

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE SANEAMENTO AMBIENTAL ALTERNATIVO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE IRETAMA (PR)

Tiago Vinicius Silva ATHAYDES¹

Jefferson de Queiroz CRISPIM²

Ana Paula Azevedo da ROCHA³

RESUMO

Nas áreas rurais, especialmente naquelas com a presença da agricultura familiar, em lugares onde as famílias, geralmente, possuem renda e nível de instrução baixa, a situação do tratamento do esgoto é preocupante, pois na maioria dos casos ainda são usadas fossas negras e o resíduo estocado pode encontrar os lençóis freáticos ou contaminar rios, lagos e nascentes. Com a precariedade de saneamento básico, é indispensável a criação de tecnologias alternativas, principalmente para atender os pequenos agricultores, e contribuir com a preservação dos recursos hídricos. Considerando essas tecnologias, neste artigo discutimos a criação de estações de tratamento de esgoto no modelo de “Bacia de Evapotranspiração” (BET). Foram implantados e monitorados três sistemas, localizadas no município de Iretama, no interior do Paraná, e os resultados apontam para o envolvimento das famílias nas atividades de campo, por meio de trabalhos de educação ambiental, bem como a redução nos parâmetros da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), obedecendo às normas do Instituto Ambiental do Paraná.

Palavras chave: Saneamento rural. Agricultura familiar. Educação ambiental.

¹ Licenciado em Geografia pela Unespar, Campus de Campo Mourão. Mestrando em Geografia pela Unioeste, Campus de Francisco Beltrão. Bolsista de Pós-graduação pela CAPES.

² Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná (2007). Professor adjunto na Unespar, Campus de Campo Mourão. Coordenador do Laboratório de Pesquisa Geoambiental (LAPEGE).

³ Licenciada em Geografia pela Unespar, Campus de Campo Mourão. Mestranda em Geografia pela Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon. Bolsista de Pós-graduação pela CAPES.

ENVIRONMENTAL SANITATION SYSTEM DEPLOYMENT IN RURAL MUNICIPALITY OF IRETAMA – PR

ABSTRACT

In rural areas, especially those with the presence of family farming, in places where families generally have low income and level of education, the situation of the treatment of sewage is worrisome, since in most cases are still used Fossa the black residue stocked can find the groundwater or contaminate rivers, lakes and springs. With the precariousness of basic sanitation, is essential to the creation of alternative technologies, mainly to meet small farmers, and contribute to the preservation of water resources. Considering these technologies, in this article we discussed the creation of sewage treatment plants in the "bowl of Evapotranspiration" (BET). Were deployed and monitored three systems, located in the municipality of Iretama, in the interior of Parana, and the results point to the involvement of families in the field activities, through environmental education jobs, as well as the reduction in parameters of the chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), complying with the standards of the Environmental Institute of Paraná.

Keywords: Rural sanitation. Family farming. Environmental education.

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1950, até o final do século passado, o investimento em saneamento básico no Brasil ocorreu pontualmente em alguns períodos específicos, com um destaque para as décadas de 1970 e 1980, quando existia um “predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade” (SOARES et. al., 2002, p. 1715).

No Planeta Terra, mais de um bilhão de habitantes não têm acesso à habitação segura e a serviços básicos, embora todos tenham direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza. No Brasil, as doenças resultantes da falta ou de um inadequado sistema de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico (BRASIL, 2006).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), 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. De outra forma, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar salubridade ambiental. Segundo a Organização Mundial da Saúde, a cada um real gasto em saneamento básico economiza-se quatro reais em saúde, destacando desta forma a indispensabilidade dos serviços de saneamento (FUNASA, 2014).

Para Guimarães et. al. (2007), o saneamento associa sistemas constituídos por uma infraestrutura física e uma estrutura educacional, legal e institucional, que abrange os seguintes serviços: abastecimento de água às populações, coleta, tratamento de esgotos sanitários e controle de vetores como insetos, roedores, moluscos, dentre outros. A falta de saneamento básico é apontada pela academia como um dos fatores atuais que estão fortemente associados aos problemas de saúde pública e à poluição das águas.

Para Teixeira (2010), o saneamento básico no Brasil constitui num grande desafio a ser superado, e necessita de um maior envolvimento da sociedade. Os serviços de saneamento devem promover a qualidade de vida da população, bem como proteger os recursos naturais. Em relação ao saneamento rural, as dificuldades também 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.

No Brasil, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 estabelece as diretrizes para o saneamento básico e tem como princípio fundamental a universalização do acesso a ele, porém, há um direcionamento para políticas que atendam as áreas urbanas, em detrimento das rurais e poucas ações foram realizadas para sanar o problema.

Poluentes oriundos dos dejetos humanos muitas vezes são lançados na natureza a céu aberto, escoam por valas ou vão para as chamadas fossas negras, destacado assim por Souza (2015, p. 33):

Entre todos os tipos de fossas, a fossa negra é a menos segura e que traz mais risco a saúde humana. Esse tipo de fossa é uma escavação profunda, que recebe os dejetos humanos e outros tipos de águas das residências, sem nenhum tipo de revestimentos nas paredes e na sua base, onde o seu fundo pode se aproximar ou entrar em contato com lençol freático, contaminando e até mesmo poluindo rios, lagos aquíferos, e o solo.

A falta de sensibilização ambiental dos moradores ao lançar efluentes sem tratamento prévio, próximo aos corpos hídricos, pode prejudicá-los, uma vez que esse resíduo lançado indiscriminadamente leva a contaminação da água, tornando-a imprópria para o consumo ou mesmo para as atividades agrícolas.

Para Lemes, et. al. (2008) a qualidade da água está devidamente interligada com a questão de saúde pública. Complementando a discussão em torno da questão de saneamento ambiental, Santos e Crispim (2013, p. 1), destacam que,

A partir do momento em que esses microrganismos penetram no lençol freático e há o consumo desta água contaminada, pode ocorrer o alojamento de inúmeras doenças no organismo humano. Portanto a principal finalidade é estabelecer melhor condição de vida para estes moradores da zona rural, evitando assim a proliferação de doenças como esquistossomose além de propiciar a contaminação do lençol freático por meio de infiltração no solo

Para atenuar os gastos com saúde é muito importante o saneamento básico, e a criação da rede de tratamento de esgoto é uma das etapas do saneamento, elencado assim por Guimarães e Nour (2001, p. 29).

No nosso país, aproximadamente 60% dos pacientes internados em hospitais estão com alguma doença cuja origem é de veiculação hídrica, e estimativa aponta que se houvesse uma política de aplicação de verbas em saneamento básico, ou seja, tratamento de água para abastecimento e de esgotos, haveria uma economia significativa em gastos com saúde.

Para Lemes et. al. (2008) os tratamentos convencionais possuem um custo muito elevado, e alternativas estão sendo criada, uma delas são as Bacias de Evapotranspiração (BET's), um tratamento de esgoto ecológico que possui um custo de criação e manutenção baixo quando comparado com outros sistemas convencionais.

Devido à degradação ambiental referente à poluição de corpos hídricos e tratamento de esgoto em nossa atualidade, é fundamental a aplicação da educação ambiental, que segundo Negre et. al. (2011, p. 4) “tenta despertar em todos a consciência de que o ser humano é parte do meio ambiente. É um ramo da educação cujo objetivo é a disseminação do conhecimento sobre o ambiente, a fim de ajudar à sua preservação e utilização sustentável dos seus recursos”.

De acordo com a Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, a educação ambiental é entendida como: “[...] os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999, s. p.).

Desta forma, o estudo de educação ambiental objetiva melhorar a compreensão do espaço em que estes agricultores estão inseridos, para que haja uma melhor relação com o meio ambiente, com redução de impactos ambientais, inclusive em relação aos aspectos contaminantes prejudiciais à saúde. Para que as práticas de educação ambiental obtenham resultados, é preciso que elas se adequem aos ambientes e contextos em que serão trabalhadas. Por conta das características das pequenas propriedades é que se optou por uma modalidade não formal, definida pela legislação como: “as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente” (BRASIL, 1999, s. p.).

Em estudos realizados, Otenio e Lopes (2011) evidenciam que o tratamento dos efluentes gerados pelo ser humano, pelos animais irracionais e pelas atividades econômicas estabelecidas nas áreas rurais é fundamental, bem como a correta destinação dos resíduos sólidos,

tendo em vista que a gestão destes elementos de forma inadequada pode ocasionar diversos prejuízos para os ecossistemas.

Sendo assim, além de estabelecer medidas e técnicas que possam proporcionar o adequado aproveitamento dos recursos naturais com destinação e tratamento adequado dos resíduos nas áreas rurais, tendo em vista que o acesso ao saneamento básico ainda não é satisfatório no Brasil e nem mesmo no Estado do Paraná, embora tenha evoluído ao longo dos anos, é necessário associar as políticas públicas de saneamento e demais projetos ao trabalho com a educação ambiental.

A fim de melhorar a situação de saneamento ambiental no campo, neste trabalho foi realizada uma pesquisa experimental com a instalação de estação de tratamento de esgoto alternativa em pequenas propriedades do Assentamento Muquidão na qual os agricultores utilizam as fossas negras e/ou esgoto a céu aberto, com riscos de poluição da água e contaminação por agentes patogênicos.

Localizado na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, na Mesorregião Centro-Ocidental paranaense, no município de Iretama. Antes da desapropriação, as terras do Assentamento Muquidão pertenciam à propriedade particular Fazenda Junqueira, ocupadas com a pecuária extensiva. Hoje, pertencem a agricultores familiares, assentados ou que adquiriram terras dos assentados, com pequenas propriedades com menos de 20 hectares, que desenvolvem atividades agropecuárias e que contam com a mão de obra familiar para tais atividades.

A região está situada sobre áreas de Neossolo Litólico, solos rasos, e as fossas negras escavadas nas propriedades dos pequenos agricultores, com profundidades inferiores a 2,5 metros, apresentam riscos de contaminação das nascentes que são usadas como fonte de abastecimento doméstico, já que muitas delas ficam a jusante (CRISPIM, 2014).

Neste contexto, devido às dificuldades de as famílias manterem estas fossas ativas por um longo período devido a geologia local, foram implantadas três estações de tratamento de esgotos por zona de raízes, modelo BET no ano de 2015 para acompanhamentos de pesquisa, objetivando a redução de contaminantes do solo e da água.

2 METODOLOGIA

Galbiati (2009) destaca que a utilização de sistemas plantados para tratamento de esgotos já é comum em diversas partes do mundo. Diversos sistemas de tratamento de esgoto foram implantados nos Estados Unidos e no Brasil (Mandai, 2006; Pamplona & Venturi, 2004), ainda sem acompanhamento científico do qual se tenha conhecimento. A ideia original é atribuída ao permacultor americano Tom Watson, adaptada em projetos implantados por permacultores brasileiros, principalmente no Estado de Santa Catarina e na região do Distrito Federal (MANDAI, 2006); (PAMPLONA e VENTURI, 2004). O sistema originalmente proposto por Tom Watson, denominado de “watson wick”, consiste em uma trincheira escavada no solo, com largura e comprimento variáveis e aproximadamente sessenta cm de profundidade, para a qual é encaminhado todo o esgoto doméstico – águas cinza e negra.

Este trabalho consistiu-se em uma pesquisa participativa, na qual se conciliou a pesquisa quantitativa com a qualitativa, com coleta de dados em campo a partir da interação dos pesquisadores com a problemática do saneamento rural em pequenas propriedades dos agricultores familiares do Assentamento Muquilão, envolvendo estes em atividades alternativas de saneamento, juntamente com a educação ambiental de caráter informal.

A comunidade Assentamento Muquilão foi selecionada para o trabalho por não possuir distribuição de água tratada e nem coleta de esgoto, tornando o ambiente suscetível a contaminações.

O objetivo de projetar esses sistemas de tratamento de esgoto nessa comunidade é amparado em uma continuidade de ações ambientais vindas de outros projetos de pesquisa e extensão já realizados. O primeiro projeto foi desenvolvido através do Projeto Universidade Sem Fronteiras, projeto este financiado pela Secretária da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI/USF). O projeto foi iniciado e concluído no ano de 2014, cujo objetivo foi recuperar nascentes por meio da técnica solo cimento e foi realizado com famílias de 25 dos agricultores que utilizavam das fontes para uso doméstico.

Na primeira etapa foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre saneamento básico, utilização dos recursos hídricos, educação ambiental, a análise da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 que trata da educação ambiental, e pesquisas sobre materiais informativos que tratam da temática em questão.

Com a proposição de associação ao trabalho de recuperação de nascentes, é que foram desenvolvidas as técnicas de tratamento de esgoto, buscando reduzir as ações de contaminação da água pelas fossas negras das propriedades. Os sistemas de tratamento do esgoto se instalou de forma experimental no decorrer do ano de 2015, em três propriedades que apresentavam alto risco de contaminação pelo sistema de esgoto utilizado (fossas negras), e foram implantadas três estações de tratamento de esgotos por zona de raízes modelo BET objetivando a redução de poluição por esgoto doméstico das nascentes de captação de água.

Antes e após a construção dos sistemas de tratamento de esgoto, foram realizadas reuniões com as famílias atendidas, avaliando a relevância ambiental do projeto na propriedade e como esse se relacionaria com a saúde dos agricultores.

Antes da confecção das BET's, realizou-se um trabalho de educação ambiental com os agricultores, para que eles fossem sensibilizados para a importância do tratamento alternativo de esgoto, mais eficaz e ecológico, além de que se envolvessem no trabalho, participando ativamente de todo o processo de construção. Aplicou-se aos agricultores um questionário para diagnóstico socioambiental, com questões semiestruturadas.

As BET's foram confeccionadas e instaladas na propriedade com acompanhamento trimestral e reuniões com os agricultores envolvidos no projeto objetivando a otimização do uso dos sistemas. A estação de tratamento de esgotos, modelo BET, diferencia-se de outros sistemas ecológicos utilizados, devido ao modelo de construção.

Para dimensionamento e confecção da BET, verificou-se quantas pessoas ocupavam a residência e dimensionou-se dois metros cúbicos por habitante, com escavação de duas caixas. A primeira caixa é a séptica, construída segundo as normas da NBR 7229/1993. Em alvenaria, recebe os dejetos provenientes dos banheiros (águas negras) e unidade de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processo de sedimentação, flotação e digestão. Foi projetada para receber todos os despejos domésticos (águas cinza e negras), lavanderia, cozinha, banheiros, lavatórios, entre outros, com capacidade para 3.500 litros.

Na fossa séptica 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. Nesse ambiente, ocorre a sedimentação e digestão, onde se realiza o tratamento primário das águas servidas. O líquido escoar no sentido horizontal, de modo a

permitir que os materiais em suspensão se depositem no fundo da caixa, onde se decompõem de forma anaeróbica, transformando-se em líquidos e gases.

O tratamento secundário ocorre na segunda caixa chamada de BET, instalada na sequência, recebendo apenas o material líquido proveniente da fossa séptica, visto que o material sólido ficou retido nesta primeira. A segunda caixa foi escavada na profundidade de um metro e dimensionada de acordo com o número de moradores. Utilizou-se uma camada de lona plástica de duzentas *micras*, como impermeabilizante no interior da BET, que impedirá a infiltração do efluente no solo.

No interior do sistema, introduziram-se pneus de automóveis no sentido vertical na área central da caixa, formando uma tubulação. As laterais entre os pneus e a parede da BET foram preenchidas com cinquenta cm de entulhos de construção, na sequência, foi distribuída uma camada de pedra brita número dois com vinte centímetros de espessura, em seguida, uma camada de 20 cm areia grossa e por fim uma camada de dez centímetros de terra, onde será plantada a vegetação.

Os pneus foram dispostos em linha no sentido vertical no interior do sistema formando uma câmara de recepção do efluente proveniente da séptica, a fim de distribuir lateralmente para a área preenchida com entulhos, pedra e areia, local onde as bactérias realizarão a transformação do material.

Os locais escolhidos para a instalação das BET necessitam receber grande incidência de raios solares, para que sua eficiência seja satisfatória.

Foram escolhidas espécies de plantas com alto poder de evapotranspiração. Sobre as BET's foram plantadas *Canna Indica Lily* (Bananeirinha de jardim) e *Heliconia rostrata* (Caeté) que por meio de suas raízes absorvem a umidade excedente do sistema. São plantas de crescimento rápido com alto poder de evapotranspiração e necessita para seu desenvolvimento os nutrientes disponíveis na BET.

A fim de verificar a eficiência das estações de tratamento de esgoto alternativa, foram realizadas cinco amostragens de efluentes, sendo as primeiras realizadas aos noventa dias após a instalação das BET's (Conjunto de Figuras 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f).



Figura 1. Trabalho em conjunto com as famílias e apresentação das três BET's implantadas na Comunidade Muquidão.

Org: Tiago Vinicius Silva Athaydes (2017)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a modernização da agricultura, vem se debatendo em congressos, conferências, pesquisas e nas mais diversas mídias, as questões de preservação ambiental, relacionado a isso estão o saneamento básico. Dados referentes ao esgotamento sanitário são alarmantes, indicando índices de cobertura da população, por redes coletoras de esgoto, de apenas 30% e um percentual de municípios que possuem estações de tratamento inferior a 10%. Ainda que nos municípios enquadrados nessa realidade, em geral, estações de tratamento existentes não atendem a todos; e

muitas vezes as eficiências são suprimidas e problemas operacionais são frequentes (BARROS et. al., 1995).

O lançamento de efluentes sem prévio tratamento contribui para a degradação ambiental e para a proliferação de diversos tipos de doenças de origem parasitária e infecciosa.

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 estabelece as diretrizes para o saneamento básico e tem como princípio fundamental a universalização do acesso a ele, no entanto o que se observa no texto da lei é determinado direcionamento para políticas que atendam as áreas urbanas. Quanto à área rural há uma deficiência de providências na Lei, e os resultados disso podem ser constados na realidade da área rural, como apontam os dados do IBGE (2013) com relação ao Brasil e ao Paraná (Tabela 1).

Brasil		Paraná	
Tipo de esgotamento sanitário	%	Tipo de esgotamento sanitário	%
Fossa rudimentar	49,9	Fossa rudimentar	63,4
Fossa séptica	24,9	Fossa séptica	24,4
Não tinham	13,7	Não tinham	1,8
Rede coletora	4,4	Rede coletora	8,9
Vala	3,6	Vala	1,6
Direto para rio, lago ou mar	3	Direto para rio, lago ou mar	-
Outro tipo	0,5	Outro tipo	-

Tabela 1. Comparação do esgotamento sanitário na área rural Brasil e Estado do Paraná

Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 2013.

Org: Os autores (2017)

De acordo com dados coletados com os agricultores da Comunidade Muquidão no município de Iretama, a disposição do esgoto segue o mesmo direcionamento do levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Verificou-se que as famílias entrevistadas utilizavam a fossa negra para despejo final e dessa forma, em período chuvoso, essas fossas, de pouca profundidade (devido à litologia e em contato com o basalto) escoavam o efluente subsuperficialmente contaminando as nascentes, que encontram a jusante das residências.

As reuniões com os agricultores e constante acompanhamento dos membros do projeto garantiram a participação deles nos trabalhos de implantação e de manutenção das BETs, a partir do entendimento de seu funcionamento e de sua importância socioambiental.

O trabalho de educação ambiental desenvolvido por meio de pesquisa qualitativa, com questionários semiestruturados aplicados aos agricultores e observação *in loco* das propriedades, paralelamente aos trabalhos de instalação das BET's, envolveu as famílias e possibilitou a compreensão efetiva do valor da preservação e como isto afeta o cotidiano.

A prática da educação ambiental não formal considerou a importância da troca de conhecimentos por meio de conversas, considerando as particularidades de cada ambiente e o entendimento dos agricultores. Foi possível adequar à linguagem e as práticas utilizadas de forma que a compreensão fosse facilitada. Buscou-se trabalhar com os conhecimentos sobre Educação Ambiental considerando as singularidades do local, o contexto no qual os agricultores estão inseridos.

Durante o trabalho de sensibilização ambiental, verificou-se que muitos agricultores não tinham o entendimento em relação às melhorias que a estação de tratamento de esgotos proporcionaria para as suas vidas, preservação dos rios, nascentes e lagos próximos as suas propriedades.

A partir da educação ambiental foi possível transmitir informações sobre maneiras adequadas de como lidar com os recursos ambientais sem degradá-los, ou degradando o menos possível. Houve participação ativa dos agricultores na construção das três BETs, resultando na aprendizagem da técnica e disseminação entre a comunidade, já que outros agricultores vinham acompanhar e conhecer o processo.

Nas cinco amostragens de efluentes, foram analisados dois parâmetros para avaliar a eficiência do sistema: a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), obtendo resultados satisfatórios e dentro das normas exigidas pelos órgãos ambientais (Figura 2).

A (DBO) é a quantidade de oxigênio dissolvido, necessário aos microrganismos, na estabilização da matéria orgânica em decomposição, sob condições aeróbicas, em que os efluentes quanto maior a quantidade de matéria orgânica biodegradável maior é a DBO.

O teste da DQO mede 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).

As implementações das BET's apresentaram eficiência nos parâmetros do efluente tratado, com redução significativa entre as análises realizadas.

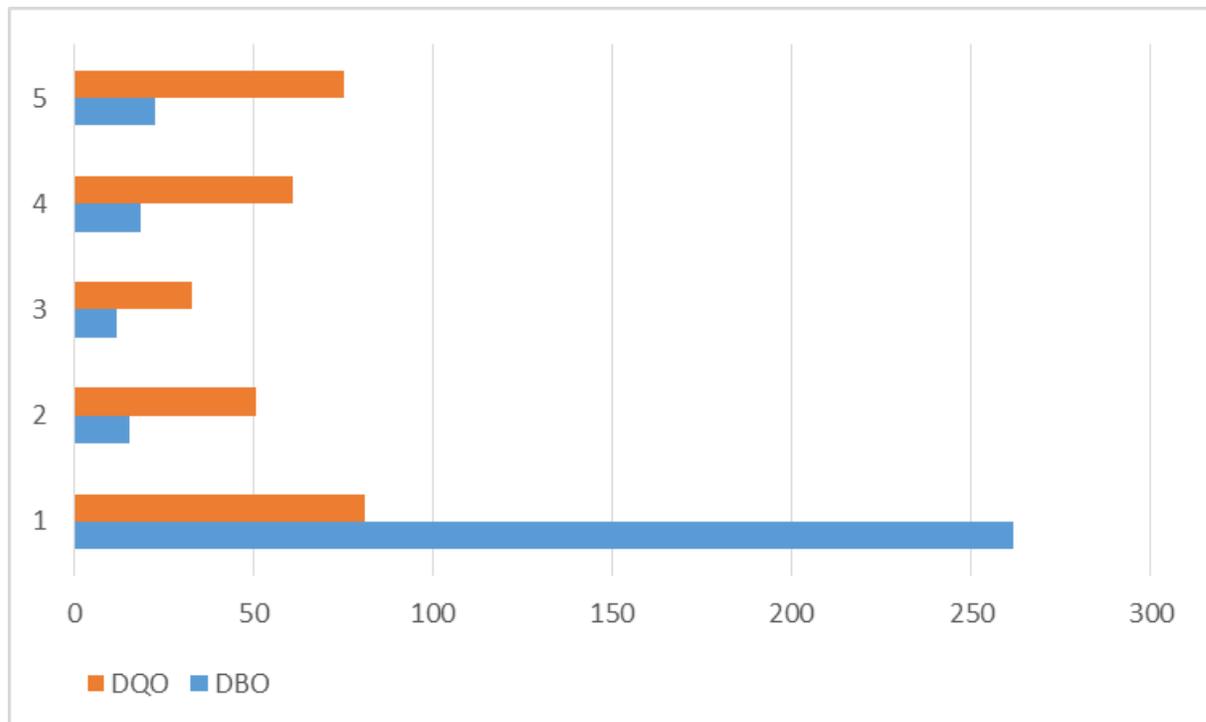


Figura 2. Eficiência dos parâmetros físico-químicos das BET's instaladas na Comunidade Muquidão (DBO e DQO mg/L)

Org: Jefferson de Queiroz Crispim (2017)

Em pesquisa realizada por Ávila (2005), a autora obteve média de 70% na DQO e 91% na DBO em tanques sépticos. Kaick et. al., (2008) obtiveram eficiência na DQO 86% e DBO 88% em sistemas de tratamento de esgotos por zona de raízes. Sabei (2015) obteve média de 71,39 de DQO e 67,19% de DBO em trabalhos realizados em cinco ETE's na Região Metropolitana de Curitiba. Os sistemas monitorados na pesquisa da Comunidade Muquidão, apresentaram resultados de 69,2 % para DQO e 91,93% para DBO, apresentando eficiência no tratamento do esgoto doméstico, cumprindo assim como um sistema eficiente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do tratamento de esgotos em conjunto a condições adequadas de saneamento é indispensável para a qualidade ambiental e a preservação da saúde humana. Este artigo é resultado de um trabalho que teve como objetivo utilizar tecnologias alternativas de saneamento ambiental em propriedades rurais de agricultura familiar.

Para implantação de um sistema de tratamento de esgoto modelo BET, deve-se considerar vários aspectos relevantes para obter uma eficiência favorável. Em princípio, a área onde a Estação de Tratamento de Esgoto que implantada tem que ser analisada juntamente com outros fatores importantes como topografia do terreno. O solo tem que ser favorável à compactação para evitar possíveis deformações ao receber os materiais como entulho, areia, pedra brita e terra. A localização em relação à luz solar é primordial quando se trata do sistema BET, pois quanto maior a incidência solar que o sistema receber, maior será o processo de evaporação e evapotranspiração.

As BET's permitem atender com tratamento adequado comunidades da zona rural, residências e escolas da zona urbanas não atendidas por rede coletora de esgoto. Um dos pontos fortes desta tecnologia é a sua flexibilidade para se adaptar a diferentes ambientes, a utilização de recursos locais, além de ser uma ferramenta para educação ambiental.

Durante o desenvolvimento de implantação dos sistemas, a sensibilização ambiental, capacitação e o repasse da técnica para as comunidades foram priorizadas, resultando na construção participativa dos agricultores.

Com as práticas de educação ambiental, buscou-se a sensibilização dos agricultores para a necessidade de estabelecer relações que permitam o equilíbrio ambiental, tendo em vista que os recursos preservados são de fundamental importância para a vida humana e também para o próprio ambiente.

Os índices de redução dos parâmetros físico/químicos analisados mostram eficiência das BET's, obtendo resultados para lançamentos de efluentes, abaixo do que é exigido pelo Instituto Ambiental do Paraná que é de 50 mg/L para DBO e até 150 mg/L para DQO.

É esperado que esse trabalho possa contribuir para que outros agricultores se sensibilizem e instalem em suas propriedades este sistema tratamento de esgoto, pois o benefício trará melhorias ambientais e sociais, evitando a contaminação das águas, eliminando odores e de vetores causadores e transmissores de doenças.

Os resultados obtidos com a instalação das BET's contribuem para amenizar o problema da falta de saneamento na zona rural e proporcionando uma melhor qualidade de vida as famílias atendidas.

O papel da sensibilização dos agricultores foi um dos fatores de suma importância, uma vez que as famílias não possuíam conhecimento sobre as BET's e seu funcionamento,

dificultando o entendimento sobre as melhorias socioambientais promovidas pelo sistema de tratamento de esgoto.

A partir destas práticas de educação ambiental, e devidamente informadas, caberá aos agricultores o papel de realizar a manutenção do sistema instalado para que não reduza sua eficiência e aumente seu tempo de uso.

5 REFERÊNCIAS

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

BRASIL. **Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Política Nacional de Educação Ambiental Brasília: 27/04/1999. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm > Acesso: 28 de maio de 2016.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Brasília, 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso: 28 de maio de 2016.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Agricultura familiar no Brasil e o censo agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://sistemas.mda.gov.br/arquivos/2246122356.pdf> > Acesso: 28 de maio de 2016.

BARROS, R.T. de V.; et. al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 221p. (Volume II, Saneamento). 1995.

CRISPIM, J. Q.; PAROLIN, M. **Saneamento ambiental rural em áreas de neossolitolítico**. CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Projeto: chamada MCTI/ CNPq/ MEC/ CAPES Nº 22/2014 – CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E SOCIAIS APLICADAS. 2014.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Tese de doutoramento. UFMS, Campo Grande, 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.sbq.org.br/online/cadernos/01/esgotos.pdf>>. Acesso em 11 de junho de 2016.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. 2007. Disponível em: Acesso em: 12 set. 2015.

IBGE. (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), **PNAD 2013**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/download/Rede%20coletora%20e%20fossa%20ligada%20a%20rede.csv>>. Acesso em 28 de abril de 2016.

KAICK, T. S. V.; MACEDO, C. X.; PRESZNHUK, R. A. **Jardim Ecológico – Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes: Análise e Comparação da Eficiência de uma Tecnologia de Saneamento Adequada e Sustentável**. 2008. Disponível em: Acesso em: 05 de julho de 2016.

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 de junho de 2016.

MANDAI, P. **Modelo descritivo da implantação do sistema de tratamento de águas negras por evapotranspiração**. Associação Novo Encanto de Desenvolvimento Ecológico - ANEDE. Monitoria Canário Verde, Brasília. Relatório técnico, 2006.

NEGRE, Tainara Soares, Et al. **Sensibilização ambiental: o caso do Terraquarium em uma IES na cidade de Palmas-To**. Faculdade Católica do Tocantins. Tocantins. 2011. Disponível em: <http://www.catolica.to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2011-1/1-periodo/O_CASO_DO_TERRAQUARIUM_EM_UMA_IES_NA_CIDADE_DE_PALMAS-TO.pdf>. Acesso em: 11/06/2016.

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

PAMPLONA S & VENTURI M. Esgoto à flor da terra. Permacultura Brasil. Soluções ecológicas. V16, 2004.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. 2ª ed. São Paulo: Brasiliense, 2009.

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. 2013.
Disponível em: <http://www.fecilcam.br/nupem/anais_viii_epct/PDF/TRABALHOCOMPLETO/Anais-CET/GEOGRAFIA/Srutkowiskitrabalhocompleto.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 2016.

SOARES, S.R.A.; BERNARDES, R.S.; CORDEIRO NETTO, O.M. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, p. 1713-1724, 2002.

SOUZA, K.F. de O. **Fossas Negras: Um problema para o meio ambiente e para saúde pública**. Faculdade de Educação e Meio Ambiente. Trabalho de Conclusão de Curso em Gestão Ambiental. Ariquemes. 2015.

TEIXEIRA, J. B. Saneamento rural no Brasil: perspectivas. In: Rezende, S.C. (org.). Cadernos temáticos. (Vol. 7). In: Heller, L.; Moraes, L. R. S.; Britto, A. L. N. P.; Borja, P. C.; Rezende, S. C. (coord.). **Panorama do saneamento básico no Brasil**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010

OTENIO, M. H.; LOPES, J. D. S (Org.) **Tratamento de Água e Esgoto na Propriedade Rural**. 1. ed. Viçosa MG: Centro de Produções Técnicas – CP

Data de recebimento: 14 de novembro de 2017.

Data de aceite: 26 de junho de 2018.