

ECOEFIÊNCIA NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO RURAL: ESTUDO DE CASO COM BACIAS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO PARANÁ

Tiago Vinicius Silva Athaydes¹;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), União da Vitória, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/2617317899499777>

Jefferson de Queiroz Crispim²;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/4785905268690166>

Eloisa Paula de Oliveira³;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/1715281920824293>

Samara Symon Christmann Ramlow⁴;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/1715281920824293>

Emmily Caroline da Silva Klein⁵;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<https://lattes.cnpq.br/7955664383471682>

Marcos Junio Ferreira de Jesus⁶;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/1546226857029733>

Fernando Henrique Villwock⁷;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/0016343257512119>

Oseias Cardoso⁸;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/3383628403624701>

Mauro Parolin⁹;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/9805072502886857>

Adriana Fanali¹⁰;

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5181822849842127>

Marcos Rogério Senger Specalski¹¹.

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campo Mourão, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/0678802304958804>

RESUMO: Este capítulo objetiva apresentar uma avaliação sobre a eficiência de um modelo de tratamento de esgoto, implantado em dois municípios no estado do Paraná. Os sistemas denominados Bacia de Evaporação, implantados e avaliados, sendo dois em Campo Mourão e dois em Iretama. A metodologia consta de revisão bibliográfica, apresentação dos sistemas, considerando materiais, custos e avaliação da eficácia do sistema BET, por meio do monitoramento dos efluentes após passarem pelos sistemas de coleta e tratamento. Para a avaliação dos sistemas, foram coletadas amostras de efluentes em dois momentos, e enviadas para análises laboratoriais. Em cada etapa, foram coletadas amostras de efluentes no tanque séptico e na bacia de evapotranspiração para análises, e os resultados foram comparados aos parâmetros da Resolução CONAMA nº 357/2005 e 430/2011 (Federal) e da Resolução nº 21/2009 da SEMA (Estadual), que indica os valores permitidos para lançamento de efluentes de esgoto doméstico no ambiente. Os resultados obtidos indicam que o sistema BET apresentou importante papel na redução do potencial de contaminação de solos e águas, com média para eficiência de 73,13% para DBO e 69% DQO na primeira etapa e 66% para DBO e 62,28% para DQO na segunda etapa, realizada no segundo semestre de 2018.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultores. Bacia de Evapotranspiração. Saneamento Ambiental.

EVALUATION OF SEWAGE TREATMENT SYSTEMS IN RURAL AREAS IN TWO MUNICIPALITIES IN PARANÁ

ABSTRACT: This chapter aims to present an evaluation of the efficiency of a sewage treatment model implemented in two municipalities in the state of Paraná. The systems called Evaporation Basin were implemented and evaluated, two in Campo Mourão and two in Iretama. The methodology consists of a bibliographic review, presentation of the systems, considering materials, costs and evaluation of the effectiveness of the BET system, through monitoring of the effluents after passing through the collection and treatment systems. To evaluate the systems, effluent samples were collected at two times and sent for laboratory analysis. In each batch, effluent samples were collected from the septic tank and the evapotranspiration step for analysis, and the results were compared to the parameters

of CONAMA Resolution No. 357/2005 and 430/2011 (Federal) and SEMA Resolution No. 21/2009 (State), which indicates the permitted values for the release of domestic sewage effluents into the environment. The results obtained indicate that the BET system played an important role in reducing the potential for soil and water contamination, with an average efficiency of 73.13% for DBO and 69% DQO in the first step and 66% for DBO and 62.28% for DQO in the second step, carried out in the second half of 2018.

KEY-WORDS: Farmers. Evapotranspiration Basin. Environmental sanitation.

INTRODUÇÃO

A preocupação sobre a qualidade do meio ambiente, principalmente nos locais onde as pessoas vivem, é algo que remonta várias sociedades ao longo do tempo, e com a intensificação do uso dos recursos naturais e, conseqüentemente, da degradação ambiental, essa qualidade será reduzida, de modo que o próprio conceito de desenvolvimento, fundamentado no crescimento econômico, passou a ser questionado, surgindo a ideia de desenvolvimento sustentável. Nesse contexto de necessidade de novas práticas e conhecimentos, que sejam menos impactantes ou que contribuam para reduzir a degradação ambiental, este capítulo destaca o tema do esgoto doméstico no meio rural, a partir da preocupação com sua correta disposição e tratamento, e da avaliação de sistemas simples, que compõem as chamadas ecotécnicas (Silva, Silva, 2010; Candioto, Grisa, Schimitz, 2015).

Sabe-se que a problemática do esgoto envolve, de forma integrada, as dimensões ambiental e da saúde humana, e que o esgoto é um dos pilares saneamento básico, discutir e analisar técnicas de disposição e tratamento, que sejam baratas, eficazes e de fácil implantação em estabelecimentos rurais, é importante, pois permite que as técnicas mais eficazes e adequadas possam ser divulgadas e replicadas.

O esgoto é caracterizado como despejos produzidos pelas ações humanas, tanto de cunho doméstico, comercial e industrial, no que se refere ao uso da água nestas atividades (Pessoa; Jordão, 1982). No meio urbano, existem formas integradas de coleta, disposição e tratamento de esgoto. Já no meio rural, pela falta de redes coletoras, faz-se necessário o desenvolvimento de outras técnicas de disposição e tratamento de dejetos humanos e de animais. Portanto, é imprescindível a criação e difusão de eco técnicas ou de tecnologias ecológicas alternativas, que sejam eficientes e de baixo custo.

OBJETIVO

Desta forma, o objetivo deste capítulo é apresentar uma discussão sobre iniciativas de construção de sistemas para tratamento de esgotos modelo bacia de evapotranspiração em estabelecimentos rurais em dois municípios paranaenses, implementados a partir de projetos universitários coordenados por professores do curso de Geografia da Universidade

Estadual do Paraná, com base em monitoramentos dos efluentes e análises laboratoriais realizadas, permitiram avaliar a eficiência nos parâmetros DBO e DQO de quatro sistemas instalados no ano de 2018.

METODOLOGIA

A pesquisa foi construída a partir de revisão bibliográfica, análise de normas legais sobre o saneamento básico (Federal e do Estado do Paraná), levantamento de informações sobre os sistemas construídos e análises laboratoriais dos efluentes dos sistemas.

Em relação aos parâmetros de efluentes consultados para se avaliar a eficácia do tratamento dos efluentes nos sistemas implantados, utilizou-se a Resolução nº 357/2005 e 430/2011 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) em nível Federal. Utilizou-se as duas resoluções do CONAMA pois uma complementa a outra para os parâmetros analisados; e a Resolução nº 021/2009 da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), em nível Estadual.

Apesar de usar as normas para o lançamento de efluente para aferir a eficiência e o enquadramento com os limites estabelecidos pelas Resoluções, os sistemas não realizam esse descarte, pois são sistemas fechados, ao qual, será realizado o processo de evaporação dos efluentes por meio da vegetação inserida nos sistemas. Portanto, o uso das Resoluções ajuda a compreender o funcionamento do sistema, uma vez que, os altos índices nos parâmetros analisados podem prejudicar a vida útil do sistema como processos de eutrofização e entupimento, por exemplo.

Os sistemas foram implantados por meio de projetos desenvolvidos pelo Laboratório de Pesquisa Geoambiental (LAPEGE), ligado à Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) nos municípios de Campo Mourão e Iretama, localizados na Mesorregião Centro Ocidental Paranaense. Foram analisados quatro sistemas denominados Bacia de Evapotranspiração (BET), e realizadas análises físico-químicas dos sistemas a fim de compreender a eficiência no tratamento do esgoto.

Para analisar a eficiência do sistema, foram coletados os esgotos brutos (interior do tanque séptico) e o esgoto tratado no final dos sistemas (bacia de evapotranspiração). Os sistemas BET possuem duas etapas de tratamento, sendo o tratamento primário no tanque séptico e o secundário na bacia de evapotranspiração.

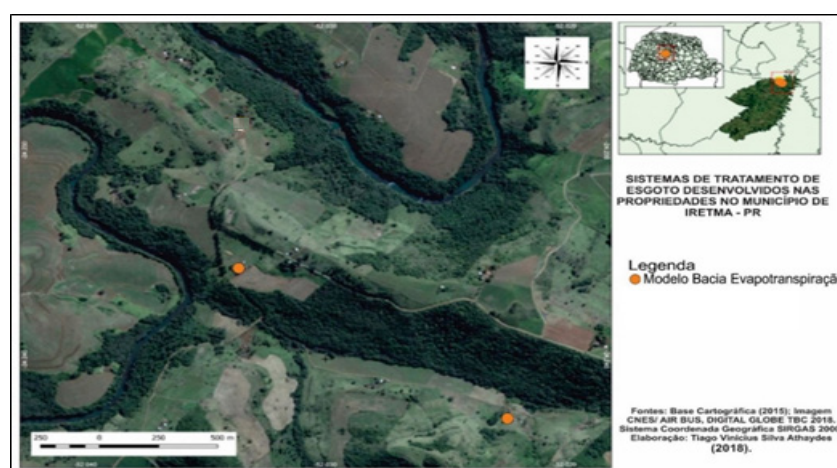
Para as BET's avaliadas e em conformidade com o CONAMA e a SEMA, foram delimitados os seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio. As análises laboratoriais foram terceirizadas e seguiram a Metodologia *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 22 (2012) e 23 (2017). A escolha dos parâmetros deu-se pelo fato de serem parâmetros já estudados em outras pesquisas sobre o tema de efluente doméstico, como em Sabei (2015); Schlusaz (2014); Silveira e Arsego (2014). Foram efetuadas duas etapas de coletas, uma no primeiro

semestre de 2018 (março, abril) e outra coleta no segundo semestre de 2018 (outubro, novembro). Tanto as amostras de esgoto bruto (afluentes) quanto as amostras de efluentes (esgoto após passagem pelo sistema) foram comparadas com os parâmetros legais. Isso permitiu entender se os efluentes estão sendo tratados, não prejudicando a vida útil do sistema.

Sistema Bacia de Evaporação (BET)

Os modelos bacia de evaporação foram caracterizados como BET 1, BET 2, BET 3 e BET 4. Os sistemas BET 1 e 2 foram construídos em Iretama – PR, no Assentamento Muquidão (figura 1).

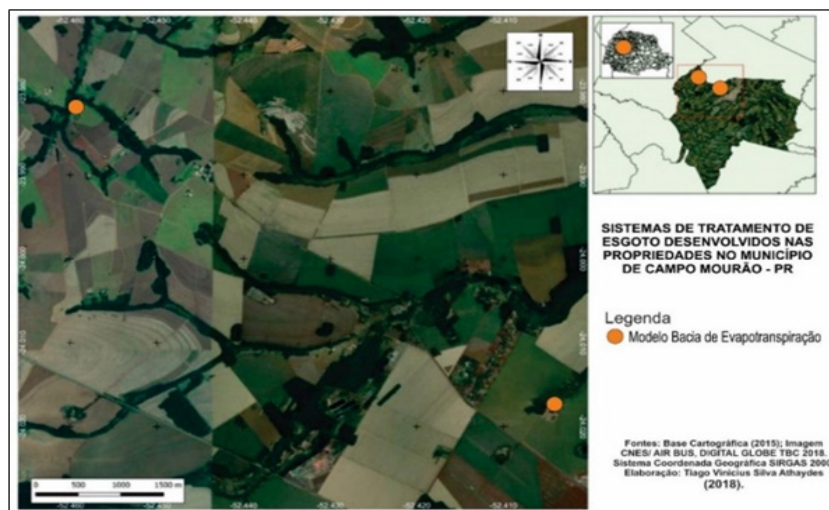
Figura 1 – Localização da implantação das Bacias de Evapotranspiração no município de Iretama-PR.



Fonte: Organizado pelos autores.

Os sistemas BET 3 e 4 foram desenvolvidos no município de Campo Mourão – PR. Outros dois sistemas foram construídos no município de Campo Mourão, na comunidade KM 128 e Vila Franciscana (figura 2).

Figura 2 – Localização da implantação das Bacias de Evapotranspiração no município de Campo Mourão-PR



Fonte: Organizado pelos autores.

O sistema bacia de evaporação é dividido em duas partes. A primeira consiste no tanque séptico construído em alvenaria, seguindo a NBR 7229/1993, substituída pela NBR 17076/24. Possui a função de reter o material sólido na parte inferior e transferir o material líquido para a bacia de evapotranspiração, onde será realizado o processo de evaporação pelo sol e plantas. A bacia funciona como um filtro de fluxo horizontal, a qual realiza o processo de evapotranspiração do efluente para a atmosfera.

As dimensões do tanque séptico são de 2,50m de comprimento, 1,50m de profundidade e 1m de largura para o tanque séptico (Kath *et al.*, 2016). O cálculo para dimensionamento da área de evapotranspiração é de 2 m³ por habitante.

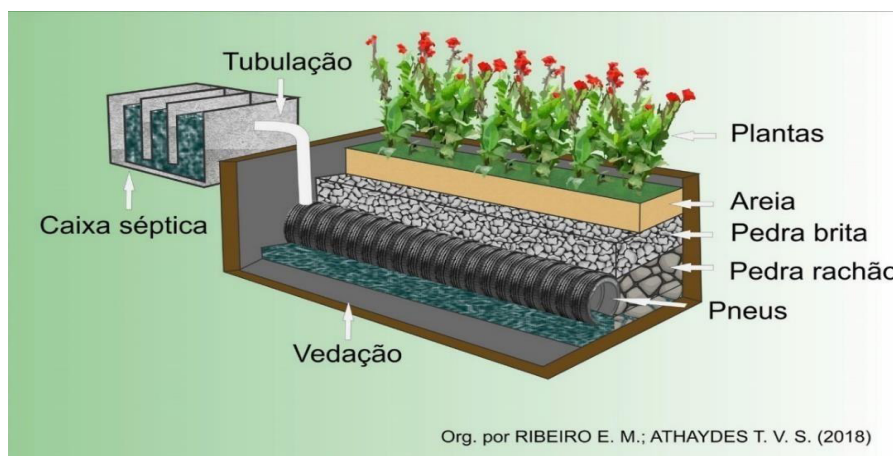
O material sólido fica retido no tanque séptico e o efluente líquido vai para a bacia de evapotranspiração, e o processo de tratamento nesta primeira etapa dá-se por meio do tratamento anaeróbico. Esse processo de tratamento primário é realizado sem a presença de oxigênio, sendo as bactérias os agentes responsáveis pela decomposição de matéria orgânica.

A segunda etapa do sistema consistiu na construção da bacia de evapotranspiração (Figura 3). No modelo BET, delimita-se 2 m³ por habitante, e a profundidade da área escavada é padrão 1 m, a largura e o comprimento irão variar conforme a quantidade de usuários. Na sequência, a área escavada é impermeabilizada com duas camadas de lona plástica de 200 micras para impedir a infiltração no solo (Athaydes; Crispim, 2016).

Segundo os autores, após a impermeabilização, realiza-se o preenchimento da bacia de evapotranspiração. O primeiro passo consistiu em conectar a tubulação do tanque séptico a BET, com tubo de PVC de 100 mm. Na sequência, preenche-se com pneus de automóvel colocados lado a lado, na vertical, formando uma câmara de recepção e distribuição lateral do efluente líquido. Para a finalização do preenchimento do sistema

foram utilizados: entulhos, pedra brita nº 02, areia grossa e solo. “As laterais entre os pneus e a parede da BET são preenchidas com 0,50m de entulhos de construção e, sobre este, uma camada 0,20m de pedra brita, 0,20m de areia grossa e por fim, uma camada de 0,10m de terra”. Após o preenchimento da bacia, foram plantadas as espécies *Heliconia velloziana* (Caeté) que se alimentam do substrato da BET.

Figura 3 – Modelo Bacia de Evaporação (BET)



Fonte: Ribeiro, E. M.; Athaydes, T. V. S. (2018).

Os sistemas BET 1 e 3, foram dimensionados para famílias com dois moradores e delimitado em 3 x 2 x 1m (comprimento, largura, profundidade). O sistema BET 2 teve um dimensionamento para quatro moradores, sendo 4 x 3 x 1m. O sistema BET 4 foi dimensionado para seis moradores, tendo medidas de 4 x 3 x 1,5m, e todos projetados para receber águas cinzas e negras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos efluentes dos sistemas

A análise dos efluentes ocorreram em duas etapas, no primeiro e segundo semestre de 2018, com objetivo de monitorar o funcionamento do sistema, após construção e uso (figura 3).

Figura 3: Coleta de efluente na bacia de evapotranspiração.



Fonte: os autores

O monitoramento é importante para compreender o funcionamento e eficácia dos sistemas, e serve para verificar se o funcionando adequadamente e se os efluentes estão dentro dos padrões do CONAMA nº 430/2011 e sendo acomodados adequadamente, pois são sistemas fechados.

Para analisar a eficiência dos sistemas implementados, foram selecionados para as análises laboratoriais os parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

Para o teste da DBO, “a tratabilidade biológica de um efluente é avaliada por um parâmetro operacional denominado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Quanto máximo o valor de DBO, maior a labilidade dos compostos orgânicos presentes num dado efluente” (Jardim; Canela, 2004).

O teste da DQO visou medir o consumo de oxigênio para oxidar compostos orgânicos, bio e não biodegradáveis, com oxidação exclusivamente química, não sendo afetado pela nitrificação, dando-nos uma indicação apenas da matéria orgânica carbonácea (Nuvolari *et al.*, 2003).

A Resolução nº 21/2009 da SEMA/IAT (Secretaria do Meio Ambiente do Paraná) exige que os índices de lançamento devem ser inferiores a 90 mg/L para o DBO e a 225 mg/L para o DQO.

Desse modo, o objetivo dos sistemas consistiu em reduzir os parâmetros de DBO e DQO que apresentam níveis elevados quando não tratados e acabam por acarretar problemas à saúde humana e ao meio ambiente. A Resolução nº 357/2005 e 430/2011 do CONAMA impõe que os índices de lançamento devem ser inferiores a 120 mg/L para o DBO, e não propõe metas para o DQO. Portanto, foram considerados os parâmetros da Resolução nº 21/2009 da SEMA/IAT, pelo fato de serem mais restritivos que os nacionais.

Os parâmetros analisados acabam por apresentar uma percepção geral do funcionamento dos sistemas e sua capacidade de tratar os efluentes. Assim, quando

identificados níveis baixos do DBO e DQO, os outros parâmetros também irão apresentar uma redução significativa (Quadro 1).

Quadro 1 – Resultado das análises dos efluentes da Bacia de Evapotranspiração.

PARÂMETROS (mg/l) 1º semestre	DBO	DQO	PARÂMETROS (mg/l) 2º semestre	DBO	DQO
BET 1 - entrada	160,22	531,57	BET 1 - entrada	440	611
BET 1 - saída	62,11	213,33	BET 1 - saída	185	353
Eficiência - %	61,23%	59,86%	Eficiência - %	57,95%	42,22%
BET 2 - entrada	140,89	476,67	BET 2 - entrada	360	609
BET 2 - saída	44,67	170,0	BET 2 - saída	190	244
Eficiência - %	68,28%	64,33%	Eficiência - %	47,22%	59,93%
BET 3 – entrada	698,11	2133,33	BET 3 – entrada	840	1034
BET 3 – saída	17,89	86,67	BET 3 – saída	56	84
Eficiência - %	97,43%	95,93%	Eficiência - %	93,33%	91,87%
BET 4 – entrada	59,10	213,33	BET 4 – entrada	80	147
BET4 – saída	20,22	96,67	BET4 – saída	28	66
Eficiência - %	65,78%	54,68%	Eficiência - %	65,00%	55,10%

Fonte: Quadro organizado com base nos dados obtidos.

As coletas na BET 1 apresentaram-se dentro dos padrões das Resoluções nº 21/2009 da SEMA e nº 357/2005 e 430/2011 do CONAMA, o DBO foi de 62,11 mg/L, a DQO foi de 213,33 mg/L.

Na segunda bateria de coletas, a BET 1 apresentou elevações nos índices dos parâmetros, com DBO de 185 mg/L, DQO de 353 mg/L.

O sistema BET 2 estava adequado na primeira bateria de coletas perante as Resoluções nº 21/2009 da SEMA e nº 357/2005, 430/2011 para os parâmetros de DBO que foi de 44,67 mg/L, a DQO que foi de 170 mg/L, pH que apresentou 6,22 mg/L. O Nitrogênio neste sistema também apresentou índices elevados de 29,52 mg/L.

Em relação a segunda bateria de coletas, o sistema BET 2 só estava adequado perante as Resoluções nº 21/2009 da SEMA e nº 357/2005 e 430/2011 a DBO apresentou 190 mg/L, a DQO foi de 244 mg/L.

O sistema BET 3 apresentou estar adequado para todos os parâmetros em conformidade com as Resoluções nº 21/2009 da SEMA e nº 357/2005 e 430/2011 na

primeira e na segunda bateria de coletas. A DBO foi de 17,89 mg/L na primeira bateria de coletas e 56 mg/L na segunda bateria de coletas, a DQO foi de 86,67 mg/L na primeira e 84 mg/L na segunda, o pH foi de 6,36 na primeira coleta e 6,49 na segunda,

O sistema BET 4 esteve de acordo com as Resoluções nº 21/2009 da SEMA e nº 357/2005 e 430/2011 nos parâmetros da DBO que foi de 20,22 mg/L, a DQO foi de 96,67 mg/L. Na segunda bateria a DBO foi de 28 mg/L e DQO de 66 mg/L, de acordo com as Resoluções nº 21/2009 da SEMA e nº 357/2005 e 430/2011 do CONAMA.

Em relação a eficiência média dos quatros sistemas BET na primeira bateria de coletas, foi comparado o efluente na entrada do tanque séptico e da caixa de evapotranspiração, obtendo eficiência de 73,18% para a DBO e 68,70% para a DQO. Na segunda bateria, a eficiência média foi de 66% para a DBO e 62,28% para a DQO.

A redução na eficiência, ocorrida na segunda etapa de coletas em relação a primeira está relacionada a diminuição no processo de evapotranspiração, realizada pelas plantas e sombreamento das árvores, em desconformidade com o projeto proposto de manter a BET em área de insolação para auxiliar na evaporação.

No caso das plantas, a zona de raiz contribui com a remoção de poluentes interagindo com o meio suporte, a água, os microrganismos e os contaminantes, com ocorrência de filtração, volatilização, adsorção, oxidação e degradação.

Na coleta dos efluentes foi possível observar que os sistemas estão em funcionamento de forma correta e eficaz, não encontrando problemas de entupimentos, nem vazamentos. Analisou-se também que o efluente bruto que entra no tanque séptico e o efluente que se encontra na bacia de evaporação não possui odor (figura 4).

Figura 4 – Efluentes coletados no tanque séptico (alta turbidez) e na bacia de evapotranspiração (efluente incolor)



Fonte: dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática inadequada de despejo de efluentes produzidos em estabelecimentos rurais ainda são realidade no Brasil, no Paraná e nos dois municípios da pesquisa. Essa falta de disposição e tratamento adequado do esgoto doméstico no meio rural pode levar à contaminação de corpos hídricos e de animais e pessoas. Com isso, torna-se cada vez mais necessária a intervenção do poder público e de órgãos competentes para disseminar e desenvolver ações para o manejo correto do esgoto rural. É preciso desenvolver o saneamento básico rural, mas também é importante que os moradores entendam o porquê dessas práticas, para que se tornem sujeitos ativos no processo.

Após os resultados alcançados por meio do desenvolvimento dos sistemas de tratamento de esgoto e da análise de sua eficiência, conclui-se que os projetos desenvolvidos representam um avanço para se reduzir a degradação ambiental e problemas de saúde para os moradores contemplados com os sistemas analisados. Ao avaliar os dados de eficiência em relação à legislação vigente para o lançamento de efluentes tratados, foi possível observar que o sistema BET apresentou eficiência no tratamento do esgoto, com efluentes analisados dentro dos padrões de lançamentos de efluentes do CONAMA e SEMA.

O sistema analisado é recomendado para estabelecimentos rurais, pois podem ser construídos com materiais que virariam lixo, como pneus velhos e entulhos, além de serem fechados, é altamente positivo para se evitar o contato com o ambiente e contaminações. Na bacia de evapotranspiração, as plantas são um importante indicador de funcionamento, pois o crescimento e desenvolvimento é uma forma de monitoramento. Por outro lado, a realização de poda das plantas mais velhas é importante, para que elas se renovem e possam se desenvolver de forma adequada, e atuem na absorção dos nutrientes.

Portanto, o princípio da decomposição biológica, presente no sistema BET, apresenta-se ecologicamente correto e economicamente viável para áreas rurais, pois reduzem os impactos ambientais que o esgoto pode gerar para o meio ambiente em áreas rurais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 17076/24**. Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte. Rio de Janeiro, 1924.

ATHAYDES, T.V.S; CRISPIM, J. de 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: II Encontro Anual de Iniciação Científica da Unespar, 2016. p. 1-9.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União. Brasília, 2020, Jul 16; 158 (135 seção 1):1-8.

BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico.** Brasília: Ministério das Cidades, 2013.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005.** Conselho Nacional de Meio Ambiente.

CANDIOTTO, L. Z. P. **Conservação e uso sustentável de recursos hídricos como instrumento de gestão ambiental em unidades rurais familiares com produção agroecológica no município de Francisco Beltrão – PR.** Relatório CNPq, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº430, de 13 de maio de 2011,** Ministério do Meio Ambiente -MMA, 2011.

KATH, J; NHEPCHIN, F. B; CRISPIM, J. Q. Melhoria da qualidade da água em pequenas propriedades rurais no assentamento Muquidão, município de Iretama – PR. **Revista Geomae**, v.7n.1 p. 21-33, 1º sem, 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional do Meio Ambiente II PNMA II - Fase 2 2009 – 2014.** Brasília, 2009.

NUVOLARI, A. *et al.* **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** Edgard Blucher: São Paulo, 2003.

PESSOA, C. A.; JORDÃO, E. P. **Tratamento de esgotos domésticos: concepções clássicas de tratamento de esgotos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: BNH, 1982. 536 p.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente do Paraná. **Resolução nº 21/2009-Sema/IAP,** 2009.

VAN KAICK, T. S. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná.** 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2002.