

## SANEAMENTO AMBIENTAL RURAL: O CASO DA COMUNIDADE TERAPÊUTICA REDENÇÃO

*Tiago Vinicius Silva Athaydes<sup>1</sup>, Jefferson de Queiroz Crispim<sup>2</sup>, José Antonio da Rocha<sup>3</sup>  
<sup>4</sup>Alesson Soares, <sup>5</sup>Lurdes Zachetko*

<sup>1</sup>Doutorando em Geografia, Universidade Estadual de Maringá – UEM. Bolsista CAPES. tiagoathaydes@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor, Colegiado de Geografia – Licenciatura e Bacharelado, Universidade Estadual do Paraná – Unespar – Campus de Campo Mourão. jeffersoncrispim@hotmail.com

<sup>3</sup>Mestre, Colegiado de Geografia – Licenciatura e Bacharelado, Universidade Estadual do Paraná – Unespar – Campus de Campo Mourão. jrochastone@yahoo.com

<sup>4</sup>Licenciado em Geografia e acadêmico no curso de Bacharelado em Geografia, Universidade Estadual do Paraná – Unespar – Campus de Campo Mourão. alesson.alss@gmail.com

<sup>5</sup>Acadêmica no Curso de Geografia Licenciatura, Universidade Estadual do Paraná – Unespar – Campus de Campo Mourão. Bolsista PIBEX-UNESPAR. lurdeszachetko@gmail.com

### RESUMO

O aprimoramento de técnicas para as práticas de saneamento básico no meio rural é algo que se faz necessário na realidade brasileira, uma vez que, exige práticas alternativas dos métodos empregados no meio urbano, onde os locais que apresentam coleta e tratamento de esgoto doméstico na área urbana se fazem por meio de uma rede centralizada, organizada por uma empresa de saneamento básico. No meio rural, as práticas para coleta e tratamento de esgoto estão sendo desenvolvidas por meio de sistemas individuais em cada propriedade, dado a distância das residências, impossibilitando organizar um sistema central como no meio urbano. Portanto, foi construído um sistema para a coleta e tratamento de esgoto no meio rural em uma propriedade rural no município de Campo Mourão-PR, conhecido como sistema Bacia de Evapotranspiração (BET). Após a construção, foi realizado o monitoramento referente a eficiência no tratamento do esgoto em conformidade com a Resolução 430/2011 do CONAMA, a eficiência foi medida em relação a primeira caixa onde entra o efluente e a caixa de saída. Foram selecionados os parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), pH e Turbidez. A DBO apresentou 86,64% de eficiência, DQO apresentou 90,24% de eficiência, o pH neutro e a Turbidez apresentou 88,2% de eficiência. Portanto, o sistema se afirmar como eficiente e pode ser disseminado no espaço rural para universalizar o saneamento básico no meio rural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coleta e tratamento de esgoto; Educação ambiental; Saneamento Básico rural; Sistema ecológico.

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde, saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem (que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social), caracterizando o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar salubridade ambiental. Os serviços de saneamento devem promover a qualidade de vida da população, bem como, proteger os recursos naturais (TEIXEIRA, 2010).

Em relação ao saneamento rural, as dificuldades são significativas, uma vez que a falta de cuidado pode gerar problemas com a qualidade da água e o meio ambiente, representando um risco à saúde das pessoas (TEIXEIRA, 2010). As comunidades rurais utilizam água proveniente de poços artesianos, poços freáticos e nascentes, que muitas vezes são contaminadas com o manejo inadequado do solo, atividades agropecuárias, despejo em fossas negras, entre outras atividades desenvolvidas de maneira prejudicial ao meio hídrico (ABONIZIO, 2017).

Os sistemas de tratamento de esgoto ecológicos apresentam uma solução para essa problemática, pois o maior potencial poluidor do esgoto doméstico provém do vaso sanitário, fazendo-se necessário o seu tratamento. A bacia de evapotranspiração (BET) é

uma saída e consiste em um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de material filtrante e com espécies vegetais plantadas na superfície (GALBIATI, 2009). A tecnologia também é conhecida como Ecofossa, Fossa Verde, Fossa Bioséptica, Fossa Evapotranspiradora, Fossa de Bananeira, Canteiro Bio-séptico e Tanque de Evapotranspiração (Tevap) (FIGUEIREDO, SANTOS e TONETTI, 2018).

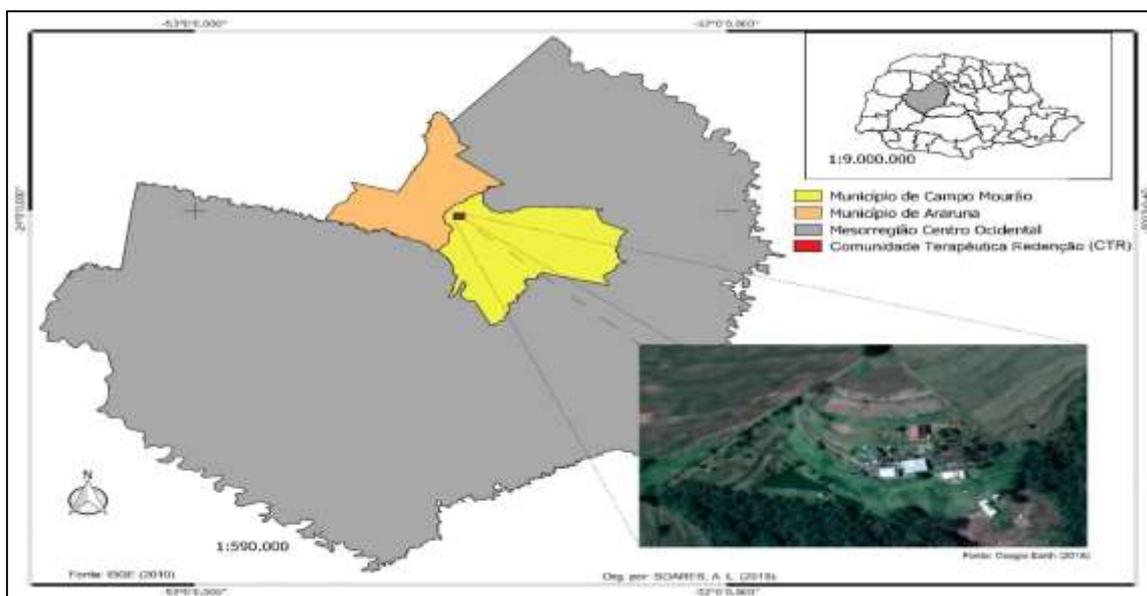
No interior do sistema ocorrem processos naturais de degradação da matéria orgânica, mineralização e absorção de nutrientes, além da evapotranspiração da água pelas plantas e pelo solo (GALBIATI, 2009). Uma importante vantagem do sistema é propiciar a reciclagem de água e de nutrientes por meio da produção de biomassa (PAMPLONA e VENTURI, 2004).

Desta maneira, a fim de melhorar a situação de saneamento rural, este artigo apresenta o processo de implantação de uma tecnologia de sistema sanitário coletivo para tratamento de esgoto, modelo bacia de evapotranspiração (BET), na Comunidade Terapêutica Redenção no município de Campo Mourão - PR.

## 2 ÁREA DE ESTUDO

A Instituição Comunidade Terapêutica Redenção (CTR), está localizada em área rural na cidade de Campo Mourão/PR, entre as coordenadas geográficas 24° 01' 09" S e 52° 30' 21" W (Figura 1). O clima é do tipo Subtropical - Cfa, conforme a classificação climática de Köppen, com predominância de solo Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

Esta instituição foi fundada em 1998 com o objetivo de realizar tratamento de dependentes químicos. No início o grupo contou com o auxílio de entidades religiosas e com o ajuda de autoridades locais. Esse apoio permitiu a compra de uma área rural, equivalente a 93.170,00 m<sup>2</sup>, localizada na comunidade de São Benedito, onde foi estabelecida a primeira sede da CTR. A sede rural conta com alojamentos, escritório administrativo, refeitório e capela religiosa, com capacidade para 30 pessoas, entre internos alojados e funcionários, podendo aumentar este número aos finais de semana em decorrência de visitas.



**Figura 1:** Mapa de localização da CTR.

**Fonte:** os autores, (2021).

### 3 MATERIAL E MÉTODO

Os trabalhos de construção do sistema Comunidade Terapêutica Redenção (CTR), para atender 30 pessoas diariamente e visitantes nos fins de semana ocorreram de junho a agosto de 2019 e foram divididos em quatro fases, sendo elas: tanque séptico, caixa de gordura, e bacia de evapotranspiração (BET).

O acompanhamento de funcionamento do sistema ocorreu durante 12 meses, com monitoramento para avaliar a eficiência da BET iniciado a partir do quarto mês de utilização, resultando em duas coletas quadrimestrais, haja vista que, de acordo com Chernicharo e Borges (1996), pode-se levar de 4 a 6 meses para ocorrer a adaptação dos micro-organismos ao sistema.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH e turbidez. A eficiência de remoção da DBO e DQO foi calculada a partir da diferença dos valores médios obtidos entre as amostras do tanque séptico e sistema BET. As amostras foram coletadas, armazenadas e preservadas seguindo as recomendações da NBR 9.898/1987 e encaminhadas ao laboratório.

#### 3.1 O TANQUE SÉPTICO

Na primeira etapa, foi construído o tanque séptico, para receber os dejetos provenientes dos banheiros (águas negras). O tanque séptico foi escavado mecanicamente no solo, por meio de retroescavadeira, e construído em alvenaria, com revestimento impermeabilizante para evitar infiltrações, observando a norma NBR 7229 de 1993 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Esta norma se refere à projeção, construção e operação de sistema de tanques sépticos. De acordo com a ABNT (1993) “tanque séptico é uma unidade de formato cilíndrico, prismático ou retangular, de fluxo horizontal, para o tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão”. No tanque séptico ocorre a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes e uma parcela da matéria orgânica em suspensão contida no esgoto fica retida nessa etapa do tratamento. É neste ambiente que ocorre a sedimentação e digestão, onde se realiza o tratamento primário das águas servidas.

Portanto, para o tanque construído na CTR, foi utilizado o seguinte dimensionamento: 5,00 x 1,50 x 1,50 m (11,25 m<sup>3</sup>), sendo projetado para receber contribuição diária de 3.000 a 4.500 litros e tempo de detenção do afluente de 0,83 dias ou 20 horas, considerando 30 o número de pessoas e mais os visitantes. Sobre o tanque séptico foi confeccionada uma tampa em alvenaria de 0,30m x 0,30m para coletar amostras de efluentes e para limpeza do sistema por equipamentos de auto fossas.

Para a localização do tanque séptico no terreno, considerou-se a literatura de Witkovski e Vidal (2009), que afirmam ser importante que estes tanques não sejam muito próximos as moradias, pois pode vir a causar odor desagradável, e nem muito longe, com intuito de minimizar o custo com tubulações para transportar os despejos. É importante instalar uma tubulação de alívio de gases e que a sua construção seja no nível mais baixo do terreno e longe de qualquer fonte de captação de água, para evitar possíveis contaminações. No caso da CTR, o tanque séptico foi construído a 40 metros do refeitório e 70 metros do alojamento.

O efluente de saída do tanque séptico precisa ser encaminhado para um pós-tratamento, ou unidade de disposição, uma vez que esse efluente ainda apresenta elevado teor de matéria orgânica solúvel (que não sedimenta) e de organismos patogênicos (WITKOVSKI e VIDAL, 2009).

### 3.2 A CONSTRUÇÃO DA BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO – BET

A Bacia e Evapotranspiração (BET) construída na CTR foi implantada em uma área livre da presença de árvores ou construções próximas, para receber o máximo de radiação solar, aumentando a eficiência no processo de evapotranspiração realizada pela vegetação plantada na superfície, além disso, seu posicionamento foi projetado a facilitar o recebimento dos efluentes do tanque séptico. Ela foi escavada mecanicamente no solo, por meio de uma retroescavadeira, e seu dimensionamento foi considerado 2m<sup>3</sup> de tanque por usuário, considerando-se pacientes, funcionários e visitantes.

A forma comum de dimensionar a bacia é de 2m de largura e 1m de profundidade, com comprimento variável, de acordo com o número de usuários. Baseando-se na capacidade da CTR, considerando as 30 pessoas e mais os visitantes nos fins de semana, realizou-se o dimensionamento e a construção do sistema BET com capacidade de 86,7m<sup>3</sup> (8,5 x 8,5 x 1,20m), suficiente para suportar o acréscimo em até 40 visitantes, sem interferir na eficiência do sistema, visto que a maioria não permanece mais do que 5 horas na visita.

Como revestimento de impermeabilização da BET, foi utilizada a geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD) de 0,8mm, com a finalidade de evitar contaminação do solo por infiltração de efluente. O fundo da geomembrana foi preparado para receber o restante dos elementos do sistema e para isso foi utilizada uma camada de 0,10m de areia grossa, evitando perfurações na geomembrana.

Feita a preparação do fundo, na estrutura interna da BET, foram utilizados alguns materiais considerados de descarte, como pneus usados (de automóveis) e entulhos, focando na sustentabilidade ambiental. Foram utilizados 74 pneus, encaixados em pé e dispostos em duas linhas paralelas e centrais por todo o comprimento da BET, formando duas câmaras. As laterais entre as linhas de pneus e a parede da BET foram preenchidas com material filtrante: 60 cm de entulhos de construção. Na sequência foi instalada uma manta geotêxtil (Bidim) para evitar que a pedra brita e areia migrassem para o fundo da BET. Sobre a manta foi disposta uma camada de 30 cm de pedra brita nº 2, seguida por uma camada de 20 cm areia grossa. Por último, uma camada de 10 cm de terra para o plantio da vegetação.

O efluente proveniente do tanque séptico entra no sistema através de uma tubulação de 100 mm, conectada na tubulação de pneus, onde ocorre a distribuição lateral para a área preenchida com entulhos, pedra brita e areia, local em que os microrganismos realizarão a transformação do material. Na entrada das duas tubulações foram instalados pontos de monitoramento com canos de PVC de 100mm, que servem tanto para coleta de efluentes quanto para verificar o nível no interior do sistema. O nível do efluente no interior da BET foi realizado com uma régua rústica, confeccionada em cabo de vassoura e graduada de cinco em cinco centímetros (Figuras 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f).



Figura 2a – Geomembrana e preparo com areia grossa para receber o entulho.



Figura 2b – Instalação dos pneus formando câmaras de recebimento de efluentes.



Figura 2c – Distribuição da brita sobre a manta geotêxtil. Detalhe para as tubulações.



Figura 2d – Distribuição da areia grossa sobre a pedra brita.



Figura 2e – Bacia de evapotranspiração concluída e camada de solo sobre a areia.



Figura 2f – Plantio de bananeiras no interior do sistema BET.

**Figura 2:** Sistema bacia de evapotranspiração da CTR.

Fonte: Os autores (2019)

As plantas são parte fundamental do sistema e deve ser dada preferência a espécies de crescimento rápido e alta demanda por água (GALBIATI, 2009; ALCO CER *et al.*, 2015). Dentre as espécies mais recomendadas por Pamplona e Venturi (2004) estão: banana

(*Musa sp*), mamão (*Carica papaya*), inhame (*Dioscorea spp*) e taioba (*Xanthosoma sagittifolium*). Além dessas, outras alimentares e ornamentais também podem ser utilizadas (FIGUEIREDO *et al.*, 2019). Galbiati (2009), cita que as espécies adaptadas para a funcionalidade destes sistemas são as bananeiras (*Musa sp*), espalhadas ao centro da bacia, e taiobas (*Xanthosoma sagittifolium*) para o tratamento de águas cinzas. No sistema implantado na CTR, foi introduzida a bananeira da espécie *Musa cavendishii*, que por meio de suas raízes absorvem a umidade excedente do sistema. Além de serem frutíferas, são plantas de crescimento rápido, com alto poder de evapotranspiração e absorvem parte dos nutrientes disponíveis na BET para seu desenvolvimento.

### 3.3 CAIXA DE GORDURA

Águas cinzas são os efluentes domésticos que não possuem contribuição da bacia sanitária, ou seja, os efluentes gerados pelo uso residencial de chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e pia de cozinha. Para uma boa eficiência no tratamento das águas cinzas, recomenda-se a construção da caixa de gordura para tratamento preliminar. Esta é definida como uma caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto. Formam-se assim, camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma, conforme disposto na norma NBR 8160 de 1999 da ABNT. Esta norma estabelece ainda o dimensionamento desta caixa para cada imóvel, ou seja, para residências com até duas pias, a caixa precisa ter capacidade mínima para 18 litros. Para a caixa de gordura construída na CTR, foi considerado o dimensionamento utilizado em restaurantes, hospitais e quartéis. Foi construída em alvenaria e dimensionada para reter 80 litros, com localização próxima a BET que recebe o efluente passado pela caixa de gordura (Figura 3).



**Figura 3:** Caixa de gordura em alvenaria.  
**Fonte:** os autores (2019)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia de evapotranspiração entrou em operação em agosto de 2019 e nos 12 meses de acompanhamento do sistema não houve entupimentos, proliferação de odores e de vetores ou extravasamentos, indicando que o dimensionamento adotado para o tanque séptico e BET foi apropriado. Por meio da análise do nível do efluente no interior da BET, foi possível constatar que não ocorreram vazamentos decorrentes de problemas construtivos. O vazamento em BET's é um problema comum, sendo a construção correta do tanque séptico e a sua impermeabilização, os passos mais importantes na execução do sistema. A geomembrana de polietileno de alta densidade empregado no sistema da CTR. É o geossintético mais utilizado, no que condiz a obras que exijam a capacidade de prevenir ou bloquear a migração de fluidos, sejam eles líquidos ou gases, para fora ou para dentro de um sistema (Vertematti, 2004). A partir deste sucesso da BET instalada na CTR, foi possível analisar que realmente as geomembranas suportam esforços decorrentes do peso estocado, esforços por dilatação térmica e efeitos de recalques ou movimentação provocada por entulho de construção, brita e areia, utilizadas na construção da BET.

As plantas utilizadas sobre o sistema estão atuando eficientemente e pode-se dizer que as bananeiras e taiobas se desenvolveram com normalidade, sugerindo que as suas condições nutricionais e hídricas foram satisfatórias. De acordo com Figueiredo *et al* (2019) um fator importante na estabilidade do nível da fase líquida é a taxa de evapotranspiração das plantas dentro do sistema. A quantidade de água que a bananeira necessita diariamente depende da integração de diferentes fatores, tais como sua fase fenológica, as variáveis físicas da cultura e as condições do ambiente (COELHO *et al.*, 2012), mas o consumo de água em plantas adultas é considerado elevado e constante (BASSOI *et al.*, 2001). Bassoi *et al* (2001) avaliaram o consumo de água em bananeiras em diferentes ciclos de produção em Petrolina (PE) e encontraram valores de consumo médio diário que variaram de 27,0 a 36,0 litros por planta.

Os resultados dos quatro parâmetros físico-químicos do efluente final analisados na bacia de evapotranspiração da CTR encontram-se organizados no Quadro 1, sendo possível observar pH básico, permanecendo na faixa considerada ideal, entre 6,0 e 8,3, para os processos de digestão anaeróbia, de acordo com (Chernicharo, 2007). O pH de águas de vaso sanitário tem características mais básicas devido à degradação de proteínas e ureia em meio anaeróbio, o que gera uma quantidade substancial de amônia ou íon amônio que, em meio aquoso, passa para forma de hidróxido de amônio (SILVA, FAUSTINO e NOVAES, 2007; SILVA, 2014).

**Quadro 1** - Parâmetros físicos e químicos amostrados na bacia de evapotranspiração

Parâmetro	Número de coletas	Ponto de entrada	Ponto de saída	Eficiência (%)
DBO (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	2	328,6	43,9	<b>86,64</b>
DQO (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	2	750,5	72,8	<b>90,29</b>
pH	2	7,39	7,10	-
Turbidez (UT)	2	1.213	143	<b>88,2</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) apresentou eficiência de 86,64% e seguiu a mesma tendência observada para demanda química de oxigênio (DQO), com desempenho de 90,29%. O valor alcançado pela bacia de evapotranspiração apresenta-se

superior ao mínimo de 60% exigido pela Resolução CONAMA 430 (CONAMA, 2011), que rege o padrão de lançamento de efluente tratado em corpos d'água. A mesma resolução indica que o valor máximo de DBO permitido para esse tipo de disposição final é de 120 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. Em estudos realizados por Ávila (2005), a autora obteve média de 91% na DBO e 70% na DQO em tanques sépticos. Sabei (2015) obteve média de 67,19% de DBO e 71,39 de DQO em trabalhos realizados na Região Metropolitana de Curitiba. Athaydes e Crispim (2016) obtiveram resultados de 69% para DQO e 78% para DBO em BET's instaladas na zona rural do município de Iretama – Paraná.

O valor de turbidez foi elevado no tanque séptico (ponto de entrada) e relativamente menor na BET (ponto de saída), apresentando 88,2% de eficiência relacionada a filtragem física e ação de microrganismos no seu interior, uma vez que a turbidez da água em bacia de evapotranspiração está diretamente relacionada aos sólidos em suspensão. Possíveis odores têm sua fonte nestes sólidos em suspensão e gases dissolvidos. Pesquisas encontraram valores mais baixos tanto na entrada quanto na saída dos sistemas estudados em comparação ao da CTR (Pires, 2012) e (Galbiati, 2009). Já Figueiredo *et al.* (2019) apresenta valores mais altos na entrada e menores na saída, com eficiência de 98,3% do sistema.

A construção da BET é viável, pois, além do tratamento de efluente apresenta outras atratividades, quando comparada a outros sistemas (sejam eles convencionais ou não) tais como; reutilização de materiais de construção civil e pneus usados; baixo custo de investimento (em média entre R\$ 120,00 a R\$ 150,00 o metro quadrado, contabilizando a caixa séptica, BET e caixa de gordura); potencial paisagístico, com possibilidade de plantio de frutíferas sobre a BET, tal como bananeiras, que ao gerar frutos podem ser consumidos pelo ser humano (se feitas as análises parasitológicas necessárias), além de contribuírem sobremaneira para a eficiência do sistema, uma vez que auxiliam na evapotranspiração da água e na retirada de nutrientes presentes no efluente do sistema, sendo desta maneira incorporados à sua biomassa, realizando a reciclagem de água e nutrientes e contribuindo grandemente para a preservação do meio ambiente, com um sistema totalmente impermeável e de alta eficiência na redução de contaminantes, além da eliminação de insetos e odores resultantes dos gases produzidos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de saneamento básico ainda é visível nos dias de hoje, o que gera preocupações, pois, está diretamente associado a contaminação do meio ambiente e a saúde humana. A criação de uma rede de tratamento de esgotos é um dos caminhos a percorrer para que se possa amenizar essa situação.

Os resultados obtidos nas primeiras análises de qualidade dos efluentes já demonstram um bom funcionamento e eficiência, mas é importante destacar que eles representam apenas uma análise pontual, sem periodicidade, sendo que para se ter uma avaliação mais precisa da eficiência da BET, será necessária uma sequência de coletas, observando algumas variáveis como: fatores meteorológicos, taxas hidráulicas, variações da carga orgânica. Estes fatores podem afetar diretamente a eficiência do sistema.

A importância do tratamento de esgotos na zona rural é imprescindível para a qualidade ambiental e a preservação da saúde humana. Este trabalho é resultado da implantação de tecnologias alternativas de saneamento ambiental em propriedades rurais para pequenos grupos de pessoas, bem como, para famílias de agricultores. Contudo, para a implantação da BET e obtenção de sua boa eficiência, deve-se considerar alguns

aspectos físicos, tais como: topografia do terreno, tipo de solo, níveis de incidência solar. Tais aspectos são fundamentais, tendo em vista que o solo do local tem que ser favorável à compactação, para evitar possíveis deformações ao receber materiais pesados (como entulho, areia, pedra brita e terra) e, além disso, a localização em relação à incidência de luz solar é primordial, pois quanto mais iluminação o sistema receber, maior será o processo de evaporação e evapotranspiração.

Os resultados obtidos com a instalação dos sistemas de tratamento de esgotos modelo Bacia de Evapotranspiração na CTR contribuíram para amenizar o problema da falta de saneamento na zona rural e proporcionar uma melhor qualidade de vida às pessoas atendidas.

## REFERÊNCIAS

ABONIZIO, R. M. **Saneamento básico no meio rural**: um estudo em assentamento rural no interior do Paraná. (Dissertação) - UTFPR, Campo Mourão, PR. 2017.

ÁVILA, R. O. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbico com diferentes tipos de meio suporte**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ATHAYDES, T. V. S.; CRISPIM, J. Q. Saneamento rural por meio de estação de tratamento de esgoto por zona de raízes modelo bacia de evapotranspiração (BET) no município de Iretama – Paraná. *In*: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – EAIC, 2., 2016 2016, Paranavaí. **Anais [...]**. Paranavaí. 2016. p. 500. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/eventos/index.php/eaic/iieaic/paper/viewFile/4176/1094>. Acesso em: 18 nov. 2019.

BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. C.; MOURA E SILVA, E. E.; RAMOS, C. M. C.; TARGINO, E. L.; MAIA, J. L. T.; FERREIRA, M. N. L. **Comunicado Técnico 108**: Consumo de água e coeficiente de cultura em bananeira irrigada por microaspersão. EMBRAPA Semiárido. 2001. 4 p.

BRASIL. **Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Brasília: 27/04/1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm). Acesso: 28 maio 2019.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Brasília, 5 de janeiro de 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso: 28 out. 2019.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores Anaeróbios**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. ed. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 380 p.

CHERNICHARO, Carlos. A. de L.; BORGES, Jorge M. Metodologia utilizada durante a partida de um reator UASB de 477 m<sup>3</sup> tratando esgotos tipicamente domésticos. *In*: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 25., 1996. **Anais [...]**. México, DF, 1996.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Solos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2a edição. Brasília, 2006.

FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles; SANTOS, Barbara; TONETTI, Adriano Luiz. **Tratamento de esgoto rural: fossa verde e círculo de bananeiras**. Campinas, SP: UNICAMP, 2018.

FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles; BARBOSA, Ariane Corrêa; MIYAZAKI, Caroline Kimie; SCHNEIDER, Jerusa; COASACA, Raúl Lima; MAGALHÃES, Taína Martins; TONETTI, Adriano Luiz. Bacia de Evapotranspiração (BET): uma forma segura e ecológica de tratar o esgoto de vaso sanitário. **Revista DAE**. São Paulo, n. 220, v. 67, 2019.

GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS, 2009.

GUIMARÃES, J. R.; NOUR, E. A. A. **Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. 2001. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/esgotos.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

LEMES, J. L. V. B. *et al.* **Tratamento de esgoto por meio de zona de raízes em comunidade rural**. 2008. Disponível em: <https://sitiocurupira.files.wordpress.com/2014/06/zona-de-raizes.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.

PAMPLONA, S.; VENTURI, M. Esgoto à flor da terra: sistema de evapotranspiração é solução simples, acessível e sustentável. **Permacultura Brasil**, Soluções ecológicas, ano 6, n. 16, 2004.

PIRES, F.J. **Construção participativa de sistemas de tratamento de esgoto doméstico no Assentamento Rural Olga Benário- MG**. 2012, 118 f. Dissertação (Mestrado em Geotécnica e Saneamento ambiental) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2012.

SABEI, T. R. **Educação ambiental não formal voltada para o saneamento ambiental na comunidade rural Colônia Mergulhão, São José dos Pinhais – PR**. Dissertação de Mestrado. UTFPR. Curitiba, 2015.

SANTOS, B. S.; CRISPIM, J. Q. Monitoramento de estações de tratamento de esgotos por zona de raízes instaladas no município de Campo Mourão - PR. *In: Encontro Anual de Produção Científica e tecnológica. Anais [...]*, 2013. Campo Mourão. Campo Mourão, 2013. Disponível em: [http://www.fecilcam.br/nupem/anais\\_viii\\_epct/PDF/TRABALHOS-COMPLETO/Anais-CET/GEOGRAFIA/Srutkowiskitralhocompleto.pdf](http://www.fecilcam.br/nupem/anais_viii_epct/PDF/TRABALHOS-COMPLETO/Anais-CET/GEOGRAFIA/Srutkowiskitralhocompleto.pdf). Acesso em: 13 nov. 2019.

SILVA, W. T. L. DA; FAUSTINO, A. S.; NOVAES, A. P. DE. **Documentos 34**: Eficiência do processo de biodigestão em fossa séptica biodigestora inoculada com esterco de ovino. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 20 p. 2007.

TEIXEIRA, J. B. Saneamento rural no Brasil: perspectivas. **Cadernos temáticos. (v. 7)**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

VERTEMATTI, J. C. **Manual Brasileiro de Geossintéticos**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2004. 428 p.

VIEL, R. **Estudo do funcionamento da Estação de Tratamento de Esgotos do Campus da Fundação Oswaldo Cruz**. 1994. 54 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fiocruz, Rio de Janeiro, 1994.

WITKOVSKI, A.; SOUSAVIDAL, C. M. de S. Proposição de um Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário Constituído de Tanque Séptico Seguido de Zona de Raízes para Ser Implementado em Pequenas Comunidades Rurais. **Revista Eletrônica Lato Sensu- UNICENTRO**, v. 1, p. 1-10. 2009.