

# Simplificação de tanque séptico unifamiliar: uma contribuição para a universalização do saneamento no Brasil

*Simplification of individual septic tank: a contribution to universalization of access to sanitation in Brazil*

• **Data de entrada:**  
27/05/2021



• **Data de aprovação:**  
30/08/2021

Maria Eduarda Pereira de Almeida<sup>1</sup> | Isabel Campos Salles Figueiredo<sup>1</sup> |  
João Paulo Borges Pedro<sup>2</sup> | Adriano Luiz Tonetti<sup>1\*</sup>

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2022.070>

## ORCID ID

Almeida MEP  <https://orcid.org/0000-0002-0057-6187>  
Figueiredo ICS  <https://orcid.org/0000-0003-0940-0556>

Pedro JPB  <https://orcid.org/0000-0002-9735-8871>  
Tonetti AL  <https://orcid.org/0000-0003-0910-401X>

## Resumo

No Brasil, as comunidades que habitam locais distantes da rede coletora tipicamente lançam seus esgotos em fossas rudimentares inadequadamente construídas. A melhoria dessa situação passa pela construção de sistemas de tratamento de esgotos unifamiliares que sejam os mais simplificados possíveis. Seguindo esse princípio, foi constatado que caixas d'água de 1000 ou 2000 L disponíveis no mercado brasileiro poderiam substituir os tanques sépticos convencionais e atender às exigências da norma brasileira (NBR 7229, 1993). Mesmo tendo uma profundidade inferior à orientada pela norma, as caixas d'água avaliadas proporcionam um grande tempo de retenção hidráulica que contrabalançaria essa limitação, permitindo que o lodo seja adequadamente acomodado no tanque séptico proposto. Logo, o uso de caixas d'água no tratamento de esgotos contribuiria com a universalização do saneamento em nosso país.

**Palavras-chave:** Esgoto. Tratamento. Tanque séptico. Descentralizado.

## Abstract

*In Brazil, poorly built cesspools are a common solution for wastewater disposal in areas that are not nearby or connected with public sewer systems. To change and improve this scenario, it is important to guarantee the construction of simplified onsite sewerage systems. An alternative to this it is the use of 1000 L or 2000 L water tanks available in the Brazilian market as simpler system, if they it is in accordance with the requirements of the national standard (NBR 7229, 1993). Even though these water tanks do not have the depth desired by the standard, there is a tendency that the hydraulic retention time compensates this limitation by allowing an appropriate sludge settling. Therefore, water tanks used as a onsite sewerage system could be a way to universalize sanitation in our country.*

**Keywords:** Sewage. Treatment. Septic tank. Decentralized.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas - Campinas - São Paulo - Brasil.

<sup>2</sup> Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Tefé - Amazonas - Brasil.

\* **Autor correspondente:** tonetti@unicamp.br.

## 1 INTRODUÇÃO

Buscando a universalização do saneamento, os **sistemas unifamiliares** de tratamento de esgoto devem ter seu dimensionamento e construção adequados à peculiaridade que lhes é inerente, ou seja, receber o esgoto de apenas uma família. Logo, suas características construtivas devem ser adequadas ao tipo e quantidade de público que poderá atender (TONETTI et al., 2021). No Brasil, na maioria dos casos esse público é representado pelas **comunidades isoladas** que lançam seus esgotos em fossas absorventes, muitas delas inadequadas à função de tratamento ou disposição final da água residual (FIGUEIREDO et al., 2019d).

A denominação “*comunidades isoladas*” refere-se às populações que, por razões diversas, estão distantes da rede coletora centralizada (TONETTI et al., 2018b). Tal distanciamento pode ocorrer devido ao afastamento em relação à sede do município, em razão de acesso difícil, a baixa densidade populacional, a grande dispersão entre as residências ou ocasionada por uma situação de irregularidade fundiária.

Em nosso país, essas comunidades isoladas são representadas por uma diversidade de povos, como os agricultores, quilombolas, agroextrativistas, seringueiros, assentados, povos do cerrado, do semiárido, da caatinga, dos campos, das montanhas, dos pampas, do Pantanal e comunidades ribeirinhas (BRASIL, 2019). Elas também podem ser representadas pelas populações que habitam regiões urbanas, periurbanas, áreas litorâneas e principalmente áreas rurais (TONETTI et al., 2018b).

Normalmente são pessoas marginalizadas quanto a educação formal e saúde pública (BRASIL, 2019). Desse modo, as tecnologias adequadas ao tratamento de esgotos nessas localidades não seriam atrativas de serem seguidas e multiplicadas caso exijam um dimensionamento rígi-

do ou que demandem cálculos elaborados ou até mesmo considerados simplificados na visão de um engenheiro especialista.

Por isso, as fossas rudimentares ainda são amplamente utilizadas para tratamento e destinação de esgoto em áreas rurais no Brasil, apresentando-se como uma solução simples, econômica e popularmente conhecida (FIGUEIREDO et al., 2019). Embora seu uso seja muitas vezes considerado precário, trata-se de um sistema que garante a separação entre as pessoas e suas excretas. Isso a torna muitas vezes a única alternativa em situações em que outras tecnologias são inacessíveis (FIGUEIREDO et al., 2019d).

No entanto, há uma ampla variedade de tecnologias que podem ser usadas para o tratamento de esgotos gerados por uma residência. Algumas publicações (TONETTI et al., 2018b e FUNASA, 2018) compilam essas tecnologias e orientam a sua construção.

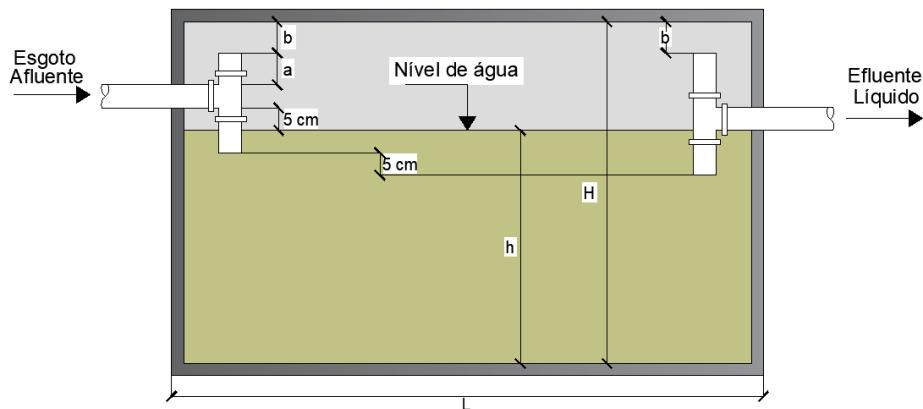
No contexto das comunidades isoladas, o tanque séptico também pode ser uma alternativa muito interessante. Essa tecnologia é normatizada e é definida como “*uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão*” (NBR 7229, 1993). Apesar de ser um marco muito importante para o tratamento de esgotos domésticos em áreas desprovidas de rede coletora, essa norma está defasada. Por isso, é necessário realizar alguns questionamentos.

Neste sentido, no presente artigo será avaliada a possibilidade de simplificar o dimensionamento e construção do tanque séptico a partir do uso de reservatórios de água amplamente comercializados no mercado brasileiro. Com isso espera-se viabilizar a construção de mais unidades de tratamento de esgoto que poderão contribuir para a universalização do saneamento em comunidades isoladas brasileiras.

## 2 DIFICULDADES EM APLICAR AS DIRETRIZES PRESENTES NA NBR 7229 (1993)

Na Fig. 1 está demonstrado todo o detalhamento exigido na construção de um tanque séptico segundo as recomendações da NBR 7229 (1993). Para uma empresa ou equipe capacitada, a visualização dessas informações é simples, mas será que o mesmo ocorre em localidades isola-

das nos estados brasileiros? Será que até mesmo as pequenas prefeituras do interior do Brasil teriam uma equipe técnica em condições de dimensionar e executar a construção desse simples tanque séptico aplicado ao tratamento de esgoto unifamiliar? Mesmo tendo essa equipe, imaginemos o tempo demandado para a construção de um único tanque séptico.



**Figura 1** - Detalhes do dimensionamento de um tanque séptico (NBR 7229, 1993).

Devemos também considerar a dimensão continental do território brasileiro e sua grande diversidade cultural e de logística. Por exemplo, imaginemos a dificuldade de acesso às populações das ilhas oceânicas do litoral e as populações ribeirinhas da Amazônia. Quais seriam os desafios de transportar cimento, areia, brita e tijolos por meio

de pequenos barcos até o local da construção do sistema de tratamento (Fig. 2)? Além disso, é importante destacar que o cimento é um material com prazo de validade bastante curto (90 dias a partir da data de fabricação), o que demanda o uso de forma rápida e impossibilita o armazenamento de grandes quantidades.



**Figura 2** - Barco carregado com brita (esquerda) e tijolos (direita) para construção de sistema de tratamento de esgoto no interior do Amazonas.

Mesmo o estado de São Paulo, que é o mais rico da federação, está enfrentando grandes desafios para levar o saneamento às comunidades que habitam as pequenas ilhas de seu litoral. Devido à grande dificuldade de transporte, em alguns projetos está sendo avaliada a possibilidade do uso de helicópteros para o traslado dos insumos básicos!

Outro ponto a ser questionado nos sistemas de tratamento de esgotos unifamiliares aplicáveis a comunidades isoladas mais vulneráveis é que seu dimensionamento não deveria demandar uma busca de literatura específica para encontrar valores para os parâmetros de dimensionamento. Como podemos exigir de uma comunidade rural o conhecimento de uma série de informações acerca do consumo de água, da temperatura média e máxima do local, do número de câmaras a ser empregado no tanque séptico, da taxa de digestão de lodo a ser adotada e do período de remoção de lodo se nem ao menos a população saberia dizer o que é lodo? Como exigir construções em concreto se, muitas vezes, nem a própria residência é feita desta maneira?

Além disso, construções de estruturas em concreto exigem conhecimento não só sobre a dosagem do concreto, mas também sobre a elaboração de elementos estruturais (vigas e pilares), impermeabilização, estanqueidade, vedação e prevenção contra patologias (trincas e fissuras, por exemplo). Logo, a dificuldade de promover capacitação de pessoas para o entendimento técnico desses parâmetros é outro obstáculo.

Desse modo, tanto o dimensionamento como a construção de sistemas de tratamento de esgotos unifamiliares aplicáveis a áreas isoladas deveriam ser os mais simplificados possíveis, permitindo o uso de componentes comumente presentes nesses mesmos locais. No entanto, simplicidade não deve ser vista como sinônimo de simplório ou inadequado, feito de qualquer maneira!

Ao mesmo tempo, não é defendida a extinção das normas. O que se pretende é que tanto as normas como as práticas construtivas simplificadas caminhem em conjunto para que se encontre a solução mais adequada para cada situação, tendo como princípio unificador a necessidade de universalizar o acesso ao saneamento no país.

Tendo um enfoque simplificador, será que um grande detalhismo no dimensionamento e na construção de um tanque séptico em uma unidade familiar **numa área isolada** traria um significativo aumento de sua eficiência? Será que não poderíamos construí-lo com unidades pré-fabricadas já existentes no mercado de qualquer cidade brasileira? Será que a partir dessas unidades pré-fabricadas e as orientações da norma não podemos chegar a uma construção mais simplificada?

Nesse ponto, temos que reconhecer que a Fossa Séptica Biodigestora desenvolvida pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) tem como grande mérito sua enorme facilidade construtiva, a qual tem propiciado sua disseminação no Brasil e até mesmo em outros países da América Latina (Silva, Marmo e Leonel, 2017, Silva, 2018). Há quase uma unanimidade das pessoas que adotaram essa tecnologia em afirmar que o sistema é fácil de ser construído ao envolver apenas três caixas d'água e suas conexões (FIGUEIREDO et al., 2019b). Além disso, não exige a instalação de uma nova tubulação de esgoto no interior da residência, pois mantém separada a água cinza da água do vaso sanitário, condição presente em cerca de 90% dos domicílios rurais brasileiros (FIGUEIREDO et al., 2019c). Logo, por que não termos tanques sépticos feitos a partir de caixas d'água?

### 3 DIMENSIONAMENTO DO TANQUE SÉPTICO - DEFINIÇÃO DO VOLUME

Para a definição do volume mais adequado do tanque séptico, podemos levar em consideração

as especificações sugeridas pela norma brasileira. Nesse caso, estão apresentados na Tabela 1 os dados obtidos a partir do emprego da Eq. 1 apresentada na NBR 7229 (1993).

$$V = 1000 + N \times (C \times T + K \times Lf) \quad (1)$$

Nessa equação, V é o volume útil (L); N é o número de pessoas ou unidades de contribuição; C é a contribuição de despejos (L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> ou L.unidade<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>); T é o período de detenção (dias); K é a taxa de acumulação de lodo digerido (dia) e Lf é a contribuição de lodo fresco (L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> ou L.unidade<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>).

**Tabela 1** - Volume de tanque séptico unifamiliar (4 pessoas) para diferentes contribuições de despejo.

Despejos (L.pessoa <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	Contribuição da família (L.dia <sup>-1</sup> )	Volume calculado (L)*	Volume da caixa d'água (L)	Tempo de detenção hidráulica (dia)**
50	200	1428	2000	10,0
100	400	1628	2000	5,0
150	600	1828	2000	3,3
200	800	2028	2000	2,5

\*Volume calculado a partir da Eq. 1. \*\*Considerando um volume útil de 2000 L.

No cálculo, foi considerado que o intervalo de limpeza seria de 1 ano, a taxa de acumulação de lodo digerido por pessoa de 57 dia<sup>-1</sup>, a contribuição de lodo fresco seria igual a 1 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e temperatura média de 20°C. Também foi considerado um valor de contribuição de despejo ou geração de esgoto que variou entre 50 e 200 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>.

O menor valor (50 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) considera uma condição quase que extrema, onde a família tem escasso acesso à água ou que lança no tanque séptico somente o esgoto produzido no vaso sanitário. Tal cenário é o mais comum no Brasil em domicílios desconectados da rede coletora (FIGUEIREDO et al., 2019c). No caso, foi considerado que cada pessoa vá cinco vezes diariamente ao banheiro (TOMAZ, 2000; KUJAWA-ROELEVELD et al., 2006; LUOSTARINEN et al., 2007) e gasta 10 L de água em cada descarga. Tal valor é ligeiramente superior ao da norma brasileira que estipula as condições que as caixas de descarga acopladas devem atender (NBR 15491, 2010). Na norma está apresentado que o volume útil da caixa acoplada pode variar de 5,8 a 7,1 L. A adoção desse volume útil maior no presente artigo (10 L) busca considerar problemas operacionais

ao longo de todo o histórico de uso do equipamento, evitando um subdimensionamento do tanque séptico.

É importante sabermos que essa prática de segregação é muito comum em áreas isoladas do Brasil, onde há a divisão entre as águas cinza e as geradas no vaso sanitário (FIGUEIREDO et al., 2019c).

O maior valor (200 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) considera uma contribuição típica encontrada nas principais cidades brasileiras (DE OLIVEIRA CRUZ et al., 2018 e COMITÊ PCJ, 2019), onde todo o esgoto produzido por cada pessoa é direcionado ao tanque séptico.

Como resultado da avaliação apresentada na Tabela 1 pode ser constatado que o volume útil pode variar de 1428 a 2028 L. ***Ou seja, caso empreguemos uma caixa d'água de 2000 L ou duas caixas sequenciais de 1000 L atenderíamos, em termos de volume, a norma brasileira em todas essas situações.*** Mesmo ao considerarmos uma remoção de lodo a cada 2 anos, somente quando adotamos uma contribuição de despejos de 200 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> o volume do tanque séptico superaria 2000 L, chegando a 2180 L ou 9% acima do volume da caixa comercialmente disponível.

#### 4 AVALIAÇÃO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA EXISTENTES NO MERCADO BRASILEIRO

Após avaliação das especificações técnicas dos reservatórios ou caixas d'água disponíveis no

mercado, foi constatado que os modelos produzidos para volumes de 1000 e 2000 L possuem basicamente as mesmas dimensões, com poucas mudanças entre eles (Tabela 2).

**Tabela 2** - Dimensões das caixas circulares em polietileno de 1000 e 2000 L existentes no mercado brasileiro<sup>1</sup>.

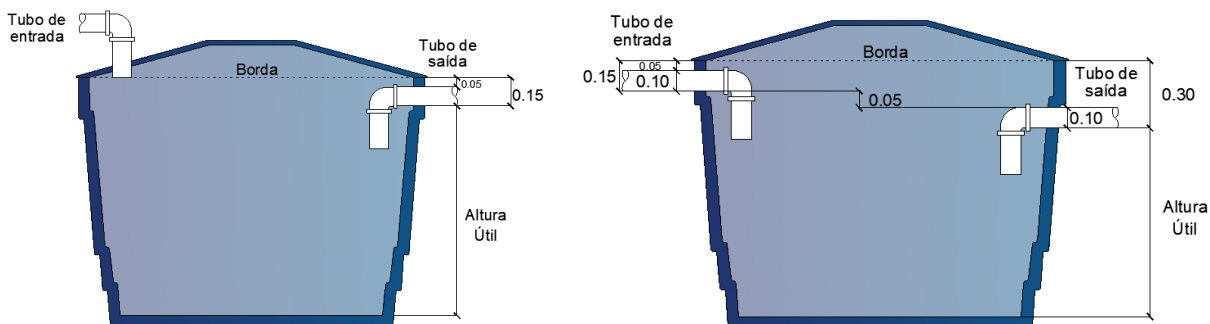
Parâmetro	Caixa Forte	Fortlev	Tigre	Amanco	Acqua Limp	Makro Caixa	Bakof Tec
	1000 L*						
Profundidade (m)**	-	0,76	0,84	0,74	0,74	0,68	0,84
Diâmetro superior (m)	-	1,51	1,45	1,49	1,50	1,52	1,43
Diâmetro inferior (m)	-	1,16	1,06	1,30	1,21	1,34	1,14
Peso (kg)	-	-	17,00	17,60	17,00	20,00	17,40
2000 L*							
Profundidade (m)**	1,17	0,90	0,88	-	0,94	0,98	1,07
Diâmetro superior (m)	1,70	1,88	1,82	-	1,85	1,87	1,84
Diâmetro inferior (m)	1,35	1,55	1,52	-	1,56	1,55	1,40
Peso (kg)	33,00	-	34,50	-	36,00	35,00	32,00

\* Referente ao volume útil \*\*Profundidade total sem a tampa. Não é a profundidade útil.

Analisando-se a Tabela 2, é possível perceber que todos os modelos atendem ao diâmetro mínimo de 1,10 m exigido pela NBR 7229 (1993) para tanques sépticos cilíndricos.

Nenhum dos reservatórios (exceto um dos modelos de caixa d'água com capacidade de 2000 L) apresenta profundidade superior a 1,20 m. Esse é o valor mínimo exigido pela norma para os tanques sépticos com volume de até 6 m<sup>3</sup>. Devemos

ponderar que as profundidades (Tabela 2) dessas caixas comerciais referem-se à total, não a útil. Para determinarmos a útil, devemos considerar o nível inferior do tubo de saída (Fig. 3). Logo, há a necessidade de descontar a profundidade da parte superior da caixa não ocupada por esgoto. Para isso, devemos considerar o tubo de entrada. Ele poderá entrar na caixa pela parte superior ou na lateral (Fig. 3).



**Figura 3** - Posicionamento do tubo de saída com entrada pela parte superior (esquerda) e pela lateral (direita) (dimensões em metros).

<sup>1</sup> <http://caixaforte.ind.br/caixadagua/caixa-dagua-2000-litros-alta-2/>  
[https://www.fortlev.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Manual\\_tecnico\\_fortlev\\_caixa\\_dagua\\_2020-06.pdf](https://www.fortlev.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Manual_tecnico_fortlev_caixa_dagua_2020-06.pdf)  
[https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/ficha-tecnica/FT\\_Caixa%20D%27%20A%CC%81gua\\_2021.pdf](https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/ficha-tecnica/FT_Caixa%20D%27%20A%CC%81gua_2021.pdf)  
[http://assets.production.amanco.com.br.s3.amazonaws.com/uploads/asset/file/1671/FTC000016\\_-\\_FT\\_Reservat\\_rios.pdf](http://assets.production.amanco.com.br.s3.amazonaws.com/uploads/asset/file/1671/FTC000016_-_FT_Reservat_rios.pdf)  
[https://www.acqualimp.com/wp-content/uploads/2018/10/manual\\_basica.pdf](https://www.acqualimp.com/wp-content/uploads/2018/10/manual_basica.pdf)  
<http://www.makrocaixa.com.br/caixa-dagua-makrocaixa/>  
<http://www.bakof.com.br/site/files/arquivos/catalogo/pasta-representantes-atualizad.pdf>

Se a entrada for pela parte **superior**, a tubulação de saída poderá estar localizada o mais próximo possível da borda da caixa. Sugere-se que a base desse tubo esteja a 0,15 m da borda (Fig. 3), garantindo que não haja comprometimento da estrutura da caixa ao ter 0,05 m entre sua borda e a parte superior do tubo. Também devemos respeitar uma diferença de profundidade mínima de 0,05 m exigida pela NBR 7229 (1993) entre a parte inferior do tubo afluente e efluente.

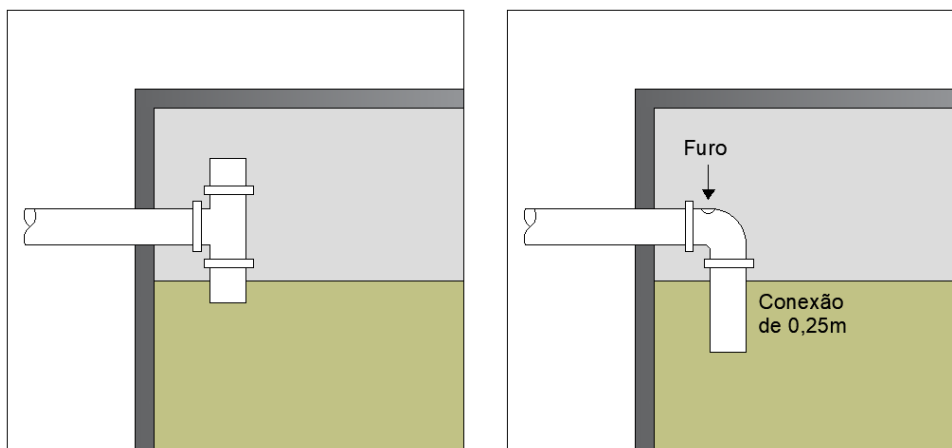
Porém, se o tubo de entrada for posicionado na **lateral**, para manter a estrutura da caixa será prevista uma distância de 0,05 m entre a parte superior da borda e do tubo. Como o tubo terá 0,10 m de diâmetro, sua parte inferior estará a 0,15 m de profundidade. Consequentemente, a parte inferior do tubo de saída deverá estar a 0,30 m de distância da borda da caixa (Fig. 3).

Descontando esse valor de 0,30 m, todas as caixas avaliadas não possuem uma profundidade útil superior a 1,20 m, valor mínimo exigido pela norma brasileira (NBR 7229, 1993).

No entanto, para volumes de 2000 L, o tanque séptico deve propiciar um tempo de detenção hidráulica (TDH) mínimo de 22 h (NBR 7229, 1993).

Observando a Tabela 1, para todas as contribuições avaliadas esse TDH seria facilmente atendido. Assim, mesmo tendo uma profundidade ligeiramente inferior à orientada pela norma haveria um TDH que poderia contrabalançar essa limitação, permitindo que o lodo seja adequadamente decantado e acomodado no tanque. Mesmo para uma contribuição de 200 L.pessoa<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> ou o equivalente a 800 L.residência<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, o TDH ainda seria de 2,5 dias.

A norma brasileira também orienta que a entrada e a saída dos tanques sépticos devam ser providas de um **Tê** (Fig. 4). Entretanto, nas caixas d'água disponíveis no mercado brasileiro não haveria espaço disponível na parte superior para tal estrutura com diâmetro de 100 mm. A função desse Tê é direcionar o afluente ao fundo do reator e dificultar o arraste de espuma por meio da tubulação de saída. Alternativamente, o encaminhamento do afluente para o fundo do tanque pode ser obtido com o uso de uma curva de 90° (Fig. 4). Na tubulação de saída pode ser feita a mesma coisa. Na parte superior de ambas essas curvas deve ser introduzido um furo de 30 mm que impeça, principalmente, a formação de um sifão no tubo de saída.



**Figura 4** - Dispositivos de entrada de esgoto em forma de Tê (esquerda) segundo a NBR 7229 (1993) e a proposta com curva de 90° (direita).

A tubulação de saída poderá ter um diâmetro inferior a 100 mm. Tal diâmetro deverá considerar que os materiais particulados com maiores dimensões terão sido degradados ou fragmentados. Neste caso sugere-se um diâmetro de 50 mm.

Tanto no tubo de entrada como no de saída deverá ser conectada uma extensão de 0,25 m (Fig. 4). Desse modo seria atendida a exigência da norma de que a extensão desses tubos deve ser igual a 1/3 da profundidade do tanque séptico.

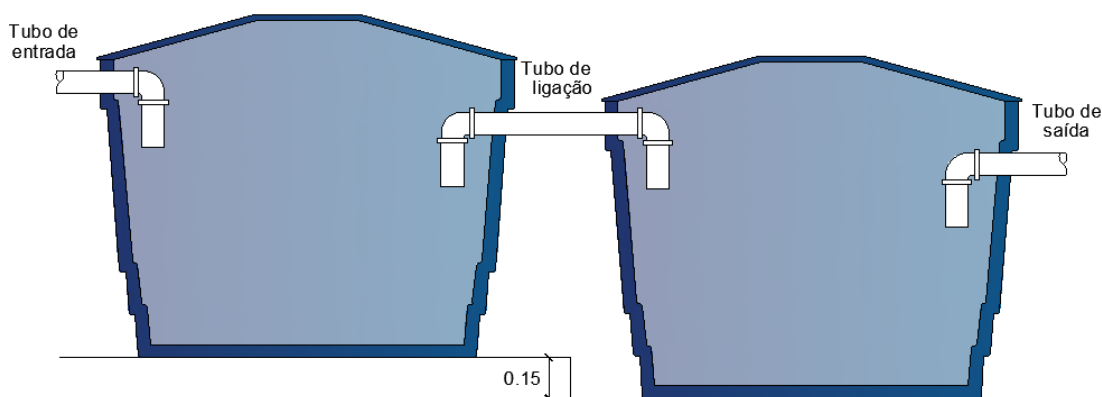
Outro ponto que dificulta a adaptação das caixas d'água ao atendimento das recomendações normativas são as câmaras múltiplas em série para tanques projetados para populações de até 30 pessoas. Essas câmaras teriam a função de amortecer a grande oscilação de fluxo existente em sistemas que recebam contribuições de pequenas populações. Este comportamento pode ocasionar o arraste do lodo ou dificultar sua sedimentação.

Mais uma vez, a impossibilidade do atendimento a esse aspecto da norma pode ser contrabalan-

çada pelo grande TDH do sistema (Tabela 1). O volume de 2000 L pode permitir que mesmo com a variação do fluxo o lodo seja adequadamente decantado e acomodado no tanque.

Conforme discutido, esse volume poderia ser obtido com a adoção de uma única caixa d'água ou pela associação de duas caixas. Um diferencial da associação de duas caixas de 1000 L seria a constituição das câmaras múltiplas recomendadas pela norma brasileira (NBR 7229, 1993). Neste caso teríamos uma maior deposição de lodo na primeira caixa, permitindo um fluxo menos turbulento e favorável à sedimentação de partículas menos suscetíveis na segunda caixa. A ligação dessas caixas poderia ser feita com tubos de 50 ou 60 mm, minimizando os custos e facilitando os aspectos construtivos.

No entanto, ao conjugar duas caixas d'água, deve ser prevista suas instalações em patamares diferentes do terreno (Fig. 5). Uma diferença de apenas 0,15 m entre os patamares permite que a segunda caixa seja usada plenamente, com a mínima perda de volume útil.



**Figura 5** - Tubulação de ligação entre as caixas e patamares de instalação (dimensões em metros).

Todos os pontos de entrada ou saída das tubulações já estão previstos nas caixas disponibilizadas no mercado brasileiro, sendo especificados os diâmetros máximos permitidos. O único entrave é que, analisando os catálogos dos di-

ferentes fabricantes, verifica-se que os pontos destinados a entradas e saídas não preveem a adoção de tubulações de 100 mm de diâmetro. Dessa forma, caberia às autoridades sanitárias brasileiras incluir nas exigências técnicas aos fa-



bricantes destes produtos que, para os volumes de 1000 L e 2000 L, esse diâmetro de tubulação também esteja previsto.

Apesar da facilidade de criar a abertura para a tubulação de entrada com uma serra copo, há dificuldade em encontrar flanges que atendam ao diâmetro de 100 mm para a conexão da tubulação de forma segura e estanque. Os fabricantes tradicionais disponibilizam este material,

porém por um custo bastante alto. No entanto, têm surgido algumas empresas que têm buscado atender a esse mercado em expansão.

Como alternativa, a fixação e a vedação do tubo junto à parede da caixa poderia ser feita com selantes de poliuretano, também conhecidos como Cola PU (Fig. 6), método também recomendado pela EMBRAPA na construção das Fossas Sépticas Biodigestoras.

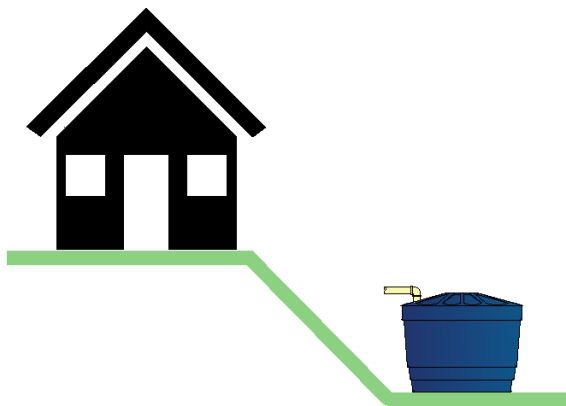


**Figura 6** - Instalação de tubo de esgoto de 100 mm em caixa d'água.

## 5 INSTALAÇÃO E ASPECTOS CONSTRUTIVOS

A caixa única de 2000 L ou as caixas sequenciais de 1000 L podem ser colocadas na superfície do terreno caso a tubulação da rede de esgoto

permita (Fig. 7). Nesse caso poderia ser aproveitada uma área próxima à residência em que houvesse uma declividade favorável para essa forma de instalação.



**Figura 7** - Caixas instaladas em terreno com declividade favorável (esquerda) e em área plana (direita).

Em locais planos existiria a escavação e a colocação da caixa em seu interior (Fig. 8). Deve-se ter o cuidado em criar barreiras que impeçam o escoamento da água da chuva para a área do sistema. No entanto, essa opção poderia dificultar a remoção do lodo, a qual não poderia ser feita pela simples ação da gravidade. Além dis-

so, reservatórios de polietileno não podem ser totalmente enterrados, pois isso leva à deformação da caixa e muitas vezes ao vazamento e sua ruptura. Assim, seria importante o posicionamento no interior do local escavado de modo a não permitir o contato do solo com a parede das caixas.



**Figura 8** - Rebaixamento do solo para colocação das caixas d'água.

Uma questão fundamental para a manutenção da segurança do sistema será a construção de uma estrutura de cercamento ao redor dos reservatórios cujo objetivo é impedir o acesso de animais e crianças, bem como seu pisoteio.

## 6 ASPECTOS POSITIVOS

Um aspecto positivo no uso dessas caixas d'água seria a fácil viabilização de sua compra em editais públicos por municípios e estados. Todos os materiais envolvidos estão disponíveis em planilhas de custos de materiais e sua quantidade adquirida seria facilmente monitorada por entidades fiscalizadoras.

Além disso, tais tanques ou caixas d'água já são tradicionalmente vendidos em lojas de materiais de construção e possuem um custo mais acessível em função de sua grande produção. Sua

forma construtiva é voltada para o fácil e prático transporte, sendo que uma caixa pode ser justaposta a outra, permitindo a conjugação de uma grande quantidade de unidades. Ademais, tais caixas podem ser armazenadas por bastante tempo antes do seu uso e apresentam ótima durabilidade, uma vez que sua estrutura é capaz de suportar as intempéries (sol e chuva), visto que são fabricadas em polietileno e com camada protetora contra os raios UV. A durabilidade desses produtos pode ser comprovada pelo grande número de caixas d'água que observamos nos telhados de residências de todo o Brasil. Também é importante enfatizar que os fabricantes das caixas d'água garantem a sua estanqueidade, o que reduz drasticamente a ocorrência de problemas associados a vazamentos que são recorrentes em estruturas de concreto moldadas *in loco*.

Outro ponto a ser destacado é que a experiência da disseminação das Fossas Sépticas Biodiges-

toras (FSB) da Embrapa tem demonstrado que a construção de todo esse aparato é rápida, demandando cerca de um dia em todo o processo.

Observando o mercado das grandes cidades brasileiras, nota-se que cada vez mais tem avançado a existência dos reservatórios com tampas rosqueáveis (Fig. 8). Esses reservatórios possuem como grande diferencial positivo uma maior facilidade e segurança em seu fechamento, porém não foram encontrados dados suficientes no tocante às suas dimensões junto aos fabricantes para que pudessem ser avaliados para este artigo.

## 7 ÁGUA CINZA, LODO E REÚSO

Caso o morador faça a divisão entre águas cinzas e do vaso sanitário, não podemos exigir a união desses fluxos de águas residuais (FIGUEIREDO et al., 2019c). Tal imposição desrespeitaria as escolhas familiares e demandaria a destruição de pisos internos e externos e encareceria e atrasaria todo o processo construtivo.

Logo, ocorrendo a segregação das águas, o tanque séptico aqui proposto receberia somente os despejos do vaso sanitário. As águas cinza iriam para outro sistema de tratamento, tal como uma vala de infiltração ou círculo de bananeiras (TONETTI et al., 2018b; FIGUEIREDO et al., 2019c).

Um ponto capital quando se adota o tanque séptico diz respeito à remoção e ao destino do lodo (MANFIO et al., 2018). Na presente proposta, há a sugestão de que sua retirada se dê anualmente, visando ao envolvimento da família com a gestão do sistema em um mês fixo do ano. A retirada se daria por meio de uma tubulação localizada no fundo da caixa (Fig. 9). Se o sistema for construído em um terreno com declividade favorável (Fig. 7), essa retirada será facilitada. Dependendo da concepção, o lodo poderá ser direcionado ao destino adequado por meio de mangueiras ou

tubulações, evitando o contato direto do usuário com este material.



**Figura 9** - Tubo para retirada de lodo de tanque séptico.

No entanto, se a caixa for instalada em local plano (Fig. 7), haverá dificuldade para a retirada. Não se recomenda o emprego de bombas nesta tarefa, visto que o lodo poderá ter potencial de danificar o equipamento. Por sua vez, as bombas que lidam com os sólidos são caras e exigem muita manutenção.

Também não se indica a abertura da caixa para a introdução de um recipiente de coleta por motivos de ordem sanitária.

Como esse sistema seria indicado a comunidades isoladas, acredita-se que haveria dificuldade de acesso dos caminhões limpa fossa a esses locais. Além disso, existiria um custo que poderia ser impeditivo para essa prática.

A Funasa (2014) sugere a construção de uma bomba de sucção manual feita com canos de PVC de 40 mm de diâmetro e um êmbolo de madeira. Com esses materiais simples é possível construir uma espécie de seringa que puxa o lodo do fundo do reator até a superfície, escoando-o dentro de um balde de coleta (TONETTI et al., 2019b). No entanto, ainda há necessidade de aprofundar a avaliação desse instrumento, mostrando que de

vemos fazer estudos práticos a respeito da questão da remoção do lodo para definirmos a melhor solução a ser tomada.

Quanto ao destino do lodo, a norma brasileira estabelece que seja disposto em um leito de secagem (NBR 12209, 2011). Cabe questionarmos a viabilidade da construção de um leito de secagem para uma família ou mesmo para um pequeno número de famílias (TONETTI et al., 2018a). Quem seria responsável pela sua construção, operação e manutenção? Esse leito de secagem ficaria próximo da residência? Não ocasionaria a veiculação de doenças devido ao contato direto de animais domésticos e crianças ou mediante a atração de vetores?

A gestão do lodo de unidades unifamiliares ainda demanda pesquisas e a atuação dos setores envolvidos com esse tema para a busca de formas de destinação que sejam viáveis aos sistemas descentralizados.

Outro item que deve receber mais atenção e pesquisas refere-se às configurações do tanque séptico com um pós-tratamento que possibilite o lançamento em corpos hídricos. Os autores do presente artigo são críticos em relação a essa prática, pois além de o lançamento do efluente em um corpo hídrico poder contaminar a água, há um desperdício dos nutrientes e da própria água contida nesta água residual.

Mesmo na discussão de um sistema de tratamento de esgoto unifamiliar, temos que pensar numa questão mais ampla e moderna, ou seja, no aumento da sustentabilidade ambiental por meio do fechamento dos ciclos biogeoquímicos (FILHO et al., 2017; MARINHO et al., 2013). Isso se daria com o uso da água e nutrientes presentes no efluente.

No entanto, não deve ser pregado que esse efluente final tenha condições de ser utilizado de forma direta em alguma atividade agrícola, tal como propagada em divulgações da Fossa Sép-

tica Biodigestora (NOVAES et. al., 2002; GALINDO et al., 2010). Essas experiências demonstram que os moradores que receberam essa tecnologia acabam aplicando o efluente final sem o uso de luvas (FIGUEIREDO et al., 2019b). A disposição também se dava em um único local, podendo ocasionar problemas de salinização em médio e longo prazo (AGNELO et al., 2019). Em alguns casos, os próprios moradores circulavam sobre a superfície do terreno que recebeu o esgoto tratado e posteriormente acessavam a moradia. Também foi observado que animais se deitavam sobre ele e depois acabavam adentrando as residências (FIGUEIREDO et al., 2019b). Todas essas práticas possibilitam a contaminação dos moradores com os possíveis patógenos presentes na água residual (LEONEL e TONETTI, 2021; SILVA et al., 2020; LEONEL et al., 2016).

Como consequência dessas observações, deve-se priorizar o uso do efluente de um sistema composto por tanque séptico de forma indireta, sem que haja qualquer contato humano com a água residual. Um caminho para atender a esse objetivo seria a infiltração do efluente tratado, mas que ao mesmo tempo permitisse o acesso do raizame de plantas a água e aos nutrientes nele presentes (FIGUEIREDO et al., 2019a).

## 8 CONCLUSÕES

A construção de tanque séptico unifamiliar (4 pessoas) com o uso de caixas d'água de 1000 ou 2000 L traz como vantagens a simplicidade e agilidade na montagem da estrutura do sistema, além de ser fácil sua aquisição por meio de editais públicos. Ademais, as caixas d'água em polietileno apresentam excelente durabilidade e requerem baixa manutenção, bem como possuem estanqueidade garantida pelos fabricantes.

Mesmo tendo uma profundidade inferior à orientada pela norma (NBR 7229, 1993) haveria um

tempo de detenção hidráulica que contrabalançaria esse problema, permitindo que o lodo fosse adequadamente decantado e acomodado no tanque. A configuração de duas caixas de 1000 L interligadas atenderia também a recomendação de câmaras em série para populações inferiores a 30 pessoas.

Logo, o uso dessas caixas d'água no tratamento de esgotos contribuiria com a universalização do saneamento em nosso país.

## 9 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.

## 10 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores participaram da conceitualização, metodologia, investigação e redação. A aquisição de financiamento foi obtida por Tonetti, A. L.

## 11 REFERÊNCIAS

AGNELO, L.; LEONEL, L. P.; SILVA, N. B.; CANDELLO, F. P.; SCHNEIDER, J.; TONETTI, A. L. Effects of wastewater disinfectants on the soil: Implications for soil microbial and chemical attributes. **Science of The Total Environment**, v. 706, p. 136007-8, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136007>

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. – Brasília: Funasa, 2019. 260 p.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - **Relatório de situação dos recursos hídricos: versão simplificada; ano base 2019**. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias PCJ, 2019. 100 p.

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**, v. 8, p. washdev2018094-277, 2018. <https://doi.org/10.2166/washdev.2018.094>

FIGUEIREDO, I. C. S.; BARBOSA, A. C.; MIYAZAKI, C. K.; SCHNEIDER, J.; COASACA, R. L.; MAGALHÃES, T. M.; Tonetti, A. L. Bacia de Evapotranspiração (BET): uma forma segura e ecológica de tratar o esgoto de vaso sanitário. **Revista DAE**, v. 67, p. 115-127, 2019a. <https://doi.org/10.4322/dae.2019.059>

FIGUEIREDO, I. C. S.; COASACA, R. L.; DUARTE, N. C.; MIYAZAKI, C. K.; LEONEL, L. P.; SCHNEIDER, J.; Tonetti, A. L. Fossa Séptica Biodigestora: avaliação crítica da eficiência da tecnologia, da necessidade da adição de esterco e dos potenciais riscos à saúde pública. **Revista DAE**, v. 67, p. 100-114, 2019b. <https://doi.org/10.4322/dae.2019.058>

FIGUEIREDO, I. C. S.; DUARTE, N. C.; COASACA, R. L.; MAGALHÃES, T. M.; BARBOSA, A. C.; PORTELA, D. G.; MADRID, F. J. P. L.; CRUZ, L. M. O.; Tonetti, A. L. Águas cinzas em domicílios rurais: separação na fonte, tratamento e caracterização. **Revista DAE**, v. 67, p. 141-156, 2019c. <https://doi.org/10.4322/dae.2019.061>

FIGUEIREDO, I. C. S.; MIYAZAKI, C. K.; MADRID, F. J. P. L.; DUARTE, N. C.; MAGALHÃES, T. M.; Tonetti, A. L. Fossa absorvente ou rudimentar aplicada ao saneamento rural: solução adequada ou alternativa precária? **Revista DAE**, v. 67, p. 87-99, 2019d. : <https://doi.org/10.4322/dae.2019.057>

FILHO, J. L. P.; TONETTI, A. L.; GUIMARÃES, M. T.; SILVA, D. Nutrient recovery from airplane wastewater: composition, treatment and ecotoxicological assay. **Water Science And Technology**, v. 75, p. wst2017081, 2017. <https://doi.org/10.2166/wst.2017.081>

GALINDO, N.; SILVA, W. T. L.; NOVAES, A. P.; GODOY, L. A.; SOARES, M. T. S.; GALVANI, F. 2010. **Documentos 49: Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestora**. Embrapa Instrumentação, São Carlos, São Paulo, p. 26, 2010.

KUJAWA-ROELEVELD, K., ZEEMAN, G., 2006. Anaerobic treatment in decentralised and source-separation-based sanitation concepts. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 5**, 115-139. <https://doi.org/10.1007/s11157-005-5789-9>

LEONEL, L. P.; TONETTI, A. L. Wastewater reuse for crop irrigation: Crop yield, soil and human health implications based on giardiasis epidemiology. **Science of The Total Environment**, v. 775, p. 145833, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145833>

LEONEL, L. P.; TONETTI, A. L.; SILVA, J. C. P.; NUNES, E. A.; ANARUMA FILHO, F. Reuse of sewage treated effluent in agricultural practices: An alarming presence of Giardia spp. cysts. **Ecological Engineering**, v. 94, p. 682-687, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.126>

LUOSTARINEN, S., SANDERS, W., KUJAWA-ROELEVELD, K., ZEEMAN, G., 2007. Effect of temperature on anaerobic treatment of

black water in UASB-septic tank systems. **Bioresource Technology**, 98, 980-986. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.04.018>

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. <https://doi.org/10.2166/washdev.2018.276>

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

NBR 12209 (2011). **Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABNT, 53 p.

NBR 7229 (1993). **Construção e instalação de fossas sépticas e disposição dos efluentes finais**. Rio de Janeiro. 37 p.

NOVAES, A. P.; SIMÕES, M. L.; MARANTIN-NETO, L.; CRUVINEL, P. E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E. H.; S SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A. R. A. Comunicado Técnico 46: Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. **Embrapa Instrumentação Agropecuária**. São Carlos, São Paulo, p.5, 2002.

SILVA, J. **Efluente tratado de fossa biodigestora serve de adubo para pequenos produtores**. Embrapa Instrumentação. São Carlos, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/39759154/efluente-tratado-de-fossa-biodigestora-serve-de-adubo-para-pequenos-produtores?link=agencia>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2018.

SILVA, N. B.; LEONEL, L. P.; TONETTI, A. L. UV-LED for Safe Effluent Reuse in Agriculture. **Water Air and Soil Pollution**, v. 231, p. 343, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04742-4>

SILVA, W. T. L.; MARMO, C. R.; LEONEL, L. F. 2017. **Memorial Descritivo: Montagem e Operação da Fossa Séptica Biodigestora**. Documentos 65. EMBRAPA Instrumentação. São Carlos, São Paulo, p. 27, 2017.

TOMAZ, P., 2000. **Previsão de consumo de água**. São Paulo: Navegar.

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, 2018a. <https://doi.org/10.20396/labore.v12i1.8649680>

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, 2018b. <http://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/index.php/publicacoes/livro/>

TONETTI, A. L.; FIGUEIREDO, I. C. S.; MADRID, F. J. P. L.; MAGALHÃES, T. M.; MIYAZAKI, C. K. Cost confrontation study for decentralized wastewater treatment: When to adopt a cluster or onsite system? **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 18, p. 1, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03327-w>