

Vantagens e desvantagens dos métodos Wetland e tanque de evapotranspiração: Revisão não sistemática

Advantages and disadvantages of the Wetland and evapotranspiration tank methods: Non-systematic review

DOI:10.34117/bjdv7n6-228

Recebimento dos originais: 10/05/2021

Aceitação para publicação: 10/06/2021

Diego César Veloso Rezende

Engenheiro Agrônomo, Pós-graduado em Extensão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável pela UFLA; Mestre em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado pelo IFGoiano.(PPGCRENAC) Servidor na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG); Docente universitário da UNIFUCAMP – Monte Carmelo – MG e Doutorando em Agronegócio – PPGAGRO-UFG.

E-mail: diegoformiga@yahoo.com.br

Éllen Lemes Silva

Engenheira Agrícola, Mestre em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado – IFGoiano e Doutoranda do Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola – Unioeste Cascavel – PR

E-mail: ellen_cbba@hotmail.com

Ana Flavia de Jesus Pinto

Engenheira Agrônoma e Mestre no Programa em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado (CRENAC) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Urutaí. Especialista em Planejamento em Gestão de Negócios pela Universidade Estadual de Goiás. Atualmente é Coordenadora de Pesquisa na Empresa - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Estrada de Ferro (PEDIF).

E-mail anaflaviah15@gmail.com

Sthefania Dalva da Cunha Rezende

Nutricionista, graduada pela UniAtenas; Pós-graduada em Nutrição Humana e Saúde pela UFLA, pós-Graduada em Alimentação e Saúde pelo Instituto Cotemar/Itaúna-MG, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IFTM/MG. Nutricionista da Atenção básica em Saúde da Prefeitura Municipal de Monte Carmelo e Docente universitária da UNICERP – Patrocínio/MG.

E-mail: sthenutri@hotmail.com

Mallú de Mendonça Barros

Administradora, Doutoranda em Agronegócios, na linha de pesquisa de Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – PPGAGRO- UFG; Mestre em Conservação e Preservação do Cerrado (PPGCRENAC-IFGOIANO); Especialista em Gestão Pública (UFG); Especialista em Planejamento Estratégico, Gestão e Implementação EaD (UFF); Especialista em Docência Universitária (FacLIONS). Servidora pública da Prefeitura de Goiânia, lotada na Gerência de Políticas Públicas da Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA). Docente universitária. Bolsista FUNARBE/EMBRAPA Arroz e

Feijão/ UNIVERSIDADE DE NOTINGHAM-UK “Avaliação da intensificação sustentável de sistemas agropecuários integrados (ILPF) no Brasil.”

E-mail: mallumendonca.adm@gmail.com

Sara de Lima Saeghe Alcanfor Ximenes

Advogada, Mestranda em Agronegócio na linha de pesquisa Agricultura Familiar e o Agronegócio- PPGAGRO- UFG; Especialista em Direito do Consumidor (Faculdade Darwin); Formada em Direito (Unievangélica); Docente Universitária com atuação em cursos de graduação, pós-graduação lato sensu e preparatórios para o exame da OAB.

E-mail: sarahximenes@gmail.com

Thais Gomes de Oliveira

Advogada, Aluna Especial Mestrado em Agronegócio - Universidade Federal de Goiás (UFG). MBA em Gestão Estratégica em Energias Naturais Renováveis - Universidade Federal do Paraná (UFPR). Especialista em Ciências Criminais - Universidade Anhanguera Uniderp.

Especialista em Direito Ambiental - Universidade Federal do Paraná (UFPR). Sócia Diretora no escritório de advocacia Oliveira Sociedade de Advogados. Presidente do Conselho Administrativo da Associação dos Prosumidores de Energia Elétrica. Arbitra na Câmara de Arbitragem e Mediação SESP (CAMSESP)

E-mail: direito.thais@gmail.com

Lucas Boscatti

Advogado. Mestrando em Conservação e Preservação do Cerrado (PPGCRENAC-IFGOIANO); Especialista em Direito Processual Civil pela Escola Superior do Ministério Público de Goiás; Ex-assessor jurídico do Ministério Público do Estado de Goiás

E-mail: lucasboscatti.adv@gmail.com

Rhynaldo Ribeiro da Costa

Administrador, Mestrando do Programa de Pós - Graduação em Agronegócio da UFG (PPGAGRO/UFG). Pós-graduação em Metodologia do Ensino Superior pela Universidade Estadual de Goiás. Graduação em Administração de Empresas pela Associação Salgado de Oliveira de Educação e Cultura. Professor, coordenador de extensão e coordenador de Pós-Graduação em Logística na Faculdade Unicamps. Atuação: área de Educação, com ênfase em Administração (Logística, Marketing, Liderança) e Ciências Contábeis.

E-mail: rhynaldocosta@gmail.com

RESUMO

O lançamento de efluentes sem tratamento adequado, é devido a precariedade do serviço de saneamento ambiental. O cenário atual do saneamento no meio rural demonstra que ainda são intensas as desigualdades considerando habitantes das áreas urbanas, sendo o acesso dificultado devido a heterogeneidade de comunidades rurais e distâncias das estações de tratamento. Objetivou-se nesta revisão sistemática expor vantagens e desvantagens dos métodos de tratamentos de esgotos domésticos em áreas rurais, com os seguintes indicadores “tratamento de esgotos domésticos, saneamento ecológico, *wetlands* construídos, zonas rurais, tanque de evapotranspiração”. Realizou-se busca em bases eletrônicas Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Acadêmico, com seleção dos estudos pelos títulos e resumos, com palavras-chave “desfecho de eficiência nas gramíneas; eficácia dos sistemas de tratamentos de esgoto; artigos publicados em

português e inglês”. Visando a preservação da biodiversidade, a qualidade do solo e da água, foi visto no trabalho que os dois sistemas de tratamento são uma alternativa viável para qualquer tipo de propriedade rural. Por fim, foi observado que os dois tipos de tratamento disponíveis visam a preservação da biodiversidade e meio ambiente, a sustentabilidade, sendo uma tecnologia de fácil aplicação em qualquer propriedade rural. É um processo que deve ser trabalhado e incentivado, por empresas de extensão rural e instituições de pesquisa com finalidade de assistência técnica, logo agindo assim estarão interrompendo o ciclo das diversas doenças hídricas e tudo isto culminará com a melhoria da qualidade de vida das famílias rurais.

Palavras-chave: efluentes, saneamento rural, preservação, biodiversidade

ABSTRACT

The discharge of effluents without proper treatment is due to the precariousness of the environmental sanitation service. The current scenario of sanitation in rural areas shows that inequalities are still intense considering inhabitants of urban areas, with access being hampered due to the heterogeneity of rural communities and distances from treatment plants. The objective of this systematic review was to expose advantages and disadvantages of domestic sewage treatment methods in rural areas, with the following indicators “domestic sewage treatment, ecological sanitation, built wetlands, rural areas, evapotranspiration tank”. A search was carried out on Scientific Electronic Library Online (SciELO) and Google Scholar databases, with selection of studies by titles and abstracts, with keywords “efficiency outcome in grasses; effectiveness of sewage treatment systems; articles published in Portuguese and English”. In order to preserve biodiversity, the quality of soil and water, it was seen in the work that the two treatment systems are a viable alternative for any type of rural property. Finally, it was observed that the two types of treatment available are aimed at preserving biodiversity and the environment, sustainability, being a technology that can be easily applied to any rural property. It is a process that must be worked on and encouraged by rural extension companies and research institutions for the purpose of technical assistance, so doing so will interrupt the cycle of different water diseases and all this will culminate in improving the quality of life of rural families.

Keywords: effluents, rural sanitation, preservation, biodiversity

1 INTRODUÇÃO

O lançamento de efluentes sem tratamento adequado, consiste devido à precariedade do serviço de saneamento ambiental, segundo os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios IBGE/PNAD (2015), o cenário atual do saneamento no meio rural demonstra que ainda são intensas as desigualdades considerando habitantes das áreas urbanas, sendo o acesso dificultado devido a heterogeneidade de comunidades rurais e distâncias das estações de tratamento (TEIXEIRA, 2014).

Os dados analisados de esgotamento sanitário rural, apenas 5,45% dos domicílios estão ligados à rede de coleta de esgotos e 33,25% utilizam a fossa séptica como solução para o tratamento dos dejetos. O restante 61,30% domicílios depositam os dejetos em

“fossas rudimentares”, lançam em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto. (IBGE/PNAD,2015)

A disposição inadequada de efluentes em corpos d’água podem levar a incidência de doenças de origem hídrica, seja por contaminantes químicos naturais ou introduzidos pelo homem, como intoxicação, câncer e metamoglobina devido contaminantes químicos de origem natural ou antrópico, e veiculação hídrica por bactérias (Cólera, Febre Tifoide, Gastroenterites, Leptospirose, Salmonelose), protozoários (Amebíase, Malária), verminoses (Helmintoses) e vírus (Hepatite Infecciosa, Poliomielite, Febre Amarela, Dengue, Febre Zyka, Febre Chikungunya) (RIBEIRO e ROOKE, 2010) Sendo que, ao longo prazo podem causar doenças graves e levar até a morte.

Cargas orgânicas podem causar a redução da concentração de oxigênio dissolvido em rios. Conforme resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) quando concentrações inferiores a 5 mg. L-1, e em virtude de presença de nutrientes podendo causar eutrofização, devido crescimento acelerado de algas, ocasionando odor, gosto e biotoxinas à água. Além disso, substâncias químicas como detergentes em locais de maior turbulência dos rios podem formar espumas, sendo determinante difusamente na morte de peixes e outros animais (SABEI e BASSETTI 2013; OLIVEIRA, 2016).

No Brasil, a resolução CONAMA n°430 (BRASIL, 2011), dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, já em relação ao solo CONAMA 420/2009 dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Segundo Sabei e Bassetti (2013), uma importante razão de tratamento de esgoto é a preservação dos corpos hídricos, pois são importantes para manutenção dos ecossistemas e essenciais para preservação da diversidade.

Entretanto para decisão de qual método a ser implementado, é importante observar a heterogeneidade do meio rural, analisando cuidadosamente as especificidades próprias de cada região, e assim atender as exigências particulares de intervenção em saneamento básico, tanto no âmbito social como nas questões ambientais, tecnológicas e educativas (FUNASA, 2016).

O uso de *wetlands* para tratamento e pós-tratamento de efluentes tem sido largamente pesquisado nas últimas décadas apresentando resultados positivos em relação à remoção da carga poluidora, matéria orgânica (SIQUEIRA, 2014; MOURÃO, 2016). O termo *Wetland* vem do inglês e significa “zona úmida” ou “terras alagadas”, também

chamados de zona de raízes e leitos cultivados. Podem ser de origem natural (áreas alagadas como as várzeas, brejos, pântanos manguezais), segundo Borges (2005) e construídas (constituído por um leito preenchido com substrato e plantas aquáticas). Dentro os parâmetros mais importantes consistem em o regime do fluxo da água (superficial ou subsuperficial) e o tipo de crescimento das plantas (emergentes, submersas ou flutuantes) (NIKOLIĆ; MILIĆEVIĆ; MILENKOVIĆ, 2009).

O principal objetivo da utilização de sistemas de *wetlands* construídas, é a melhoria da qualidade da água, seguido por objetivos secundários, tais como: produção fotossintética, produção de energia, podendo também ser utilizados recreacionalmente, comercialmente e para educação humana (KADLEC e KNIGHT 1996; SALATI et al, 2009).

Dentre as tecnologias estudadas, tem -se os sistemas alagados construídos e tanque de evapotranspiração. A aderência de uma tecnologia ecológica visa manter o sistema com sua eficácia e sustentabilidade, e assim gerar melhorias na qualidade de vida xda população, além da manutenção da biodiversidade devido a conservação dos recursos hídricos (SILVA, 2016; EMATER, 2016).

Segundo EMATER (2016) o TEvap Tanque de Evapotranspiração trata-se, de uma solução funcionalmente simples, devido estruturas de fácil construção e operação, constitui de um tanque impermeabilizado construído com tijolos, neste o efluente é direcionado para dentro de uma câmara de recepção através de tubulações de PVC, a um reservatório estruturado com “tijolos baianos tijolos vasados”, onde o efluente dentro da câmara entrepassa-as camadas de materiais cerâmicos e pedras, distribuídos em seu interior, iniciando à digestão anaeróbica das águas negras. Esta camada de material poroso é colonizada de bactérias que ajudam na digestão o efluente vai saturando o tanque em camadas, ou seja, começa o preenchimento de camadas inferiores do tanque, onde se encontram os meios filtrantes brita e areia, para camadas superiores, onde se encontra o solo, sendo neste absorvido e evaporado com ajuda de plantas (FERNANDES et al, 2015).

Consiste de um sistema fechado, não há saída de água, seja para filtros ou sumidouros, baseia em um sistema de decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização e absorção dos nutrientes e da água, pelas raízes dos vegetais. Os nutrientes deixam o sistema incorporando-se a biomassa das plantas e a água é eliminada por evapotranspiração. Não há deflúvio. Assim os microrganismos patogênicos, permanecem no sistema, evitando contaminação de lençóis freáticos (EMATER, 2016).

Por ser uma tecnologia ainda muito recente, não existem trabalhos disponíveis na literatura sobre operação e eficiência de sistemas de evapotranspiração (Tevap). A eficiência do mesmo é verificada apenas para tratamento do efluente proveniente do vaso sanitário. O Tevap não é indicado para locais com altos índices de precipitação, pois pode ocorrer extravasamento diminuindo a eficácia. Embora o TEvap não seja propriamente um sistema de tratamento de esgoto para o qual se possa aplicar o conceito de eficiência, há diversos trabalhos que corroboram para uma melhora significativa do esgoto doméstico dentro desse sistema (BERNARDES, 2014).

Segundo Lisboa (2016), as características dos efluentes são variáveis quanto a sua origem (doméstico, industrial, agrícola drenagem pluvial e depósitos de resíduos sólidos), para tanto, possuem alta diversidade de substâncias nocivas ao homem e à natureza, quando em excesso. Por conseguinte, para evitar a contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas, deve-se realizar o tratamento eficiente dos esgotos a fim de remover as substâncias poluidoras, sobretudo os sólidos orgânicos e inorgânicos, matéria orgânica e microrganismos patogênicos, que são os mais encontrados no esgoto doméstico.

Especialistas presumem que a cada R\$1 investido pelo governo em saneamento básico, o sistema de saúde economiza R\$4 no tratamento de doenças causadas pela ausência de tratamento de água e esgoto (FUNASA, 2010).

Com este estudo objetivou-se expor vantagens e desvantagens dos métodos de tratamentos de esgoto domésticos em áreas rurais através de uma revisão sistemática.

2 METODOLOGIA

Para o levantamento bibliográfico, optou-se pela busca de artigos em periódicos nacionais e internacionais, no período de 2015 a 2018, disponíveis nas bases de dados pertencentes à Scientific Electronic Library Online (SciELO) e ao Google Acadêmico.

A escolha destes dois bancos de dados, foi por se tratarem de bancos com maiores números de periódicos publicados mundialmente. Para selecionar os artigos com intuito de identificar quais são caracterizados como tratamento de esgotos domésticos, os descritores utilizaram palavras chaves: “tratamento de esgotos domésticos, saneamento ecológico, *wetlands* construídos, zonas rurais, tanque de evapotranspiração”.

Posteriormente, foi realizada as análises dos mesmos, através da leitura dos títulos garantindo que estes artigos estavam relacionados ao levantamento. Os artigos que o título não era relacionado ao levantamento, que não compreendia entre o período de 2015 a 2018

e que não estavam em língua portuguesa e inglesa e artigos de revisão bibliográfica foram refutados.

Como critérios de inclusão, os artigos deveriam preencher as seguintes condições: apresentar desfecho de eficiência nas gramíneas; eficácia dos sistemas de tratamentos de esgoto; artigos publicados em português e inglês.

A análise foi realizada considerando informações específicas de cada artigo relacionada à autoria, ano de publicação, país, área de atuação, tipo de pesquisa, instrumento utilizado para coleta de dados, tempo de pesquisa e implantação dos sistemas e os resultados encontrados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos artigos, foi possível verificar, que dos 36, artigos publicados entre os períodos de 2015 a 2018 nos bancos de dados online SCIELO e Google Acadêmico, 17 apenas especificavam o uso de tratamento de esgotos domésticos, saneamento ecológico, *wetlands* construídos, zonas rurais, tanque de evapotranspiração.

Os critérios de escolha fazem parte do conceito de desenvolvimento sustentável, definido pela ONU em 1987, no relatório 'Nosso futuro Comum' (UNITED NATIONS, 2014) como a utilização dos aspectos econômicos, sociais, espaciais, culturais e ambientais da sociedade, para que sejam providos tanto as necessidades individuais quanto as coletivas, simultaneamente preservando a biodiversidade e os ecossistemas naturais.

O quadro 1 apresenta dois métodos de tratamentos de esgoto, descrição quanto ao método, culturas utilizadas, vantagens e desvantagens.

Quadro 1. Análise dos métodos.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO DO MÉTODO	PRINCIPAIS CULTURAS UTILIZADAS	VANTAGENS ECONÔMICAS E AMBIENTAIS	DESVANTAGENS ECONÔMICAS E AMBIENTAIS
TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO	O tanque de evapotranspiração (TEvap), também chamado de fossa bioséptica ou fossa de bananeiras por alguns praticantes de permacultura, consiste em uma caixa impermeabilizada, preenchida por camadas de substrato e plantas. Esta unidade recebe as águas negras de uma residência e realiza os processos de digestão anaeróbia, mineralização dos nutrientes, absorção e evapotranspiração pelas plantas, sem a necessidade de tratamento prévio.	<ul style="list-style-type: none"> - Bananeira (<i>Musa cavendishii</i>) (SOARES, 2016). - Mamoeiro (<i>Carica papaya</i>). (FERNANDES et al., 2015) - Lírio do Brejo (<i>Hedychium coronarium</i>) (EMATER, 2016) - Copo de leite (<i>Zantedeschia aethiopica</i>) (EMATER, 2016) - Maria sem-vergonha (<i>Impatiens walleriana</i>) (EMATER, 2016) - Junco (<i>Zizanopsis bonariensis</i>) (ALVES et al, 2015) - caeté banana (<i>Heliconia</i> spp.) (ALVES et al, 2015) 	<p>ECONÔMICAS: O material empregado no tanque de evapotranspiração é de baixo custo, com materiais até reutilizáveis como cacos de telhas, o que reduz o custo ambiental e financeiro da implantação e contribui para a sustentabilidade do projeto.</p> <p>AMBIENTAIS: a) Redução substancial dos sólidos voláteis; b) Redução significativa do número de organismos patogênicos; c) Estabilização das substâncias orgânicas; d) Redução do volume de lodo. A utilização de minhocas no substrato, com alta atividade biológica e formação de húmus. e) processos que reciclam o composto</p>	<p>ECONÔMICAS: O TEvap desconsidera procedimentos para execução da retrolavagem e seu método construtivo não permite que o líquido seja fluidizado, pois o substrato é confinado e o fluxo é ascendente.</p> <p>AMBIENTAIS: A impermeabilização errada do tanque séptico, pode causar infiltrações e contaminações do solo e das águas subterrâneas. A colmatagem deve ser observada. Não é indicado para locais com altos índices de precipitação</p>
WETLANDS	Tanques ou valetas impermeabilizadas, equipado com sistema de drenagem artificial no fundo e cultivados por plantas flutuantes, submersas ou enraizadas;	<i>Typha</i> spp. (Brasil et al., 2007a; Matos et al., 2009), <i>Juncus</i> spp. (Sousa et al., 2000), <i>Eleocharis</i> spp. (Mazzola et al., 2005), arroz (<i>Oriza sativa</i> L.) e	ECONÔMICAS: Utiliza de materiais de baixo custo como areia, brita, terra, não há necessidade de mão de obra especializada, possui baixo consumo de energia, possibilidade de ganho com a utilização da biomassa	ECONÔMICAS: área do local ocupado teria uso limitado; - custo do tratamento prévio do esgoto; - custo de substratos; - custo de manutenção (entupimentos); - custo de manejo das culturas

		<p>gramíneas do gênero <i>Cynodon</i> (Matos et al., 2009). Além de outras como alternantera (<i>Alternanthera philoxeroides</i>) (Matos et al., 2009; Fia et al., 2008), azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) (ROSSMANN et al., 2012) e lírio amarelo (<i>Hemerocallis flava</i>) (Chagas, 2011).</p>	<p>produzida. (alimento para gado). AMBIENTAIS: Vegetação extrai nutrientes, evitando acúmulo e salinização do meio, favorecem desenvolvimento de filtro biológico.</p>	<p>AMBIENTAIS: necessita de fornecimento contínuo de “água”;</p> <ul style="list-style-type: none"> - área do local ocupado teria uso limitado; -requer maior quantidade de área; - necessidade de tratamento prévio do esgoto; - necessidade de manejo das macrófitas; - possibilidade de mosquitos, nos sistemas de águas superficiais;
--	--	--	--	---

Com a análise da tabela acima é possível perceber que os dois métodos apresentam vantagens e desvantagens e todos os critérios (técnicos, econômicos e ambientais).

O tanque de evapotranspiração se apresenta como uma alternativa econômica e viável sendo de total importância para o tratamento de águas negras, assim evitando contaminações no meio ambiente, podendo ser uma saída para o tratamento de águas negras em cidades, ou regiões com déficit no tratamento de esgoto.

O wetland demonstra ser uma alternativa viável, sendo uma tecnologia ecológica que pode ser aplicada em todas as regiões brasileiras, nas áreas rurais e urbanas que não dispõem de rede pública de coleta de esgoto sanitário ou que possuem fossas rudimentares, ou ainda não possuem nenhuma solução

TCC-Soares (2016), estudando “TANQUES BIOSÉPTICOS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS EM ZONAS RURAIS”, obteve resultados satisfatórios sobre o sistema, comparando com fossas negras, e justifica que dentre as vantagens a fácil aquisição de materiais para execução e o fato de não exigir mão de obra especializada, atrai o interesse para comunidades rurais. Tendo em vista que os efluentes possuem nutrientes essenciais para as plantas, faz com que a adoção de plantas seja fundamental para sustentabilidade, além da produção de alimento, como exemplo a utilização de bananeiras.

Sabei (2014) estudando o sistema de “zona de raízes”, atingiu resultados favoráveis quanto a sua pesquisa, observando-se que o sistema foi considerado de fácil implementação, custos viáveis e compensatórios e devido as duas espécies :*Zantedeschiaaethiopica* (copo-de-leite), *Cyperuspapyrus* (papiros) utilizadas tornou socialmente aceitável. Um fato importante observado, foi que, devido a participação da comunidade no desenvolvimento e implementação do sistema ecológico de tratamento, este trabalho atuou como um meio de disseminação e incentivo à moradores, levando alguns a implementar em suas propriedades.

Souza (2015), utilizou 3 plantas: bananeira ou cana amarela (*Canna indica*), bananeira ou cana vermelha (*Canna indica*) e vetiver (*Vetiveria zizanioides*), observou que o sistema foi eficiente no tratamento do efluente, sendo os custos compensatórios para o sistema de tratamento. Segundo o autor, as plantas utilizadas com o tempo perdem a eficiência de remoção de nutrientes, pressupondo a estabilização de nutrientes na planta.

Lisboa (2016), fez um estudo, projetando uma comunidade rural hipotética na região semiárida, obteve com os resultados a conclusão que o tratamento com formas alternativas é eficiente, e que a importância para o tratamento através dessas soluções se

mostra atrativas, uma vez que são possíveis de adaptações. E propõe medidas para o desenvolvimento de comunidades, frisando a importância de disseminação de tais alternativas, incentivando uso racional e consciente dos recursos naturais, bem como o reuso de resíduos gerados pelas comunidades.

Cardoso Filho(2015) através do estudo “desempenho de um sistema de alagado construído, plantado com capim vetiver (*chrysopogon zizanioides* (L.) roberty),na remoção de metais e de p, s e se de resíduos de fossa”, utilizando capim vetiver no sistema de tratamento de resíduos de fossa, obteve resultados satisfatórios para remoção de contaminantes presentes no resíduo, observando que o tanque utilizando a cultura apresentou maior EVAPOTRANSPIRAÇÃO, havendo assim um MAIOR INDICE de remoção do que o tanque controle. Assim, considerando que metais pesados estão presentes nos resíduos e estes em excesso se tornam potencialmente tóxicos, a técnica é de grande importância e traz as vantagens de simplicidade na implementação, podendo ser executado com ausência de mecanização, além de redução com gasto de energia e manutenção.

De acordo com Teske (2016), com trabalho de construção de um *Wetland* híbrido para polimento de efluente doméstico. Verificou-se que o sistema é fácil construção e faz uso de materiais simples, de fácil aquisição e custos reduzidos. Outro fator de fundamental importância é a orientação e instrução dos responsáveis quanto à forma de operação e as manutenções que devem ser realizadas ao longo da vida útil do sistema. O custo total do *wetland* construído híbrido, composto por dois módulos de fluxo hidráulico distinto, chegou a R\$ 2.750,83. Cabendo ressaltar que este *wetland* construído foi dimensionado de forma conservadora, adotando o maior valor indicado de área superficial por habitante para Construído Fluxo Sub Superficial Vertical (WCV) e seguido de um Construído Fluxo Sub Superficial Horizontal WCH de mesma área superficial, para otimizar o polimento do efluente.

Medeiros (2017), quando avalia estudo sobre a aplicação de *Wetlands* construídos para o tratamento de esgoto em loteamentos, condomínios e comunidades isoladas. Ressalta que os *wetlands* construídos avaliados possuem desempenho compatível, e até mesmo superior, quando comparados com as tecnologias de nível secundário normatizadas pela NBR 13969/1997 (ABNT, 1997) e atendem o que dispõe a proposta do CONSEMA em metas progressivas, resolução CONAMA n. 430 e Lei n. 14675/2009 em termos de DBO e PT para lançamento em cursos d'água. Demonstraram serem alternativas robustas quando empregadas no tratamento de águas residuais domésticas, surgindo como uma ecotecnologia que pode ser aplicada em todas as regiões brasileiras, nas áreas rurais e urbanas

que não dispõem de rede pública de coleta de esgoto sanitário ou que possuem fossas rudimentares, ou ainda não possuem nenhuma solução. E tem grande potencial para utilização como área verde urbana em loteamentos e condomínios, pois atendem em grande parte os quesitos legais e características funcionais aplicáveis às áreas verdes urbanas.

De acordo com Camargo (2016), em seu trabalho de irrigação com efluente doméstico tratado em densidade de plantio no cultivo de Pimenta de cheiro. Verifica que o tipo de água e densidade de plantio não influenciou na altura das plantas e na massa úmida dos frutos de pimenta de cheiro. A produtividade, o diâmetro do caule e a eficiência no uso da água foram maiores no menor espaçamento entre plantas no tratamento com água residuária. E os teores de sódio, cálcio, magnésio e razão de adsorção de sódio são maiores que os padrões recomendados para uso na irrigação. Sendo importante destacar que em um cenário de escassez e cobrança do uso da água, tornam-se urgentes medidas de tratamento da água, esgotos, dejetos animais e efluentes agroindustriais e seu reúso nas atividades agrícolas. E que os produtos gerados nos tratamentos de águas e resíduos devem ser amostrados e analisados periodicamente.

MADEIRA (2017), destaca em seu trabalho de análise de performance e proposições e proposições de novos conceitos para módulos de uma unidade de tratamento de efluentes domésticos. Que o resultado da geração dos conceitos, permitiu a seleção do conceito mais promissor, baseada em critérios definidos a partir das necessidades. Mesmo com algumas alternativas com favoráveis chances de sucesso, o conceito escolhido apresentou melhor avaliação em critérios importantes como facilidade de construção e potencial de aeração. E mesmo sem poder mensurar a diferença de performance comparada com o módulo utilizado no primeiro protótipo, acredita-se que com base na metodologia utilizada, a preposição do novo conceito de módulo tem potencial de sucesso e os objetivos inicialmente estabelecidos, foram atingidos.

Ramos (2017), destaca em seu trabalho tecnologia social como facilitadora para tratamento de esgoto em área rural. À importância de entender o processo de implantação e de implementação de uma tecnologia social de tratamento de esgoto no contexto rural á qual pode fornecer limitações e oportunidades e ampliação ambiental em área rural. Que ainda a tecnologia social escolhida tenha apresentado pontos satisfatórios no que se refere às características de uma tecnologia social, tais como organização e planejamento das ações, melhoria para saúde e para comunidade, baixo custo para o processo de implantação, e existe algumas questões que podem ser consideradas regulares ou insatisfatórias e devem ser reavaliadas em intervenções futuras.

Sousa (2018), descreve em seu trabalho estudo da implementação de sistemas naturais de tratamento de águas residuais no tratamento de efluentes de caudais variáveis o caso de estudo da “Boomland”. Que à urgente necessidade de uma solução adequada e eficaz para o tratamento da água residual, levou à consideração dos processos de tratamento por lagunagem como apropriados às características e requisitos verificados. E que foram admitidos dois cenários de tratamento das águas cinzentas juntamente com os lixiviados das WCs compostáveis (Cenário 1); o tratamento apenas das águas cinzentas (Cenário 2), utilizando plantas macrófitas. Onde concluiu-se que o cenário 1 tem um custo associado superior relativamente ao cenário 2, embora este permita o tratamento de toda a água residual produzida na Boomland.

De acordo com Silveira (2015), potencial de remoção de nitrogênio em um único estágio de filtros plantados com macrófitas para o tratamento de esgoto doméstico bruto: aporte da biologia molecular para a compreensão dos processos. A dinâmica de crescimento das bactérias observada nos dias de alimentação e repouso indica que um período de repouso de sete dias utilizado no Sistema Francês seria suficiente para impedir um decaimento excessivo da comunidade bacteriana, otimizando assim a eficiência do tratamento. Filtros plantados com macrófitas são extremamente dinâmicos e possuem um ambiente heterogêneo, em que a variação dos parâmetros físico-químicos e ambientais interfere fortemente na eficiência do tratamento, bem como nos organismos envolvidos nos processos de transformação do nitrogênio. Além disso, a diversidade de micro-organismos envolvidos no ciclo do nitrogênio em filtros plantados com macrófitas é extremamente mais ampla do que se imaginava ou, do que se tem descoberto até o momento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou uma revisão sistemática da literatura sobre dois métodos de tratamento de esgotos domésticos, tendo sido selecionados 17 artigos. Foi possível explicitar as vantagens e desvantagens de cada um dos tratamentos identificados, de forma a possibilitar uma escolha balizada em diferentes casos.

Entender o processo de implantação e de implementação das tecnologias sustentáveis citadas no presente trabalho, com finalidade para o tratamento de esgoto do contexto rural, fornece informações importantes quanto às limitações e oportunidades existentes, com vistas à facilitação e ampliação do saneamento ambiental em áreas rurais.

Visando a preservação da biodiversidade, a qualidade do solo e da água, foi visto que os dois sistemas de tratamento são uma alternativa viável para qualquer tipo de propriedade rural. Deseja-se que ocorra o despertar dos produtores rurais, afim de que a médio e longo prazo possam apoderar de uma destas tecnologias e implantá-la em sua propriedade. Com esta atitude estarão contribuindo na manutenção e preservação da biodiversidade. Lembrando que a participação das pessoas no processo de tomada de decisão do sistema de tratamento de esgoto, é de grande importância, pois dessa maneira as decisões ficam claras e de maneira consciente. É um processo que deve ser trabalhado e incentivado, por empresas de extensão rural e instituições de pesquisa com finalidade de assistência técnica, logo agindo assim estarão interrompendo o ciclo das diversas doenças hídricas e tudo isto culminará com a melhoria da qualidade de vida das famílias rurais.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.O.; ANDRADE, I.K.T.; SILVA, G.B.; COSTA, J.N. Tratamento de esgoto sanitário: uma solução simples e ecológica de interesse social. *Janus, Lorena*, n.21, Jan.-Jun., 2015.

BERNARDES, F. S. Avaliação do tratamento domiciliar de águas negras por um Tanque de Evapotranspiração (TEvap). *Revista On-line IPOG*. 2014. Disponível em <<http://www.ipoggo.com.br/uploads/arquivos/87d66210c6fd06a201d2ac670ff74fdd.pdf>> Acesso em 14 de maio 2018.

BORGES, A. K. P. Despoluição De Águas Superficiais E Efluentes De Piscicultura Através De Sistemas Construídos De Áreas Alagadas (Constructed Wetland) – [Tese de Doutorado]. 140 p. Claro/SP. 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. *Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF*, 16 maio 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA N.º 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. 2005.

BRASIL, M.S.; MATOS, A.T.; SOARES, A.A. Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Typha* sp.) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 12, n. 3, p. 266-272. 2007.

CAMARGO, S. M. P. Irrigação com efluente doméstico tratado em densidade de plantio no cultivo de Pimenta de cheiro. [conclusão de curso]. Brasília. DF. 2016.

CHAGAS, R.C.; MATOS, A.T.; CECOM, P.R.; LO MONACO, P.A.V.; FRANÇA, L.G.F. Cinética de remoção de matéria orgânica em sistemas alagados construídos cultivados com lírio amarelo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 11, p. 2011.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Legislação Ambiental, Resolução n0001*, de 23 de janeiro de 1986.

EMATER. EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Tanque de evapotranspiração para o tratamento de efluentes do vaso sanitário domiciliar. 2016. 11p. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/livrariavirtual/ma010.pdf>>. Acesso em: 28 de maio 2018.

FERNANDES, A.C.; PANDOLFI, M.A.C.; SCABELO, C.; GROSSI, S.F. A viabilidade do tratamento de águas negras através do tanque de evapotranspiração no meio rural. In: III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga. Disponível em: 9p. outubro de 2015.

FIA, R.; MATOS, A.T.; FERREIRA, P.A.; TEODORO, P.E.P.; SCHUERY, F.C.; LUIZ, F.A.R. Desempenho agrônômico da *Typha* sp. e *Alternanthera philoxeroides* Mart. utilizadas no tratamento de águas residuárias da lavagem e descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro em sistema alagado construído. *Engenharia na Agricultura*, v. 16, n. 4, p. 436-448. 2008.

FILHO, D. M. C. Desempenho de um sistema de alagado construído, plantado com capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.). Roberty), na remoção de metais e de P, S e Se de resíduos de fossa. [dissertação de mestrado]. Goiânia. GO. 2015.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. Manual de saneamento. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Panorama do saneamento rural no Brasil. 2016. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica2/saneamento-rural/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil/>>. Acesso em: 25 de mai. 2018.

IBGE PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de Indicadores. 2015/IBGE. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 108p.

KADLEC, R.H.; KNIGHT, R.L. *Treatment Wetlands*. CRC Press, Boca Raton, Fl. 893pp. 1996.

LISBÔA, S. M. F. Soluções alternativas de saneamento básico para comunidades rurais. [conclusão de curso]. Cruz das Almas, BA, 2016.

MADEIRA, H. S. Análise de performance e proposições e proposições de novos conceitos para módulos de uma unidade de tratamento de efluentes domésticos. [conclusão de curso]. Rio das Ostras. RJ. 2017.

MATOS, A. T de.; ABRAHÃO, S. S.; MONACO, P. A. V. lo.; SARMENTO, A. P.; MATOS, M. P. de. Capacidade extratora de plantas em sistemas alagados utilizados no tratamento de águas residuárias de laticínios. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 14. P. 1311-1317. 2010.

MATOS, A.T.; FREITAS, W.S.; LO MONACO, P.A.V. Capacidade extratora de diferentes espécies vegetais cultivadas em sistemas alagados utilizados no tratamento de águas residuárias da suinocultura. *Revista Ambiente e Água*, v. 4, n. 2, p. 31-45. 2009.

MAZZOLA, M.; ROSTON, D.M.; VALENTIMR, M.A.A. Uso de leitos cultivados de fluxo vertical por batelada no pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio compartimentado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 2, p. 276-283. 2005.

MEDEIROS, D. M. Estudo sobre a aplicação de *Wetlands* construídos para o tratamento de esgoto em loteamentos, condomínios e comunidades isoladas. [dissertação de mestrado]. Florianópolis. SC. 2017.

MOURÃO, J. R. Avaliação da eficiência de uma *wetland* construída nos pós tratamento de efluentes domésticos. Limeira, SP. 2016.

NIKOLIĆ, V.; MILIĆEVIĆ, D.; MILENKOVIĆ, S. *Wetlands*, constructed *wetlands* and their's role in wastewater treatment with principles and examples of using it in Serbia. *Architecture and Civil Engineering*, 7 (1), 2009.

OLIVEIRA, C.L. Destino dos dejetos da bovinocultura de leite em unidades de referência da chamada pública do leite na unidade regional de Cataguases-MG. Monografia/Especialização em Extensão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, UFLA/Lavras – MG, 2016.

ROSSMANN, M.; MATOS, A.T.; ABREU, E.C.; SILVA, F.F.E; BORGES, A.C. Performance of constructed *wetlands* in the treatment of aerated coffee processing wastewater: removal of nutrients and phenolic compounds. *Ecological Engineering*, v. 49, p. 264-269. 2012.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. [especialização]. Juiz de Fora. MG. 2010.

SABEI, T. R. Educação ambiental não formal voltada para o saneamento, tendo a implementação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes em São José dos Pinhais- PR, como estudo de caso. [especialização]. Curitiba. PR. 2014.

SABEI, T. R.; BASSETTI, F. J. de. Alternativas ecoeficientes para tratamento de efluentes em comunidades rurais. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*. Vol. 9. 2013. Disponível em :<
http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/692/716> Acesso em 21 de maio 2018.

SALATI, E.; FILHO, E. S.; SALATI, E. Utilização de sistemas de *wetlands* construídas para tratamento de águas. Instituto Terramax- Consultoria e Projetos Ambientais LTDA. Piracicaba. SP. 2009.

SILVA, B.A. Determinação de condicionantes para uso do tanque de evapotranspiração como elemento de saneamento rural em Minas Gerais. Monografia. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ :48 f., 2016.

SILVEIRA, D. D. Potencial de remoção de nitrogênio em um único estágio de filtros plantados com macrófitas para o tratamento de esgoto doméstico bruto: aporte da biologia molecular para a compreensão dos processos. [tese de doutorado]. Florianópolis. SC. 2015.

SIQUEIRA, E. R. Tratamento dos resíduos de fossas e tanques sépticos em um sistema de alagado construído. [dissertação mestrado]. Goiânia, Goiás. 2014.

SOARES. V. R. Tanques biosépticos para o tratamento de esgotos domésticos em zonas rurais. [conclusão de curso]. Porto Alegre. RS. 2016.

SOUSA, J.T.; VAN HAANDEL, A.C.; COSENTINO, P.R.S.; GUIMARÃES, A.V.A. Pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas “*wetlands*” construídos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 1, p. 87-91. 2000.

SOUZA, A. B. M. Avaliação do desempenho de um *wetland* construído na etapa de polimento final de uma estação compacta de tratamento de esgoto doméstico. [conclusão de curso]. Lajeado. RS. 2015.

SOUSA, B. E. M. Estudo da Implementação de Sistemas Naturais de Tratamento de Águas Residuais no Tratamento de Efluentes de Caudais Variáveis o Caso de Estudo da “Boomland”. [dissertação de mestrado]. Porto. RJ. 2018.

TEIXEIRA, J.B. Saneamento rural no Brasil - perspectivas. In: REZENDE, S.C. (org.). Cadernos temáticos v. 7. In: HELLER, L.; MORAES, L. R. S.; BRITTO, A.L. N. P.; BORJA, P. C.; 12 REZENDE, S. C. (Coord.). Panorama do saneamento básico no Brasil. Brasília: Ministério das Cidades. 2014.

TESKE. F. F. Construção de um *Wetland* híbrido para polimento de efluente doméstico. [conclusão do curso]. Porto Alegre. RS. 2016.

UNITED NATIONS (2014) UN DOCUMENTS Gathering a body of global agreements. Our Common Future, Chapter 2: Towards Sustainable Development. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>>. Acesso: 30 mai.2