

Uso de soluções paliativas para transbordo e mal cheiro causados por subdimensionamento de Biodigestor de esgoto doméstico no Município de São Joaquim de Bicas– MG.

Camila Faria de Almeida¹
Cinara Dupin Teixeira Pereira²
Marlon Carvalho Heringer³
Ângelo Wander Ferreira Teixeira⁴
Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques⁵

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

O biodigestor é uma solução para o tratamento de águas residuárias, principalmente para o tratamento descentralizado de efluentes. Contudo, para ter uma efetividade satisfatória precisa ser bem dimensionado antes da implantação, assim como deve ter também uma manutenção correta após implantação, seguindo diretrizes indicadas pelo fabricante. Objetivou-se neste trabalho analisar a implantação de sistema de biodigestor e a destinação residual de uma propriedade que fica em São Joaquim de Bicas município de Minas Gerais, cujo foi implantado um biodigestor mal dimensionado e avaliar soluções paliativas a fim de solucionar transbordo do sumidouro e mal cheiro, após a implantação do sistema. Para tanto foram observadas as características do sistema de tratamento composto por biodigestor-filtro sumidouro em uma residência composta por quatro pessoas e vazão efluente de 1200 L.dia⁻¹. Depois de três meses instalado o biodigestor e iniciado seu funcionamento, constatou-se alguns problemas de transbordamento e odor característico a esgoto sem tratamento que foram identificados em visita in loco. A partir dos problemas constatados buscou-se em literatura possíveis causas e soluções para sanar o problema. A observância em relação ao tempo de detenção hidráulica é de fundamental importância para o tratamento de efluentes. Devido à saturação do solo em período chuvoso pode ocorrer transbordo novamente, levando ao colapso do sistema de deposição de efluentes, sendo necessário estudos de infiltração do solo e do correto dimensionamento do sistema de tratamento de efluentes.

Palavras-chave: Águas residuárias, tratamento de efluentes domésticos, reatores anaeróbios pré-fabricado.

¹ Engenheira ambiental, Mestranda em sustentabilidade e recursos hídricos, Unincor, camilafar@gmail.com.

² Mestranda em sustentabilidade e recursos hídricos, Unincor, cinaradupin@yahoo.com.br

³ Mestrando em sustentabilidade e recursos hídricos, Unincor, angelo@aguaeterra.com.br.

⁴ Mestrando em sustentabilidade e recursos hídricos, Unincor, marlonheringer@gmail.com.

⁵ Prof. Dr. Rosângela F. de P.V. Marques. Professora Mestrado Sustentabilidade em recursos hídricos, Unincor, roeflorestal@hotmail.com.



INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um direito humano afirmado pela Organização das Nações Unidas (ONU). No Brasil, este direito é assegurado pela Constituição Federal de 1988 e pela Lei nº Lei 11.445/2007 (TRATA BRASIL, 2018), no entanto, nem todos têm acesso a este direito. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) apenas 52,36% desses municípios são atendidos por rede coletora de esgotamento sanitário; já no que se refere aos que recebem algum tipo de tratamento anterior ao lançamento em um corpo hídrico, este número corresponde a 46% (SISEMA, 2019).

De acordo com o IBGE, existem 14 milhões de pessoas ligadas a agricultura, destes 60% do total é agricultor, o que significa 84,4% das propriedades agrícolas no Brasil. Nessas regiões em raras exceções existe a coleta e tratamento adequado dos efluentes, pois, apesar de representar uma parcela relevante da população do país, estão distribuídas em áreas de baixa densidade populacional com vastas extensões do território, o que inviabiliza o investimento sanitário, como construções de estações de tratamento de esgoto e estações de tratamento e o abastecimento de água potável (IBGE, 2017).

O uso de fossas rudimentares em propriedades, conhecidas como fossas negras representam a maioria das soluções, causando prejuízos ao meio ambiente e a saúde da sociedade poluindo e/ou contaminando o ar, o solo e a água, sendo a atividade agropecuária grande consumidora de água e geradora de resíduos. Existe a possibilidade de contaminação de indivíduos, por doenças veiculadas pela urina, fezes e água, como hepatite, cólera, salmonelose e outras, (PERMINIO, 2013).

Por esse potencial poluidor, é fundamental a coleta do esgoto e o tratamento antes de ser lançado de volta ao ambiente compartilhado. (FUNASA, 2020).

Conforme Oliveira (2018), o esgoto doméstico é composto por águas cinzas e negras, sendo que as águas negras são aquelas provenientes do esgoto sanitário, contendo urinas e fezes, e necessita de tratamento específico para redução de patógenos. Já as águas cinza são aquelas provenientes de pias, chuveiros e lavanderias, que podem ser reutilizadas, inclusive para irrigação de jardins.

A deposição e/ou lançamento do esgoto de forma inadequada, pode elevar a geração

de patógenos, levar a desnutrição da população que está diretamente em contato com o esgoto sem tratamento devido a episódios frequentes de diarreia, e até mesmo a óbitos; além de contribuir com a proliferação de vetores e agentes etiológicos aumentando os índices de verminose, cólera entre outras. Todavia, quando devidamente tratado não oferece risco a saúde humana (CARVALHO e OLIVEIRA 1997).

Águas residuárias ou esgoto podem ser definidas como o volume de água remanescente de atividades industriais ou domésticas, como lavar os carros, descarga do sanitário, lavagem de roupas e utensílios domésticos, processos produtivos, manutenção de equipamentos etc. Sendo assim, de acordo com sua origem o esgoto pode ser separado em dois tipos, industrial e doméstico. Segundo Von Sperling (2005), as principais características das águas se dividem entre físicas, químicas e biológicas, sendo que, nas características físicas observamos os sólidos (suspensos, coloidais e dissolvidos) e os gases, já nas características químicas observamos os inorgânicos e os orgânicos (matéria prima em decomposição provenientes dos seres vivos) e, as características biológicas provenientes dos seres vivos (animais, vegetais e protistas/moneras).

Von Sperling (2005) menciona que há duas opções para se realizar o tratamento de esgotos, sendo estas tratamento individual ou coletivo. Todavia, cabe avaliar a possibilidade de combinar juntamente a outras estratégias buscando solução técnica favorável de menor custo. Ainda de acordo com Von Sperling (2005), existem quatro níveis em que se classifica o tratamento de esgotos, tratamento preliminar, primário, secundário e terciário.

Os principais sistemas de tratamento de esgotos são divididos entre: Lagoas de estabilização, disposição no solo (infiltração lenta, infiltração rápida, infiltração subsuperficial, escoamento superficial e terras úmidas construídas), sistemas anaeróbios (filtro anaeróbio, reator anaeróbio de lodo e fluxo ascendente-UASB e reator anaeróbio-pós tratamento), lodos ativados (lodos ativados convencional, lodos ativados por aeração prolongada, lodos ativados de fluxo intermitente, lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio e lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio e fósforo) e por último reatores aeróbios com biofilmes (filtro de baixa carga, filtro de alta carga, biofiltro aerado submerso e biodisco) (VON SPERLING, 2005). Para este estudo o sistema de tratamento



de esgoto adotado foi de biodigestor.

O modelo de biodigestor residencial não é muito comum no Brasil, apesar de se tornarem mais atrativos após a regulamentação dos créditos de carbono (PROENÇA, 2018). O biodigestor residencial do presente estudo é utilizado o esgotamento sanitário como fonte de biomassa.

Segundo Franceschini (2019), o uso de fossas sépticas biodigestoras (FSB), é barato e eficaz, sendo aplicáveis em pequenas comunidades, grupos individuais ou pequenos grupos de habitações áreas rurais (e algumas periurbanas e urbanas) que não possuem conexão à rede de esgoto principal ou onde os custos de instalação e manutenção tornam as técnicas de tratamento convencionais impraticáveis (CORDEIRO, 2010; METCALF & EDDY, 2016; WITHERS et al., 2014).

Esse estudo é direcionado a analisar a destinação residual de uma residência familiar em São Joaquim de Bicas, município de Minas Gerais, que implantou um biodigestor pré fabricado que não se demonstrou adequado para a carga gerada nesta residência, e avaliar soluções paliativas a fim de solucionar transbordo do sumidouro e mal cheiro.

METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento deste estudo consistiu em um levantamento de referencial teórico prévio sobre o assunto, através de livros acadêmicos, artigos técnicos, manual de instalação e utilização fornecido pela empresa fabricante do biodigestor adquirido, visitas técnicas a residência onde está instalado o biodigestor e sites sobre o assunto. Logo após, foi avaliado a eficiência do sistema de tratamento de esgoto instalado por identificação visual e pelo odor oriundo do sistema e efluente transbordado.

O biodigestor instalado é responsável pelas águas residuais geradas por quatro moradores na residência alvo deste estudo, situado no município São Joaquim de Bicas município de Minas Gerais. O solo latossolo vermelho amarelo (LVAd8) perfaz todo o território observado no município de São Joaquim de Bicas, que por sua vez tem seu clima caracterizado como tropical de altitude, com temperatura média observada ao longo do ano

entre 13°C a 30°C (CPTEC/INPE, 2021).

Para efeito de cálculo de vazão gerada conforme Von Sperling (2005), se estipulou a quantidade de seis habitantes devido a flutuação de pessoas em fins de semana e a taxa de vazão de 200 litros por pessoa por dia, chegando à vazão de geração de efluente (esgoto) doméstico de 1.200 litros.dia⁻¹. O biodigestor instalado inicialmente recebia contribuição de efluentes provenientes da cozinha, banheiro e área de lavanderia, excetuando-se apenas a água pluvial.

O sistema de tratamento é composto por biodigestor, filtro sumidouro e biodegradador. Conforme especificações do fabricante seu volume é de 1000L, fabricado em PEAD (polietileno de alta Densidade), com dimensões de 16 metros de altura e 1,0 metro de diâmetro, projetado para o atendimento de uma residência com até 6 pessoas. Assim, o tempo de detenção hidráulica (TDH) foi calculado pela fórmula: $TDH = V/Q$, obtendo o valor de 0,83 dias ou 20 horas.

A implantação do biodigestor adquirido foi realizada segundo especificação técnica do manual de implantação do fabricante, sendo escavado uma vala de 1,20m de diâmetro e 1,50m de profundidade, nivelou e compactou o solo para receber o biodigestor. Logo após o preenchimento da escavação foi feito com mistura solo cimento (massa) e terra peneirada em traço 1:10. Para o aterro se utilizou terra e areia peneirada, para evitar a presença de pedras, entulhos ou outros materiais, que em contato com as paredes do equipamento, pode danificá-lo. Antes de aterrar, foi necessário encher o biodigestor com água até o nível da tubulação de saída, para que o mesmo não sofresse deformação causada pela pressão da terra sobre a superfície externa do biodigestor.

A compactação do preenchimento foi feita gradativamente por camadas de 20cm. Em seguida, foi preenchido por completo o tubo de entrada tomando o cuidado para não aterrar o suspiro (filtro de gases), que ficou exposto. O esgoto direcionado ao biodigestor passa pelo tratamento anaeróbio, não sendo realizado o uso de produtos químicos. Nesse processo, a matéria orgânica contida no esgoto é digerida por bactérias, que funcionam na ausência de oxigênio.

O sumidouro implantado na residência em pauta possui duas manilhas e meia de 80 cm, abrangendo 2 m de profundidade, que foram perfuradas para que houvesse absorção do



efluente que sai do biodigestor. Seu fundo é composto por uma camada de brita de 20 cm abaixo das manilhas, com 2 m de manilha livre.

Para a partida do sistema adicionou-se biodegradador de resíduos orgânicos ao biodigestor da marca “Bio Rooter” conforme normas do fabricante para a decomposição da matéria orgânica presente no esgoto.

Depois de três meses instalado o biodigestor e iniciado seu funcionamento, constatou-se alguns problemas de transbordamento e odor característico a esgoto sem tratamento que foram identificados em visita *in loco*. A partir dos problemas constatados buscou-se em literatura possíveis causas e soluções para sanar o problema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na residência familiar onde se instalou o biodigestor pré fabricado houve transbordo destes efluentes, conforme se pode observar na figura 1 abaixo, após três meses de utilização deste sistema de tratamento.



Figura 1: Transbordo de efluente proveniente do sumidouro observado no local.
Fonte: Os autores (2020).

Após visitas técnicas realizadas, se constatou que havia transbordo do sumidouro,

mas não havia mal cheiro o que indicava que tratamento sobre os excedentes estava sendo executado. Todavia, foi observado que os efluentes provenientes da lavanderia estavam sendo direcionados para o biodigestor, o que poderia estar interferindo no tempo de detenção necessário para o correto tratamento e para percolar o efluente para o solo. Uma vez que os biodigestores pré fabricados já vem projetados. O biodigestor instalado apresenta um TDH que se distancia do estabelecido pela norma NBR 7229 (ABNT, 1993), fato que pode ter contribuído para ocorrência do transbordamento do efluente. Conforme Franceschini (2019) na literatura, o TDH pode variar muito, desde poucas horas (6 a 12 h) (SANTOS et al., 2017) a até 72 h (NASR; MIKHAEIL, 2013; 2015). O que torna a escolha pelo melhor TDH uma função das características construtivas da qualidade da água residuária. A partir desta constatação, o efluente gerado na lavanderia foi redirecionado para outro sumidouro na tentativa de adequar o tempo de detenção necessário. Assim, quando as águas cinzas são encaminhadas a outro sumidouro ocorre a diminuição da vazão e, por consequência, se aumenta o TDH, conforme Von Spearling (2005).

Ao decorrer de dez dias de observação, o construtor da edificação foi novamente acionado uma vez que houve novo transbordo. Na busca por possíveis causas para este problema se iniciou investigação por possíveis entupimento dos furos do sumidouro. Todavia, foi possível notar que desta vez o efluente que ali transbordou estava com odor característico de esgoto, sendo possível concluir que o biodigestor não estava realizando sua função de tratamento do esgoto. Enquanto se repassou os procedimentos necessários para o correto funcionamento do biodigestor com os proprietários do imóvel, os mesmos relataram que não estavam depositando as bactérias para formação do biofilme conforme instrução do fornecedor.

Após realizar nova orientação quanto à necessidade de se manter o biofilme para obter êxito no tratamento do efluente gerado, o sumidouro foi drenado e aumentou-se a profundidade do mesmo, uma vez que, conforme Zago (2017), desde que o sumidouro seja devidamente dimensionado, em conjunto com fossa séptica/biodigestor, a depender das restrições impostas pelas NBR 7229 (ABNT,1993) e pela NBR 13969 (ABNT,1997), pode solucionar problemas observados na destinação final de efluentes, principalmente os residenciais. Entretanto, se constatou que com menos de 20cm de profundidade perfurada,



o solo estava seco, mesmo com a manilha repleta de “esgoto”, não havendo absorção do solo. Em seguida o sumidouro foi aprofundado em torno de 1,5 metros sem manilhar, com 20 cm a menos de diâmetro que a manilha, para minimizar o risco de ocorrência de escorregamento.

Aparentemente com o aumento da área de infiltração do líquido do esgoto tratado foi possível reestabelecer o equilíbrio do sistema de descarte de excedentes. A companhia pública de abastecimento de água e tratamento de esgoto foi ao local e verificou que o sumidouro estava com 80% de sua capacidade ocupada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre capacidade de infiltração e a produção de efluentes tratados, precisa estar em equilíbrio até mesmo em condições de solo saturado, para que nunca ocorra colapso do sistema de descarte de efluentes, assim como observar o tempo de detenção necessário para o correto tratamento destes efluentes é de suma importância.

Como avaliação final do biodigestor pré fabricado pautado neste estudo, é possível dizer que em um período chuvoso, devido a saturação do solo, possa ocorrer transbordo novamente, levando ao colapso do sistema de deposição de efluentes, que poderia passar despercebido pelos proprietários devido a percolação de água da chuva. Este tipo de situação problema demonstra a importância dos estudos de infiltração do solo e do correto dimensionamento do sistema de tratamento de efluentes, no caso, biodigestor levando em consideração o tempo de detenção para contribuição de efluentes a ser tratada e o tipo de solo existente no local.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7229. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

CARREIRA, M. F. **Sistemas de tratamento de efluentes têxteis: Análise comparativa entre as tecnologias usadas no Brasil e na Península Ibérica.** Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

CARVALHO, Anésio Rodrigues de; OLIVEIRA, Mariá Vendramini Castrignano de. – **Princípios básicos do saneamento do meio.** 1º Ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 400 p. P114 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS CLIMÁTICAS – CPTEC/INPE. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 08 de julho de 2021.

FRANCESCHINI, G. **Tecnologias de baixo custo para tratamento de esgoto rural.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Botucatu, 2019. 128 p.

MEJÍA A. F. D. P., & PEREZ Sinchi, K. L. Eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante biodigestor pre fabricado en la subestación eléctrica Cotaruse-Apurímac 2016. 87 p. Universidad Nacional Agraria La Molina – Ciclo optativo de especialización y profesionalización em gestión de calidad y auditoria ambiental.

IBGE. **Censo agropecuário.**

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>>Acesso em 10/06/2021.

OLIVEIRA, G.D.; PEREIRA, I. A.; SOARES, A. F. S., RAMOS, G.M.P. Tratamento domiciliar de águas negras: Tanque de evapotranspiração. v. 4, n. 2, p. 194-214, ago./dez. 2018, **Revista PETRA**, 2018.

PERMINIO, G. B. **Viabilidade do uso de biodigestor como tratamento de efluentes domésticos descentralizado.** Monografia (Especialização). Curso de Pós-graduação em Formas Alternativas de Energia. Universidade Federal de Lavras, 57 p. 2013.

PROENÇA, C.; MACHADO, G. **Biodigestores como tecnologia social para promoção da saúde: Estudo de caso para saneamento residencial em áreas periféricas.** Rio de Janeiro: Saúde em redes, FIOCRUZ, 13 p. 2018.

SEOANEZ, M. **Aguas residuales urbanas: Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento.** Ediciones Mundi Prensa, 1995.

SANTIAGO, A.F.; FERNANDES, K. N.; OLIVEIRA, T. J.J. **Conceitos e tecnologias para o manejo de efluentes domésticos em pequenas comunidades rurais.** Congresso ABES FENASAN, 2017.

SPINDLER, K. S. Os benefícios da utilização de biodigestores no tratamento de efluentes



oriundos do esgoto doméstico: uma ferramenta para gestão ambiental. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, 17 p. 2018. 23º Seminário internacional de educação, tecnologia e sociedade.

FUNASA. **Programa Sustentar – Saneamento e sustentabilidade em áreas rurais**. Brasília, DF: P12, 2017. Disponível em:
http://www.funasa.gov.br/documents/20182/21862/sustentar_publicacao/915644d2-fb28-409c-a7ca-c3cff0e59e98. Acesso em 08 de julho de 2021.

OLIVEIRA, S. VALLE W. B. **Modelo para tomada de decisão na escolha de sistemas de tratamento de esgoto sanitário**. Programa de pós graduação em administração, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.197 p.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**.3ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais;452p. 2005.

ZAGO, M.; DUSI, L. Tratamento de esgoto por fossa séptica e unidades complementares: Estudo de caso na cidade de Fraiburgo-SC. **Ignis**, Caçador, v.6, n.2; p.95-144, maio/ago.2017.