

TRATAMENTO DE ÁGUA NEGRA DOMICILIAR ATRAVÉS DE BANANEIRAS POR TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Luana S. Souza¹

André Satiro²

Bruno Martins³

Cristiano Prado⁴

Resumo

O tratamento de saneamento básico consiste basicamente no abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais, manejo de resíduos sólidos, controle de pragas e agentes patogênicos em geral. Contudo, a escassez no tratamento brasileiro, faz com que novos conceitos em saneamento ecológico surjam agregando valor aos nossos recursos hídricos que sofrem com o despejo incorreto, ocorrendo assim poluição no solo, água, erosão, mortalidade das espécies aquáticas, entre outros. Por isso o projeto apresentado tem como intuito mostrar uma forma sustentável no tratamento de esgotos domésticos com ênfase em Evapotranspiração com auxílio de Bananeiras nas zonas rurais do país. E os resultados obtidos demonstram como ocorreu o processo de montagem do tanque, se houve desafios no período de implantação, custo do projeto e análises físico-químicas.

Palavras-chave: Manejo incorreto; Saneamento ecológico; Evapotranspiração.

Abstract

The treatment of basic sanitation consists basically in water supply, collection and treatment of domestic and industrial sewage, solid waste management, pest control and pathogens in general. However, the shortage in the Brazilian treatment causes new concepts in ecological sanitation to come adding value to our water resources that suffer from incorrect disposal, thus occurring soil pollution, water, erosion, mortality of aquatic species, among others. Therefore the project presented aims to show a sustainable way in the treatment of

¹ Centro Universitário Faculdades Metropolitanas Unidas. Professora de Engenharia Ambiental e Sanitária - E-mail: luana.souza@fmu.br

² Centro Universitário Faculdades Metropolitanas Unidas. Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Estagiário de meio ambiente - Ecopolo Ambiental. E-mail: andresatiro.santos@gmail.com

³ Centro Universitário Faculdades Metropolitanas Unidas. Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária. E-mail: brunomartinsc90@gmail.com

⁴ Centro Universitário Faculdades Metropolitanas Unidas. Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária. E-mail: cristianolemosprado@gmail.com

domestic sewage with emphasis on Evapotranspiration with the help of banana trees in rural areas of the country. And the results show how the tank assembly process occurred, if there were challenges in the period of implementation, cost of the project and physical-chemical analysis.

Keywords: Incorrect handling. Ecological sanitation. Evapotranspiration.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais enfrentado pela população brasileira é o lançamento de esgotos tratados ou não em córregos, rios, afetando os mananciais de água potável, a saúde humana e animal, agronegócio e pecuária. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, os índices de tratamento de esgoto gerado, apenas 40,8% recebem algum tipo de tratamento, e infelizmente o restante é descartado livremente na natureza. Em relação à Lei Nacional de Saneamento Básico (nº11.445), sancionada no dia 05 de janeiro de 2007, toda edificação urbana deve ser conectada às redes públicas de abastecimento de água e de esgotamento disponível. Contudo, na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de destinação final dos esgotos sanitários. Neste contexto, destaca-se que a maioria das residências brasileiras apresentam fossas sépticas, no entanto, através da Pesquisa Nacional de Saneamento - PNSB 2008, pouco mais da metade dos municípios brasileiros (55,2%) possuem o serviço, onde podemos destacar que as zonas mais carentes sofrem com a falta desta solução pública.

O conceito de esgoto doméstico dá-se a partir da origem até o descarte final, podendo ser classificado como água cinza ou negra. A água cinza é composta basicamente da água de banho, excretas, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem, oriundos de quaisquer instalações que dispõe de banheiros, lavanderias e cozinhas (Fundação Nacional de Saúde, 1991). Já a negra, é todo aquele excretado dos vasos sanitários, oriundo da urina, papel higiênico, fezes e água dos sanitários. Como a água negra possui maior carga de patógenos, mesmo em menor volume, ela apresenta grande risco de contaminação.

Novas tendências surgem com o foco ecológico, que tem por objetivo o reaproveitamento dos nutrientes e da água contida no esgoto doméstico, através da separação na fonte e do tratamento e reuso descentralizados (WINBLAD & SIMPSON-HÉBERT, 2004). Segundo a NBR 7.229, um tanque séptico de uma única

câmara é “uma unidade de apenas um compartimento, em cuja zona superior deve ocorrer processos de sedimentação e de flotação e digestão da espuma, prestando-se a zona inferior ao acúmulo e digestão do lodo sedimentado”.

Conforme Benjamin (2013) a utilização do tanque de evapotranspiração para tratamento de efluente sanitário possui como benefícios a utilização de materiais descartados, sendo ecologicamente no reaproveitamento, como entulhos e pneus, tornando-o ambientalmente e economicamente viável, pois além de ser um sistema fechado, utiliza a evapotranspiração para saída de água, evitando com que ocorra a contaminação no solo e lençol freático.

Com base nestes contextos, podemos destacar que um Tanque de Evapotranspiração (TEvap), é um sistema de tratamento e reaproveitamento de nutrientes provenientes dos efluentes expelidos do vaso sanitário (água negra), onde sua origem dá-se por permacultores de diversas nacionalidades. Este sistema de tratamento simplifica as etapas de um sistema convencional, pois funciona como uma câmara de digestão anaeróbia (parte inferior), realizado pelas bactérias que passam pelo processo de fermentação nos espaços criado entre os materiais colocados ao redor desta câmara. A água contida no tanque se move por meio de capilaridade - de baixo para cima. Depois se separa dos dejetos, percorrendo as camadas de brita, areia e solo, até chegar às raízes das bananeiras, de forma que a água contida no tanque seja expelida por evapotranspiração.

Em suma, o objetivo principal deste projeto foi dimensionar um tanque para seis moradores da zona rural de Cervo, Pouso Alegre-MG, como potencialidade de sistema ecológico para tratamento de efluentes domésticos, adequado ao meio rural. Desta maneira os objetivos específicos em relação ao Tevap é a caracterização do local, custo do projeto, adaptação do tanque, as análises físico-químicas e os resultados finais do período de um ano e dois meses, após a implantação do sistema.

2. MATERIAIS E METODOS

2.1. Caracterização do local

O sistema foi dimensionado para (6) seis moradores de Zona Rural, do município de Pouso Alegre/MG, onde o tanque recebe os efluentes do esgoto sanitário –

Materiais utilizados	Quantidade	Valor R\$
<i>cano de 50mm 6m</i>	<i>1 unid</i>	R\$ 50,00
<i>canos de 100mm 6m</i>	<i>5 unid</i>	R\$ 400,00
<i>sacos de cimento</i>	<i>3 unid</i>	R\$ 75,00
<i>areia</i>	<i>1,5 m³</i>	R\$ 125,00
<i>brita</i>	<i>1,5m³</i>	R\$ 125,00
<i>blocos de tijolos</i>	<i>200 unid</i>	R\$ 400,00
<i>joelhos</i>	<i>2 unid</i>	R\$ 15,00
<i>emendas</i>	<i>6 unid</i>	R\$ 18,00
<i>pneus</i>	<i>25</i>	doação
<i>caçamba de entulho</i>	<i>1 unid</i>	doação
<i>mudas de bananeiras</i>	<i>5 unid</i>	doação
<i>mão de obra</i>	<i>1 unid</i>	R\$ 500,00
<i>trator</i>	<i>1 unid</i>	R\$ 150,00
Valor total		R\$ 1.850,00

O tanque tem como estrutura o mesmo sistema realizado pela Galbiati (2009), modificando-se algumas medições para atender os seis residentes da propriedade. Similarmente foi montada uma alvenaria cimentada, sobre uma trincheira feita no solo, com fundo nivelado nas dimensões de 1,30 (um vírgula e trinta) de profundidade por 3 metros (três metros) de largura e 3 metros (três metros) de comprimento.

Imagens 1 e 2 – Construção da alvenaria cimentada.



Fonte: Acervo pessoal (2016).

A borda do tanque foi elevada cerca de 10 cm (dez centímetros) acima da superfície do solo, evitando escoamento superficial da água de chuva para dentro do sistema. Posteriormente, uma câmara construída pelos 20 (vinte) pneus foi utilizada como câmara anaeróbia, alinhando-se longitudinalmente ao fundo do tanque, para a entrada e passagem do efluente, onde começa a digestão anaeróbia e mineração do efluente. Logo em seguida ao redor desta câmara, foi colocada uma camada de aproximadamente 70 cm (setenta centímetro) de entulho, cobrindo todo fundo do tanque.

Imagem 3 – Câmara anaeróbia: pneus e entulhos no fundo do tanque.



Fonte: Acervo pessoal (2016)

A câmara de recepção, logo na entrada do tanque, compara-se a de um tanque séptico, pois as funções exercidas são parecidas com um Tevap, sendo elas a decantação, flotação, desagregação e digestão dos sólidos sedimentados (lodo) e da crosta constituída pelo material flotante (escuma).

Após a passagem central receptora dos desejos, inicia-se o processo das camadas filtrantes que promoverá o tratamento para absorção das plantas na parte superior do sistema. Para formação desta camada foi adicionada uma camada de 20 cm (vinte centímetros) de areia de rio, contendo pedregulho e 40 cm (quarenta centímetros) de solo. Em seguida, um tubo de inspeção de 50 mm (cinquenta milímetro) de diâmetro foi adicionado para manutenção e coleta de amostras do efluente.

Imagem 4 – Superfície com areia e cano para coleta do efluente.



Fonte: Acervo pessoal (2016)

Acima do tanque onde foram plantadas 5 (cinco) mudas de bananeiras do tipo Prata (*Musa paradisíaca*), que por processo de evapotranspiração, a água é eliminada do sistema, enquanto os nutrientes presentes são removidos por meio da sua incorporação à biomassa das plantas. Este processo busca suprimir a necessidade de pós-tratamento, pois, esperasse que o efluente seja completamente absorvido e evapotranspirado pelo plantio.

Imagem 5 – Fase inicial da bananeira na superfície do sistema.



Fonte: Acervo pessoal (2016).

Imagem 6 – Imagem atual da bananeira.



Fonte: Acervo pessoal (2017).

Ao que diz respeito às bananeiras é uma planta típica de regiões tropicais úmidas, pouco erosivas e de crescimento rápido, o seu cultivo requer quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo. O potássio e nitrogênio são nutrientes mais absorvidos e necessários para o plantio. Embora necessite altamente destes nutrientes, uma parte considerável retorna ao solo sendo cerca de 66% da massa vegetativa. Ao que tange a adubação orgânica,

a Empresa Brasileira em Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) descreve que este método – adubação orgânica - é uma forma de fornecer nitrogênio no plantio, podendo ser realizada a partir de esterco bovino, aves e vegetais. Pode-se afirmar que, em razão do tanque, a matéria orgânica proveniente do sanitário é rica em nutrição, sendo uma alternativa viável para pequenos criadores que não possuem condições de adquirir adubamento químico.

Para calcular a capacidade de armazenamento de um tanque residencial, pode ser executada a seguinte equação:

$$A = \frac{nQd}{ET_0K_{evap} - P \cdot K_i}$$

A = área superficial do tanque, em m²

n = número médio de usuários do sistema

Qd = vazão diária por pessoa de acordo com o tipo de descarga e o número e utilizações por pessoa

K_{evap} = coeficiente de evapotranspiração do tanque

ET₀ = Evapotranspiração de referência média do local, em mm/d

P = pluviosidade média do local, em mm/d

k_i = coeficiente de infiltração variando de 0 a 1

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2 – Resultados das amostras de entrada e saída do sistema.

Análises das amostras físico-químicas				
Parâmetros analisados	Entrada no tanque	Saída do tanque	Diferença dos resultados	%
Condutividade	3564 µS/cm	3207 µS/cm	357	10,02
Amônia	370 mg/L	48,1 mg/L	321,9	87,00
Cloretos	334 mg/L	334 mg/L	0	0,00
Alcalinidade total	771 mg/L	1002,3 mg/L	231,3	30,00
Fósforo	35,9 mg/L	13,6 mg/L	22,3	62,12
Nitrato	1,5 mg/L	1,5 mg/L	0	0,00
Nitrito	<0,03 mg/L	<0,03	0	0,00
Nitrogênio Total	207,2 mg/L	66,3 mg/L	140,9	68,00
pH	7,1	7,18	8	1,12
Turbidez	60 NTU	9 NTU	51	85,00
DBO	193 mg/L	38,6 mg/L	0	80,00
DQO	347 mg/L	167 mg/L	180	51,88
Sólidos em suspensão	95 mg/L	82 mg/L	13	34,00
Sólidos totais	910 mg/L	309 mg/L	601	90,00
Coliformes Termotolerantes	>2.000	980	1020	51,00

Fonte: Dados produzidos pelos autores (2017).

Os parâmetros foram analisados de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, alterada pela Resolução 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluente em corpos de água. A Resolução 357 estabelece que as águas doces sejam classificadas em diferentes classes, sendo elas: Doces, Salinas ou Salobras. Todavia, para que o efluente se enquadre ele deve passar por processos de desinfecção de acordo com a Classe especial, Classe 1,2 ou 3.

Em contraste com os dados apresentados, a Resolução 430 estabelece os efluentes oriundos de sistemas de tratamentos de esgotos sanitário devem apresentar pH entre 5 a 9; Temperatura inferior a 40°C; Materiais sedimentáveis até 1mL/L; Remoção de 20% dos sólidos em suspensão total e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) um nível máximo de 120mg/L, sendo uma remoção mínima de 60% para enquadramento no corpo receptor. Entretanto, a Resolução não aplica limite (N.A) para alguns parâmetros (condutividade, amônia, alcalinidade total, DQO e sólidos em suspensão) como ilustra a tabela a seguir:

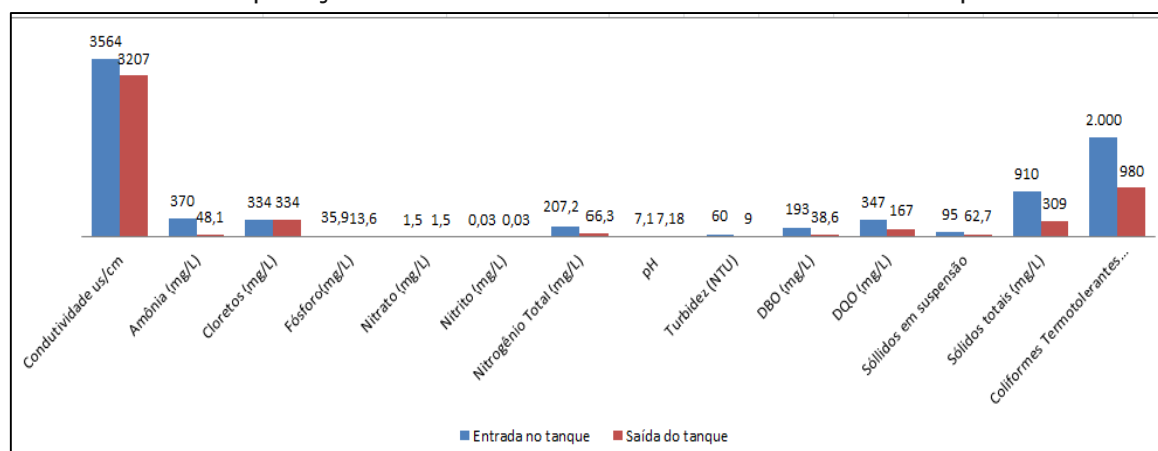
Tabela 3 – Dados produzidos de acordo com CONAMA 430 e 357.

Parametros analisados	Saída do tanque	CONAMA 430	CONAMA 357
Condutividade	3207 μ S/cm	N.A	N.A
Amônia	48,1 mg/L	N.A	N.A
Cloretos	334 mg/L	N.A	250 mg/L Cl
Alcalinidade total	1002,3 mg/L	N.A	N.A
Fósforo	13,6 mg/L	N.A	0,025 mg/L P
Nitrato	1,5 mg/L	N.A	10,0 mg/L N
Nitrito	<0,03	N.A	1,0 mg/L N
Nitrogênio Total	66,3 mg/L	2,0 mg/L	3,7mg/L N, para pH $\leq$ 7,5
pH	7,18	5,0 A 9,0	6,0 A 9,0
Turbidez	9 NTU	N.A	40 NTU
DBO	38,6 mg/L	120 mg/L ou Redução mínima de 60%	até 3 mg/L O
DQO	167 mg/L	N.A	N.A
Sólidos em suspensão	62,7 mg/L	Redução mínima de 20%	N.A
Sólidos totais	91 mg/L	N.A	500 mg/L
Coliformes Termotolerantes	980 mg/L	N.A	200 mg/L

N.A = não se aplica

Consequentemente, as análises laboratoriais são primordiais para conhecimento dos resultados e andamento do tanque para saber se o mesmo está adaptado ao local implantado. Dessa forma, as amostras de entrada e saída do tanque estão demonstrado na tabela 2 e diferença de entrada e saída dos resultados finais estão no gráfico abaixo:

Gráfico 1 – Comparação dos resultados de entrada e saída do tanque.



Nota-se uma melhora em alguns parâmetros como a diminuição dos Coliformes Termotolerantes – que está relacionada à intoxicação nos seres humanos, podendo assim contaminar as bananeiras do tanque; Condutividade – que está relacionada aos íons presentes na água e pode estar relacionada a sais que se apresentada em grau elevado pode levar a poluição dos recursos hídricos; Turbidez; Sólidos Totais e em Suspensão. Pode-se dizer que alcalinidade representada pelo aumento de 30% é devido o aumento de pH, pois quanto maior for o pH, maior será a alcalinidade do efluente.

Já a amônia obteve uma diminuição de 87% (tabela 2), que pode estar relacionado à queda dos valores de nitrogênio, já que o tanque exerce a função de reator biológico, ocorrendo em seu interior o ciclo do nitrogênio, o qual a amônia é transformada em processo de nitrificação (MENDONÇA, 2015).

Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas da saída do efluente, comparado com a da Galbiati (2009).

Parametros	Unidade	Saída	Resultados de saída da Galbiati
Alcalinidade total	mg/L	1002,3	1061,56
Amônia	mg/L	48,1	46,21
Cloretos	mg/L	334	154,01
Coliformes totais	NMP	980	3,24
Condutividade	(mS/cm)	3207	2,45
DBO	mg/L	193	72,74
DQO	mg/L	167	406,05
<i>Escherichia coli</i>	NMP	1200	3,71
Fosfato total	mg/L	13,6	43,18
Nitrato	mg/L	1,5	0,17
Nitrito	mg/L	<0,03	0,44
Oxigênio dissolvido	mg/L	<0,1	0
pH		7,18	7,81
Sólidos Totais	mg/L	309	746,75
Sólidos_em_Suspensão	mg/L	82	37,74
Turbidez	NTU	9	88,01

Os dados apresentados na tabela 4 evidenciam os valores obtidos pela Galbiati (2009) com a de saída do tanque apresentado. Os valores maiores são devido à elevada carga de matéria orgânica presente na saída do projeto. Todavia, se analisarmos a eficiência de porcentagem dos projetos, percebe-se a semelhança entre si.

A diminuição de DBO e DQO pode ser possivelmente incluída à redução de matérias orgânicas (sólidos em suspensão, totais e coliformes termotolerantes) após a passagem do efluente pela filtração das camadas de areia, brita e entulho dentro do tanque.

Segundo os parâmetros analisados o enquadramento do efluente para descarte pode ser aplicado na Classe 1 para água doce e na resolução 430 para lançamento em corpos da água. Contudo, o objetivo primordial do Tevap é que quando dimensionado adequadamente, o sistema minimize a necessidade de pós-tratamento do efluente, uma vez que em condições normais ele é absorvido

em sua totalidade pelos vegetais plantados. Com isso, o tanque de evapotranspiração é um processo que possui altos teores de nutrientes e que possui principalmente potássio (K) e cálcio (Ca), além de melhorar a aparência da bananeira.

De acordo com Galbiati (2009), o nitrogênio e fósforo no efluente final sugere a conveniência da sua utilização como fertilizante, em valas de infiltração, ao longo dos quais sejam introduzidas plantas. Bem como condições sanitárias para a produção de alimento a partir desse recurso poderiam ser frutos para futuras pesquisas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do trabalho realizado, conclui-se que:

O sistema apresentado é uma alternativa viável, possuindo baixo custo de implantação, manutenção e de fácil construção. É um tratamento importante nas zonas urbanas, periurbanos e rurais, pois evita o aumento de descarte nas redes coletoras, diminuindo assim os impactos decorrentes do sistema convencional.

Estima-se que 80% do efluente saia do tanque por meio do processo de evapotranspiração, o que significa um ponto extremamente positivo, comprovando sua viabilidade por se trata um projeto de baixo custo. Essa eficiência no processo de tratamento é verificada apenas para os efluentes sanitários e um dos cuidados sanitários na manutenção do TĒvap, deve ser em relação ao manejo das plantas que tenham contato com o solo interior, podendo conter índice de coliformes.

Com base em nossos objetivos, o projeto atingiu nossas expectativas apresentando diversas vantagens. As bananeiras não foram consumidas, servindo apenas para o tratamento e paisagismo do local. Os parâmetros analisados obtiveram uma melhora desde a sua implantação, demonstrando ser eficiente para maioria dos parâmetros analisados.

Não ocorreram vazamentos do tanque durante os períodos de chuva na região. Portanto, cabe ressaltar que o aumento de resoluções e fiscalizações devem ocorrer para que a preservação ambiental seja de extrema importância e espera-

se que mais estudos que englobam o assunto sejam abordados em futuras aulas, e que consequentemente mais projetos tenham visibilidade dos órgãos públicos como forma de diminuição no orçamento destinado à área da saúde pública.

REFERÊNCIAS

ABNT (1993) – Associação de Normas Técnicas. NBR 7.229 “Projeto, construção e operação de tanques sépticos”. Rio de Janeiro, 1993.

ACHE TUDO REGIÃO. Geografia de Pouso Alegre. Disponível em: < http://www.achetudoeregiao.com.br/mg/pouso_alegre/localizacao.htm >. Acesso em: 16 nov.2017.

BORGES, Ana Lucia. O cultivo da bananeira. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cruz das Almas, Bahia, p. 279, 2004.

BERNARDES, Fernando Silva. Avaliação do tratamento domiciliar de águas negras por um tanque de evapotranspiração. Revista On-line IPOG. Vol.01/2014, nº007, p.19. MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental. Campo Grande, 2014.

BENJAMIN, Muhiwa Amboko. Bacia de Evapotranspiração: Tratamento de esgotos domésticos e produção de alimentos. Dissertação de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – Universidade de Lavras, Minas Gerais, 2013.

BRASIL. Lei n.º 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 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 n.º 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF. 2007.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente (2005). Resolução 357 “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.”

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente (2011). Resolução 410 “Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº375/05”.

COPAN–Conselho Estadual de Política Ambiental (2008). Deliberação Normativa Conjunta nº 1 “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões

de lançamento de efluentes, e dá outras providências”. Governo do Estado de Minas Gerais, 2008.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Banco de solos de Minas Gerais. Mapa de solo 3. Disponível em: < <http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais> >. Acesso em: 09 nov.2017.

GALBIATI, Adriana Farina. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Tecnologias

Ambientais - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Minas Gerais. Pouso Alegre - Informações completas. Disponível: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=315250> >. Acesso em 04 set. 2017.

LEAL, Jane Terezinha da Costa Pereira. Tanque de evapotranspiração. Belo Horizonte: EMATER-MG, p.15, 2014.

MENDONÇA. V.L. Biologia Ensino Médio volume 1. Editora AJS. São Paulo, 2015. pag 73 e 74

PORTAL BRASIL. Governo. IBGE divulga Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/governo/2010/08/ibge-divulga-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico-1> >. Acesso em: 21 set.2017.

SILVA, Soares Danna Debora; SALES, Neves Lorena Layse; COSTA, Borges Moraes Jussara; ROCHA, Pereira Daniel. Tanque de Evapotranspiração para o tratamento de esgoto domiciliar. Estudo de caso em São Luíz, MA. Revista do Ceds. Vol.1. nº4. Artigo apresentado ao curso de Engenharia Ambiental – Faculdade Pitagóras, São Luíz, 2016.

WINBLAD, Uno & SIMPSON, Hébert Mayling., *Ecological Sanitation- revised and enlarged* edition. Stockholm Environment Institute - SEI, Stockholm, p.05, 2004.

Recebido em: 28/11/2017

Aceito em: 14/11/2018