

Fossa absorvente ou rudimentar aplicada ao saneamento rural: solução adequada ou alternativa precária?

Cesspool pit in rural sanitation: appropriate solution or precarious alternative?

- **Data de entrada:**
10/05/2019
- **Data de aprovação:**
10/07/2019

Isabel Campos Salles Figueiredo | Caroline Kimie Miyazaki | Francisco José Peña y Lillo Madrid | Natália Cangussu Duarte | Taína Martins Magalhães | Adriano Luiz Tonetti*

DOI: <https://doi.org/10.4322/dae.2019.057>

Resumo

As fossas rudimentares ainda são amplamente utilizadas para tratamento e destinação de esgoto em áreas rurais no Brasil, por se apresentarem como uma solução simples, econômica e popularmente conhecida. Embora seu uso seja muitas vezes considerado precário, trata-se de um sistema que garante a separação higiênica entre pessoas e suas excretas. Isso a torna muitas vezes a única alternativa em situações em que outras tecnologias são inacessíveis. Portanto, é necessário questionar se sua implementação implica sempre em uma condição inadequada de saneamento. Alguns requisitos relacionados à sua forma construtiva, localização e densidade devem ser detalhados de forma a minimizar adversidades e riscos de contaminação, garantindo assim a saúde pública e ambiental e tornando essa alternativa uma solução apropriada para condições socioambientais específicas. **Palavras-chave:** Saneamento descentralizado. Saneamento rural. Tratamento de esgoto. Fossa absorvente. Fossa rudimentar.

Abstract

The cesspools are still widely used for treatment and disposal of sewage in rural areas in Brazil, mostly because they are a simple, economical and popularly known solution. Although its use is often considered precarious, it is a system that ensures hygienic separation between people and their excreta and often becomes a practicable alternative when other technologies are inaccessible. However, some users report problems with their use, while many others have no difficulties. Therefore, it is necessary to question whether its implementation always implies an inadequate sanitation condition. Some requirements related to its constructive form, location and density should be detailed to reduce misfortune and risks of contamination, ensuring public and environmental health and making this alternative a proper solution for specific socio and environmental conditions. **Keywords:** Decentralized system. Rural sanitation. Wastewater treatment. Cesspool.

Isabel Campos Salles Figueiredo – Bióloga. Mestre em Ecologia. Doutora na área de Saneamento. Trabalha com permacultura, educação ambiental e saneamento ecológico.

Caroline Kimie Miyazaki – Engenheira Ambiental pela EESC-USP. Mestranda em Engenharia Civil na FEC/Unicamp. Prestou consultorias ambientais no Brasil e EUA.

Francisco José Peña y Lillo Madrid – Engenheiro Ambiental pela EESC-USP. Doutorando e mestre em Saneamento e Ambiente pela FEC/Unicamp.

Natália Cangussu Duarte – Engenheira civil e Mestre em Engenharia Civil pela FEC/Unicamp.

Taína Martins Magalhães – Engenheira Química pela Unicamp. Mestre em Saneamento e Ambiente pela Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp.

Adriano Luiz Tonetti – Professor da FEC/Unicamp. Atua na área de saneamento descentralizado e remoção e uso de nutrientes de águas residuais.

***Endereço para correspondência:** Rua Saturnino de Brito, 224. Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas – SP. CEP: 13083-889. Caixa Postal: 6143. Telefone: (19) 3521-2369. E-mail: tonetti@unicamp.br.

1 INTRODUÇÃO

As fossas absorventes são definidas pelo manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2015) como poços ou buracos escavados no solo, sem impermeabilização ou com impermeabilização parcial, onde é feita a disposição do esgoto bruto conduzido por veiculação hídrica. Ao receber diretamente o esgoto gerado nas residências, as fossas absorventes desempenham as funções de tanque séptico e sumidouro, mas devido à maior quantidade de sólidos, matéria orgânica e lodo digerido acumulado em seu interior, o entupimento do solo na região da fossa pode ocorrer mais rapidamente do que nos sumidouros construídos após tanques sépticos (FUNASA, 2015).

As fossas absorventes também podem ser denominadas fossas rudimentares (IBGE, 2013; BRASIL, 2019) e são popularmente conhecidas como fossas negras, fossas caipiras ou fossas simples. O termo fossa negra, apesar de amplamente utilizado, tem sido rechaçado pelos movimentos sociais por soar pejorativo ao aludir à raça e não à cor. Desse modo, no presente texto essa tecnologia será chamada de fossa rudimentar ou absorvente.

Atualmente há uma ampla gama de sistemas disponíveis para o tratamento de esgoto para áreas rurais ou descentralizadas, mas, mesmo assim, ainda é muito comum o uso de fossas absorventes em todo o país. Dados recentes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua foram referendados pela revisão do PLANSAB (BRASIL, 2019) e apontam que do total de domicílios atendidos com esgotamento sanitário na área rural em 2017, 32,0% destinavam os esgotos para tanques sépticos, 48,6% para fossas rudimentares e 11,7% para valas, rios, lagos, mar ou outro destino.

Além das pesquisas oficiais, há outras fontes de dados que trazem informações mais aprofundadas em relação à realidade das comunidades rurais brasileiras no que tange ao seu acesso aos

serviços de esgotamento sanitário. Dados obtidos em pesquisas realizadas em campo em diferentes regiões do Brasil indicam que o número de fossas absorventes é ainda maior do que apontam as pesquisas oficiais.

Um levantamento realizado por meio de 225 entrevistas em toda a zona rural do município paulista de Holambra (SP), por exemplo, mostra detalhes de como a população rural de 3.135 habitantes (além da significativa população flutuante diária) trata o esgoto doméstico gerado na região (SUPREMA, 2013). Nesse estudo, foi constatado que 60% dos domicílios utilizavam fossas absorventes e que 31% dos entrevistados não souberam especificar o tipo de fossa utilizada na residência. Já dados obtidos por meio de um diagnóstico rural participativo em uma região rural de Campinas (SP) indicam que o esgoto proveniente de vasos sanitários, misturado ou não às águas cinzas, é disposto na maioria das vezes (81%) em fossas rudimentares ou é lançado *in natura* no solo ou em corpo hídricos (9%) (FIGUEIREDO, 2019).

A ampla distribuição de fossas absorvente nas regiões rurais está relacionada ao fato de essa solução ser a mais simples e econômica (FUNASA, 2015). O PNSR (2018a) também destaca a persistência da ampla distribuição das fossas absorvente historicamente no país e Martinetti (2009) acredita que essa alternativa é a mais difundida devido à sua simplicidade construtiva, baixo custo e ao desconhecimento de alternativas. Por ser uma solução muito simples, ela tem sido empregada por várias gerações, já que afasta os dejetos do contato visual, mesmo não afastando todos os seus efeitos deletérios. Isso a diferencia da defecação a céu aberto, da fossa seca e da disposição do esgoto em valas, por exemplo.

1.1 A fossa absorvente é inadequada?

Muitas instituições caracterizam a fossa absorvente como uma opção incorreta para o trata-

mento de esgotos em pequenas comunidades, independentemente da forma como ela é construída ou do local em que está instalada (TONETTI et al., 2018). Por exemplo, essa é a visão do IBGE (2013) reafirmada pelo PLANSAB (BRASIL, 2019), que caracteriza esse tipo de fossa como uma forma de atendimento precário e que classifica o domicílio que é servido por esse sistema como em situação de déficit.

No entanto, esse tipo de sistema é considerado internacionalmente (WHO/UNICEF, 2017) e mesmo nacionalmente (FUNASA, 2015) como uma forma de tratamento e disposição final adequada, já que resolve satisfatoriamente aspectos de saúde pública (FUNASA, 2015) e garante uma separação higiênica entre pessoas e suas excretas (WHO/UNICEF, 2017). Recentemente o PNSR (2018c) também elencou a fossa absorvente como uma das tecnologias adequadas para o tratamento de esgotos domésticos de populações rurais, desde que o lençol freático seja profundo.

Os principais impactos ambientais relacionados a esse tipo de sistema incluem a contaminação do solo e do lençol freático por patógenos e nitrato. No entanto, essa também é a principal crítica aos tanques sépticos, especialmente àqueles que não recebem manutenção e que são instalados em locais inadequados.

Mesmo quando se avaliam os compostos nitrogenados, o tanque séptico e os pós-tratamentos sugeridos pelas normas brasileiras (NBR 13969, 1997 e NBR 7229, 1993) não contemplam sua remoção. As associações de reatores propostas pela norma brasileira não promovem a desnitrificação e a consequente transformação do nitrogênio orgânico em nitrogênio gasoso (N_2) (DE OLIVEIRA CRUZ et al., 2018; DE OLIVEIRA CRUZ et al., 2019 e SILVA et al., 2015). Nem mesmo há propostas para a absorção do nitrogênio por plantas. Em todos os casos, haverá a infiltração no solo e a maior parte do nitrogênio presente acabará sendo transfor-

mado em nitrato, o qual terá grandes chances de atingir o aquífero subterrâneo (MARINHO et al., 2013; MARINHO et al., 2014).

Dessa forma, a precariedade das fossas absorventes parece estar mais relacionada à sua localização na propriedade, ao contexto ambiental local, à densidade populacional e à sua forma construtiva, e não à sua eficiência propriamente dita. Sendo assim, por meio de ações educativas e participação social para compreensão e implantação do sistema (PNRS, 2018c), a fossa pode se configurar como uma solução adequada em determinadas condições socioambientais.

Logo, há a necessidade de compreender os problemas envolvidos com o dimensionamento, construção, operação e manutenção dessas fossas e de propor formas corretas para sua execução adequada. Mas, para isso, deve-se compreender como ela é tradicionalmente construída no Brasil. Partindo desse arcabouço, o objetivo desse artigo foi propor essa reflexão usando como ponto de partida dados concretos sobre o tema, coletados a partir de um projeto de pesquisa e extensão universitária financiado pela Unicamp e desenvolvido em uma área rural de Campinas (SP) (MADRID et al., 2015; FIGUEIREDO, 2019). No estudo foi realizado um diagnóstico rural participativo (DRP) organizado com base na metodologia proposta por Verdejo (2006). Também foi utilizada a técnica da observação participante (GIL, 2008), que permite a atuação vivencial do pesquisador em uma situação determinada.

1.2 Fossa absorvente: aspectos construtivos e operacionais

As fossas absorventes são tipicamente projetadas e construídas de forma empírica, sem nenhum tipo de projeto ou avaliação das condições locais de instalação. Não há suporte de qualquer norma brasileira para a elaboração de seu projeto e a sua construção. Algo próximo construtiva-

mente à fossa absorvente seria o sumidouro, mas seu projeto está direcionado ao pós-tratamento do efluente produzido em tanques sépticos.

Nos locais em que é construída, em muitos casos as fossas apresentam, em vez de tampas, apenas um fechamento precário (tábuas de madeira, lonas plásticas ou telhas de fibrocimento), ou mesmo não apresentam nenhum tipo de fechamento, permitindo a entrada de água da chuva, o escoamento do esgoto na superfície do solo e a proliferação de vetores, oferecendo riscos aos moradores.

Em pesquisa desenvolvida por Figueiredo (2019) em uma área rural de Campinas (SP) foi possível observar que existe conhecimento tradicional sobre a construção das fossas absorventes. Os entrevistados relataram técnicas utilizadas na construção dos sistemas simplificados e que a sua localização em relação à casa e ao poço não é aleatória. Porto (2016) também relata que as fossas absorventes utilizadas por moradores de comunidades rurais de três estados brasileiros foram construídas com base no conhecimento tradicional das famílias.

Ainda segundo Figueiredo (2019), os entrevistados também relataram que suas fossas foram cons-

truídas sem nenhuma orientação técnica, contando apenas com os conhecimentos empíricos dos agricultores ou de trabalhadores contratados, com exceção de três propriedades que receberam orientações de instituições certificadoras.

A mesma situação foi observada em assentamentos rurais paulistas por Alves Filho e Ribeiro (2014), que identificaram que os assentados declararam pouco conhecimento sobre manejo e técnicas eficazes de saneamento e que a assistência técnica externa nessa temática era deficitária. Larsen (2010) também aponta que existe pouca informação sobre alternativas adequadas ao saneamento rural dentre membros da comunidade rural avaliada no Paraná.

As fossas rudimentares pesquisadas em uma área rural de Campinas (SP) (FIGUEIREDO, 2019) são, em sua maioria, constituídas por buracos escavados no solo sem nenhum revestimento interno (51%). Também é muito comum a prática do “tijolamento” das fossas absorventes (43%), em toda a sua extensão ou apenas na área próxima à superfície, para dar suporte à tampa (Figura 1). Foi incomum encontrar fossas construídas com anéis de concreto (zimbras ou manilhas - 6%).



Figura 1 - Formas de construção das fossas rudimentares em área rural de Campinas (SP). Esquerda - Sem revestimento interno; Direita - Com tijolamento (Fonte: Figueiredo, 2019).

As tampas das fossas, por sua vez, normalmente são feitas de concreto, mas também podem ser de madeira, telhas ou algum outro material improvisado (Figura 2). Essa variedade de métodos

construtivos também foi observada por PNSR (2018b). A construção de tampas adequadas é importante para a segurança dos moradores locais e para a manutenção da estrutura da fossa.



Figura 2 - Tipos de tampa para fossas rudimentares encontradas em área rural de Campinas (SP). Esquerda - Tampa de alvenaria; Centro - Tampa de madeira; Direita - Tampa com telhas de amianto. (Fonte: Figueiredo, 2019).

Em Campinas (SP), por meio de dados declarados, Figueiredo (2019) identificou que o diâmetro e a profundidade médios das fossas absorventes são 1,3 m e 4,6 m, respectivamente. No entanto, esses dados não foram declarados para 34% das fossas absorventes e tampouco puderam ser checados em campo devido à dificuldade de acesso a elas.

Segundo Figueiredo (2019), devido à variação na altura do lençol freático local (inferida pela profundidade dos poços caipiras ou freáticos) e à presença de nascentes e áreas de várzea, é provável que o fundo de algumas fossas coincida com o lençol freático, o que é uma condição inadequada

do ponto de vista sanitário e ambiental, além de não atender à distância mínima de 1,5 m entre o fundo do sumidouro e o lençol freático sugerida pela norma NBR 13969 (ABNT, 1997).

As entrevistas realizadas no referido estudo em Campinas (SP) também indicaram que as fossas absorventes recebem diferentes tipos de esgoto (Figura 3). Para a grande maioria das propriedades visitadas (88%) e dos domicílios habitados na região (92%) havia a segregação de pelo menos parte das águas cinzas geradas pelos usos domésticos (Figura 4).

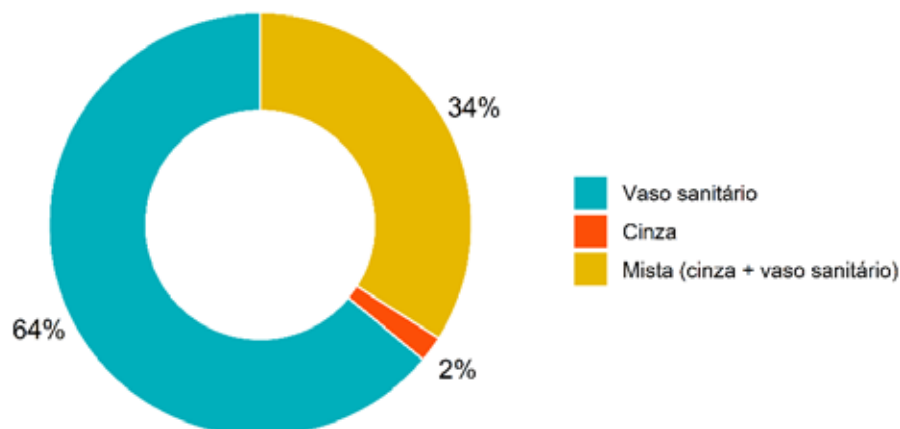


Figura 3 - Tipo de esgoto destinado para a fossa rudimentar em área rural de Campinas (SP) (Fonte: Figueiredo, 2019).

Esse tipo de informação não foi encontrado em nenhum outro trabalho desenvolvido com saneamento rural. Apesar de os números variarem de acordo com a região do país e com as peculiaridades locais, a revisão da literatura aponta que a prática da segregação da água cinza em domicílios rurais é uma realidade comum. Na última versão do Manual de Saneamento da Funasa, referência importante para o saneamento em comunidades isoladas, já foi descrita a divisão do esgoto doméstico em duas parcelas com nomes e características distintos (FUNASA, 2015). As pesquisas sobre esgotamento sanitário nos domicílios rurais realizadas pelo IBGE, entretanto, não fazem menção a essa prática.

1.3 Fossa absorvente: Densidade

Algumas tentativas já foram feitas no sentido de determinar densidades máximas de sistemas descentralizados baseados em tanques sépti-

cos seguidos de infiltração no solo, mas os valores encontrados por diversos pesquisadores são muito variáveis e dependentes de condições ambientais específicas. A USEPA (1977) determina que regiões com densidades maiores do que 15 sistemas/km² constituídos por tanque séptico seguido de infiltração do efluente no solo podem ter problemas de contaminação do ponto de vista ambiental, mas regiões onde foram observados problemas graves têm densidades bem maiores.

A densidade encontrada em uma área rural de Campinas (SP) por Figueiredo (2019) foi acima de três vezes o valor sugerido pela USEPA (1977): 3,5 fossas por propriedade ou uma fossa a cada 0,019 km², equivalente a 52 fossas/km². Cada uma delas atendia em média de duas a três pessoas. A distância entre as casas e as fossas era normalmente bem pequena e até menor do que a distância mínima de 1,5 m sugerida pela norma NBR 7229 (ABNT, 1993) para tanques sépticos (Figura 4).



Figura 4 - Mapeamento das fossas rudimentares em área rural de Campinas (SP), mostrando a proximidade entre fossas e residências.

Em Brasília, constatou-se em uma comunidade rural uma média de 1,83 fossas por propriedade (FIGUEIREDO, 2006). A densidade de sistemas descentralizados tem se tornado crítica em algumas áreas isoladas e é necessário determinar valores sustentáveis do número de sistemas construídos em uma dada área, por mais complexa que seja essa tarefa (BEAL, GARDNER e MENZIES, 2005).

1.4 Fossa absorvente: Distância entre a fossa e o poço ou nascente

Em uma área rural de Campinas (SP), Figueiredo (2019) encontrou uma distância média entre as fossas e poços de 65,4 m, sendo a menor distância encontrada de 9,0 m. Em pesquisa no Paraná, a distância média encontrada entre o poço e a fossa foi de 10,0 m (LARSEN, 2010).

As distâncias mínimas sugeridas pela ReCESA (2009) são: 15 m de fossas sépticas e 45 m de fossas absorventes. A distância mínima sugerida pela Funasa (2015) é de 15 m em relação às fossas secas e 100 m em relação a outros focos de contaminação como valões de esgoto e galerias de infiltração (FUNASA, 2015), mas não fica claro qual é a distância sugerida em relação às fossas absorventes. Tampouco existe clareza nas recomendações das normas técnicas da ABNT.

Enquanto a NBR 7229 (ABNT, 1993) sugere uma distância mínima de 15 m de poços freáticos, a NBR 13969 (ABNT, 1997) apenas indica que o efluente tratado deve demorar três dias para chegar até o poço. Em instrução técnica do DAEE (2012), é sugerido um perímetro de alerta contra poluição microbiológica a partir do ponto de captação (poço), com um raio estabelecido pela distância alcançada pelo fluxo de água subterrânea em cinquenta dias. A mesma portaria indica que poços escavados (cacimbas ou cisternas) devem ser construídos em nível mais alto do terreno e a uma distância superior a 30 m em relação a fossas sépticas, para evitar a contaminação das águas subterrâneas.

O distanciamento das fossas ou sistemas de disposição final em relação aos poços subterrâneos (freáticos ou tubulares profundos) ainda não é consensual e varia muito de acordo com cada localidade, sendo determinada, muitas vezes, de forma arbitrária (PANG et al., 2003). Na Nova Zelândia, por exemplo, a distância mínima recomendada é de 30 m (PANG et al., 2003), assim como na Espanha (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

Nos Estados Unidos, a recomendação geral é uma distância entre 15 e 30 m, mas ela depende de características locais e da regulação de cada estado (USEPA, 2002). Na Austrália, a distância mínima recomendada é de 100 m (SYDNEY CATCHMENT AUTHORITY, 2012).

Um estudo sobre a mortalidade de patógenos (bactérias e vírus) em solos arenosos e bem drenados na Nova Zelândia indicou que uma distância mínima de 46 m seria necessária para que a água subterrânea não fosse contaminada (PANG et al., 2003). No entanto, existem registros de vírus que persistiram no solo por mais de 125 dias, tendo se deslocado 408 m (USEPA, 2002).

Cabe destacar que essa discussão sobre a distância em relação ao poço de água ou em relação ao lençol freático não deve ser pautada somente considerando a implantação de uma fossa absorvente. Todas as técnicas propostas pelas normas brasileiras (NBR 13969, 1997 e NBR 7229, 1993) que visam à infiltração do efluente final no solo também serão impactadas pelos valores estabelecidos para esses quesitos.

1.5 Fossa absorvente: Problemas observados

Em relação aos aspectos negativos comumente apresentados pelas fossas, o fato de elas “encherem” é considerado um problema ou um sinal de mal funcionamento do sistema. No entendimento da população pesquisada por Figueiredo

(2019), o esgoto deveria ser sempre drenado, de forma que a fossa permanecesse seca. Quando a fossa enche, é comum a abertura de nova fossa em local próximo ou o seu esvaziamento manual (mangueira sifonada) ou por caminhão do tipo limpa-fossa, comuns na região centro-sul, segundo dados do PNSR (2018 b). Outras observações que têm sido feitas dizem respeito ao simples bombeamento do material presente no interior da fossa para valas a céu aberto.

Dados compilados por WHO/UNICEF (2017) indicam que no Equador, por exemplo, 86% das fossas nunca tiveram que ser esvaziadas e em Níger, Moçambique e Etiópia esses valores são maiores do que 95%. O “enchimento” das fossas parece

estar relacionado à frequência de seu uso, ao tipo de esgoto recebido, ao regime climático da região e ao tipo de solo local.

A colmatação das fossas se deve à maior quantidade de sólidos em suspensão, matéria orgânica dissolvida e lodo digerido acumulado em seu interior, fatores que levam a um entupimento mais rápido do que o de sumidouros construídos após tanques sépticos (FUNASA, 2015). No entanto, a minoria dos moradores entrevistados em uma área rural de Campinas (SP) relatou o enchimento das fossas (Tabela 1) (FIGUEIREDO, 2019). Esse dado foi surpreendente já que a região apresenta argissolo vermelho-amarelo e latossolo vermelho-amarelo (Campinas, 2011).

Tabela 1 - Problemas mais comuns apresentados pelas fossas absorventes em uma área rural de Campinas (FIGUEIREDO, 2019).

Problemas relatados com as fossas	Observações	Frequência do relato*
Não ocorreram problemas	Não foram relatados problemas com o uso da fossa	42
Fossa encheu	Fossa ficou muito cheia e outra teve que ser aberta ou o caminhão limpa-fossa chamado	12
Ocorreu desmoronamento de paredes	Paredes cederam para dentro dos buracos escavados no solo e a fossa ficou cheia de terra	9
Houve mau cheiro	Ocorreram odores desagradáveis nas proximidades da fossa ou mesmo dentro dos banheiros	4
Ocorreu o transbordamento por entrada de água da chuva	Quando choveu muito, a água das enxurradas entrou dentro da fossa, danificando-a	3
Ocorreu o vazamento e o transbordamento	A fossa encheu muito e o efluente líquido transbordou pelas laterais ou tampa	3
Ocorreu entupimento do vaso sanitário	Raízes de plantas próximas à fossa ou animais entraram pelo vaso sanitário	2
Ocorreram acidentes	Um veículo caiu dentro da fossa	1
Atraiu animais	Mosquitos, baratas, sapos e ratos estavam morando dentro ou perto da fossa	1

*Uma mesma fossa podia apresentar mais do que um problema relatado.

A longevidade das fossas existentes na área rural de Campinas (SP) pode ser decorrente do tipo de esgoto que elas recebem: as águas cinzas são dispostas em apenas 36% das fossas, fato que pode contribuir para o aumento da sua vida útil, visto que a maioria dos óleos e gorduras provenientes da pia da cozinha não vai para as fossas.

O desmoronamento das paredes das fossas também foi um dos problemas mais comuns de manutenção da tecnologia. Alguns outros aspectos negativos foram relatados pelos usuários das fossas absorventes, mas a grande maioria dos sistemas nunca apresentou nenhum problema identificado.

1.6 Fossa absorvente: Opinião dos usuários

Segundo Figueiredo (2019), em relação à percepção dos agricultores sobre a adequação do

sistema de tratamento de esgoto utilizado, os entrevistados ficaram muito divididos, conforme dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Percepção dos agricultores em relação à adequação do sistema de tratamento de esgoto utilizado em uma área rural de Campinas (SP).

Opinião sobre o sistema de tratamento adotado		Comentários feitos pelos agricultores
O sistema adotado é adequado?	Não 53%	<p>“Não é tratado, é só jogado. Teria de ter um tratamento”</p> <p>“Na época era adequado. Hoje não”</p> <p>“Contamina a água de beber, embora esteja longe do poço”</p>
	Sim 47%	<p>“Está adequado por enquanto, mas precisa de mudanças se morarem mais pessoas”</p> <p>“Esse é o jeito que estamos acostumados”</p> <p>“Em pequena quantidade não tem problema, mas em grande tem. O esgoto de casa é nojento, mas não é tóxico.”</p>

Em Itaiçaba (CE) foi realizada uma pesquisa sobre satisfação dos moradores de uma comunidade rural quanto ao seu sistema de esgotamento sanitário, composto majoritariamente por fossas absorventes. Nesse trabalho, resultados similares foram encontrados, já que 50% dos entrevistados relataram estar satisfeitos com o sistema (BOTTO et al., 2005).

No entanto, outras pesquisas sobre o mesmo tema indicam resultados heterogêneos. Em estudo sobre a percepção de aspectos de saúde ambiental por moradores de assentamentos rurais da região norte/nordeste do estado de São Paulo foi constatada preocupação dos agricultores com o esgotamento sanitário inadequado e a consequente contaminação das fontes de água de abastecimento, acarretando problemas para a saúde humana e para a produção agrícola (ALVES FILHO E RIBEIRO, 2014).

Já agricultores do Paraná não declararam se preocupar com os sistemas de tratamento de esgoto tradicionalmente implantados na comunidade durante atividade de levantamento de problemas realizada em Diagnóstico Rural Participativo (LARSEN, 2010).

Porto (2016) também observou satisfação dos agricultores em relação a seus sistemas de esgo-

tamento sanitário. No entanto, a autora observa que essa satisfação pode estar relacionada ao desconhecimento de formas mais adequadas de tratamento de esgoto (PORTO, 2016).

1.7 Propostas e perspectivas futuras

Tonetti et al. (2018) afirmam que a fossa absorvente é uma tecnologia que pode atender a aspectos de segurança ambiental e de saúde pública, isso porque garante uma separação higiênica entre pessoas e suas excretas. No entanto, devem ser tomados os seguintes cuidados:

- Instalação de tampa firme e resistente. Sua vedação deve ser feita de forma adequada, impedindo o acesso de pessoas e animais, bem como de água da chuva;
- Construção da fossa em local com lençol freático profundo e que possibilite que o fluxo da água subterrânea primeiramente passe pelo poço e não pela fossa;
- Instalação da fossa em um local com baixa densidade populacional, ou seja, que garanta uma distância segura entre uma fossa e outra e entre as fossas e os pontos de captação de água subterrânea ou superficial.

Caso a norma brasileira NBR 13969 (ABNT, 1997), que já apresenta o descritivo para a construção do sumidouro, expusesse um detalhamento adequado dos seus aspectos construtivos, essas especificações poderiam ser apresentadas de forma semelhante para a fossa absorvente. A norma apresenta somente detalhes para cálculo da área de infiltração, não descrevendo, porém, como deve ser feito o tamponamento do tanque ou o adequado revestimento das paredes caso exista o potencial de seu desmoronamento.

Segundo Dacach (1990), uma antiga norma brasileira (ABNT, 1982)¹ expunha que para a construção do sumidouro deveriam ser atendidos alguns aspectos, apresentados também por Chernicharo (2001) e previamente adotados nos EUA como elementos construtivos do sistema (USEPA, 1980). A seguir são expostos alguns desses itens que poderiam ser incorporados às exigências a serem atendidas para a construção de uma fossa absorvente:

- As lajes de cobertura deverão ser construídas em concreto armado e dotadas de uma coluna de exaustão e de uma abertura de inspeção com tampão de fechamento hermético.
- As paredes deverão ser revestidas de alvenaria de tijolos, assentados com juntas livres, ou de anéis pré-moldados de concreto, convenientemente furados.

No entanto, como a maioria das fossas absorvente é construída sem qualquer revestimento, deveria ser criada uma avaliação que expusesse que somente a partir da existência de solos sujeitos a desmoronamento haveria a necessidade do revestimento das paredes internas.

Para o cálculo da área de infiltração haveria a necessidade de encontrar novos valores para a

conversão da taxa de percolação em taxa de aplicação superficial, a partir da qual seria obtida a área das paredes e, conseqüentemente, a profundidade. Como o sumidouro é projetado para receber o efluente proveniente do tanque séptico, o qual possibilita uma significativa remoção de matéria orgânica, provavelmente a fossa absorvente deveria possuir valores mais conservadores para essa conversão. A determinação desses valores deverá ser oriunda de pesquisas realizadas no Brasil e que levem em conta as características de nosso território.

Do mesmo modo, mais pesquisas que avaliem as diferentes características do território nacional são necessárias para estabelecimento de critérios de distância entre o fundo da fossa absorvente e o lençol freático e de densidade de fossas permitida em uma dada região. O mesmo se aplica à distância entre o poço de água e a fossa absorvente, visto que as normas brasileiras e a literatura internacional fornecem valores extremamente discrepantes.

Outras possibilidades de estudo da tecnologia estão relacionadas à gestão do lodo acumulado e à recuperação da capacidade de infiltração em casos de colmatação (TONETTI et al., 2018 e MANFIO et al., 2018). Ainda não está bem consolidada a real necessidade de remoção do lodo das fossas e, caso exista, qual seria a frequência e procedimentos de limpeza e destinação do conteúdo. Tampouco se tem estabelecido se uma fossa saturada pode recuperar sua característica de infiltração. Por meio dessas respostas, pode-se pensar em critérios para a existência de uma rotatividade entre os sistemas existentes em uma mesma propriedade ou maneiras de regenerá-lo, minimizando assim possíveis contaminações resultantes de adensamento demasiado de novos sistemas.

¹ A norma ABNT NBR 7229:1982, que possuía o nome secundário de ABNT/NB 41, foi cancelada em 29/09/1993 e substituída pela ABNT NBR 7229:1993. As especificações de projeto, construção e operação de sumidouros passaram a ser definidas em outra norma, a ABNT NBR 13969:1997. Contudo, os mencionados aspectos construtivos do sumidouro não são mais encontrados nas normas vigentes.

2 CONCLUSÕES

A fossa absorvente é uma tecnologia com ampla disseminação no Brasil, havendo um histórico de conhecimento popular a respeito de sua construção e operação. A população rural brasileira observa essa tecnologia de forma positiva e sua característica de possibilitar a separação das excretas do contato humano, de animais e de insetos é extremamente positiva quanto à questão de saúde pública.

Essa tecnologia deve ser aprimorada por meio de estudos e pesquisas científicas, buscando fundamentar seu dimensionamento e construção, levando em conta questões como: distância mínima entre o fundo da fossa e o lençol freático; distância mínima entre o sistema e poço ou nascente; densidade de fossas implantadas em uma área; características construtivas de acordo com as condições do terreno; formas de gestão do lodo e critérios de rodízio ou recuperação das fossas para recebimento de novo efluente sanitário. Dessa forma, minimizam-se os riscos de contaminação do aquífero subterrâneo e dos poços de água, mantendo requisitos de segurança à saúde pública e ambiental.

A fossa absorvente pode ser, portanto, uma alternativa para situações em que outras tecnologias se tornam construtiva ou operacionalmente inacessíveis. Melhores estudos adaptados à realidade local e definições de critérios limitantes à sua implementação, unidos a ações educativas e de participação social, podem consolidar a tecnologia como uma solução apropriada para determinadas condições socioambientais.

3 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES e ao CNPq (311275/2015-0) pelas bolsas de mestrado e doutorado recebidas e à Fapesp (Processo 2017/07490-4) pelo Auxílio à Pesquisa. Também agradecemos à Pró

Reitoria de Extensão e Cultura (ProEC) da Unicamp pelos recursos financeiros destinados ao Projeto Saneamento Rural.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229: Construção e instalação de fossas sépticas e disposição dos efluentes finais**. Rio de Janeiro. 37 p. 1982.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos**. Rio de Janeiro. 15 p. 1993.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição dos efluentes líquidos** - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 60 p. 1997.

ALVES FILHO, J. P.; RIBEIRO, H. Saúde ambiental no campo: o caso dos projetos de desenvolvimento sustentável em assentamentos rurais do Estado de São Paulo. **Saúde Soc. São Paulo**, v.23, n.2, p.448-466, 2014.

BOTTO, M. P.; MOURA, N.C.B.; SENA, A.V.; PEQUENO, LR.B. Estudo quanti- qualitativo da precariedade das condições de saneamento ambiental em comunidades do estado do Ceará. In: **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**- ABES. Campo Grande, MS. 2005.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Plano Nacional de Saneamento Básico- PLANSAB** Versão Revisada. 226 p, 2019.

Campinas. **Planos Locais de Gestão Planejamento e Desenvolvimento Urbano**. Prefeitura Municipal de Campinas. 2011. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/planos-locais-de-gestao/>>. Acesso em: 01 de agosto de 2015.

CHERNICHARO, C. A. L. Reatores anaeróbios. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1997. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 5). 245 p. apud VON SPERLING, M.; GONÇALVES, R. F. Lodo de esgotos: características e produção. In: ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (Org.) **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG; Curitiba: SANEPAR, 2001. 484 p.

DACACH, N.G. **Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, RJ, 3 ed., p. 293, 1990.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos/ Diretoria de procedimentos de outorga e fiscalização. **Instrução Técnica DPO Nº 006**. 2012.

DE OLIVEIRA CRUZ, L. M.; TONETTI, A. L.; GOMES, B. G. L. A. Association of septic tank and sand filter for wastewater treatment:

full-scale feasibility for decentralized sanitation. **Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development** (2018) 8 (2): 268-277. <https://doi.org/10.2166/washdev.2018.094>.

DE OLIVEIRA CRUZ, L. M.; GOMES, B. L. A.; TONETTI, A. L.; FIGUEIREDO, I. C. S. **Using coconut husks in a full-scale decentralized wastewater treatment system: the influence of an anaerobic filter on maintenance and operational conditions of a sand filter**. *Ecological Engineering* 127 (2019) 454-459. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.12.021>.

FIGUEIREDO, I. C. S. **Nossas águas Palha: educação ambiental e participação na comunidade rural do Córrego do Palha**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Brasília (UnB). Brasília, DF, 2006.

FIGUEIREDO, I. **Tratamento de esgoto na zona rural: diagnóstico participativo e aplicação de tecnologias alternativas**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP. Campinas, São Paulo, 2019.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília, DF, 4ed, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por amostra de domicílios 2013**. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?&t=o-que-e>. Acesso em: 12 maio 2019.

LARSEN, D. **Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do Rio Verde, região metropolitana de Curitiba-PR**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2010.

MADRID, F. J. P. L.; FIGUEIREDO, I. C. S.; FERRÃO, A. M. A.; TONETTI, A. L. Metodologia de desenvolvimento eco-sistêmico aplicado ao paradigma do saneamento descentralizado. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 101-105, 2015.

MANFIO, D. V.; TONETTI, A. L.; MATTA, D. Dewatering of septic tank sludge in alternative sludge drying bed. **Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development**, v. 8, p. 792-798, 2018. doi.org/10.2166/washdev.2018.276

MARINHO, L.E.O., TONETTI, A.L., STEFANUTTI, R., CORAUCCI FILHO, B., 2013. **Application of Reclaimed Wastewater in the Irrigation of Rosebushes**. *Water, Air and Soil Pollution* (Dordrecht. Online), 224, 1669. doi.org/10.1007/s11270-013-1669-z

MARINHO, L.E.O., CORAUCCI FILHO, B., ROSTON, D.M., STEFANUTTI, R., TONETTI, A.L., 2014. Evaluation of the productivity of irrigated eucalyptus grandis with reclaimed wastewater and effects

on soil. **Water Air Soil Pollut.** 225, 1830 (Print). doi.org/10.1007/s11270-013-1830-8

MARTINETTI, T. H.; TEIXEIRA, B.A.N.; SHIMBO, I. Pesquisa-ação participativa para execução de sistema de tratamento local de efluentes sanitários residenciais sustentável: caso do assentamento rural Sepé- Tiaraju. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 9, p.43-55, 2009.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. **Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones**. Org.: Ortega de Miguel, E.; Medina, J. F.; Rodríguez, J. J. S.; Cruz, C. A.; Jiménez, A. R. 455 p, 2010.

PANG, L.; CLOSE, M.; GOLTZ, M. SINTON, L.; DAVIES, H.; HALL, C.; STANTON, G. Estimation of septic tank setback distances based on transport of E. coli and F-RNA phages. **Environment International** 29 (2003) 907-92, 2003. DOI: 10.1016/S0160-4120(03)00054-0.

PNSR. 2018a. Capítulo 3: O Rural para o Saneamento. Consulta pública Programa Nacional de Saneamento Rural. Disponível em: <<http://pnsr.desa.ufmg.br/consulta/> 124> . Acesso em: 6 de maio de 2019.

PNSR. 2018 b. Capítulo 4: Análise situacional. Consulta pública Programa Nacional de Saneamento Rural. Disponível em: <<http://pnsr.desa.ufmg.br/consulta/>> . Acesso em: 6 de maio de 2019.

PNSR. 2018 c. Capítulo 5: Eixos estratégicos. Consulta pública Programa Nacional de Saneamento Rural. Disponível em: <<http://pnsr.desa.ufmg.br/consulta/>> . Acesso em: 6 de maio de 2019.

PORTO, B. B. **Práticas em saneamento rural: um estudo no contexto da agricultura familiar**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG, 115 p, 2016.

ReCESA. Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades/ Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Transversal: saneamento básico integrado às comunidades rurais e populações Tradicionais: guia do profissional em treinamento- Nível 2**. Brasília: Ministério das Cidades. 88p, 2009.

SILVA, J. C. P.; TONETTI, A. L.; LEONEL, L. P.; COSTA, A. Denitrification on upflow-anaerobic filter filled with coconut shells (Cocos nucifera). **Ecological Engineering**, v. 82, p. 474-479, 2015. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.007

Sydney Catchment Authority. **Designing and Installing On-Site Wastewater Systems a Sydney Catchment Authority Current Recommended Practice**. 218 p, 2012.

SUPREMA. **Estudo técnico visando diagnosticar a situação dos recursos hídricos destinados à exploração de água no município de Holambra-SP, compatibilizando alternativas entre disponibilidades e demandas hídricas (Projeto águas de Holambra)**, 2013: Relatório consolidado pela SHS Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda.- EPP, Recurso Fehidro. Holambra, 2013.

TONETTI, A. L.; BRASIL, A.L.; MADRID, F.J.P.L.; FIGUEIREDO, I.C.S.; SCHNEIDER, J.; CRUZ, L.M.O.; DUARTE, N.C.; FERNANDES, P.M.; COASACA, R.L.; GARCIA, R.S.; MAGALHÃES, T.M. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções.** Biblioteca/Unicamp. Campinas, São Paulo, 153 p, 2018.

TONETTI, A. L.; DUARTE, N. C.; FIGUEIREDO, I. C. S.; BRASIL, A. L. **Alternativas para o gerenciamento de lodo de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos de áreas rurais.** LABOR & ENGENHO, v. 12, p. 145-152, 2018.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. Design Manual: Onsite Wastewater Treatment and Disposal Systems. **Report EPA-625/1-80-012.** 412 p, 1980.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Onsite Wastewater Treatment Systems Manual.** Office of Water, Office of Research and Development. Report EPA/625/R-00/008. 369 p, 2002.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **The report to congress: waste disposal practices and their effects on groundwater.** 512 p, 1977.

WHO/UNICEF. 2017. World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF). **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines.** 110p.