

**Fossa biodigestora associada com alagados construídos para tratamento de esgoto doméstico unifamiliar**

**Biodigestory moat associated with floodwaters built for treatment of single-family sewage**

**Fossa biodigestora asociada con alagados construidos para tratamiento de alcantarillado doméstico unifamiliar**

**Bruna Villar Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1157-9049>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [villarbruna@gmail.com](mailto:villarbruna@gmail.com)

**Nayra Martins Leite**

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [nayra\\_martins15@hotmail.com](mailto:nayra_martins15@hotmail.com)

**Hebert Medeiros Gontijo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8504-0452>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [hebertgontijo@yahoo.com.br](mailto:hebertgontijo@yahoo.com.br)

Recebido: 12/11/2018 | Revisado: 17/11/2018 | Aceito: 21/12/2018 | Publicado: 21/12/2018

**Resumo**

O Brasil possui aproximadamente 31 milhões de habitantes morando em zona rural e comunidades isoladas, dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. E lamentavelmente, dentre esse número expressivo apenas 22% são contemplados com o serviço de saneamento básico. A somar-se a isto, aproximadamente 5 milhões de brasileiros encontram-se em situação onde não possuem sequer banheiro em suas casas (IBGE,2013). A falta de saneamento básico na zona rural compromete a qualidade da água, do lençol freático, corpo hídrico, afeta a vida aquática, além de contribuir na proliferação de inúmeras doenças parasitas e infecciosas. Diante desse cenário, desenvolveu-se uma associação de dois sistemas já existentes, a fossa biodigestora modelo Embrapa e o alagados construídos, associando ambos os sistemas a partir da necessidade de tratar águas residuárias e cinzas e proporcionar o saneamento rural completo. O propósito desse projeto é o tratamento completo do efluente doméstico rural, minimizar o impacto da poluição dos corpos

hídricos, a proteção do meio ambiente além de contribuir com a saúde, reduzindo os índices de doenças ocasionadas pela falta de saneamento.

**Palavras-chave:** Fossa biodigestora. Efluente doméstico. Saneamento.

### **Abstract**

Brazil has approximately 31 million inhabitants living in rural and isolated communities, data presented by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Sadly, of this expressive number, only 22% are covered by the basic sanitation service. In addition to this, approximately 5 million Brazilians are in a situation where they do not even have a bathroom in their homes (IBGE, 2013). The lack of basic sanitation in rural areas compromises the quality of water, water table, water body, affects aquatic life, and contributes to the proliferation of numerous parasitic and infectious diseases. In view of this scenario, an association of two existing systems was developed: the biodigest fossa developed by Embrapa and the flooded built, associating both systems from the need to treat wastewater and ash and provide complete rural sanitation. The purpose of this project is the complete treatment of rural domestic effluent, minimize the impact of pollution of water bodies, protection of the environment and contribute to health, reducing the rates of diseases caused by lack of sanitation.

**Keywords:** Wastewater Sludge; Effluent Sludge; Agricultural use.

### **Resumen**

Brasil posee aproximadamente 31 millones de habitantes viviendo en zonas rurales y comunidades aisladas, datos presentados por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística - IBGE. Y lamentablemente, entre ese número expresivo sólo el 22% se contempla con el servicio de saneamiento básico. A sumarse a esto, aproximadamente 5 millones de brasileños se encuentran en situación donde no tienen siquiera baño en sus casas (IBGE, 2013). La falta de saneamiento básico en la zona rural compromete la calidad del agua, la capa freática, el cuerpo hídrico, afecta la vida acuática, además de contribuir a la proliferación de numerosas enfermedades parásitas e infecciosas. En este escenario, se desarrolló una asociación de dos sistemas ya existentes, la fosa biodigestora modelo Embrapa y los alagados construidos, asociando ambos sistemas a partir de la necesidad de tratar aguas residuales y cenizas y proporcionar el saneamiento rural completo. El propósito de este proyecto es el tratamiento completo del efluente doméstico rural, minimizar el impacto de la contaminación de los

cuerpos hídricos, la protección del medio ambiente además de contribuir con la salud, reduciendo los índices de enfermedades ocasionadas por la falta de saneamiento.

**Palabras clave:** Fosa biodigestora. Efluente doméstico. Saneamiento.

## 1. Introdução

O padrão de qualidade de vida de uma população está diretamente relacionado à disponibilidade e qualidade de sua água, sendo o recurso natural mais crítico à saúde humana e mais susceptível a impor limites ao desenvolvimento (HELLER, 1997).

O lançamento de efluentes contaminados nos cursos d'água, córregos, rios e lagos comprometem a qualidade da água e ocasionam o desequilíbrio do ecossistema aquático. Além disso, a contaminação dos corpos d'água através de efluentes líquidos não tratados compromete também a saúde pública. O comportamento inadequado da população, não se preocupando com o tratamento do esgoto doméstico, afeta a qualidade dos rios, efluentes aquáticos e dos seres vivos que ali habitam.

O lançamento de resíduos domésticos indiscriminadamente nos cursos d'água, como forma de destino final, pode causar assoreamento, aumento da turbidez e variação do gradiente de temperatura, causando a quebra do ciclo vital das espécies. A poluição biológica das águas se traduz pela elevada contagem de coliformes fecais e pela presença de resíduos que possam produzir transformações biológicas consideráveis e influenciar diretamente a qualidade de vida dos seres que habitam o meio aquático ou dele tiram o seu sustento (LIMA, 1995).

Devido à deficiência do saneamento básico e o risco à saúde da população, é necessário extremo cuidado para evitar a contaminação da água de subsolo por efluentes sanitários. Esses cuidados são de grande importância, pois a matéria orgânica presente no esgoto sofre decomposição, que faz com que aumente o número de microrganismos presente no esgoto e esses, podem atingir o lençol freático devido à percolação do efluente (VARNIER *et al.*, 2002).

A fossa biodigestora representa um tratamento biológico do efluente através da fermentação fazendo uso do esterco bovino fresco contendo grande quantidade de bactérias. Assim, auxilia na viabilização do tratamento do esgoto doméstico e produção de efluentes desinfetados (NOVAES *et al.*, 2006).

A fossa da Embrapa é um sistema criado para tratar o efluente do banheiro de casas rurais. Com o uso dessa fossa, o esgoto é lançado em um conjunto de recipientes interligados

entre si. Através desse sistema, o esgoto doméstico é tratado através do processo de fermentação anaeróbica que reduz os agentes biológicos perigosos à saúde humana. (EMBRAPA, 2004).

O alagado construído é caracterizado pela presença de plantas aquáticas que contribuem para despoluição do efluente a partir de dois tratamentos distintos: a filtração e degradação microbiana da matéria orgânica, adsorção e desorção, absorção de nutrientes pelos rizomas das vegetações e microrganismos. O sistema apresenta relevante capacidade de nitrificação e desnitrificação, devido à presença de sítios aeróbios proporcionados pela transferência de oxigênio da planta para o meio suporte anóxico, por meio dos rizomas das vegetações cultivadas, dados concluídos pelos autores Cooper (1998), Mansor (1998), U.S.EPA (2000), Sezerino (2006) e Zanella (2008).

Através desta pesquisa associou-se esses dois sistemas, a fossa biodigestora com alagados construídos com o propósito do tratamento total do efluente doméstico, águas residuárias e cinzas. Esses dois sistemas foram escolhidos, pois já foram testados e comprovados sua efetividade de forma individual, sendo a proposta desta pesquisa avaliar a eficiência da associação desses sistemas e consequentemente a despoluição de todo efluente doméstico rural. O projeto foi instalado em propriedade rural, distante aproximadamente 1 km do centro da cidade de Rio Piracicaba, MG.

A pesquisa tem como objetivo desenvolver e analisar o sistema associado entre a fossa biodigestora e alagados construídos para a despoluição de águas residuárias e cinzas.

## **2. Metodologia**

Quanto aos procedimentos técnicos da pesquisa, inicialmente foram realizadas várias pesquisas bibliográficas em livros e artigos científicos para aprimorar o entendimento sobre tratamento de esgoto e tecnologias sustentáveis, fossa biodigestora modelo Embrapa, alagados construídos e macrófitas aquáticas flutuantes e emergentes, como o propósito de agregar conhecimentos no tema da pesquisa que é, a fossa biodigestora associada com alagados construídos para tratamento do esgoto doméstico em zona rural. Posteriormente, foi realizada a pesquisa experimental com a montagem do projeto. Portanto, permite ao investigador uma cobertura mais ampla do tema em estudo. A pesquisa experimental, por sua vez, permite selecionar variáveis que podem influenciar o objeto de estudo (GIL, 2010). No caso deste trabalho investigativo, o ponto de partida se deu com a montagem da fossa biodigestora modelo da Embrapa associada com alagados construídos e seu funcionamento.

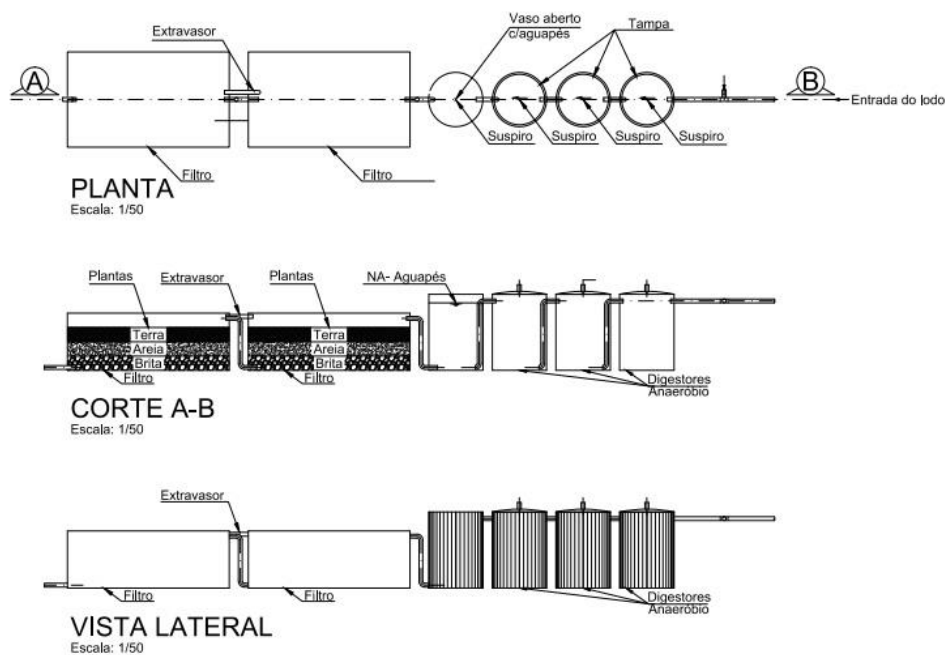
Posterior a todo estudo teórico iniciou-se a parte prática da pesquisa que foi testar a eficiência do sistema. O primeiro passo foi definir o local de instalação da fossa biodigestora e alagados construídos, sendo definido uma chácara localizada na zona rural da cidade de Rio Piracicaba, Minas Gerais. Esse local foi escolhido devido uma das autoras da pesquisa residir nessa chácara e facilitar o monitoramento do sistema associado. O local de montagem da fossa e alagados foi no ponto mais baixo do terreno facilitando assim a chegada do efluente doméstico até o sistema. A somar-se a isto, a passagem do efluente líquido entre as bombonas plásticas e as caixas d'água foram feitas com tubos e conexões de PVC. A tampa das três primeiras bombonas plásticas que formam a fossa foram feitas com lona dupla de cor preta para contribuir no aumento da temperatura interna na bombona e conseqüentemente acelerar o processo de fermentação das bactérias.

As plantas utilizadas nos alagados construídos, taboas, taiobas e aguapés, foram selecionadas de acordo com a capacidade de absorção de nutrientes do efluente líquido, a capacidade de evapotranspiração e poder de despoluição de águas cinzas.

Em relação aos filtros que compõe os alagados construídos, a primeira camada é formada por latossolo vermelho que contribui para fixação das plantas aquáticas, logo abaixo temos uma camada de areia fina e peneirada com a finalidade de reter os resíduos sólidos e a última camada formada por britas 0 (zero),1(um) e 2 (dois) mescladas entre si com a finalidade de barrar qualquer resíduo sólido que ultrapasse a camada de areia.

Após todo estudo teórico, foi desenhado no CAD, conforme a figura 1, a estrutura do projeto, que serviu de norte para a montagem do projeto.

Figura 1 – Esboço do sistema fossa associado com alagados construídos



Fonte: Própria autoria (2018).

### 3. Resultados e discussão

Almejando meios para tratar as águas residuárias e cinzas foi projetada e instalada a fossa biodigestora associada com alagados construídos, primeiro resultado obtido após todo estudo. O primeiro mês de instalação foi destinado a aprimorar e ajustar as falhas na montagem do associado que posteriormente recebeu todo o esgoto doméstico da residência. Por conseguinte adicionou as plantas aquáticas emergentes (taboas e taiobas) nos alagados construídos e iniciou-se o processo de despoluição do efluente doméstico e a evapotranspiração das plantas aquáticas.

Após três meses do sistema associado em pleno funcionamento foram feitas quatro coletas do efluente após passar por todo sistema para avaliação da eficiência dos sistemas associados na despoluição do efluente doméstico da residência unifamiliar. Foi realizada análise laboratorial na Ecoar Monitoramento Ambiental e os parâmetros avaliados foram presença e ausência de coliformes totais e fecais, pH e cloro conforme apresentado na tabela 1 abaixo.

**Tabela 1 – Resultados da análise**

Ensaio	Resultado	LQ	Método
Coliformes Fecais	6.1 x 10 <sup>3</sup>	1,8	SMEWW 23RD ed. 9223 B
Coliformes totais	> 8.0 x 10 <sup>3</sup>	1,8	SMEWW 23RD ed. 9223 B
Cloro residual livre	0,03	0,02	SMEWW 23RD ed. 4500 Cl G
pH	6,72	0,01	SMEWW 23RD ed. 4500 H+ B

**Legenda:**

**LQ** - Limite de quantificação do método de ensaio

**SM**- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23 RD. Edition, 2017.

Fonte: Ecoar (2018)

As análises apontaram presença de coliformes totais e fecais comprometendo a potabilidade da água de acordo com a Portaria 5/2017 que trata sobre padrões de potabilidade da água para consumo humano. Todavia, o propósito do projeto foi à despoluição do efluente e seu retorno ao meio ambiente sem contaminação. Logo, não foi detectado na análise presença de *Escherichia coli* sendo um indicador patogênico de origem fecal muito importante designado como termotolerante, desprovido de vida livre no ambiente, indicando que, quando presente na água, a mesma está contaminada por fezes. Em seguida, foram identificados, cloro residual e pH, sendo que ambos estão dentro dos limites aceitáveis de acordo com a Resolução 357, de 17 de março de 2005.

A presença de coliformes totais e fecais podem ser justificadas devido os alagados construídos possuir pequena quantidade de plantas emergentes desenvolvidas comprometendo a capacidade de absorção de nutrientes e matérias orgânicas. Devido os alagados construídos estarem com plantas pouco desenvolvidas faz com que a carga de despoluição seja menor, favorecendo a presença de coliformes. Fatores externos também podem influenciar o resultado do sistema, pois como o mesmo está instalado em zona rural e em área aberta, facilita também a presença de animais no alagados construídos alterando a composição do efluente nele existente.

Enfim, apesar dos resultados obtidos na análise revelarem a presença de coliformes totais e fecais, o efluente pode retornar ao curso d'água contribuindo na minimização de impactos ambientais. Abaixo a figura 2 apresenta a imagem real da fossa biodigestor associada com alagados construídos após sua implantação. A figura 3 apresenta a fossa



biodigestora modelo Embrapa já em execução e o tanque receptor de esterco líquido composto por macrófitas flutuantes (alface d'água). Na figura 4 o alagados construídos composto por macrófitas aquáticas emergentes (taboas) e macrófitas aquáticas flutuantes (alface d'água e aguapés).

Figura 2 – Fossa biodigestora associada com alagados construídos



Fonte: Própria autoria (2018).

Figura 3 – Fossa biodigestora e receptora de esgoto líquido



Fonte: Própria autoria (2018).



Figura 4 – Alagados construídos



Fonte: Própria autoria (2018).

#### 4. Conclusões

Com a implantação do sistema associado da fossa biodigestora e os alagados construídos foi possível tratar os efluentes domésticos, proteger o meio ambiente e minimizar o impacto da poluição dos corpos hídricos. Os dados que comprovam a eficiência desse sistema foi análise feita em laboratório. Vale abordar a contribuição com a saúde pública e redução dos índices de doenças ocasionadas pela falta de saneamento. A somar-se a isto, vale ressaltar a grande contribuição para o meio ambiente minimizando os impactos gerados pela contaminação do corpo hídrico devido à disposição do esgoto doméstico nos rios e lagos. Por fim, o sistema implantado é uma alternativa de baixo custo, requer pouca manutenção, de fácil montagem, eficiente e ecologicamente viável.

#### Referências

ALMEIDA, R. A; PITALUGA, D.R.S; REIS, R. P. A. Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico. Revista Biociências, unitau. v. 16, n. 1, 2010. Disponível em: <[periodicos.unitau.br](http://periodicos.unitau.br)>. Acesso em: 19 de Junho de 2018.

ARIAS, C. A; BRIX, H. Humedales artificiales para el tratamiento de águas residuales. Revista Ciência e Engenharia Neogranadina, Bogotá, Colombia. v.13, p. 17-24, 2003.

BALTAZAR, J.; BRISCOE, J.; MESOLA, V.; M.O.E.C.; SOLON, F.; VANDERSLICE, J.; YOUNG, B. (1988) Can the case-control method be used to assess the impact of water supply and sanitation on diarrhoea? A study in the Philippines. Bulletin of the World Health Organization, v. 66, n. 5, p. 627-635

CONAMA. 2000. Resolução CONAMA n.º 274 de 2000. Publicada no diário Oficial da União em 29 de novembro de 2000.

COOPER, P. A review of the design and performance of vertical-flow and hybrid reed bed.Treatment systems.In: INTERNATIONALCONFERENCE ON WETLAND SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL, 1., 27 set. a 02 out. 1998. Águas de São Pedro.Anais... Águas de São Pedro: CEA/UNESP;IAWQ, 1998. 1 CD-ROM.

Ecoar Monitoramento Ambiental Ltda. Relatório de Ensaio ECOAR N° 10655/18, 2018.

Fossa Séptica Biodigestora. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/371570/fossa-septica-biodigestora>>. Acesso em: 24 de Setembro de 2018.

GIL, A. C. Como Elaborar Projeto de Pesquisa: 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HELLER, L. (1997) SANEAMENTO E SAÚDE. BRASÍLIA: OPAS/OMS REPRESENTAÇÃO DO BRASIL. 98 P.

IBGE. CENSO DEMOGRÁFICO 2000. BRASIL. RIO DE JANEIRO. 2002.

IBGE. Censo Demográfico 2000. Brasil. Rio de Janeiro. 2002. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Anuário estatístico de 2000 e 2005. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 24 de Setembro de 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica: 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, L. M. Q. Lixo: tratamento e biorremediação. Hermus editora Ltda, 1995. 265 p.

MANSOR, M. T. C. Uso de leitos de macrófitas no tratamento de águas residuárias 1998. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

MATOS, A. T., ABRAHÃO, S. S., MONACO, P. A. P. Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias de indústria de laticínios. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.32, n.6, p.1144-1155, nov./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v32n6/16.pdf>>. Acesso em: 24 de Setembro de 2018.

NOVAES, A.P.; SIMÕES, M.L.; INAMASU, R.Y.; JESUS, E.A.P.; MARTINNETO, L.; SANTIAGO, G.; DASILVA, W.T.L. (2006) Saneamento básico na área rural. In: SPADOTTO, C. & RIBEIRO, W. (Org.). Gestão de resíduos na agricultura e na agroindústria. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 262-275.

OLIVEIRA, E. L; TALAMONI, J. L. B; ENOKIBARA, M; FILHO, G. S. C; NETO, L. C. Alagados Construídos no tratamento de águas residuárias do Jardim Botânico Municipal de Bauru/SP. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

SEZERINO, P. H. Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (constructed wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima subtropical. 2006. 176f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

U.S. EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (2000) Decentralized systems technology fact sheet, septic tank systems for large flow applications. Report 832. Washington, D.C.: EPA/ Office of Water. 79 p.

VARNIER, C.; HIRATA, R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque Ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil. Rev. Águas Subterrâneas. n° 16, maio/2002. 8 p.

ZANELLA, L. Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2008. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2008. 219 p.