



**Encontro Técnico
AESABESP**
30º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



FENASAN
30ª Feira Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



177- AVALIAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DESENVOLVIDAS PARA O SANEAMENTO RURAL

Guilherme Rodrigues⁽¹⁾

Engenheiro Civil, formado no Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – Cidade de Campinas.

Mariana Zuliani Theodoro de Lima

Professora Mestra nos cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) - Cidade de Campinas. Formada em Física Biomolecular e Mestra na mesma área, desenvolve seu doutorado pelo Hospital Sírio-Libanês em São Paulo e Especialização em Big Data Analytics pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) em São Paulo. Atua como pesquisadora do Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – Cidade de Campinas.

Caroline Mayumi Yamaguchi

Aluna do curso de Engenharia Civil no Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – Cidade de Campinas – SP. Desenvolveu pesquisa de iniciação científica na área de materiais sustentáveis.

Jorge Luiz da Paixão Filho

Professor Doutor, no Curso de Engenharia Civil no Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – Cidade de Campinas. Formado em Tecnologia em Saneamento Ambiental (FT/Unicamp) e Pós-graduação em Saneamento e Ambiente (FEC/Unicamp). Desenvolve atividade de Pesquisador Colaborador Voluntário na Universidade Estadual de Campinas na área de saneamento rural e recuperação de nutrientes.

Adriana Volpon Diogo Righetto

Professora Doutora, nos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção no Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – Cidade de Campinas– SP. Formada em Arquitetura e Urbanismo (PUC-Campinas) e Pós-graduação em Estruturas Ambientais, área de Tecnologias (FAU-USP). Desenvolve atividade de Pesquisadora no Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – Cidade de Campinas – SP.

Endereço⁽¹⁾: Av. Brasil, 1220 - Jardim Guanabara, Campinas - SP, CEP:13073-148 - Brasil - Tel: +55 (19) 3211-4251 - e-mail: jorge.paixao@mackenzie.br ou jorgepaixao@gmail.com

RESUMO

O acesso ao saneamento básico é um direito básico da população, no entanto quem vive nas áreas rurais ou isoladas precisam de sistemas de tratamento de esgoto adequado, o que muitas vezes não acontece. Nesses locais, o esgoto produzido nas atividades diárias é infiltrado no solo sem tratamento, podendo assim contaminar a água subterrânea. Para ampliar o acesso ao tratamento de esgoto novas tecnologias de tratamento descentralizado foram desenvolvidas como a fossa séptica biodigestora (FSB), Bacia de Evapotranspiração (BET) e Círculo de Bananeira (CB). Desta forma, o objetivo desse trabalho foi analisar as melhores condições para utilização dessas novas tecnologias comparando com o Tanque Séptico, sistema considerado tradicional. Para o emprego das novas tecnologias é fundamental a segregação dos efluentes, em águas negras e águas cinzas, com um sistema de tubulação executado diferente do usual, assim para residências já instaladas é inviável. Com base na realização desse trabalho foi possível concluir que o sistema adequado para ser instalado nas residências ainda é a fossa séptica convencional, já que esta é a única que possui norma regulamentadora da ABNT e pode ser empregada amplamente e os outros sistemas como a fossa séptica biodigestora, Bacia de Evapotranspiração e Círculo de Bananeira ainda apresentam uso restrito.

PALAVRAS-CHAVE: Comunidades Isoladas, Esgoto, Meio Ambiente, Contaminação do Solo.

Introdução

Os dados sobre o saneamento básico no Brasil apresentam uma diferença significativa entre a área urbana e rural, como os melhores índices na área urbana. Segundo o censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o Brasil tem aproximadamente 29,9 milhões de cidadãos que residem em zonas caracterizadas como rurais, com um total aproximado de 9 milhões de residências, sendo que a infraestrutura de saneamento básico oferecida à essa parcela da população é precária e ineficiente, retratando um déficit de cobertura.

A ausência quase completa de saneamento nas áreas rurais compromete a qualidade de vida de seus moradores e ainda contribui para a poluição do ambiente. Somente 33% dos domicílios nas áreas rurais brasileiras utilizam a fossa séptica como tratamento dos efluentes domésticos e 61,3% ainda adotam a fossa rudimentar para tratar seus dejetos (IBGE, 2010).

É de senso comum que o lançamento de esgoto no ambiente sem tratamento adequado traz risco à saúde humana. O tratamento de esgoto em áreas rurais é um sistema construído e operado pelos próprios moradores e geralmente sem apoio técnico de profissionais da área do saneamento. Diferentemente, na área urbana após a geração do esgoto, a responsabilidade do transporte e tratamento pode ser de uma autarquia municipal ou por uma empresa como a Sabesp. A empresa de saneamento na área urbana é responsável por todo processo, contudo a falta de apoio técnico na implementação e manutenção de sistemas isolados de tratamento de esgoto dificulta o acesso a novas tecnologias.

Para implantar o tratamento de esgoto em comunidades isoladas é fundamental explorar o arcabouço legal brasileiro, buscando instrumentos que garantam a população ao direito a esse serviço básico. Na Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) é destacado que a União obedecerá como diretriz a garantia de meios adequados para o atendimento da população dispersa, inclusive com soluções compatíveis com suas características (Brasil, 2007). Desta maneira, é importante garantir os meios para que população rural tenham uma ou mais solução tecnológica para o tratamento de esgoto.

Nas áreas rurais, a disposição do efluente gerado nas atividades domésticas é desordenada, geralmente, próximo aos locais de captação da água para o consumo, aumentando a probabilidade da ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Para quebrar o ciclo de contaminação fecal-oral nas áreas rurais, soluções individuais de tratamento de esgoto deveriam ser adotadas. O Brasil tem uma tecnologia normatizada pela ABNT para tratamento de esgoto na zona rural chamada de Tanque Séptico. O uso do tanque séptico (TS) é amplamente aceito na comunidade científica como uma primeira etapa no tratamento de esgoto, no entanto, esse sistema apresenta uma baixa remoção de matéria orgânica (DQO e DBO) e não remove organismos patogênicos.

O TS pode ser considerada como um tratamento primário (remoção de sólidos sedimentáveis e espuma) com eficiência inferior a 50% na remoção da matéria orgânica. Para seu dimensionamento utiliza-se a NBR 7229 (ABNT, 1993), contudo, muitas vezes, o dimensionamento, construção e manutenção do TS não se emprega a norma, o que compromete consideravelmente a eficiência desse sistema de tratamento. Para complementar o tratamento do TS a ABNT em norma complementar (NBR 13969/1997) apresenta as seguintes tecnologias: Filtro Anaeróbio de Leito Fixo com Fluxo Ascendente (Filtro Anaeróbio – FA), Filtro Aeróbio Submerso (Filtro Aeróbio) e Filtro de Areia (FAr). Dessas tecnologias o Filtro Anaeróbio e o Filtro de areia foram pesquisados em escala piloto por pesquisadores da Unicamp (Cruz et al., 2018).

O tratamento de esgoto por TS seguido por FA aumenta na eficiência de tratamento da matéria orgânica de 40 a 75%, no entanto, outros parâmetros como nutrientes e organismos patogênicos, a eficiência permanece aquém do necessário (ABNT, 1997).

Para melhorar a eficiência do tratamento de esgoto na zona rural vários pesquisadores no Brasil e no mundo tem proposto alterações e unidades complementares ao TS (Anil; Neera, 2016). No entanto, algumas alterações no TS descaracterizam atributos importantes desse equipamento como simplicidade, não necessidade de operação e custo de implantação reduzido. Portanto, novas tecnologias para o tratamento de esgoto podem ser implementadas juntamente com o TS tradicional. As novas tecnologias com maior destaque no cenário nacional são: Fossa Séptica Biodigestora (FSB) desenvolvido pela Embrapa, Bacia de EvapoTranspiração (BET) e o Círculo de Bananeira (CB) (Galindo et al., 2010; Leal, 2016; Vieira, 2010). Devido ao surgimento destas novas tecnologias, é fundamental o estudo das melhores condições para a implementação e o seu aproveitamento, já que, para tal utilização pode ser necessária alteração no modo de coleta das águas residuárias.



**Encontro Técnico
AESABESP**
30º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



FENASAN
30ª Feira Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente



Objetivo(s)

O objetivo do presente trabalho foi analisar as novas tecnologias de tratamento de esgoto, tais como a Fossa Séptica Biodigestora, Bacia de Evapotranspiração e Círculo de Bananeira, comparando com o tanque séptico para verificar as melhores condições para disposição de efluente no solo.

Metodologia Utilizada

Foi realizada uma revisão bibliográfica em assuntos relacionados ao panorama do saneamento básico no Brasil e os sistemas descentralizados de tratamento de esgoto sanitário. Posteriormente, foram levantados dados que avaliam a taxa de moradias que utilizam de fossas sépticas ou rudimentares para tratamento de esgoto sanitário. Como alternativa ao tratamento de esgoto sanitário de residências situadas em áreas classificadas como rurais ou isoladas, foram estudados sistemas descentralizados de tratamento de esgoto com o menor impacto no ambiente e ao mesmo tempo que possa oferecer o menor custo de implantação e manutenção. Parte desse estudo foi realizada a partir de pesquisas desenvolvidas por pesquisadores da área com protótipos em escala real.

Resultados Obtidos, Análise e Discussão dos Resultados

O lançamento de efluente em corpos hídricos deve cumprir o estabelecido pela resolução do Conama n. 430 de 2011. O lançamento de efluente em um corpo receptor não deve causar poluição, alteração de classe e seu poder autodepuração tem que ser analisado. Para o lançamento de efluente tratado no solo deve ser observado a não poluição do solo e das águas subterrâneas conforme o decreto n. 8468 (1976) no estado de São Paulo. Desta forma, é fundamental analisar o processo de tratamento e as condições de infiltração no solo. A primeira dificuldade encontrada para estabelecer um processo de tratamento de esgoto ideal para uma comunidade isolada foi a falta de uma legislação específica para o lançamento do efluente tratado no solo, o que é mais comum na zona rural.

Para promover a infiltração do esgoto tratado no solo é importante que o tratamento de esgoto tenha uma alta eficiência na remoção de sólidos, pois caso contrário pode ocorrer a colmatação do sumidouro (poço absorvente) e consequentemente diminuição da vida útil (Jordão; Pessôa, 2017). Segundo Jordão e Pessôa (2017) a eficiência do tanque séptico não ultrapassa a faixa dos 50% na remoção de sólidos em suspensão e a redução de DBO não supera os 30%. Sendo importante ressaltar que a eficiência do TS pode ser inferior aos resultados apresentados, pois geralmente não ocorre a retirada de lodo conforme estabelecido no projeto. Em vista disso a manutenção do TS com a remoção periódica do lodo contribui para a sua eficiência. Um exemplo que poderia ser seguido é a prefeitura de Mogi das Cruzes regulamenta que na ausência da rede pública de esgoto deve ser empregado uma solução normalizada como TS (Prefeitura de Mogi das Cruzes, 2018). Além disso, a prefeitura estabelece as condições para a retirada do lodo e seu valor (R\$ 91,00). Portanto, a população tem o respaldo técnico da prefeitura para a manutenção do TS.

A infiltração do efluente tratado por TS em sumidouro tem como condição limitante a distância entre o nível de água máximo do lençol freático e o fundo do sumidouro. Além disso, o tipo de solo pode dificultar o processo de infiltração. Portanto, em certas condições, como distância entre o fundo do sumidouro e o nível de água máximo do lençol for menor que 1,5m, outra tecnologia deve ser empregada no lugar do sumidouro. Para minimizar a infiltração de efluente no solo pode ser utilizado tecnologias que proporcionam a evapotranspiração do efluente como a Bacia de EvapoTranspiração (BET) e o Círculo de Bananeira (CB).

Para a utilização da BET e CB é necessário a coleta diferenciada de cada tipo de efluente de uma residência conforme o local de geração. O efluente pode ser denominado de água negra caso seja proveniente do vaso sanitário, águas cinzas é o efluente do tanque, pia da cozinha e chuveiro, por último a água amarela procedente de mictórios ou de vaso com separação de urina e fezes (Rebêlo, 2011). Para a separação do efluente conforme a sua origem é importante que isso ocorra na fase de projeto da residência, pois após a execução da obra ficará mais difícil a implantação de sistemas de tratamento que necessitam a segregação. Além disso, é importante o desenvolvimento de norma ABNT com os critérios de dimensionamento das tubulações de esgoto primário e secundário, ramal e coluna de ventilação conforme existente na NBR 8160 (1999) para que não ocorra o retorno de gases da tubulação de esgoto para o ambiente interno da residência.

A bacia de evapotranspiração (BET) é um sistema fechado de tratamento de água negra, sendo necessário a segregação e tratamento da água cinza (Vieira, 2010). A decomposição da matéria orgânica na BET é realizada por



processo de digestão anaeróbia. A BET deve ter uma impermeabilização da base para não contaminar o solo e o fluxo do efluente é ascendente, de baixo para cima, chegando nas raízes das plantas, pelas quais a água é absorvida e sobre a evapotranspiração (Figura 1).

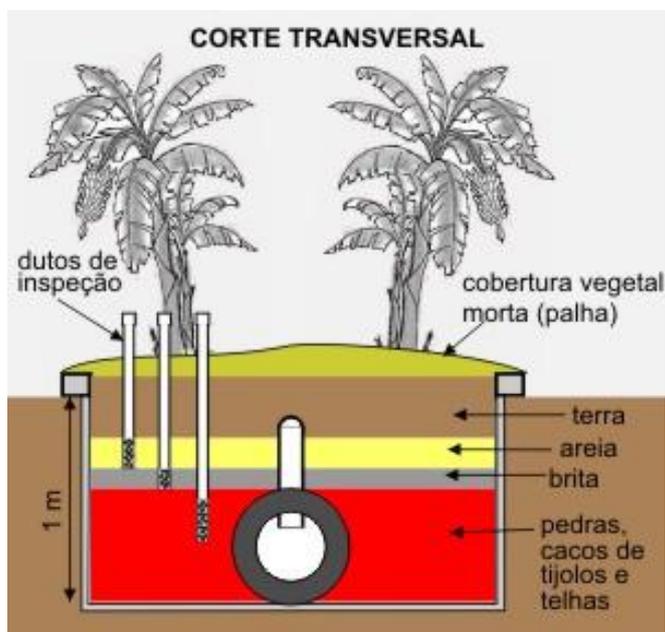


Figura 1: Bacia de evapotranspiração. Fonte: Vieira (2010)

O círculo de bananeiras (CB) é destinado ao tratamento de águas cinzas ou esgoto pré-tratado (Tonetti et al., 2018). Esse sistema é basicamente formado por uma vala circular com no mínimo 1,40m de diâmetro e profundidade variando de 0,60m a 1,00m, que é preenchida com troncos de madeira, galhos e palhas. A entrada de efluentes na vala deve se dar por um tubo de PVC com 100 mm. Ao redor do círculo, a aproximadamente 60 cm da borda da vala, são plantadas de quatro a seis mudas de bananeira, dentre outras plantas de folhas largas, pois evaporam grande quantidade de água e se adaptam bem a solos úmidos (Figura 2) (Leal, 2016). O CB não deve ser impermeabilizado e nem compactado (Tonetti et al., 2018).



Figura 2: Círculo de bananeiras. Fonte: <http://www.ambientaldaterra.com.br>

- 1- Preparação da bacia com dimensões especificadas na Figura 2;
- 2- Preenchimento do fundo com troncos, galhos ou entulhos de construção;
- 3- Instalação de tubo em PVC 100mm para despejo das águas cinzas até o centro da bacia;



- 4- Cobertura com palha do meio filtrante (troncos, galhos, entulhos) e do tubo alimentador;
- 5- Plantação de bananeiras no entorno do círculo;
- 6- Deixar uma barreira de contenção com cerca de 30cm de altura para evitar transbordo;
- 7- A matéria orgânica nutre a bananeira produzindo alimento e a água é devolvida à atmosfera pelo processo de evapotranspiração da planta.

Como alternativa ao uso de TS e sumidouro pode ser utilizado a combinação BET para tratamento de águas negras e CB para tratamento de águas cinzas. Essa combinação pode ser utilizada em locais onde o lençol freático é próximo a superfície do solo ou no caso de solos com baixa taxa de infiltração (argilas compactadas de cor branca, cinza ou preta). Para comprovar a eficiência dessas tecnologias é essencial desenvolver estudos para a determinação da vida útil da BET e quais são os procedimentos para a manutenção como a retirada de lodo. Ademais, é fundamental padronizar um método de dimensionamento com volume mínimo, contribuição por pessoa, quais fatores climáticos influenciam.

A bacia de evapotranspiração (BET) possui algumas particularidades em seu processo de tratamento que, segundo Paulo e Bernardes (2008) para determinação de eficiência do sistema, são necessários futuros trabalhos de pesquisa para a determinação desses índices, já que o tratamento não é composto somente pelo processo de depuração da matéria orgânica por decomposição anaeróbia, mas também pela de absorção de nutrientes e do líquido pelas raízes das plantas.

O tanque séptico (TS) pode ser dimensionado com câmara única ou duas câmaras em série (Jordão & Pessôa, 2017) e Fossa Séptica Biodigestora (FSB) desenvolvido pela Embrapa é muito semelhante ao TS em série (Figura 3). A FSB estimula o tratamento dos sólidos presentes no efluente pela inoculação de microrganismos através da adição de fezes in natura de bovinos. A FSB pode ser utilizada somente no tratamento de águas negras, ou seja, aquelas oriundas do vaso sanitário. Sendo assim, o efluente do restante da residência deve ter outro destino. Essa pode ser considerada a primeira desvantagem da FSB. Além disso, a FSB apresenta o inconveniente de ser apropriada para um número reduzido de pessoas, 5 a 7, e a não utilização do vaso sanitário com certa frequência compromete a eficiência do processo, pois os microrganismos ficariam sem alimento (Galindo, 2010).

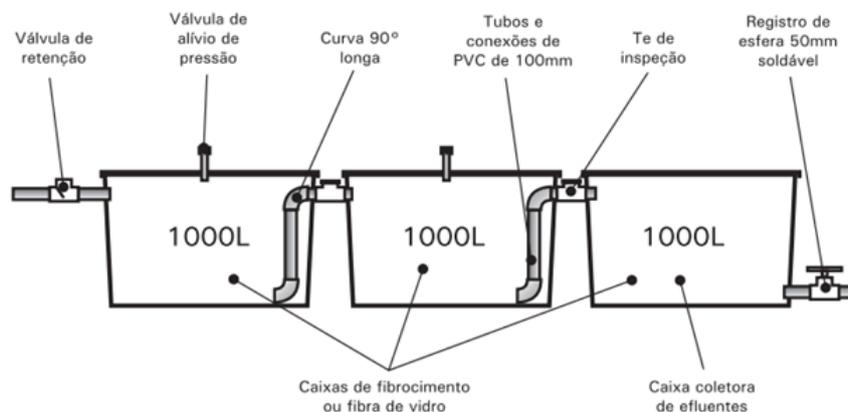


Figura 3: Representação esquemática da Fossa Séptica Biodigestora. Fonte: Galindo (2010)

Em estudo teórico da aplicação da FSB no Brasil, chegou-se que para cada R\$1,00 investido o retorno é R\$1,60 na renda bruta interna (Costa & Guilhoto, 2014), corroborando com a importância do saneamento na melhoria da qualidade de vida e redução das internações. Segundo Costa & Guilhoto (2014) uma das maiores vantagens operacionais da FSB em relação aos outros tipos de fossas, principalmente a séptica, é que esta dispensa atividades de manutenção periódica, como lavagem e retirada de lodo, o qual, nas Fossas Sépticas, segundo as normas técnicas NBR 7229/1993 e NBR 13969/1997, deve ser realizadas periodicamente, onde os intervalos variam entre 1 e 5 anos. O que deve ser feito na FSB durante seu funcionamento, é a adição da mistura de 10 litros de água e esterco bovino a cada 30 dias, com o objetivo de se manter constante a quantidade de microrganismos biodigestores (Galindo, 2010).

Uma vantagem do uso da FSB é o reaproveitamento efluente como fertilizante, contudo testes realizados por Pereira et al. (2018), apontam que o efluente tratado pela FSB apresentou resultados insatisfatório para alguns parâmetros. Como base de comparação será utilizada a Resolução CONAMA 357 (2005). A eficiência de redução de DBO e DQO da FSB instalada no assentamento Vale Verde foram 48% e 35% respectivamente, sendo que a CONAMA 357 exige pelo menos 60% de eficiência de redução da DBO. Além disso coliformes fecais que também ficaram fora da faixa estabelecida pelo CONAMA. Essa eficiência FSB verificada no trabalho de Pereira et al (2018) é próximo ao valor reportando na literatura para o Tanque Séptico (30%) (Jordão & Pessoa, 2017).

Comparando a FSB com o TS tradicional, pode-se salientar, principalmente, que a FSB é destinada apenas ao tratamento de águas negras, já a fossa séptica da NBR tem a capacidade de realizar tanto o tratamento de águas cinzas como também o tratamento de águas negras em um único sistema. Outra desvantagem da FSB com relação à fossa séptica é que a FSB exige uma manutenção constante com a reposição mensal de estrume animal, de modo a garantir o funcionamento do sistema. Além disso, a FSB necessita que ela receba constantemente despejo do vaso sanitário, alguns dias sem que o sistema seja reabastecido com águas negras, faz com que ocorra perda de eficiência com a redução da presença dos microrganismos, os quais dependem da matéria orgânica presentes no esgoto para sobreviver.

A FSB foi dimensionada para tratar somente águas negras e assim o afluente ao tratamento apresentam uma concentração de matéria orgânica (DBO e DQO) elevada. A concentração de DBO no afluente e efluente FSB instalada em um assentamento foram respectivamente: 4950 mg O₂/l e 2575 mg O₂/l. Essa concentração de DBO no efluente pode comprometer a aplicação agrícola do efluente da FSB. Apenas como ressalva, talvez o teste de DBO não seja adequado para análise de processos anaeróbios, pois o efluente não apresenta microrganismos aeróbios para consumirem o oxigênio do ensaio, sendo necessário a utilização de semente. O estabelecimento de critérios para a escolha do sistema de tratamento de esgoto em locais afastado sem rede de esgoto pode ser baseado nas perguntas da tabela 1.



Tabela 1: Critérios para a escolha de sistemas descentralizados de tratamento de esgoto

Situação	Tecnologia de tratamento	Comentário
O tratamento de esgoto foi requerido via Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com o órgão ambiental?	Deve-se buscar a implantação de uma tecnologia normatizada da ABNT como o TS e FA, Sumidouro.	Essa situação foi verificada em uma instalação industrial de grande porte localizado na zona rural que somente tratava o efluente industrial. No entanto a empresa tinha vários escritórios distantes da planta industrial, sendo o TAC assinado com o órgão ambiental para o tratamento descentralizado do esgoto doméstico dos escritórios. A construção de uma rede de esgoto foi inviável economicamente, assim a solução foi o tratamento com TS, FA e Sumidouro.
Edificação Antiga com sistema de coleta de esgoto conforme a NBR 8160 (1999).	Deve-se adotar tanque séptico e sumidouro.	É inviável economicamente refazer a estrutura de coleta do esgoto sanitário. Para melhorar a eficiência pode-se implementar o Filtro Anaeróbio.
Edificações a serem construídas	Pode ser utilizado as novas tecnologias, BET, CB e FSB.	É importante separar água negra e cinzas.
Solo com baixa permeabilidade ou locais com lençol freático próximo a superfície.	Deve ser utilizados tecnologias que evaporam/transpiram o efluente: BET e CB	O CB não é impermeabilizado, podendo o efluente ser infiltrado no solo.
Reuso do efluente na agricultura	FSB	É importante que o reuso do efluente deve ser acompanhado de perto por uma instituição de ensino ou pesquisa (Unicamp, USP, Mackenzie, Embrapa), pois o reuso sem critério pode causar problemas de saúde e ao ambiente. Essas instituições devem monitorar a qualidade do efluente e promover a capacitação dos moradores para uso seguro do efluente.

Para exemplificar a diferença no sistema de coleta de esgoto doméstico e água negra e cinza foram produzidas as figuras 4 e 5. Uma boa solução para garantir o uso racional dos sistemas de tratamento apresentado é a maior atuação dos órgãos públicos competentes. Uma prática importante é a verificação por parte do fiscal do órgão público, se o sistema construído corresponde ao apresentado em projeto à prefeitura para liberação do alvará de construção, que na prática só ocorre mediante denúncia de irregularidade.

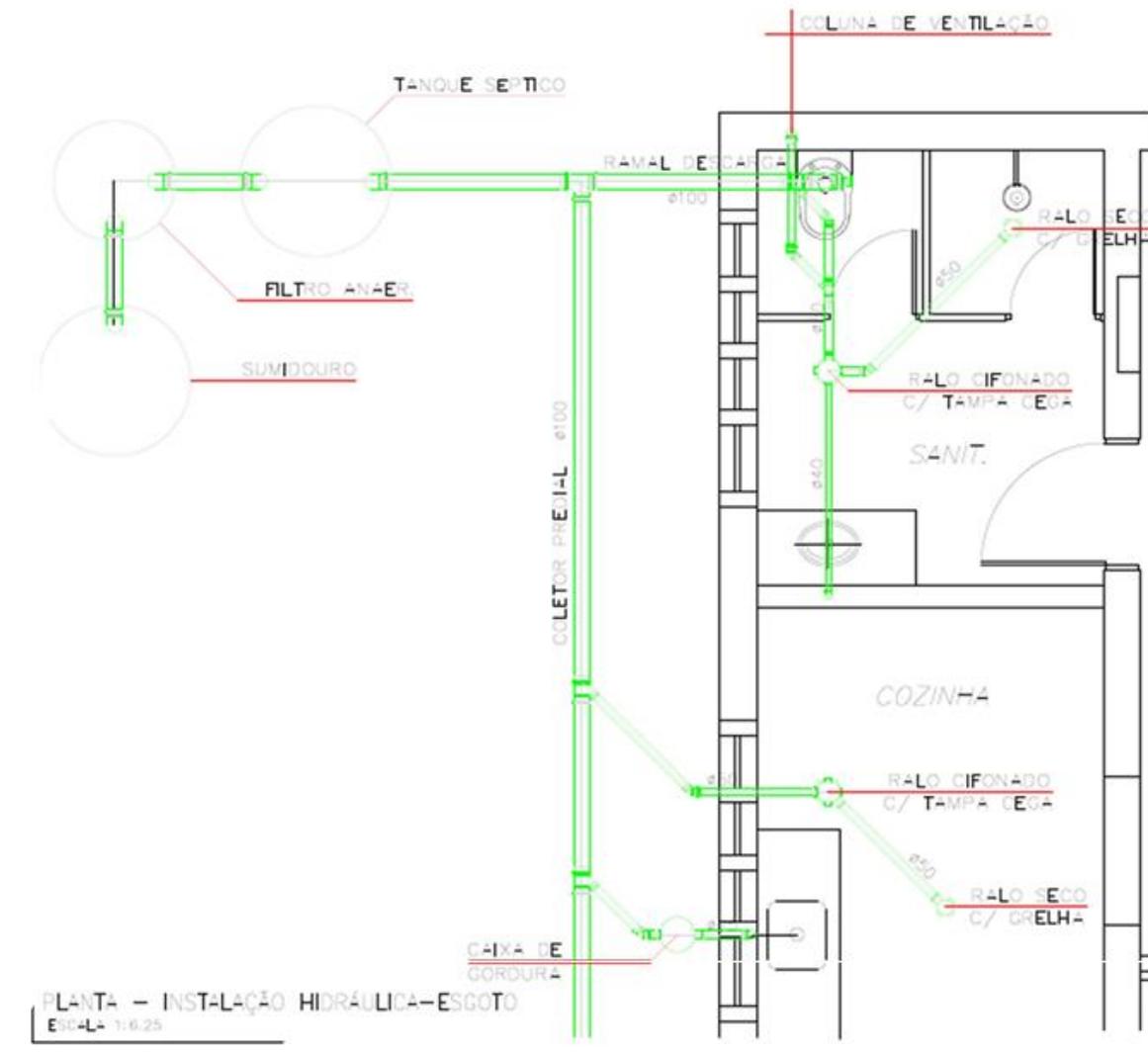


Figura 4: Sistema de coleta de esgoto doméstico sem segregação

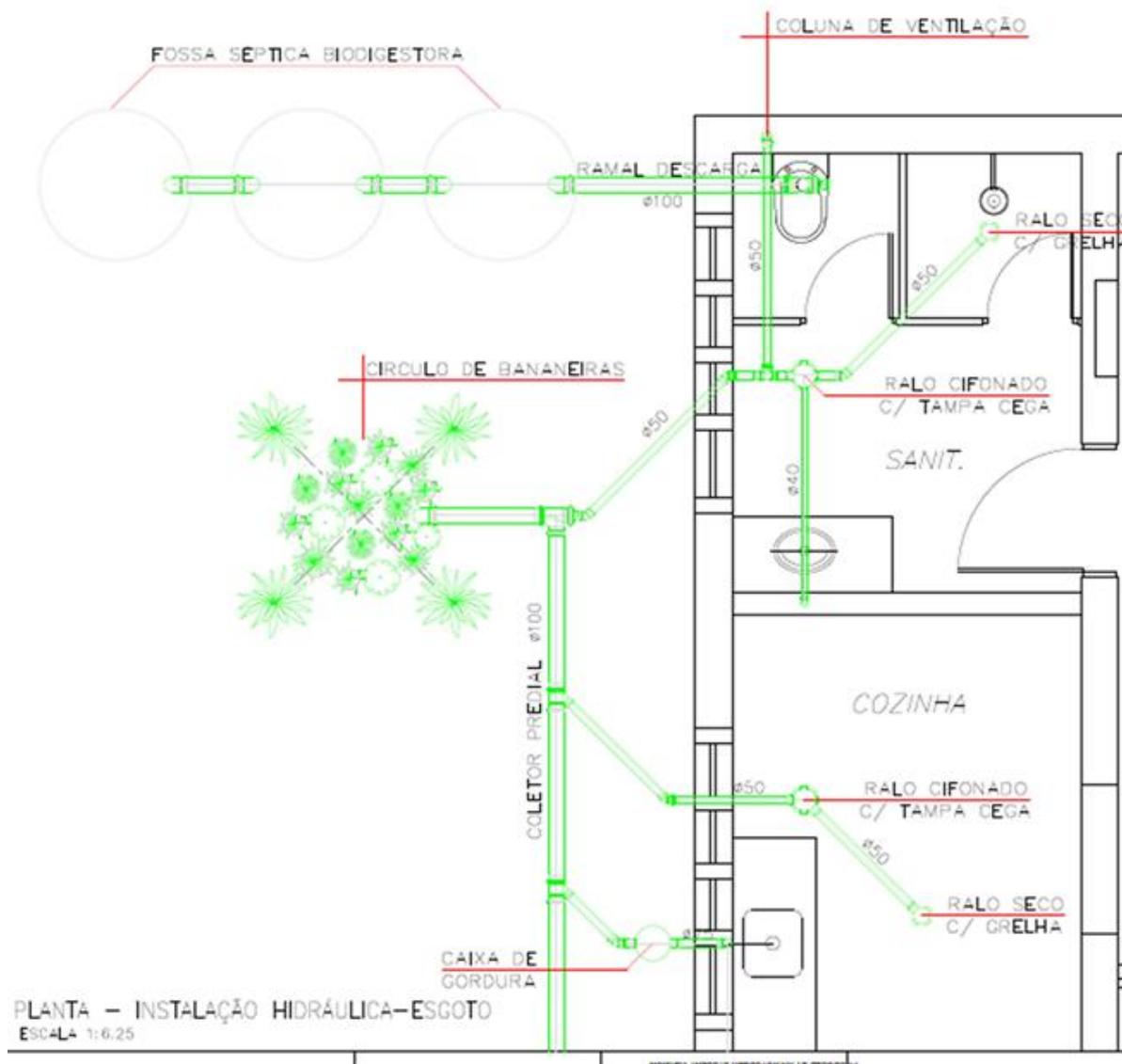


Figura 5: Sistema de coleta de água negra e cinzas

Conclusões

Com base na realização desse trabalho foi possível concluir que o sistema adequado para ser instalado nas residências ainda é a fossa séptica convencional, já que esta é a única que possui norma regulamentadora da ABNT e pode ser empregada amplamente e os outros sistemas como a fossa séptica biodigestora, Bacia de Evapotranspiração e Circulo de Bananeira apresentam uso restrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANIL, R., NEERA, A. L. *Modified septic tank treatment system. Procedia technology*, v.24, p.240-247, 2016.
2. CRUZ, L. M. O., TONETTI, A. L., GOMES, B. G. L. A.R. *Association of septik tank and sand filter for wastewater treatment full-scale feasibility for decentralized sanitation. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for development*, v.08, n.02, 2018.
3. DATAR, M.T., BHARGAVA, D.S. *Effects of environmental factors on nitrification during aerobic digestion of activated sludge. Journal of the Institution of Engineering (India), Part EN: Environmental Engineering Division*, v.68, n.2, p.29-35, Feb. 1988.



4. FADINI, P.S. Quantificação de carbono dissolvido em sistemas aquáticos, através da análise por injeção em fluxo. Campinas, 1995. Dissertação de mestrado-Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual de Campinas, 1995.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: *Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.15 p.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 60 p.
7. GALINDO, N., DA SILVA, W.T.L., NOVAES, A.P., GODOY, L.A., SOARES, M.T.S., GALVANI, F. (2010). Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestora. Série Documentos. N. 49. São Carlos: Embrapa.
8. IBGE. Panorama do Saneamento Rural no Brasil. 2010. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2018.
9. Prefeitura Municipal de Mogi das Cruzes. Limpeza de Fossas Sépticas. <<http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/servico/saneamento/limpeza-de-fossa-septicas>> Acesso em: 25 out. 2018.
10. LEAL, J. T. da C P. Círculo de Bananeiras para tratamento de efluentes rurais. Belo Horizonte: Emater-mg, 2016. 9 p. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br>>. Acesso em: 24 abr. 2018.
11. VIEIRA. I. Bacia de Evapotranspiração. Criciúma: SETELOMBAS, 2010. Disponível em: <<http://www.setelombas.com.br>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
12. BRASIL. Presidência da República Federativa do Brasil. Casa Civil. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/Decreto/D7217.htm. Acesso em 18 maio 2018.
13. REBÊLO, M. M. P. S. Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência do reator anaeróbio com chicanas. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Alagoas - Ufal, Maceió, 2011. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br>>. Acesso em: 20 abr. 2018.
14. PAULO, P. L.; BERNARDES, F. S. Estudo de tanque de evapotranspiração para o tratamento de águas negras. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2008. Disponível em: <<http://sustentavelnpratica.net>>. Acesso em: 15 nov. 2018.
15. PEREIRA, Mereia Aparecida Bezerra et al. Eficiência de fossa séptica biodigestora no tratamento de esgoto doméstico no assentamento Vale Verde, Tocantins. Tocantins: Tecnologia e Ciência Agropecuária, 2018. Disponível em: <<http://revistatca.pb.gov.br>>. Acesso em: 15 nov. 2018.
16. TONETTI, A. L. Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções. Campinas, SP. Biblioteca/Unicamp, 2018. ISBN 978-85-85783-94-5.