



Periódico da Universidade Vale do Rio Verde
ISSN: 2526-690X
v. 2 | n. 2 | 2018

Carla Aparecida De Oliveira Costa

Graduada em Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil. Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Especialização em Direito Ambiental pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas. Técnica em Meio Ambiente pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil. E-mail: <carlabio.oliveira@gmail.com>*

Raquel Sampaio Jacob

Graduada em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Especialista em Saneamento e Meio Ambiente pela Escola de Engenharia da UFMG, na área de Controle Ambiental na Indústria. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil. E-mail: <sampaiojacob@gmail.com>.

TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUAIS: fossa séptica biodigestora como alternativa ao tratamento de esgoto doméstico

Resumo: O saneamento surgiu desde tempos remotos da civilização, mas poucos avanços foram realizados ao longo dos anos. Metade da população brasileira não tem esgoto coletado e cerca de 35 milhões de pessoas não possuem acesso à água tratada. No meio rural cerca de 29,9 milhões de pessoas, 34,5% dos domicílios, estão ligados às redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. No restante dos domicílios rurais (65,5%), a população capta água de chafarizes e poços, protegidos ou não, diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento. O objetivo do trabalho é propor uma alternativa ao tratamento de águas residuais no meio rural através da instalação da fossa séptica biodigestora. A metodologia consiste na instalação de 3 caixas de 1000 L cada, conectadas entre si e enterradas para controle da temperatura. A primeira caixa é ligada ao vaso sanitário onde ocorre a degradação dos efluentes domésticos, removendo até 70% da matéria orgânica, o restante na segunda caixa, e a terceira é isenta de contaminação, possibilitando o reuso, que é o biofertilizante. Além dos benefícios à saúde e ao meio ambiente, a fossa biodigestora proporciona fonte de renda para a população sendo de baixo custo para implantação.

Palavras-chave: Biofertilizante. Biodigestor. Saneamento. Efluente doméstico.

BIOLOGICAL TREATMENT OF RESIDUAL WATER: biodigester septic tank as an alternative to domestic sewage treatment

Abstract: The sanitation has emerged since ancient times of civilization, but little advances were performed over of the years. Half the Brazilian population not has sewage collected and about 35 million people do not have access to treated water. In rural areas, about 29,9 million people, 34,5% of households, are linked to water supply networks with or without internal piping. In the rest of the households (65.5%), the population captures water from fountains and wells, protected or not, directly from water courses without any treatment. The purpose of the work is to propose an alternative to wastewater treatment in rural areas through the installation of

the biodigester septic tank. The methodology consists of the installation of 3 boxes of 1000 L each, connected to each other and buried for temperature control. The first box is connected to the toilet where the degradation of domestic effluents occurs; removing up to 70% of the bacterias, the remainder in the second box, and

the third is free from contamination, allowing the reuse, which is the biofertilizer. In addition to the benefits to health and the environment, the biodigester fossa provides a source of income for the population and is of low cost for implantation.
Keywords: Biofertilizer. Biodigester. Sanitation. Domestic effluent.

Recebido em: 25/10/2018 - Aprovado em: 28/11/2018 - Disponibilizado em: 16/12/2018

INTRODUÇÃO

O saneamento surgiu desde tempos remotos da civilização, mas poucos avanços foram realizados neste campo, principalmente em países subdesenvolvidos. Segundo Cavinatto (1992, apud RIBEIRO, 2010), “desde a antiguidade o homem aprendeu intuitivamente que a água poluída por dejetos e resíduos poderiam transmitir doenças”. Civilizações gregas e romanas são exemplos do desenvolvimento de técnicas avançadas no tratamento e distribuição de água para a época (CAVINATO, apud RIBEIRO, 2010, p. 21). Porém, segundo relatório da UNICEF & OMS (UNICEF, 2017), 2,4 milhões de pessoas ainda não possuem acesso ao saneamento.

Segundo levantamento realizado pelo Instituto Trata Brasil (2017), baseado no Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS), metade da população brasileira não têm esgoto coletado e cerca

de 35 milhões de pessoas não possuem acesso a água tratada, mesmo o Brasil possuindo cerca de 12% de toda a água doce no planeta (EMBRAPA, 2010, p. 6). Esse resultado coloca o Brasil em 11º lugar no *ranking* latino-americano, com 49,8% do serviço prestado, ficando abaixo dos países, tais como, Peru, Bolívia e Venezuela.

A ausência de serviços públicos de disposição de esgoto, tanto no meio urbano quanto no meio rural, é um agravante à saúde pública, pois são criadas fossas rudimentares que contaminam o solo e a água (Fundação Nacional de Saúde, 2017). Isso faz com que ressurgam patologias do início do século XX como: cólera, infecções gastrintestinais, amebíase, esquistossomose, dentre outras. Em consequência, a taxa de mortalidade infantil no Brasil ainda é elevada, são 27 óbitos em crianças menores de um ano para cada mil nascidas vivas (TEIXEIRA; GUILHERMINO, 2006). Estudos do Instituto Trata Brasil (2017) revelaram

que o “Brasil convive com centenas de milhares de casos de internações por diarreias todos os anos (400 mil casos em 2011, sendo 53% de crianças de 0 a 5 anos), muito disso devido à falta do saneamento”.

O objetivo do trabalho é propor uma alternativa de tratamento de águas residuais mais econômica para o meio rural, através da utilização da fossa séptica biodigestora. A modalidade ganha cada vez mais espaço, devido a certos fatores: ausência de mão de obra especializada, instalação de baixo custo, ausência de odores, aumento da geração de renda para a comunidade, além dos benefícios à saúde e ao meio ambiente, por não contaminar o solo e a água.

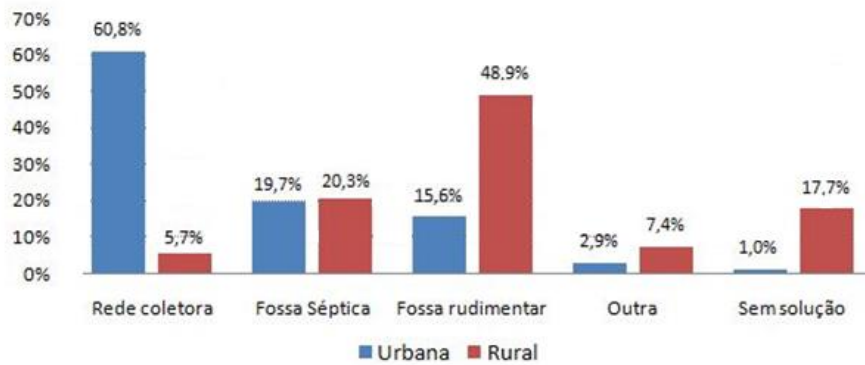
SANEAMENTO BÁSICO

Saneamento básico é um conjunto de medidas que visam melhorar ou preservar as condições do meio ambiente a fim de prevenir doenças, melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade do indivíduo (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017). Deste modo, o saneamento inclui um conjunto de atividades relacionadas ao tratamento de água e esgoto, coleta de lixo e práticas de higiene (COSTA, 2011).

Segundo o censo demográfico realizado pelo IBGE (apud FUNASA, 2017), no Brasil cerca de 29,9 milhões de pessoas residem em localidades rurais, em aproximadamente 8,1 milhões de domicílios. Os serviços de saneamento prestados a esta parcela da população apresentam elevado déficit de cobertura. Conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD/2009, apenas 32,8% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados às redes de abastecimento de água, com ou sem canalização interna. O restante da população (67,2%) capta água de chafarizes e poços, protegidos ou não, diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas, geralmente insalubres.

A situação é mais crítica quando é analisado dados de esgotamento sanitário. Conforme visualiza-se na figura 1: apenas 5,7% dos domicílios estão ligados à rede de coleta de esgotos, 20,3% utilizam a fossa séptica e 74% dos domicílios depositam os dejetos em “fossas rudimentares”, lançam em cursos d’água ou diretamente em solo a céu aberto (FUNASA, 2017).

Figura 1 - Situação do saneamento no Brasil



Fonte: FUNASA apud IBGE (2017)

O saneamento básico é regido pela Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, na qual prevê, em seu artigo 2º incisos I e III, a universalização dos serviços de abastecimento de água e tratamento da rede de esgoto para garantir a saúde dos brasileiros. Assim, a fossa séptica biodigestora é uma medida eficaz e econômica para diminuir problemas relacionados à disposição de águas residuais através do tratamento biológico dos dejetos humanos, principalmente no interior do país, onde não sendo possível a coleta e a destinação correta.

TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUAIS

O tratamento biológico dos esgotos ocorre através da degradação da matéria orgânica pelos microrganismos, em um reator biológico, para obtenção de energia para suas atividades e fontes de

matéria-prima para a reprodução (LIMA apud SILVA, 2010, p. 17). Segundo Lima (apud SILVA, 2010, p. 17), são dois tipos de microrganismos envolvidos na degradação: aeróbios, nos quais utilizam o oxigênio dissolvido para converter a matéria orgânica em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O); e os anaeróbios, que substituem o oxigênio por nitrato para que ocorra o processo de respiração, decorrendo dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O), gás metano (CH_4) e gás sulfídrico (H_2S).

O processo aeróbio de digestão é mais rápido do que o anaeróbio, no entanto, devido ao baixo custo operacional, facilidade de manutenção, possível redução dos organismos patogênicos, redução substancial dos sólidos voláteis, estabilização de substâncias instáveis contidas no esgoto, possibilidade de uso do metano (CH_4), potencial energético e fertilizante, entre

outros, a digestão anaeróbia é mais empregada, sendo usada desde simples processos de fossas sépticas domésticas até complexas estações nas regiões metropolitanas (TEIXEIRA, 2017).

Segundo Von Sperling (1996 p.21), “a massa microbiana envolvida no processo aeróbio é constituída basicamente por bactérias e protozoários. Outros organismos como fungos e rotíferos, podem ser eventualmente encontrados, mas sua importância é menor”. O papel desempenhado por esses microrganismos no tratamento de águas residuais depende do processo a ser utilizado. Nas lagoas de estabilizações facultativas, as algas têm um papel fundamental na renovação do oxigênio pela fotossíntese, o que favorece a presença de bactérias aeróbias. Já nos sistemas anaeróbios, as condições são favoráveis, ou exclusivas, para o desenvolvimento de microrganismos deste tipo, o que é destacado neste caso, bactérias denominadas acidogênicas e metagênicas (VON SPERLING, 1996 p.21).

TRATAMENTO BIOLÓGICO NA FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA

Segundo a EMBRAPA (2017, p. 17), “o princípio do funcionamento da

fossa séptica é a realização da estabilização do esgoto sanitário por bactérias anaeróbias que promovem a transformação dos compostos orgânicos presentes no efluente em produtos mais simples, como metano e gás carbônico”. Como os microrganismos são anaeróbios, as caixas devem ser bem vedadas e enterradas para evitar a variação da temperatura. Devido ao efeito da temperatura e da ação predatória de outros microrganismos, os coliformes são eficientemente eliminados ao longo do processo de tratamento, gerando um efluente com baixos valores de contaminação microbiológica (EMBRAPA, 2017, p. 18).

O processo de digestão dos dejetos ocorre na primeira e segunda caixa, até que se conclua a digestão de nutrientes pelas bactérias. Na terceira caixa, os dejetos estarão tratados e o proprietário poderá utilizar o biofertilizante na agricultura para irrigar árvores, capins e outras plantas (ONITÊNIO, 2014, p. 43).

Segundo a EMBRAPA (2017), é recomendável uma mistura de 50% de água e 50% de esterco bovino, por ser mais acessível no meio rural e por acelerar o processo da degradação biológica que ocorre através da decomposição anaeróbica da matéria orgânica digerível por bactérias, as transformando em biogás

e efluente estabilizado. Este produto da degradação é o biofertilizante, um adubo natural livre de odores desagradáveis e patógenos nocivos à saúde humana. As bactérias do esterco bovino são principalmente: celulolíticas (fermentam carboidratos estruturais), hemicelulolítica (digerem componentes da parede celular), pectinolíticas (fermentam a pectina), amilolíticas (fermentam carboidratos não-estruturais (amido) e ureolíticas (apresentam-se ao epitélio ruminal e hidrolisam a ureia, liberando amônia).

HISTÓRICO DO TANQUE SÉPTICO

Segundo Jordão (2011, pg. 391-392), pesquisas históricas registram Jean Louis Mouras como o inventor das fossas sépticas com a construção de um tanque de alvenaria, em 1860, no qual os esgotos, os restos de cozinha e águas pluviais eram coletados antes de serem encaminhados para um sumidouro de uma habitação em Veoul, na França. Quando o tanque foi aberto, 12 anos após sua criação, verificou-se que não apresentava acúmulo dos sólidos estimados previamente, em função da redução apresentada no efluente líquido do tanque. Em colaboração com Abade Moigne, autoridade científica da época, J. L. Mouras realizou uma série de experimentos e diante dos resultados

obtidos registrou a patente do modelo testado, no dia 2 de setembro de 1881.

A criação da fossa séptica foi largamente empregada na Europa, já nos Estados Unidos, Edward S. Philbrick, de Boston Mass, em 1883, projetou um modelo com dois compartimentos. No ano de 1895, a patente foi cedida à Inglaterra, que passou a utilizá-la como processo de tratamento dos esgotos (JORDÃO, 2011, pg. 392).

Para aumentar a eficiência do tratamento dos esgotos nas fossas sépticas, em alguns países foram desenvolvidos modelos especiais. Na Inglaterra, em 1903, apareceram os tanques “*Travis*”, comumente conhecidos como tanques hidrolíticos, dos quais evoluíram os tanques “*Imhoff*”, graças aos estudos realizados pelo Dr. Karl Imhoff em 1905, na bacia do Rio Emscher, Alemanha. Estes foram conhecidos muitos anos como poços Emscher (JORDÃO, 2011, p. 392).

Segundo Fernandes (2012, apud AVEVEDO NETO, 1988), no Brasil, a aplicação pioneira parece ter sido o grande tanque construído em Campinas para o tratamento dos esgotos urbanos (1892), mas começaram a ser difundidos de modo mais generalizado a partir dos últimos anos na década de 1930.

No ano de 2001, foi desenvolvida a fossa séptica biodigestora pelo médico veterinário, Antônio Pereira Novais, inspirado na tecnologia desenvolvida há dois séculos na Ásia (EMBRAPA, 2010, p. 10). De acordo com Andrade Neto (1997), o Brasil possui larga experiência no método de tanques sépticos, entretanto, a falta de acompanhamento da execução dos projetos e de registros de informações dificultam uma avaliação mais precisa da situação real no país (SANTOS, 2011).

TIPOS DE FOSSAS

Na literatura encontram-se diferentes denominações para as variações dos tipos de fossas. Dentre as mais comuns são: fossa negra/rudimentar; fossa séptica e fossa séptica biodigestora/biodigestor. No quadro 1, da EMBRAPA (2017), é possível comparar os benefícios e características de cada uma. Percebe-se que ao contrário da fossa rudimentar, a fossa séptica evita a contaminação das águas e proliferação de vetores, enquanto a séptica trata todo o esgoto doméstico e a biodigestora apenas o vaso sanitário.

Quadro 1 - Tipos de sistemas de disposição dos esgotos

	Fossa Rudimentar	Fossa Séptica	Fossa Biodigestora
Contaminação águas superficiais	Sim	Não	Não
Contaminação águas subterrâneas	Sim	Não	Não
Necessidade de retirar os dejetos	Sim/Não ¹	Sim	Não
Efluente reciclável	Sim	Não	Sim
Todo esgoto doméstico	Sim	Sim	Não
Proliferação de vetores	Sim	Sim	Não ²
Odor desagradável	Sim	Sim	Não
Vedação hermética	Não	Não	Sim

Fonte: EMBRAPA, 2017

1 Depende do tipo de solo: solos arenosos o material percola e não há necessidade; 2 A fossa séptica biodigestora, ao contrário das outras, só trata o esgoto proveniente do vaso sanitário. Não são coletados esgoto de ralos, tanques e pias.

A fossa séptica é considerada uma estação primária de tratamento de esgotos, já a fossa biodigestora é considerada uma miniestação de tratamento, na qual possível o reuso ao final do processo.

Biodigestor é uma câmara hermética, de fabricação simples, onde é possível reaproveitar dejetos orgânicos para gerar gás e adubo. A decomposição dos dejetos é realizada pela ação de microrganismos

anaeróbios, ou facultativos, ocorrendo a redução à CO₂ e CH₄ (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, p. 20).

A fim de esclarecer as diferenças entre os tipos de fossas, a seguir há uma explicação mais detalhada das mais comuns.

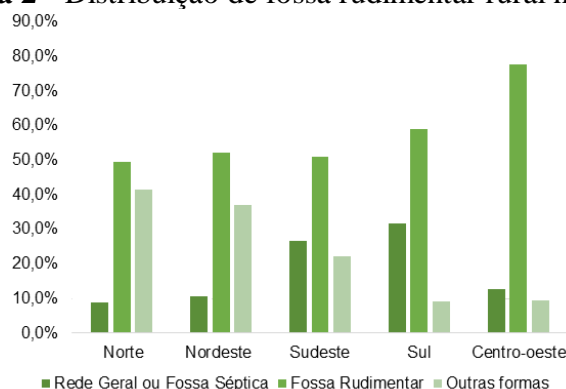
Fossa Rudimentar/Fossa Negra

Segundo Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), citado pela EMBRAPA (2017), “a agricultura de base familiar reúne 14 milhões de pessoas, mais de 60% do total de agricultores, e detém 75% dos estabelecimentos agrícolas no Brasil”. Nessas propriedades é comum o uso de fossa rudimentar para descarte de efluentes líquidos, consistindo basicamente de um buraco no solo, coberto ou não, sem nenhuma proteção do solo e lençol freático.

Segundo a FUNASA (2018) o esgotamento sanitário é o elemento que possui o maior percentual de domicílios categorizados como atendimento precário em todo país, com o uso da fossa rudimentar em mais da metade dos domicílios.

FUNASA (2018) afirma ainda que um dos principais motivos para o descarte incorreto desses efluentes é devido as áreas rurais apresentarem números significativos de domicílios dispersos e inexistência de rede coletora de esgoto, assim, mesmo nas áreas mais concentradas, muitas vezes as famílias não conhecem formas alternativas de disposição do esgoto e acabam recorrendo a descartes inadequados. Na região Norte a utilização de fossa rudimentar corresponde a 49,7% “outras formas” de descarte 41,6% (Figura 2).

Figura 2 - Distribuição de fossa rudimentar rural no Brasil



Fonte: FUNASA, 2018

A fossa rudimentar, mesmo nos dias atuais, é muito comum de ser encontrada, principalmente em comunidades carentes e assentamentos rurais que não têm acesso à rede de esgoto. Segundo o IBGE PNAD (2015, apud FUNASA, 2017), na área rural centro-oeste, 63,1% da região utilizam a fossa rudimentar e 1,7% a rede coletora.

Quando fossas negras são instaladas antes dos poços que abastecem as residências, o lixiviado formado pode infiltrar-se nas paredes do solo e percolar até atingir e contaminar as águas de abastecimento pela infiltração (SILVA, apud EMBRAPA, 2017). Esse lixiviado contém altas concentrações de nitrato (NO_3), coliformes fecais e odor desagradável.

Fossa Séptica

De acordo com a NBR 7.229 (ABNT, p. 2, 1993), a definição para tanques sépticos é: “unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão” já segundo a definição de Jordão (2011, p. 392), “fossa séptica é um dispositivo de tratamento de esgotos, destinado a receber a contribuição de um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um

grau de tratamento compatível com a sua capacidade e custo. Portanto, constitui-se de câmaras favoravelmente edificadas para deter os esgotos sanitários por um período de tempo criteriosamente estabelecido, de modo a permitir a sedimentação dos sólidos e a retenção do material graxo contido nos esgotos, transformando-os bioquimicamente em substâncias e compostos mais simples e estáveis.

Segundo Jordão (2011, p.392), como os demais sistemas de tratamento, os tanques sépticos deverão dar condições aos seus efluentes de:

- Impedir a poluição de mananciais destinados ao abastecimento doméstico;
- Não alterar as condições de vida aquática nas águas receptoras;
- Não prejudicar as condições de balneabilidade de praias e outros locais de recreação e esporte;
- Não ocasionar a poluição das águas subterrâneas, de águas localizadas (lagos ou lagoas), de cursos d'água que atravessam núcleos de população, ou de águas utilizadas na des-sedimentação de rebanhos e na horticultura, além dos limites permissíveis, a critério do órgão local responsável pela Saúde Pública.

A eficiência da fossa séptica é expressa em função, principalmente, de Sólidos em Suspensão (SS) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), quantidades de cloretos, nitrogênio amoniacal, material graxo e demais substâncias. O lodo também poderá

comprometer o processo, portanto, deverá ser removido manualmente e encaminhado a compostagem. Segundo Lima (2012, p. 22), é recomendável que o lodo não ultrapasse $\frac{3}{4}$ do tanque e o que ficar aderido as paredes e depositados no fundo não deverão ser removidos, para o desenvolvimento de uma nova população bacteriana ser mais rápido. Deste modo, orientações aos proprietários são de extrema importância. Segundo Lima (2012), o cálculo de remoção do lodo é:

$$V = 0,5 \text{ m}^3 \times \text{hab} \times \text{ano}$$

(1)

Em que:

V - volume de lodo

hab - habitantes

Fossa Séptica Biodigestora/Biodigestor

Fossa séptica biodigestora é uma solução de destinação de efluentes de águas residuais, desenvolvida pela EMBRAPA, na unidade de Instrumentação Agropecuária no município de São Carlos, em São Paulo, no ano de 2001, pelo médico veterinário Antônio Pereira Novais. Segundo EMBRAPA (2010, p.10), “Novaes se inspirou em experiências desenvolvidas há dois séculos na Ásia, para enfrentar o problema da falta de água tratada e de

esgoto canalizado no meio rural brasileiro”.

Segundo Barbone (2014), a primeira unidade de fossa séptica biodigestora foi construída na Índia entre 1819 e 1911. Na Austrália, uma companhia produziu 4,5 milhões de biodigestores para produção de gás e adubo orgânico, tendo como principal função o saneamento no meio rural. A China possui mais de quatro milhões de unidades em funcionamento. No Brasil, os biodigestores ganharam destaque devido a possibilidade de produção de biogás (LIMA, 2012).

As fossas sépticas biodigestoras são uma excelente alternativa de saneamento básico na área rural e podem contribuir para o desenvolvimento local. Segundo EMBRAPA (2010), “o sistema biodigestor tem tripla função: previne contra doenças, protege o lençol freático (água do poço) e produz adubo orgânico de qualidade”. Outras vantagens deste sistema são: reciclagem da água e nutrientes na agricultura, manutenção cotidiana apenas com esterco fresco de ruminante, material de construção facilmente encontrado e de baixo custo (aproximadamente R\$1.000,00 para um grupo de até cinco pessoas), mão de obra e instalação simples, ganhos econômicos diretos (reduz gastos na compra de

adubos), ganhos econômicos indiretos (aumento de renda de fornecedores de material e de mão de obra), redução de dias de trabalho perdidos por afastamento devido às doenças feco-orais, diminuição dos custos de tratamento de água nos centros urbanos, dentre outros (EMBRAPA, 2010).

Alguns fatores reduzem a eficiência das fossas sépticas biodigestoras, tais como: ausência da mistura de esterco, efluentes provenientes de residências que comprometam a eficiência das bactérias anaeróbias, má conservação da fossa, como vegetação ou lixo sobre a tampa e variação de temperatura (EMBRAPA, 2010).

A EMBRAPA possui um manual de instalação, conforme observa-se nas figuras 3 e 4, do sistema a ser implantado em uma propriedade. Segundo a norma NBR 7.229/1993 é recomendado manter uma distância mínima de 1,50 m das construções, limites do terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água; 3,0 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água; e 15 metros do lençol freático e corpos de água de qualquer natureza. Segundo Galindo (p. 11, 2010) não é recomendável manter uma distância muito longa, para diminuir os gastos com tubulações e facilitar a

inspeção, e não muito perto para evitar possíveis odores na residência.

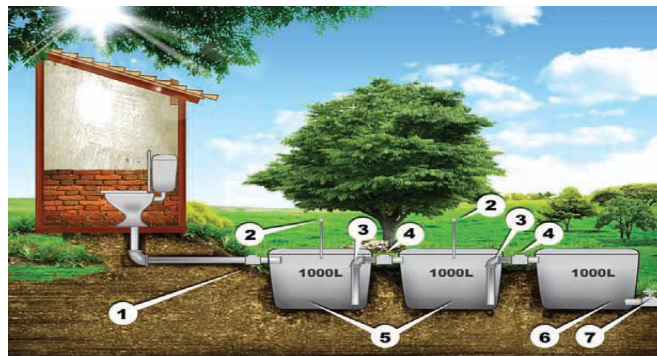
A EMBRAPA (2010) recomenda o uso de três caixas de 1000 L. Já Galindo (p.10, 2010) afirma que o tamanho das caixas é proporcional ao número de moradores na casa. Por exemplo, em uma casa com até 5 pessoas, o sistema deve conter no mínimo 3 caixas de 1000 L; em uma casa com 10 moradores, pode-se utilizar 6 caixas de 1000 L ou três caixas de 200 L. Porém, se em uma residência moram menos de 5 pessoas, o sistema ainda deve conter o mínimo das três caixas, pois é necessário um prazo de pelo menos 25 dias para uma completa degradação da matéria orgânica, o que com a redução das caixas pode inviabilizar o processo (p.11, 2010). O material das caixas recomendado pela EMBRAPA é o polietileno de 1 m³ (5 e 6), para Laredo (2013) “caixas de fibra ou cimento são mais recomendáveis por suportar altas temperaturas e durarem mais”, porém, também poderá ser utilizado bombonas de polietileno devido ao baixo custo do material e qualidade similar as demais (EMBRAPA 2010).

Ainda conforme a figura 3 e a 4 da EMBRAPA (2017) a primeira caixa, que receberá os dejetos (1), será conectada exclusivamente ao vaso sanitário da casa. Para a conexão da cozinha é necessário

criar uma caixa de gordura ou adquirir outra forma de tratamento, como os jardins filtrantes, por exemplo. A primeira caixa deverá ser conectada às caixas subsequentes através de tubos e conexões de PVC, com curvas de 90° (3) no interior. Os tubos e conexões devem ser vedados na junção da caixa, para evitar vazamentos. Entre as caixas deverão ser postos mecanismos de inspeção (4), a fim de evitar e reparar possíveis entupimentos. Nas duas primeiras caixas deverão ser colocados tubos de PVC para saída dos gases (2) e bem vedadas.

Como as bactérias da fossa séptica são anaeróbias, as caixas deverão ser enterradas para controle da temperatura (entre 15°C e 45°C) e as tampas expostas para ajudar no metabolismo das bactérias. O buraco deve ser escavado com 5 metros de comprimento, 1,5 metros de altura e 80 centímetros de profundidade, de acordo com o tamanho das caixas e do desnível do terreno. É necessária uma distância de 50 centímetros em cada caixa e as bordas devem ficar 5 cm acima do nível do solo. O buraco deve ter no mínimo 40 cm abaixo do nível do sanitário (EMBRAPA, 2017).

Figura 3 - Esquema ilustrativo dos componentes da fossa séptica biodigestora



Fonte: EMBRAPA, 2017

- (1) Válvula de retenção onde ocorre a entrada do efluente; (2) Chaminé de alívio de gases; (3) Curva de 90°; (4) “T” de inspeção; (5) e (6) – Caixas de 1.000 ml (7) Registro para saída do efluente estabilizado.

Figura 4 - Caixas instaladas



Fonte: EMBRAPA, 2017

Conforme já mencionado, na primeira caixa é preenchida com 20 L 50% de água e 50% de esterco bovino (fresco), para aumentar a atividade microbiana – biodigestão das excretas. Essa mistura deve ser adicionada a cada 30 dias. Na primeira caixa são destruídas e removidas cerca de 70% de matéria orgânica, na segunda o restante, e a terceira é isenta de contaminação, assim, podendo ser usado como adubo na preparação da terra (OTENIO, 2014).

A EMBRAPA (2010, p. 22) também afirma que o período médio de enchimento das caixas é de noventa dias (3 meses para cada caixa). Porém, se encher em um período inferior a vinte dias e não houver vazamento de descarga, será necessário instalar uma nova caixa entre a segunda e a terceira. Se não for possível uma quarta caixa, é recomendável adicionar uma colher de café de cloro granulado na última caixa para matar os microrganismos não digeridos. O processo de biodigestão não emite nenhum odor, mas caso aconteça, é necessário reabastecer a válvula de retenção imediatamente com a mistura de esterco fresco e água.

Na terceira caixa, é possível retirar o biofertilizante para a utilização do adubo orgânico. O biofertilizante possui, além de água, elementos químicos como:

nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) que podem ser utilizados para fertilizar e irrigar o solo. O que contribui para melhorar a qualidade do solo e também a renda dos agricultores, permitindo, assim, aproveitar os gases resultantes. O biofertilizante é utilizado apenas no solo, diretamente na adubação através de fertirrigação ou como complemento para outros tipos de adubos em frutíferas, na capineira e no preparo do solo, não podendo ser empregado em qualquer cultura agrícola ou diretamente sobre as folhas das hortaliças (a legislação não permite), bem como lançado diretamente em cursos d'água (GALINDO, p. 24-25, 2010).

Segundo dados da EMBRAPA (2010, p. 29), através de pesquisas realizadas pela Cooperativa de Serviços e Ideias Ambientais, no assentamento Che Guevara, Goiás (GO), os biofertilizantes produzidos através do biodigestor, aumentaram a renda das famílias em 75%. Tal fato se deve ao uso do adubo e a substituição da compra de adubos químicos, gerando uma economia mensal de R\$30,00 e R\$90,00. Nesse assentamento, 51% das famílias assentadas utilizaram o biofertilizante no solo de pomares e 52% o empregaram em hortaliças (EMBRAPA, 2010). Ainda segundo EMBRAPA (2007, p. 29), “a

utilização do biofertilizante obtido pela fossa séptica biodigestora pode gerar um ganho de R\$3.000,00 por ano para cada produtor rural”.

Caso o proprietário não deseje a utilização do biofertilizante, poderá utilizar sumidouro ou valas de infiltração. Segundo a CAEB (2017) a vala é mais recomendada em locais onde o lençol freático é próximo à superfície e do tipo de solo. A Diretoria de Ensino Técnico - DTEC (2008) recomenda que o fundo da vala ou sumidouro esteja no mínimo a 1,50m acima do nível máximo do lençol freático e as inspeções devem ser semestrais. A construção de um sumidouro começa pela escavação do buraco, a cerca de 3 m da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes pela gravidade. A profundidade do buraco deve ser 70 cm maior que a altura final, permitindo a colocação de uma camada de pedra no fundo para infiltração mais rápida no solo e de uma camada de terra, de 20 cm, sobre a tampa (CAESB, 2017). Já as valas de infiltração, ao menos duas com espaçamento mínimo de 1,00 m entre elas, devem ser escavadas no terreno com profundidade entre 0,60 m a um 1,00 m; largura mínima de 0,50 e máxima de 1,00 m; e diâmetro mínimo da tubulação de 100 mm.

Segundo Guilhoto (2014, p. 8), estudos apontam retornos econômicos favoráveis à economia em função dos gastos em saneamento, mesmo para tecnologias mais simples, disponíveis para a área rural. Ainda segundo Guilhoto (2014, p. 8), no ano da construção do sistema seria capaz de reduzir cerca de 250 mortes e 5,5 milhões de infecções causadas por doenças diarreicas. Assim como, a redução da poluição dos cursos d’água em cerca de 129 mil toneladas de resíduos. O autor aponta que para cada R\$1,00 investido na implementação da alternativa tecnológica avaliada a sociedade conseguiria um retorno de R\$1,6 em renda interna bruta, além do aumento de 39 mil empregos. Lima et. Al. (2012, p. 2) afirma que a implantação no Sítio Rio Manso (RJ) é viável do ponto de vista técnico e econômico, devido à baixa manutenção, facilidade e baixo custo de instalação. Além disso, reduz custos com fertilização da cana produzida no local.

Estudos realizados por Campolin (2010, p. 3) com famílias de um assentamento de reforma agrária na borda do oeste do Pantanal, Mato Grosso, revelaram por meio da coleta e síntese dos depoimentos e percepções das famílias, que as fossas sépticas biodigestoras contribuem para a melhoria do tratamento do esgoto, controlam agentes causadores

de doenças, preservam o lençol freático, recuperam o solo, permitem o reaproveitamento de seus efluentes finais, como o biofertilizante aplicado nas culturas de espécies frutíferas e forrageiras, assim, aumentando a produtividade e promovendo a melhoria da renda familiar. Segundo os participantes, a tecnologia deve ser amplamente divulgada pelo maior número de famílias e é fundamental o envolvimento de gestores de políticas públicas para a ampliação do benefício para os núcleos familiares que não têm capacidade de investimento no sistema.

CONCLUSÃO

Saneamento é uma das estratégias mais eficientes no controle de diversas enfermidades que acometem a população desde o início das civilizações, pois engloba um conjunto de medidas tanto de higiene, quanto de abastecimento de água, coleta, destinação de resíduos e não

apenas para o tratamento de esgotos. Porém, mesmo sendo um direito de todos e previsto na constituição brasileira, estações de tratamento de esgotos e de água, possuem alto custo, o que dificulta a implantação até mesmo no meio urbano. No meio rural, outro fator que inviabiliza a implantação é a distância das casas, pois seria necessária uma rede coletora muito extensa, encarecendo ainda mais o processo.

Observa-se que é necessário medidas alternativas de tratamento de águas residuais e a fossa séptica biodigestora é uma das metodologias que vem sendo melhor empregadas por vários motivos, como, baixo custo na implantação e não contaminação da água e do solo, como nas fossas rudimentares. Além desses benefícios, trabalhos de campo tem revelado melhoria na economia popular e redução do número de internações no sistema público de saúde por doenças diarreicas e outras doenças de veiculação hídrica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7.229 Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos.** Copyright © 1993, ABNT–Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed in

Brazil/ Impresso no Brasil Todos os direitos reservados 15p.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis

nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

CAESB. Instrução para Instalação de Fossa Séptica e Sumidouro em sua Casa. Publicado em:

<www3.caesb.df.gov.br/_conteudo/FolhetosManuais/InstalaçãoFossaSépticaSumidouro.pdf>. Acesso em: maio de 2017.

CAMPOLIN, A. I.; SOARES, M. T. S.; FEIDEN A. **Fossa Séptica Biodigestora: participação e apropriação de tecnologias na reforma agrária.** Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/cad/article/download/10240/6883>>. Publicado em: 2010.

DIRETORIA DE ENSINO TÉCNICO – DTEC. **Sumidouro e Valas de Infiltração.** Disponível em: <<http://www.comitesm.sp.gov.br/erapido/arquivos/midia/db69ff4179ec8ac4a33331b49c757527.pdf>>. Publicado em: fevereiro de 2008.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Panorama do Saneamento Rural no Brasil.** Publicado em: <<http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>>. Acesso em: maio de 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Saúde e Renda no Campo: saiba como montar um sistema inovador de esgoto sanitário.** Disponível em: <http://nuaimplementation.org/wp-content/uploads/commit_files/zPIfHnM3JeC2v2wQk0.pdf>. Publicado em: 2010.

_____. **Tecnologia para Saneamento Básico.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural/sobre-o-tema>>. Acesso em: maio de 2017.

FERNANDES, Carlos. **Tanques Sépticos: evolução histórico.** Disponível em: <<http://professorcarlosfernandes.blogspot.com.br/2012/03/tanques-septicos-evolucao-historica.html>>. Publicado em: março de 2012.

GALINDO, Natália; et; al. **Perguntas e Respostas: fossa séptica biodigestora.** Publicado em: <http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/tecnologias/Perguntas_e_Respostas_%20DO C49_2010.pdf>. Disponível em: 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Atlas de Saneamento de 2011: Saneamento e Meio Ambiente, p1.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>. Acesso em: maio de 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Situação de Saneamento no Brasil.** Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: julho de 2016.

_____. **Metade da população brasileira não tem coleta de esgoto.** Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/metade-da-populacao-brasileira-nao-tem-coleta-de-esgoto-14>>. Publicado em: março de 2016.

JORDÃO, Eduard Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de**

Esgotos Domésticos: concepções clássicas de tratamento de esgotos. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, v. 1. 544p.

_____. **Tratamento de Esgotos Domésticos:** concepções clássicas de tratamento de esgotos. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. v. 1994p.

LAREDO, Gustavo. **Como Fazer Fossa Séptica Biodigestora.** Publicado em: <<http://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-fazer/noticia/2013/12/como-fazer-fossa-septica-biodigestora.html>>. Disponível em: dezembro de 2013.

LIMA, Felipe Thiago da Silva; et. Al. **Projeto de Implantação de Sistemas de Fossa Séptica Biodigestora e Clorador no Sítio Rio Manso/RJ.** Revista Fluminense de Extensão Universitária, Vassouras, v. 2, n. 2, p.11-26, jul./dez., 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Módulo Específico:** licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgoto e aterros sanitários. Publicado em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/dai_pnc/_publicacao/76_publicacao19042011110356.pdf>. Disponível em: 2009.

OTENIO, Marcelo Henrique; et. Al. **Como Montar e Usar a Fossa Séptica Modelo EMPRAPA:** cartilhas adaptadas ao letramento do produtor. Brasília, DF EMBRAPA, 2014. 44.

SANTOS, G.B.D.; GICLIO, P.H.M. **Estudo de Viabilidade Econômica e Construtiva de um Tanque Séptico Pré-Moldado Para Residências Unifamiliares.** Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/397/1/CT_EPC_2011_2_12.PDF>. Publicado em: dezembro de 2011.

TEIXEIRA, S. M. V.; ALEM SOBRINHO, PEDRO. **Digestão Aeróbia do Lodo do Esgoto Doméstico.** Revista DAE. Disponível em: <http://revistadae.com.br/artigos/artigo_e_dicao_125_n_1249.pdf>. Acesso em: julho de 2016.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. **Saneamento Básico e sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública.** Disponível em: <<http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoeSa%C3%BAde.pdf>>. Publicado em: outubro de 2009.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento de Esgotos:** princípios do tratamento biológico de águas residuais. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996. 211p. vl.