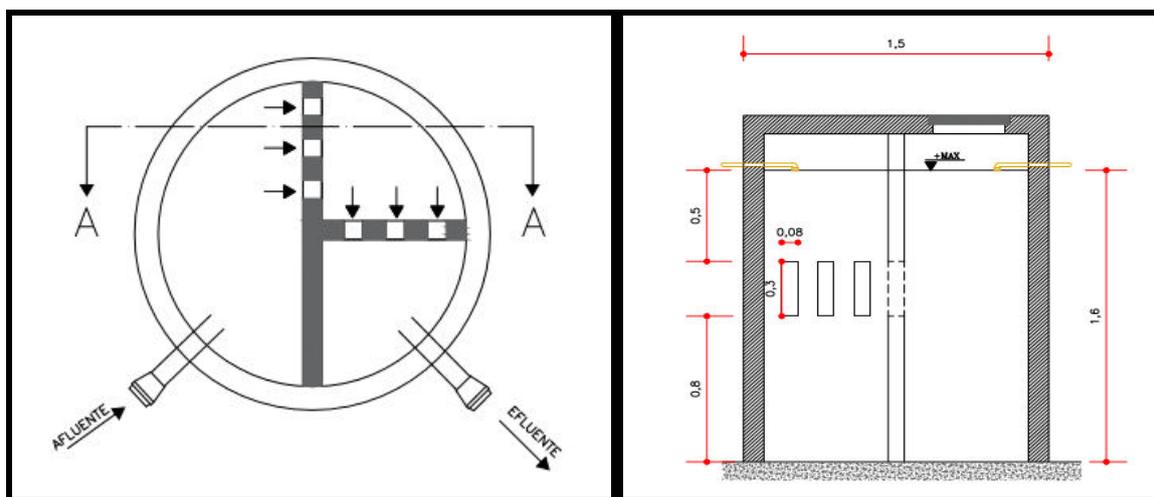
Para a apresentação dos resultados do sistema I, foram dimensionados um tanque séptico usado como tratamento inicial, seguido de filtro anaeróbio que será utilizado como pós tratamento, dimensionados a partir das normas NBR 7229 (1993) e NBR 13969 (1997), respectivamente.

O dimensionamento do tanque foi de acordo com a NBR 7229 (1993) e todos os parâmetros adotados foram relacionados com as características do local de implantação, para que tanto o sistema de tanque séptico e filtro anaeróbio pudessem representar o mesmo cenário, conforme especificado na metodologia. Desta forma, o tanque séptico apresentou as características conforme a Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1: Dimensionamento do tanque séptico**

TANQUE SÉPTICO		
Volume útil (m³)	2,82	
Diâmetro - D (m)	1,5	
Altura útil - h (m)	1,6	
Dimensões das aberturas localizadas no plano de separação	Área de abertura - AAB (m²)	0,09
	Largura - f (m)	0,08
	Altura - d (m)	0,3
	Número de câmeras - n (und)	3
Distância vertical da extremidade inferior da abertura à soleira do tanque - g (m)	0,8	
Distância vertical mínima da geratriz superior da abertura ao nível do líquido - e (m)	0,5	

Diante dos valores encontrados após a análise da norma, dimensionou e desenhou-se o Tanque Séptico conforme Figura 2, representando a vista em planta baixa e o corte lateral.



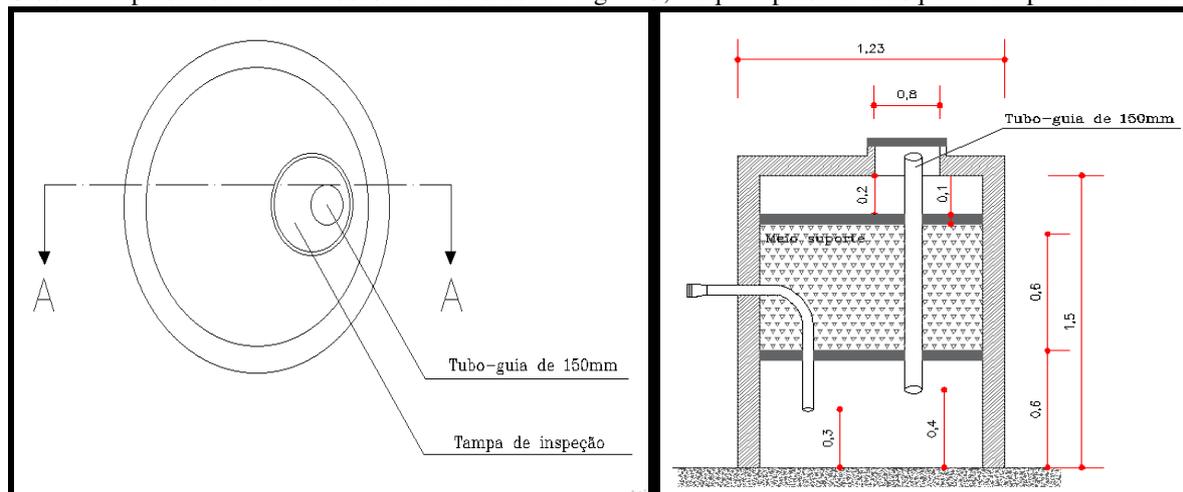
**Figura 2: Planta baixa e corte lateral do Tanque Séptico.**

O dimensionamento do filtro foi de acordo com a NBR 13969 (1997), seguindo as mesmas características do assentamento rural, para que não houvesse divergências entre o dimensionamento dos sistemas adotados. Portanto, o filtro apresentou as seguintes dimensões, como mostrado na Tabela 2.

**Tabela 2: Dimensionamento do filtro anaeróbio**

<b>FILTRO ANAERÓBIO</b>	
Volume útil (m <sup>3</sup> )	1,76
Diâmetro - D (m)	1,23
Altura do filtro - h (m)	1,5
Altura Total do Leito Filtrante - h (m)	1,2
Altura da Calha Coletora - h1 (m)	0,1
Altura Sobressalente - h2 (m)	0,2

O sistema apresentou as dimensões de acordo com a Figura 3, na qual apresenta o esquema em planta e corte.

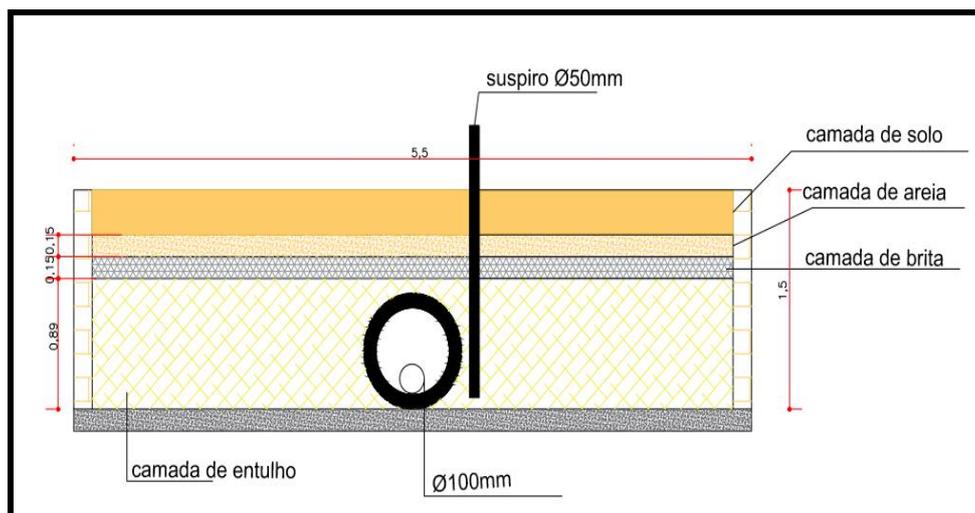


**Figura 3: Planta baixa e corte lateral do Filtro Anaeróbio.**

Os resultados do sistema II foram atingidos a partir do dimensionamento do tanque de evapotranspiração seguido como roteiro Galbiati (2009), como já especificado no trabalho. Neste contexto, o sistema demonstrou as características apresentadas na Tabela 3, sendo assim dimensionado de acordo com a figura 4.

**Tabela 3: Dimensionamento do filtro anaeróbio**

<b>TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO</b>	
Volume útil (m <sup>3</sup> )	56
Dimensões (m)	7 x 5,5
Altura - h (m)	1,5
Camada de Brita (m)	0,15
Camada de Areia (m)	0,15
Quantidade de Pneus (und)	45



**Figura 4: Tanque de evapotranspiração em corte lateral.**

Ambos os sistemas dimensionados possuem simples métodos construtivos e apresentam os mesmos serviços que devem ser desenvolvidos para sua aplicação, sendo assim não apresentando parâmetros interessantes para a discussão comparativa.

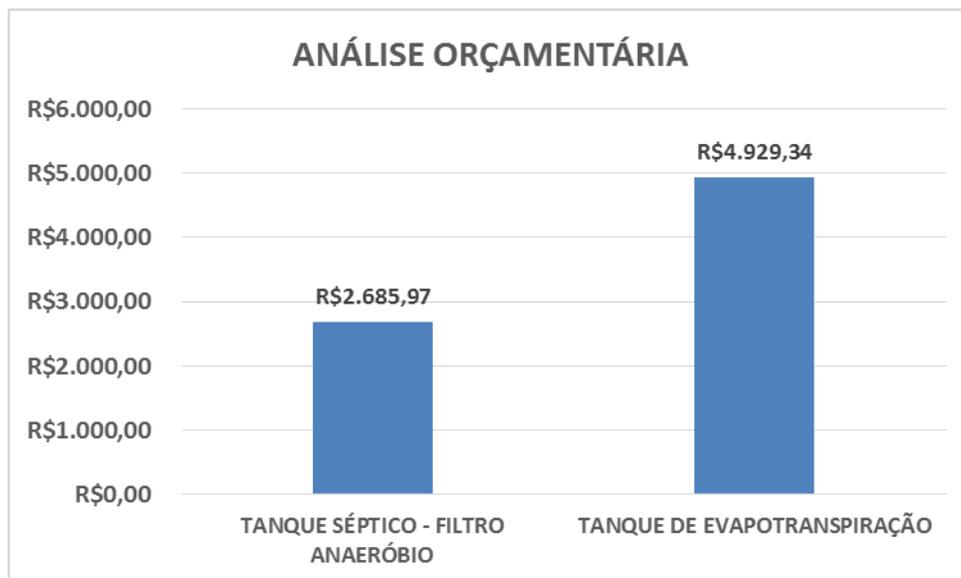
Em relação a área necessária para a implantação de cada sistema, observou-se que para aplicação do sistema de Tanque Séptico seguido de Filtro Anaeróbio é necessário uma área total de utilização de aproximadamente 9 m<sup>2</sup>, enquanto que para a aplicação do Tanque de Evapotranspiração seria preciso uma área de aproximadamente 39 m<sup>2</sup>. Neste contexto, o sistema I se torna mais viável pelo fato de economizar uma área de aproximadamente 23,08% quando comparada ao sistema II.

O orçamento dos sistemas individuais tiveram suas descrições dos serviços baseado de acordo com as atividades que devem ser desenvolvidas para a construção de cada sistema. A composição de custos unitário das atividades foi baseada na Tabela de Custos do SEINFRA - Secretaria de Infraestrutura (2018), onde foi adotado de forma igualitária para ambos os sistemas, a partir daí foi possível uma análise orçamentária comparativa.

O orçamento do sistema I, apresentou um valor total de implantação de R\$ 2685,87, divididos entre os serviços para a construção do tanque séptico e do filtro anaeróbio. Nesse tipo de sistema foi perceptível que o custo maior ficou por parte do Tanque Séptico que foi responsável por cerca de R\$ 1537,53 (57%) do valor total de construção do sistema, já o Filtro Anaeróbio custou cerca de R\$ 1148,34 (43%).

O orçamento do tanque de evapotranspiração tem custo de implantação de R\$ 4929,34, encontrados a partir do levantamento de custo de cada item que agrega valor para a construção do sistema.

Após o dimensionamento e realizado o orçamento dos dois sistemas individuais chegou-se aos seguintes resultados para que se possa desenvolver uma comparação de custo entre os sistemas, como demonstrado no Figura 5.



**Figura 5: Comparação orçamentária dos sistema I e II.**

Neste contexto, pode-se observar que o sistema que apresenta o menor custo é Tanque Séptico seguido de Filtro Anaeróbico que se mostrou ser 45,51% mais barato que o Tanque de Evapotranspiração. Sendo assim, o sistema I se torna o mais viável para ser implantado na Fazenda Santo Antônio.

## CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu compreender as características de dois sistemas individuais de tratamento e disposição de resíduos, a viabilidade de aplicação de cada um dos sistemas em relação a localidade, as vantagens na implantação destes, bem como a relação custo-benefício e a preservação do meio ambiente.

O estudo sobre os sistemas individuais de tratamento e disposição de resíduos têm sua importância por apresentar soluções para os serviços de saneamento de uma determinada localidade da zona rural de Fortuna, Maranhão, com foco na manutenção da preservação do meio ambiente.

Com base na comparação financeira entre os sistemas analisados, conclui-se que o sistema I, Tanque Séptico seguido de Filtro Anaeróbico, apresenta maior viabilidade para implantação na Fazenda Santo Antônio, localizado em Fortuna, pois mostrou ser 45,51% mais econômico comparado ao Tanque de Evapotranspiração. Este trabalho não teve por objetivo mostrar qual sistema é mais eficiente e sim apresentar qual sistema apresenta a maior viabilidade econômica. Diante deste cenário, apresentou-se que o sistema mais adequado para implantar na Fazenda Santo Antônio foi o de Tanque Séptico seguido de Filtro Anaeróbico, com custo de implantação em torno de R\$ 2685,87, sendo um sistema fácil, rápido e barato de executar a comparar com seus benefícios.

Espera-se que este estudo possa contribuir para o maior esclarecimento sobre as vantagens da implantação de sistemas individuais de coleta e tratamento de esgoto, bem como esclarecer as vantagens financeiras que possam determinar na escolha do sistema que melhor de adequa a realidade da população local.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. 1993.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13969 – Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos - Projeto, construção e operação. 1997.
3. DE NOVAES, A. P. et al. Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002.

4. GALBIATI, A. F. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS. 2009.
5. JORNAL DO TEMPO. Previsão. Disponível em: < <http://jornaldotempo.uol.com.br/> > Acesso em: 2 maio. 2019.
6. LEONEL, L. F.; MARTELLI, LFA; DA SILVA, W. T. L. Avaliação do efluente de fossa séptica biodigestora e jardim filtrante. São Pedro, São Paulo. 2013.
7. CEARÁ. SEINFRA: Tabela de Custos. 2018. Disponível em: <<https://www.seinfra.ce.gov.br/tabela-de-custos/>>. Acesso em: 15 Jan. 2019.
8. VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. Volume 1: princípio do tratamento biológico de águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental – UFMG, 2005.