

ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DA BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO PARA A COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM ZONAS RURAIS E PEQUENOS MUNICÍPIOS

José Romário Soares Gomes¹

Aline Cerqueira Paranhos Capitó²

Ismar Macário Pinto Júnior³

Djair Felix da Silva⁴

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

A segregação das águas contaminadas por fezes daquelas não contaminadas, pode permitir o tratamento simplificado de diferentes efluentes domésticos, o que possibilita reutilizar a água e os nutrientes contidos no esgoto. A Bacia de Evapotranspiração – BET é uma tecnologia sustentável utilizada para o tratamento do reuso domiciliar de águas negras. O objetivo do presente trabalho foi estudar a tecnologia conhecida como Bacia de Evapotranspiração em residências, especialmente em zonas rurais e cidades de pequeno porte, a fim de verificar a viabilidade do seu uso como alternativa para atendimento ao déficit dos serviços de esgotamento sanitário nessas regiões. Foi realizada uma pesquisa documental nas bases de dados, buscando trabalhos acadêmicos nacionais, usando como descritores: Bacia de Evapotranspiração, esgoto sanitário e tecnologia sustentável. A base de dados utilizada para a elaboração das respectivas pesquisas foi acessada pelo indexador do Google Acadêmico, que serviu como instrumento para obter resultados e auxiliou no aprofundamento dos estudos. Utilizando os critérios de inclusão e exclusão para delimitação e realização da análise, foram selecionados 8 trabalhos de um total de 2.500 resultados de busca encontrados. Os resultados apontam que a tecnologia da BET vem sendo implantada em propriedades rurais pelo país, é um sistema com potencial para tratar a água proveniente de vasos sanitários nas zonas rurais e mostrou-se uma alternativa viável para garantir o tratamento do esgoto doméstico para as comunidades mais afastadas com baixo poder aquisitivo.

PALAVRAS-CHAVE

Tanque de Evapotranspiração; Esgotamento Sanitário; Saneamento; Fossa Verde.

ABSTRACT

The segregation of water contaminated by faeces from those that are not contaminated, may allow the simplified treatment of different domestic effluents, which makes it possible to reuse the water and nutrients contained in the sewer. The Basin of Evapotranspiration - BET is a sustainable technology used for the treatment of domestic reuse of black waters. The aim of this work was to study the efficiency of the technology known as the Evapotranspiration Basin at homes, especially in rural areas and small cities, in order to verify the feasibility of its use as an alternative to care a deficit of depletion services in these places. Was accomplished a documentary research in the databases, seeking national academic works, using as descriptors: evapotranspiration basin, sanitary sewage and sustainable technology. The database used for the elaboration of the respective researches was accessed by the Google Scholar indexer, which served as an instrument to obtain results and helped to deepen the studies. Using the inclusion and exclusion criterias for delimitation and execution of the analysis, were selected 8 works from a total of 2500 search results found. The results pointed out that BET's technology has been implemented in rural properties across the country, is a system with potential to treat water from toilets in rural areas and proved to be a viable alternative to guarantee the treatment of domestic sewage to more remote communities with low purchasing power.

KEYWORDS

Evapotranspiration tank; Sewage; Sanitation; Green cesspool.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS (2018) no mundo, cerca de 2,3 bilhões de pessoas ainda necessitam de saneamento básico, quase metade desse número é forçada a defecar em campo aberto. No Brasil, esse problema se intensifica devido a uma série de fatores, como seu alto número de habitantes e a incapacidade do poder público em prestar os serviços de saneamento básico para a população de forma integral, causando um grande déficit destes serviços para parte dos indivíduos, especialmente para aqueles que residem em cidades de pequeno porte, zonas rurais e comunidades isoladas.

Dentre os serviços que englobam o saneamento básico brasileiro, o acesso ao esgotamento sanitário se mostra com carência de disposição bastante alta, principal-

mente quando comparado ao acesso da população a rede de água. Em 2018 o Instituto Trata Brasil através do painel saneamento, apontou que cerca de 33,1 milhões de habitantes no Brasil não possuem qualquer acesso a água, no entanto, a indisponibilidade de coleta de esgoto é de aproximadamente de 94,7 milhões de habitantes, um déficit quase 3 vezes maior que o de acesso a água. Essa insuficiência no esgotamento sanitário se intensifica em determinadas cidades e regiões, principalmente devido a repasses financeiros e ações que ao longo dos anos foram destinados de forma prevalente para os centros urbanos, com isso gerando uma carência expressiva no atendimento de determinadas áreas.

Em um cenário diferente dos moradores de centros urbanos, os moradores de cidades pequenas, zonas rurais, comunidades isoladas, entre outros, necessitam de uma abordagem diferenciada para solução de coleta, tratamento e disposição final do esgoto sanitário. Uma vez que a disponibilidade de coleta por parte de redes coletoras é praticamente inexistente para esses domicílios, as soluções encontradas provêm de sistemas descentralizados, que buscam atender as necessidades dos domicílios de maneira individual. Áreas pouco urbanizadas, isolamentos populacionais, com difícil acesso e com pouca infraestrutura, apresentam entraves para a implantação de sistemas convencionais de coleta (rede) e de tratamento de esgotos. Assim, trazendo a necessidade de implantação de sistemas alternativos para coleta e tratamento do esgoto, são os ditos, sistemas descentralizados (FREITAS, 2011).

Visto a necessidade de implantação de um sistema individual que atenda de maneira eficiente com baixo custo de construção e manutenção para o público alvo, o presente estudo visa trazer a elucidação da eficácia, custo e benefícios do uso da Bacia de Evapotranspiração, uma tecnologia que trata o esgoto doméstico e reutiliza-o promovendo a geração de vida, para atender domicílios que não dispõem de sistemas de coleta e tratamento de esgoto ou que servem-se de tecnologias precárias.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente trabalho trata de uma pesquisa documental a qual se assemelha à bibliográfica, mas possui características diferentes. Enquanto a pesquisa bibliográfica fundamenta-se das contribuições de diversos autores sobre um assunto específico, a documental vale-se de materiais que porventura ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ainda ser reelaborados de acordo com o objetivo da pesquisa. Considera-se a exploração das fontes documentais que são em grande número, como: documentos oficiais, cartas, diários, gravações, reportagens de jornal, relatórios de pesquisa, relatórios de empresa, tabelas estatísticas, entre outros (GIL, 2008).

A pesquisa realizou a coleta e análise de dados quantitativos sobre variáveis de modo objetivo, para demonstrar de forma quantificada a relevância dos dados coletados na verificação (FERREIRA, 2015). Foi desenvolvida no âmbito da pesquisa aplicada, pois está empenhada na elaboração de diagnósticos, que visam a identificação de problemas e a busca de soluções (THIOLLENT, 2009). Quanto a sua finalidade, a pesquisa

é classificada como explicativa, pois está baseada em experimentos que envolvem a definição de relações casuais e hipóteses especulativas, e tem por finalidade a criação e explicação de determinado processo, teoria, fato ou fenômeno (VERGARA, 2006).

A base de dados utilizada para a elaboração das respectivas pesquisas foi acessada pelo indexador do Google Acadêmico, que serviu como instrumento para obter resultados e auxiliou no aprofundamento dos estudos. Foi utilizado os descritores: Bacia de Evapotranspiração, esgotamento sanitário e tecnologia sustentável. A seleção dos trabalhos acadêmicos definiu-se por meio dos seguintes critérios de inclusão: artigos, teses, dissertações, livros, cartilhas e trabalhos, que tenham sido publicados nacionalmente no período de 2009 a 2020, no idioma português e com acesso gratuito. Já os critérios de exclusão: publicações que abordam em seu conteúdo esgotamento sanitário e tecnologias sustentáveis, mas que não discutem sobre a Bacia de Evapotranspiração.

Após esta etapa, de acordo com as pesquisas no banco de dados, foi possível encontrar 2.500 (duas mil e quinhentas) publicações, ainda nesta etapa, foram excluídas 2.492 (duas mil quatrocentas e noventa e duas) publicações que não estavam de acordo com todos os critérios de inclusão. Em seguida, foi feita uma leitura criteriosa selecionando os trabalhos que correspondiam ao objetivo deste estudo. O trabalho de seleção foi extremamente importante, pois, por se tratar de uma tecnologia recente, a quantidade de trabalhos relevantes é inferior em comparação a outros temas similares. Além disso, grande parte dos resultados de busca apontavam para trabalhos que não envolviam uma análise aprofundada da Bacia de Evapotranspiração, ou, sequer abordavam a BET em seu conteúdo. Ao final foram selecionadas 8 publicações, as quais puderam participar da análise deste estudo.

Visando contribuir com os resultados obtidos a partir da síntese realizada dos trabalhos selecionados, foi realizado o orçamento da Bacia de Evapotranspiração construída em alvenaria e em ferrocimento para uma família de 5 contribuintes. Como base para cotação foram utilizados os preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI que faz parte do sistema da Caixa Econômica Federal – CEF, com data referente a fevereiro de 2020, e da Secretaria de Estado da Infraestrutura - SEINFRA do estado do Ceará versão 026. Dentre os serviços orçados, o único em que não está incluso a mão de obra é o lastro de concreto, para tal, foi levantado o preço unitário do servente para realização deste serviço. A fim de comparar o custo construtivo das BETs com algumas tecnologias individuais para a coleta e tratamento de esgotos domésticos mais empregadas no Brasil, foram coletados os preços totais do tanque séptico, sumidouro, tanque séptico associado ao sumidouro e filtro anaeróbio utilizando as cotações do SINAPI.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 1 apresenta os resultados sobre a quantidade de publicações que foram encontradas e escolhidas referentes a proposta e objetivo deste trabalho, posteriormente, será mostrada a discussão dos resultados.

Quadro 1 – Quadro de publicações analisadas.

| | Título | Autor | Ano | Objetivo |
|----|--|---------------------------|------------|--|
| 1º | Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração | Galbiati | 2009 | Determinar critérios para o dimensionamento e construção de tanques de evapotranspiração. |
| 2º | Avaliação do tratamento domiciliar de águas negras por um Tanque de Evapotranspiração (TEvap) | Bernardes | 2014 | Avaliar o funcionamento e operação de um TEvap tratando águas negras de uma residência com dois habitantes. |
| 3º | Reuso de águas negras através da bacia de evapotranspiração – BET | Belém, <i>et al.</i> , | 2018 | Propiciar a disseminação dessa tecnologia para outras comunidades rurais, tendo em vista um ambiente salubre, a preservação ambiental e produção agroecológica. |
| 4º | Tratamento de água negra domiciliar através de bananeiras por tanque de evapotranspiração | Souza, <i>et al.</i> , | 2018 | Mostrar uma forma sustentável no tratamento de esgotos domésticos com ênfase em Evapotranspiração com auxílio de Bananeiras nas zonas rurais do país. |
| 5º | Tratamento domiciliar de águas negras: tanque de evapotranspiração | Oliveira, <i>et al.</i> , | 2018 | Demonstrar as vantagens de se implantar sistema viável técnico economicamente para promover o tratamento de esgoto domiciliar, considerando a necessidade social e a preservação do meio ambiente. |
| 6º | Avaliação do tratamento de efluentes domésticos por bacia de Evapotranspiração – um estudo de caso de aldeia Velha, Silva Jardim, RJ | Guimarães | 2019 | Avaliar uma BET localizada no distrito de Aldeia Velha, município de Silva Jardim, RJ nos aspectos: tratamento de efluente, fertilidade de solo e custo de construção. |
| 7º | Tanque de evapotranspiração no tratamento de esgoto sanitário em comunidades rurais | Rezende | 2019 | Avaliar o desenvolvimento, composição química e microbiológica de hortaliças produzidas em diferentes posições do sistema TEvap para tratamento de águas negras. |
| 8º | Uso de traçadores para avaliação da hidrodinâmica de um tanque de evapotranspiração – TEvap | Silva | 2019 | Estudar o comportamento hidráulico de um sistema TEvap construído como uma planta em escala piloto usando traçadores. |

Fonte: Autores (2020).

A discussão em relação aos resultados dos trabalhos analisados sobre o tema proposto, foi realizada de acordo com a ordem cronológica estabelecida no Quadro 1.

No primeiro trabalho, Galbiati (2009) teve como finalidade determinar os critérios para o dimensionamento e construção de bacias de evapotranspiração. De acordo com o autor, quando os tanques de evapotranspiração são quando construídos corretamente, não apresentam problemas de entupimento, exalação de odor ou alagamento. Observou-se ainda, um bom nível referente a satisfação em relação à eficácia da tecnologia e a facilidade de manutenção dos usuários contatados, apresentando-se como um processo viável ao tratamento desenvolvido em esgotos periurbanos, como também nos urbanos e rurais. De um modo geral, o uso da BET apresentou-se como um processo viável ao tratamento desenvolvido em esgotos periurbanos, urbanos e rurais, proporcionando a diminuição da poluição lançada em córregos e rios pelo tratamento de esgotos urbanos (GALBIATI, 2009).

O trabalho de Bernardes (2014) teve como objetivo avaliar o funcionamento e operação de um TEvap tratando águas negras de uma residência com dois habitantes. Neste estudo foi possível perceber o quão eficaz é o processo do TEvap. O sistema mostrou que ao ser exposto à uma vazão atípica, o mesmo pode operar com uma eficiência de 76%, desta forma, esse processo torna-se viável como uma alternativa para atender os déficit dos serviços de esgotamento (BERNARDES, 2014).

Belém *et al.* (2018) visou propiciar a disseminação dessa tecnologia para outras comunidades rurais, tendo em vista um ambiente salubre, a preservação ambiental e a produção agroecológica. Os resultados obtidos mostraram que a BET é um sistema alternativo de tratamento das águas provenientes das descargas de banheiros que beneficia positivamente tanto o meio ambiente, como as pessoas que adquirem este sistema em suas residências. Sendo ainda, uma excelente alternativa para as comunidades rurais, que demanda um baixo custo de instalação e possibilita o uso de materiais disponíveis nas residências, diminuindo assim o custo de uma possível construção, sendo um processo que contribui para o desenvolvimento sustentável (BELÉM *et al.*, 2018).

Souza *et al.* (2018) propuseram uma forma sustentável de tratamento de esgotos domésticos com ênfase em sistemas de evapotranspiração que utilizam bananeiras, em zonas rurais do país. Para os autores, a escassez de serviços de saneamento, faz com que novas propostas de saneamento ecológico possam ser desenvolvidas, podendo na ausência de redes públicas de saneamento básico, serem admitidas como soluções individuais para o abastecimento de água e porventura a destinação final dos esgotos sanitários. Nesse sentido, a BET é uma alternativa de tratamento importante. Estima-se que, em condições normais de uso, 80% do efluente saia da bacia por meio do processo de evapotranspiração, um valor muito satisfatório, principalmente se tratando de um projeto de baixo custo, o que ilustra uma excelente relação custo-benefício (SOUZA *et al.*, 2018).

Oliveira *et al.* (2018) demonstraram as vantagens de se implantar um sistema viável técnico-economicamente para promover o tratamento de esgoto domiciliar, considerando a necessidade social e a preservação do meio ambiente. Destacaram ainda, a importância do investimento em saneamento, pois este é uma forma de re-

verter o quadro de precariedade em relação às condições de saúde, tendo em vista que muitas doenças estão associadas à inexistência de tratamento de dejetos humanos. Neste sentido, a BET destaca-se em relação aos outros sistemas comumente utilizados, pois promove melhorias na qualidade de vida das pessoas do ponto de vista sanitário a um baixo custo, agregadas às vantagens ambientais e ecológicas do sistema (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Guimarães (2019) avaliou uma BET localizada no distrito de Aldeia Velha, município de Silva Jardim, RJ nos aspectos: tratamento de efluente, fertilidade de solo e custo de construção. Segundo o autor, devido à falta de coleta e do tratamento dos esgotos no Brasil, torna-se necessário o incentivo e o apoio do poder público para que hajam soluções simples e baratas que tratem aos esgotos domésticos, por isso, a BET é uma possível solução de tratamento, pois trata-se de um sistema que trata efetivamente o esgoto doméstico, proporciona melhorias na qualidade do solo, na vida das pessoas e possui baixo custo (GUIMARÃES, 2019).

Rezende (2019) avaliou o desenvolvimento, a composição química e microbiológica de hortaliças produzidas em diferentes posições no sistema TEvap para tratamento de águas negras. Os resultados referentes a este estudo, mostraram que a BET é um sistema eficiente para ser utilizado no tratamento de esgotos domésticos, com metodologia sustentável e está focado na resolução de problemas que envolvem a preservação do meio ambiente, recursos hídricos e manutenção do solo (REZENDE, 2019).

Silva (2019) propôs o estudo do comportamento hidráulico de um sistema TEvap construído como uma planta em escala piloto usando traçadores. De acordo com o autor, a BET é um sistema com potencial para tratar a água proveniente de vasos sanitários e vem sendo implantada em propriedades rurais pelo país. Assim, tendo em vista que nas zonas rurais o problema com a disposição inadequada dos esgotos domésticos é ainda mais grave, esse tipo de sistema de tratamento pode proporcionar condições melhores de saneamento a populações menos assistidas por este tipo de serviços (SILVA, 2019).

De modo geral, os trabalhos estudados apontaram que a Bacia de Evapotranspiração é uma tecnologia viável do ponto de vista econômico que é um fatores mais importantes a serem levados em consideração, especialmente quando o principal público alvo mora em zonas mais afastadas e, em geral, possuem menor poder aquisitivo do que a maioria da população do país. O sistema garante de forma efetiva o tratamento do esgoto doméstico com bons níveis de remoção de turbidez, sólidos suspensos totais e níveis de DBO e DQO. Além de ser um sistema que traz baixo risco de poluição e degradação do solo, característica que sobressai diante das tecnologias de tratamento individual mais populares. Em associação aos principais parâmetros estudados, cabe destacar que além das funções primordiais para as quais uma BET é projetada, ela também promove o cultivo de frutos e o paisagismo.

Nas Tabela 1 e 2 são apresentados os preços da Bacia de Evapotranspiração construída em alvenaria e ferrocimento, e visando proporcionar uma maior margem de segurança de funcionamento foram adicionadas duas camadas as demais já existentes abordadas ao longo do trabalho, uma de lastro de concreto e outra de contra-

piso. Vale ressaltar que não foi levado em consideração no orçamento o custo dos pneus, pois são encontrados em qualquer borracharia, são pneus que não possuem mais condições de uso. Em relação ao entulho, também foi desconsiderado seu custo, uma vez que sempre têm a disponibilidade de materiais de obras, sejam públicas ou privadas e até mesmo materiais que provêm de outras atividades, mas que atendem as especificações de entulho.

Tabela 1 - Planilha orçamentária da Bacia de Evapotranspiração - BET construída em alvenaria.

| Item 1 | Serviços preliminares | | | | | |
|---------------|------------------------------|--|----------------|------------|----------------|-------------|
| | Código | Descrição | Unidade | Quantidade | Preço unitário | Preço total |
| 1.1 | 98524 - SINAP | Limpeza do terreno | m ² | 10 | R\$2,04 | R\$20,40 |
| Item 2 | Alvenaria | | | | | |
| | Código | Descrição | Unidade | Quantidade | Preço unitário | Preço total |
| 2.1 | C2784-SEINFRA | Escavação manual | m ³ | 12 | R\$39,11 | R\$469,32 |
| 2.2 | 95241-SINAP | Lastro de concreto magro (espessura de 5 cm) | m ² | 10 | R\$19,12 | R\$191,20 |
| 2.3 | 87508-SINAP | Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x14x19cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m ² sem vãos e argamassa de assentamento com preparo manual | m ² | 14 | R\$52,09 | R\$729,26 |
| 2.4 | 87893-SINAP | Chapisco aplicado em alvenaria (sem presença de vãos) e estruturas de concreto de fachada, com colher de pedreiro. argamassa traço 1:3 com preparo manual. | m ² | 14 | R\$4,48 | R\$62,72 |

| Item 2 | | Alvenaria | | | | |
|--------|---------------|--|----------------|------------|----------------|-------------|
| 2.5 | C3087-SEINFRA | Reboco c/ argamassa de cimento e, traço 1/5 areia peneirada | m ² | 14 | R\$34,25 | R\$479,50 |
| 2.6 | 87372-SINAP | Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida) para contrapiso, preparo manual, e= 5cm | m ³ | 0,5 | R\$499,40 | R\$249,70 |
| Item 3 | | Mão de Obra | | | | |
| | Código | Descrição | Unidade | Quantidade | Preço unitário | Preço total |
| 3.1 | 88316 - SINAP | Servente | h | 2 | R\$12,78 | R\$25,56 |
| | | | Total | | | R\$2.207,26 |

Fonte: Autores (2020)

Tabela 2 – Planilha orçamentária da Bacia de Evapotranspiração - BET construída em ferrocimento.

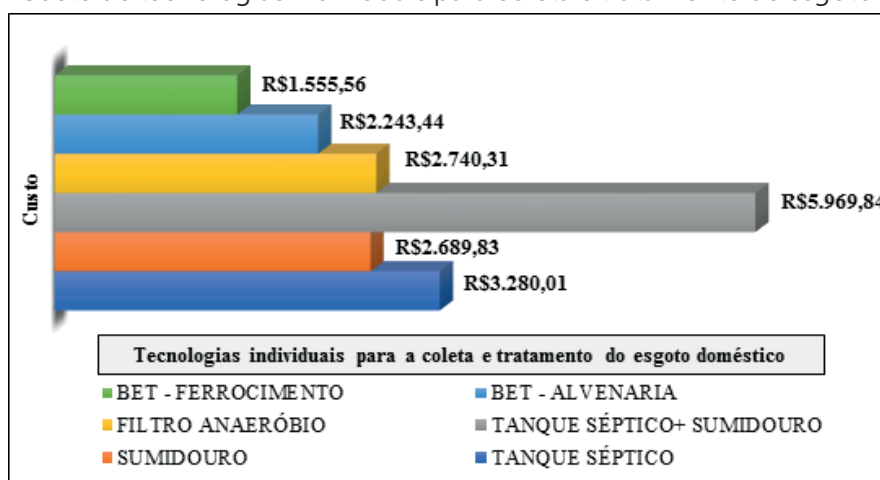
| Item 1 | | Serviços preliminares | | | | |
|--------|---------------|---|----------------|------------|----------------|-------------|
| | Código | Descrição | Unidade | Quantidade | Preço unitário | Preço total |
| 1.1 | 98524 - SINAP | Limpeza da obra | m ² | 15 | R\$2,04 | R\$30,60 |
| Item 2 | | Infraestrutura | | | | |
| | Código | Descrição | Unidade | Quantidade | Preço unitário | Preço total |
| 2.1 | C2784-SEINFRA | Escavação manual | m ³ | 13 | R\$39,11 | R\$508,43 |
| 2.2 | 95241-SINAP | Lastro de concreto magro (espessura de 5 cm) | m ² | 10 | R\$19,12 | R\$191,20 |
| 2.3 | 98573 - SINAP | Proteção mecânica de superfície vertical com concreto 15 MPA, e=5cm. | m ² | 14 | R\$39,50 | R\$553,00 |
| 2.4 | 87372-SINAP | Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida) para contrapiso, preparo manual. | m ³ | 0,5 | R\$499,40 | R\$249,70 |

| Item 3 | Mão de obra | | | | | |
|-----------|---------------|-----------|---------|------------|----------------|-------------|
| | Código | Descrição | Unidade | Quantidade | Preço unitário | Preço total |
| 3.1 | 88316 - SINAP | Servente | H | 2 | R\$12,78 | R\$25,56 |
| Total | | | | | | R\$1.558,49 |

Fonte: Autores (2020)

Uma análise comparativa entre o custo construtivo da BET em alvenaria e ferrocimento, com os custos de algumas das tecnologias individuais de coleta e tratamento de esgoto doméstico mais empregadas no Brasil é demonstrada na Figura 1.

Figura 1 – Custo de tecnologias individuais para coleta e tratamento de esgoto doméstico



Fonte: Autores (2020)

Nota-se que o custo das BET's se apresentam com uma redução significativa quando comparada às demais, especialmente a BET construída em ferrocimento, pois quando relacionamos ao custo do tanque séptico que hoje é a tecnologia mais empregada para esgotamento individual no Brasil, observamos uma diferença entre os preços de R\$ 1.724,45, o que representa uma redução de custo percentual de aproximadamente 111%. Quando realizado a comparação entre a mesma tecnologia e a BET construída em alvenaria, percebe-se uma diminuição de R\$ 1.045,57 o que retrata uma redução de aproximadamente 46,8% no custo quando implantada como alternativa.

De acordo com o Gráfico 1, a BET em alvenaria ou em ferrocimento, é a tecnologia mais acessível dentre as demais analisadas, o que evidencia que são as alternativas mais viáveis do ponto de vista financeiro. E ao empregar o método construtivo do ferrocimento assegura-se uma redução significativa de custo em relação as outras.

4 CONCLUSÃO

A Bacia de Evapotranspiração é uma alternativa ambientalmente sustentável que cumpre com as finalidades de coleta e tratamento do esgoto doméstico gerados nas residências. Percebe-se também, que a BET é um sistema apto para ser utilizado em zonas rurais e em cidades de pequeno porte de maneira eficiente, tendo em vista que as plantas precisam de grande incidência solar para que o sistema funcione de forma plena e as construções nessas áreas possibilitam isso, pois tendem a terem mais espaço para instalação deste tipo de sistema:

O custo construtivo da bacia de evapotranspiração é o mais acessível quando comparada às demais tecnologias adotadas com mais frequências como soluções individuais de esgotamento sanitário no Brasil, e portanto, torna-se uma alternativa interessante para a garantia do acesso à coleta e o tratamento de esgoto doméstico para as pessoas que residem longe de centros urbanos ou até mesmo de áreas urbanas, que possuem um baixo poder aquisitivo e não são atendidas por redes coletoras de esgoto, ou ainda, que utilizam de tecnologias individuais precárias e sem eficiência para realizar o esgotamento sanitário de forma adequada.

REFERÊNCIAS

BELÉM, C. DOS S. *et al.*, Reuso de águas negras através da bacia de evapotranspiração – BET. **Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1–6, 2018.

BERNARDES, F. S. Avaliação do tratamento domiciliar de águas negras por um Tanque de Evapotranspiração (TEvap). **Revista Especialize On-line IPOG**, v. 01, n. 007, p. 1–17, 2014.

FERREIRA, Carlos Augusto Lima. Pesquisa quantitativa e qualitativa: perspectivas para o campo da educação. **Revista Mosaico**, v. 8, n. 2, p. 173-182, 2015.

FREITAS, T.R. **Desempenho de tanques vegetados em um ecossistema engenheirado para tratamento descentralizado de esgotos domiciliares na Ilha Grande, RJ**. 2011. 129 fls. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental - Controle da poluição urbana e industrial), Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

GALBIATI, Adriana Farina. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. 2009. 38 fls. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Área de concentração: Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, Érika Rocha. **Avaliação do tratamento de efluentes domésticos por bacia de Evapotranspiração – um estudo de caso de aldeia Velha, Silva Jardim, RJ.** 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

OLIVEIRA, G. D. DE *et al.*, Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. **Revista Petra**, v. 4, n. 2, p. 194–214, 2018.

REZENDE, Diego César Veloso. **Tanque de evapotranspiração no tratamento de esgoto sanitário em comunidades rurais.** 2019. 38p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal Goiano. Área de concentração: Conservação de Recursos Naturais do Cerrado.

SILVA, André Phelipe Rodrigues. **Uso de traçadores para avaliação da hidrodinâmica de um tanque de evapotranspiração – TEVAP.** 2019. 50 fls. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Área de concentração: Engenharia Civil.

SOUZA, L. S. *et al.*, Tratamento de água negra domiciliar através de bananeiras por tanque de evapotranspiração. **Atas de Saúde Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 235–248, 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia de Pesquisa-ação.** São Paulo: Saraiva, 2009.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **WHO calls for increased investment to reach the goal of a toilet for all.** Geneva, 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/detail/01-10-2018-who-calls-for-increased-investment-to-reach-the-goal-of-a-toilet-for-all>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

Data do recebimento: 20 de julho de 2020

Data da avaliação: 10 de setembro de 2020

Data de aceite: 10 de setembro de 2020

1 Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: jose.rsoares97@souunit.com.br

2 Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: aline.paranhos@souunit.com.br

3 Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: ismar.macario@souunit.com.br

4 Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: djair.felix@souunit.com.br