

## **Alternativa para o saneamento rural: fossa séptica biodigestora para tratamento de efluente doméstico em zona rural.**

Hernani Ciro Santana<sup>1</sup>  
Dayane Gonçalves Ferreira<sup>2</sup>  
João Fernando Martins Paixão<sup>3</sup>  
Barbara Poliana Campos Sousa<sup>4</sup>

### **Tecnologia Ambiental**

#### **Resumo**

Sabe-se que o objetivo do saneamento básico é diminuir os índices de doenças e promover a saúde. Há uma dificuldade, quando se trata da zona rural, onde as grandes distâncias inviabilizam um sistema coletivo de coleta de esgoto, acarretando no uso de fossas negras. Tal prática contamina o solo, lençol freático e corpos hídricos. Por isso, soluções alternativas, que utilizam tratamento biológico, como a fossa séptica biodigestora, foram criadas visando o tratamento em áreas rurais. O presente trabalho visa à implantação de um modelo alternativo de fossa séptica biodigestora com o custo reduzido e testificar a eficiência do sistema através de análises laboratoriais. A metodologia implantada avalia o sistema em três condições: com adição de micro-organismos, adição de esterco bovino e em estado normal. Os resultados encontrados no sistema implantado foram satisfatórios visto que os parâmetros analisados (DBO, DQO, pH, condutividade elétrica e temperatura) apresentaram índices dentro do padrão para lançamento em corpos hídricos. Entretanto, os resultados da duplicata, não apresentaram resultados satisfatórios. Conclui-se, então, que o sistema proposto é eficiente para o tratamento em áreas rurais, apenas com adição de esterco bovino, podendo ser descartadas em corpos hídricos, porém limitando o seu uso devido à grande concentração de coliformes fecais.

**Palavras-chave:** Fossa séptica; Biodigestor; Tratamento de esgoto; Zona rural.

---

<sup>1</sup>Prof. Dr. Universidade Vale do Rio Doce – Departamento Ciências e tecnologias, hernani.santana@univale.br

<sup>2</sup>Profª. Me. Universidade Vale do Rio Doce – Departamento Ciências e tecnologias, Dayane.ferreira@univale.br

<sup>3</sup>Prof. Me. Universidade Vale do Rio Doce – Departamento Ciências e tecnologias, joao.paixao@univale.br

<sup>4</sup>Profª. Me. Universidade Vale do Rio Doce – Departamento Ciências e tecnologias, barbara.sousa@univale.br



## INTRODUÇÃO

Segundo a Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, saneamento básico é definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e esgotamento sanitário. Sendo assim, Cavinatto (2003) mostra que o saneamento é aplicado com objetivo de prevenir doenças transmitidas por parasitas, diminuindo a sua incidência e evitando a contaminação do meio ambiente.

Segundo dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2020), 43% do esgoto é coletado e tratado em território brasileiro, demonstrando a ineficiência em suprir a necessidade e atender a população. Quanto ao cenário da zona rural, os índices são menores. De acordo com dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013), cerca de 68% da população residente na zona rural não contam com serviços básicos de saneamento, o que representa cerca de 23 milhões de pessoas. Deste modo a população se vê suscetível a contrair doenças infecciosas e parasitárias que são adquiridas através do contato com o esgoto não tratado e principalmente da água contaminada que é ingerida sem tratamento prévio.

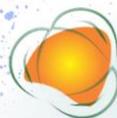
O afastamento da zona rural das estações de tratamento de esgoto dificulta a existência de uma rede coletora, pois a mesma seria muito extensa, de acordo com Kobiyama, Mota e Corceuil (2018). De acordo com a Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários. Nesses casos, Dacach (1990), recomenda o uso de fossa séptica, que se constitui em um sistema privativo para tratamento e refugo do esgoto.

Realização



Apoio





Os processos de tratamentos individuais ou semicoletivos, que é o foco desta pesquisa, estão sendo cada vez mais difundidos uma vez que apresentam benefícios por necessitar de menores demandas de recursos para serem implementadas, além de contribuir com a sustentabilidade local, fornecendo auxílio social, econômico e ambiental (METCALF; EDDY, 2002). Diante disso, a viabilização do tratamento adequado para os esgotos domésticos, se faz necessário, tendo a fossa séptica biodigestora como uma solução de custo acessível que substitui as fossas rudimentares (NOVAES et al, 2002).

A adoção de métodos unifamiliares de saneamento também necessita de procedimentos metodológicos para o seu projeto e execução, a fim de proporcionar a disposição adequada dos efluentes, evitando a contaminação do lençol freático, corpos hídricos, e o desenvolvimento de doenças por veiculação hídrica, promovendo a saúde, protegendo o meio ambiente e melhorando a qualidade de vida da população. Desta forma, este trabalho teve por objetivo desenvolver e implementar uma fossa séptica biodigestora alternativa para tratamento de esgoto sanitário em áreas rurais.

## METODOLOGIA

Para a implantação do sistema, foi escolhida a fazenda experimental da Universidade Vale do Rio Doce. O local está em um ambiente acadêmico e simula as condições de zona rural desejáveis para a implantação do sistema.

A NBR 7229/1993 foi utilizada com modificações. Após estudo mais aprofundado da utilização efetiva dos banheiros, foi observado que apenas 5 pessoas utilizam os banheiros, e a permanência destas é baixa. O volume calculado conforme a norma foi de 1.467 L e dimensões de 1,20 x 0,80 x 1,60.

Como o sistema precisaria operar cheio para que a avaliação da eficiência ocorresse a tempo para a apresentação do trabalho, e que possíveis alterações fossem feitas caso houvesse necessidade, novo volume foi adotado e método construtivo que inicialmente seria em alvenaria.

Diante do exposto, o volume utilizado foi de 650L e o material utilizado foram tambores.

Realização



Apoio





O sistema contou com 3 tambores. Os dois primeiros – do tanque séptico – com volume de 250 L cada e o terceiro de 150 L para implantação de um filtro granular.

Durante o período de utilização da fossa séptica, foi utilizado esterco bovino para auxiliar no processo de tratamento biológico do esgoto sanitário, sendo adicionado a cada quinze dias uma composição de dois litros de esterco fresco diluindo em dois litros de água.

Paralelamente ao sistema de fossa séptica biodigestora, foi criado um sistema idêntico em duplicata, com o volume 40 vezes menor em relação à mesma, sendo exposta às mesmas condições do ambiente, recebendo efluente de maneira proporcional ao seu volume e mantendo o mesmo período de detenção do efluente que a fossa séptica.

Porções de 120g de um pool de micro-organismos utilizados para biodigestão (Biorooter Biodegradador Biológico) foi utilizado seguindo as instruções do fabricante Sanear Brasil Ind e Comércio Ltda. A formulação contém em sua composição *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformes*, *Bacillus pumillus*, Farelo de trigo e Cloreto de sódio, e consiste em um pó com coloração bege e de aspecto de cereal. O produto foi adicionado ao sistema de duplicatas nas porções de 60g a cada três dias.

Para pesquisa e contagem de coliformes nas amostras de água coletadas do sistema de duplicatas, decorridos 10 dias de tratamento com os micro-organismos biodigestores, foi utilizada a metodologia clássica de tubos múltiplos para água de sistemas de tratamento, com 5 séries de 3 tubos (APHA, 1999). Foram realizados 2 experimentos independentes em duplicata.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fossa séptica biodigestora foi constituída por três tambores e calculada para atender à demanda de consumo de até 5 pessoas.

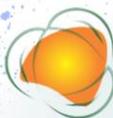
A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) são diretamente influenciadas pelo processo de biodigestão, que por anaerobiose, ocasionou uma redução de 95% (de 670 a 35 mg/l) para o efluente tratado. Os valores de demanda química de oxigênio (DQO) durante os primeiros meses de funcionamento do sistema ocasionou redução de 96% (de 929 a 35

Realização



Apoio





mg/l) para o efluente tratado. Os valores da última análise são de sistema de tratamento de resíduos em bom funcionamento, nada impedindo dos valores serem superiores ou inferiores em futuras coletas caso desejada.

Segundo Kellner e Pires (1998) são necessários 4 meses para que haja a adaptação dos micro-organismos capazes de fazer a estabilização da matéria orgânica que influenciaria diretamente na redução, que deve ser no mínimo 60% do efluente bruto. Segundo Peres et al. (2010) esses sistemas de fossa séptica podem apresentar remoção de DBO até 95%, portanto, o sistema se iguala da quantidade de eficiência que o sistema tem em reduzir a DBO do efluente.

Os resultados nas análises demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) apresentaram grande modificação entre o efluente tratado e o efluente na entrada da fossa biodigestor. Seguindo a mesma metodologia, Faustino (2007) relata que algumas coletas do efluente de entrada obtiveram diferentes resultados e com demandas bem inferiores, assim como o sistema implantado.

Clareto (1997) conseguiu alcançar altos índices de remoção de DQO em chorume sempre superiores a 75%, chegando a 88% de remoção de DQO e 86% de remoção de ácidos voláteis com tempo de detenção de 5 dias. Detectou-se também que a maior parte da DBO, DQO e sólidos dissolvidos era removido no primeiro estágio do tratamento, em seu primeiro tanque.

Como a DBO e DQO apresentaram ainda sim com altas reduções de matéria orgânica, o efluente apresenta a presença de baixo teor matéria orgânica, sendo assim, esse material pode ser lançado em corpos hídricos segundo a Resolução CONAMA – Número 20, de 18 de junho de 1986, que classifica o rio doce como classe 2.

Realização



Apoio



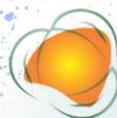


Tabela 1. Valores de DQO do afluente (esgoto sanitário) e do efluente do sistema por meio de fossas sépticas.

Parâmetro	26/08	26/09	21/10	18/11
Período de funcionamento	11 dias	42 dias	67 dias	95 dias
Efluente sem tratamento mg/L	723	1317	1531	929
Efluente tratado mg/L	324	353	292	35
Redução (%)	55%	73%	81%	96%

Fonte: Autoral

Tabela 2. Valores de DBO do afluente (esgoto sanitário) e do efluente do sistema por meio de fossas sépticas.

Parâmetro	26/08	26/09	21/10	18/11
Período de funcionamento	11 dias	42 dias	67 dias	95 dias
Efluente sem tratamento mg/L	302	525	850	670
Efluente tratado mg/L	234	260	189	35
Redução (%)	23%	50%	78%	95%

Fonte: Autoral

Na análise da variação de pH os resultados foram analisados ao final do mês novembro/2019, pois o objetivo foi estabilizar primeiramente os parâmetros de DBO e DQO para realizar a análise do pH, que resultou no valor de 7,5 para o efluente tratado sem adição de micro-organismo, pH bom para proliferação da colônia bacteriana. Subsequente de 5,8 para o efluente com adição de micro-organismo e de 7,0 para o efluente sem nenhum tratamento.

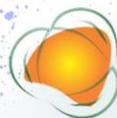
De acordo com METCALF & EDDY (1991), grande parte das bactérias acabam por sobreviver com pH entre 4,0 e 9,5, demonstrando assim, que o pH do sistema é adequado

Realização



Apoio





para a proliferação de bactérias, agilizando o processo de anaerobiose. Em outros estudos feitos para determinar a eficiência tratamento de esgoto de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora, realizado por Peres et al. (2010), encontrou valores aproximados de 7,5, que como afirmado por vários autores aqui citados, é uma faixa essencial para proliferação bacteriana.

Em diversos estudos, inclusive realizados por Silva et al. (2012) demonstrou que o pH do efluente realizados nos tanques, mantiveram-se na faixa de aproximadamente 7, promovendo maior eficiência no sistema de biodigestão por fossa séptica.

**Tabela 3.** Valores de pH do efluente (esgoto sanitário), do efluente tratado pela fossa séptica e do efluente tratado pelo sistema de duplicatas.

Efluente sem tratamento	7,0
Efluente tratado pela fossa séptica biodigestora	7,5
Efluente tratado pelo sistema em duplicata com adição de micro-organismos	5,8
	5,8

Fonte: Autoral

No efluente da Fossa Séptica Biodigestora foram verificadas as temperaturas de 22, 20, 27 e 35°C nos meses de agosto, setembro e outubro respectivamente, sendo realizado anotações da temperatura ambiente durante a coleta, e das temperaturas de entrada e saída do afluente (Tabela 3). Segundo Jordão e Pessôa (2011) a temperatura dos esgotos está acima da temperatura do ar, exceto em alguns períodos do ano, principalmente no verão, a temperatura do ar pode ultrapassar a do efluente. Com isso, a variação e as altas temperaturas podem explicar parte dos resultados em que foram realizadas as coletas, pois no mês de agosto e setembro a região encontra-se na estação chuvosa, o que pode explicar a menor temperatura, e no mês de outubro e novembro tende a ser um período mais seco e conseqüentemente estar quente, onde a temperatura encontrada foi mais elevada que os outros meses.

Realização



Apoio





A temperatura do efluente e do ambiente influencia diretamente na eficiência em remoção da matéria orgânica, sendo possível observar uma maior taxa de remoção da matéria em temperaturas mais elevadas. Segundo (NOVAES, 2002) a temperatura ideal para a proliferação de bactérias consumirem a matéria orgânica é de 36°C devido à presença de bactérias provenientes do esterco bovino. Estas bactérias são responsáveis pela degradação da biomassa, e apresentam atividade a partir dos 15°C, mas com maior eficiência entre 30° e 37°C. Porém, segundo o Conama nº 357/2005, as temperaturas devem estar abaixo de 40°C.

## CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

As porcentagens de remoção de DQO e DBO foram altas quando comparadas com valores obtidos por outros autores, apesar do curto período de detenção. Desta forma os valores de DBO e DQO atendem a legislação vigente para descarte em corpos hídricos, podendo ser lançado até em corpos hídricos de classe I. Durante o período de experimentação os valores de pH mantiveram-se entre 7,0 e 7,5, mantendo-se nos níveis ideais para as bactérias responsáveis pelo tratamento de água residuária. O sistema demonstrou ser eficiente para a melhoria de parâmetros físico-químicos, embora não tenha apresentado bons resultados para o controle microbiológico. Contudo, diante do custo reduzido e da facilidade de implementação, a proposta torna-se útil para o tratamento de água em pequenas propriedades rurais, requerendo uma etapa de adição de compostos clorados para o controle da microbiota local.

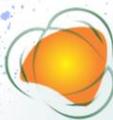
## REFERÊNCIAS

Realização



Apoio





AGENCIA Nacional das Aguas (ANA). Água no mundo. Disponível em:  
<<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo#>>. Acesso em: 22  
Março 2019.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of  
water and wastewater. 20. ed. Washington: American Public Health Association; AWWA; WPCF,  
1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229 Projeto,  
construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente  
(CONAMA). Resolução n. 430 de 11 de Maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de  
lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de Março de 2005.  
Brasília, DF, 2011.

BRASIL. lei 11445/2007. Diretrizes nacionais para o saneamento basico , 05 janeiro 2007.

CLARETO, C. R., Tratamento Biológico de Líquidos Percolados Gerados

Em Aterros Sanitários Utilizando Reator Anaeróbio Compartimentado. Dissertação (Mestrado) –  
São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP,1997.

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 20, de 18 de junho de 1986  
RODRIGUES, F. L. e CAVINATTO, V. M. Lixo: de onde vem? para onde vai? 2 ed. Reform.  
São Paulo: Moderna, 2003.

DACACH, Nelson Gandur. Saneamento básico. 3 ed. Rio de Janeiro: EDC, 1990.

EMBRAPA. Tema saneamento rural. Disponível em :< <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural>>. Acesso em: 22 de março de 2019.

EMBRAPA. Eficiência do processo de biodigestão em fossa séptica biodigestora inoculada com  
esterco bovino, 2007. Disponível em: <

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/30797/1/DOC342007.pdf>>. Acesso em: 23  
de março de 2019.

FAUSTINO, A.S. Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestor e o  
impacto do seu uso no solo. 2007. 212 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São  
Carlos, São Carlos, 2007.

HOFFMANN, H. et al. PROPOSTAS PARA O SANEAMENTO DESCENTRALIZADO NO  
BRASIL:Tecnologias de baixo custo para o tratamento de esgotos urbanos. ICTR 2004 –  
CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVELCostão do Santinho – Florianópolis – ICTR – Instituto  
de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento SustentávelNISAM - USP, São Paulo,  
2004. 715-716.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 6ª ed. Rio de Janeiro:  
ABES, 2011. ISBN 978-85-7022-169-8

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORCEUIL, C. W. Saneamento rural. In: Seminário  
Saneamento Ambiental, Rio Negrinho: ACIRNE, Anais. CD-ROM. 24p. 2008.

METCALF E EDDY (2002). Wastewater engineering treatment and reuse, 4 ed. New York:  
McGraw-Hill, 1819 p.

METCALF & EDDY, Inc. Wasterwater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. McGraw-Hill  
International Editions, 3ed., New York, 1991.

NEVES-SILVA, Priscila; MARTINS, Giselle Isabele; HELLER, Léo. “A gente tem acesso de  
favores, né?”. A percepção de pessoas em situação de rua sobre os direitos humanos à água e ao  
esgotamento sanitário. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, mar. 2018. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1590/0102-311X00024017>. Acesso em: 2 maio 2019.

Realização

Apoio





NOVAES , et al. EMBRAPA. Utilização de uma Fossa Séptica Biodigestora para Melhoria do Saneamento Rural e Desenvolvimento da Agricultura Orgânica, São Carlos,SP, Maio 2002.  
PERES, L. J. S.; HUSSAR, G. J.; BELI, E. Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestor. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, 7:020-036, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOVERNADOR VALADARES. Plano municipal de saneamento básico. Governador Valadares, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARILAC. Plano municipal de saneamento básico. Marilac, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JAMPURCA. Plano municipal de saneamento básico (PMSB) DE Jampruca/MG. Jampruca,2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE COROACI. Plano municipal de saneamento básico (PMSB) do município de Coroaci – MG. Coroaci, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FREI INOCÊNCIO. Plano municipal de saneamento básico (PMSB) de Frei Inocêncio. Frei Inocêncio, 2015.

SANTOS, L. M.; SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L.; MILORI, D. M. B. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J.; MARTIN-NETO, L.; Caracterização química e espectroscópica de solos irrigados com efluente de esgoto tratado. Eclética Química, v.34, n.1, p.39-44, 2009

SILVA, W. T. L.; NOVAES, A. P.; KUROKI, V.; MARTELLI, L. F. A.; MAGNONI JÚNIOR, L. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbico para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. Química Nova, 35:35-40, 2012.

SILVA, D. F.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; MOREIRA, D. A.

Disponibilidade de sódio em solo com capim tifton e aplicação de percolado de resíduo sólido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.14, n.10, p.1094–1100, 2010.

TONETTI, A. L. et al. Tratamento de esgoto doméstico em comunidades isoladas: referencial para escolha de soluções. 1ª. ed. Campinas, SP: unicamp, 2018.

hoffTonetti, A. L., Brasil, A. L., Peña Y Lillo Madrid, F. J., Salles Figueiredo , I. C., J. S., De oliveira cruz , L. M., . . . Magalhães , T. M. (2018). Tratamento de esgoto doméstico em comunidades isoladas: referencial para escolha de soluções (1ª ed.). Campinas, SP: unicamp.

Realização



Apoio

