

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DOMÉSTICO DE ÁGUAS
NEGRAS ATRAVÉS DE TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM
COMUNIDADES EM SITUAÇÃO DE VULNERABILIDADE SOCIAL NA CIDADE
DE JOINVILLE/SC**

**PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DOMÉSTICO DE AGUAS
NEGRAS MEDIANTE TANQUE DE EVAPOTRANSPIRACIÓN EN
COMUNIDADES EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIAL DE LA
CIUDAD DE JOINVILLE/SC**

***PROPOSAL FOR A DOMESTIC TREATMENT SYSTEM FOR BLACK WATER
THROUGH EVAPOTRANSPIRATION TANK IN COMMUNITIES IN A SITUATION
OF SOCIAL VULNERABILITY IN THE CITY OF JOINVILLE/SC***

Amanda Cássia Aleixo de Oliveira¹; Fernanda do Nascimento Stafford¹

1. Universidade da Região de Joinville, UNIVILLE.

RESUMO

A falta de saneamento básico ou a ineficiência da prestação desses serviços interfere diretamente na qualidade de vida do cidadão. Assim, o objetivo deste trabalho foi demonstrar, por meio de levantamento na literatura técnica, os procedimentos para o funcionamento eficiente de um tanque de evapotranspiração (TEvap), identificando a viabilidade técnica e econômica deste método. Realizou-se o dimensionamento do tanque de evapotranspiração, onde foram considerados quatro residentes permanentes por unidade habitacional e família de baixo padrão, por meio dos cálculos realizados. A área total necessária para a implantação do TEvap será 12 m². Afim de reduzir o custo de implantação, a reutilização de materiais que seriam descartados na construção mostrou-se viável. Concluiu-se que o tanque de evapotranspiração é uma alternativa viável para o tratamento de esgoto urbano e rural, podendo ser implantado em pequenos espaços.

PALAVRAS-CHAVE

Águas Residuais, Saneamento Ecológico, Vulnerabilidade Social.

RESUMEN. *La falta de saneamiento básico o la ineficiencia en la prestación de estos servicios interfiere directamente en la calidad de vida del ciudadano. Así, el objetivo de este trabajo fue demostrar, por medio de un levantamiento en la literatura técnica, los procedimientos para la operación eficiente de una esclusa de evapotranspiración (TEvap), identificando la factibilidad técnica y económica de este método. Se realizó el dimensionamiento del tanque de evapotranspiración, donde se consideraron cuatro residentes permanentes por unidad habitacional y familia de nivel bajo, mediante los cálculos realizados, el área total requerida para la implementación del TEvap será de 12 m². Para reducir el costo de implementación, se demostró factible la reutilización de materiales que serían desechados en la construcción. Se concluyó que el*

tanque de evapotranspiración es una alternativa viable para el tratamiento de aguas servidas urbanas y rurales, pudiendo ser implementado en espacios reducidos.

PALABRAS CLAVE. Aguas Residuales, Saneamiento Ecológico, Vulnerabilidad Social.

ABSTRACT

The lack of basic sanitation or the inefficiency of the provision of these services directly interferes the life quality. Thus, the aim of this work was to demonstrate, by means of a survey in the technical literature, the procedures for the efficient operation of an evapotranspiration lock, called TEvap, identifying the technical and economic feasibility of this method. The sizing of the evapotranspiration tank was carried out, where four permanent residents per housing unit and low standard family were considered, through the calculations performed. The total area required for the implementation of the TEvap will be 12 m². In order to reduce implementation costs, reuse of waste materials in the construction process proved to be feasible. We concluded that the evapotranspiration tank is a viable alternative for the treatment of urban and rural sewage, and can be a solution for small spaces.

KEY WORDS

Black water, Echological saneament, social vulnerability.

1 INTRODUÇÃO

Saneamento básico é definido segundo a Lei Federal nº. 11.445 de 05 de janeiro de 2007 como um conjunto de serviços de: infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana; drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais e o controle de vetores (BRASIL, 2007).

O Brasil enfrenta um grande problema referente as falhas no sistema de saneamento básico, das quais, talvez, a falta de tratamento de esgoto seja a pior. O esgoto não tratado é responsável direto pelos maiores transtornos à população causando inúmeros impactos negativos. Segundo pesquisa do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o país conta com cerca de 362,4 mil quilômetros de rede de coleta de esgotos, nas quais estão ativas cerca de 39,0 milhões de economias residenciais, ou seja, domicílios atendidos com a rede pública existente. Essas redes atendem 55,0% da população total do país e 63,2% da população urbana (SNIS, 2021).

Conforme Oliveira *et al.* (2015), crianças que vivem e estudam em ambientes sem condição sanitária adequada apresentam aproveitamento 18% menor e índices de reprovação 46% maior do que os que vivem em regiões com condições sanitárias adequadas. Ou seja, isto demonstra que a falta de saneamento impacta diretamente no aproveitamento escolar das crianças que deixam de aprender justamente na fase da vida mais importante para o seu desenvolvimento intelectual.

Além disso, a falta de saneamento básico ou a ineficiência da prestação desses serviços interfere diretamente na qualidade de vida do cidadão, elevando o nível de suscetibilidade da população às doenças (FERREIRA *et al.*, 2016). Há um alto índice de parasitoses intestinais que se apresentam de

forma endêmica, relacionadas principalmente a falta de saneamento, nível socioeconômico, grau de escolaridade e práticas de higiene (BASSO *et al.*, 2015).

De acordo com Instituto Trata Brasil (2021), em 2019, houve mais de 273 mil internações por doenças de veiculação hídrica (diarreia, dengue, malária, esquistossomose, leptospirose, entre outras). Ademais, a incidência foi de 13,01 casos por 10 mil habitantes gerando gastos ao país de R\$ 108 milhões. Essas internações devido à ausência do saneamento básico significam mais pessoas fora de postos de trabalhos, evasão escolar, desigualdade acentuada, baixa expectativa de vida e maior ocorrência de óbitos evitáveis.

O investimento em saneamento é a única forma de reverter o quadro existente. Dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada R\$ 1,00 (um real) investido no setor de saneamento, economiza-se R\$ 4,00 (quatro reais) na área da saúde (FUNASA, 2007).

Segundo Farias, Silva e Maggi (2016), as medidas necessárias para mínima garantia da saúde da população, seriam as obras e serviços de abastecimento de água; coleta de esgotos; controle de vetores e disposição final adequada dos resíduos sólidos; além de acesso às informações sobre medidas de prevenção; cuidados e controle dos focos dos vetores. Neste contexto, sistemas descentralizados acabam sendo uma alternativa para o tratamento do esgoto doméstico (TONETTI *et al.*, 2018).

O sistema de tanque de evapotranspiração enquadra-se nesta categoria. A técnica é composta por um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantio com espécies vegetais de folhas largas, crescimento rápido e alta demanda por água. O efluente do vaso sanitário, denominado também de água negra, entra no sistema pela tubulação localizada na parte inferior do tanque, transpondo, em seguida, as camadas do material cerâmico provenientes do entulho, como restos de tijolos e telhas. Nesta parte inferior do dispositivo ocorre a decomposição anaeróbia do efluente. Com o aumento do volume de esgoto no tanque, o mesmo é preenchido até as camadas superiores de brita e areia até atingir a camada de solo acima, através do qual se move por ascensão capilar até a superfície. Por evapotranspiração, a água é retirada do sistema, enquanto os nutrientes presentes são removidos através da sua incorporação à biomassa das plantas (PAULO; BERNARDES, 2008).

Este sistema foi implementado na comunidade de Engenho Velho, João Pessoa, Paraíba para o tratamento e aproveitamento dos efluentes sanitários. Segundo Paes, Crispim e Furtado (2014), a iniciativa demonstrou ser eficiente. Além disso, se bem dimensionado, não gera efluentes, é menos dispendioso em termos de materiais, área de implantação, mão de obra para a construção e manutenção, promovendo a melhoria na composição paisagística local. Desta forma a técnica apresenta-se como uma alternativa viável para comunidades ribeirinhas, periféricas e de baixa renda.

Ainda, a utilização do tanque de evapotranspiração para tratamento de efluente doméstico possui como benefícios a utilização de materiais que seriam descartados, tais como entulhos e pneus além

do reaproveitamento, conseqüentemente o custo torna-se menor, viabilizando a sua implantação (BENJAMIN, 2013).

No entanto o dimensionamento destes tanques deve permitir identificar o balanço hídrico do sistema, evitando qualquer tipo de extravasamento. Devem ser considerados, a vazão diária per capita oriunda do vaso sanitário, a pluviosidade média do local, número de habitantes, além das características de infiltração da água da chuva no tanque e condições climáticas local. Assim, o objetivo deste trabalho foi demonstrar, por meio de levantamento na literatura técnica, os procedimentos para o funcionamento eficiente de um tanque de evapotranspiração, identificando a viabilidade técnica e econômica deste método em comunidades em vulnerabilidade social localizadas no distrito de Pirabeiraba no município de Joinville/SC.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da Área de estudo

O desenvolvimento do sistema proposto é baseado nos dados da comunidade Vila do Oca I e II, no distrito de Pirabeiraba (Joinville/SC), localizada nas coordenadas geográficas 26°11'41.98"S e 48°52'51.12"O.

O clima nesta região é quente e temperado. Existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano, isso mesmo no mês mais seco, havendo uma média anual 1.706 mm e uma temperatura média é 21,1 °C.

Informações coletadas junto a Companhia Águas de Joinville (CAJ) e ao Centro de Referência de Assistência Social de Pirabeiraba (CRAS), permitiram caracterizar a comunidade e os dados necessários para embasar as diretrizes do projeto.

Essa comunidade conta com 92 ligações de água, sendo 72 ligações na Vila do Oca I e 20 ligações na Vila do Oca II. A média de ocupação por residência é de quatro pessoas, sendo que há, em cada residência, um banheiro, de onde os dejetos são destinados para o solo ou para fossas tradicionais.

2.2 Dimensionamento do Sistema

O modelo do tanque de evapotranspiração (TEvap) proposto neste trabalho, está apresentado na Figura 1 e segue o modelo proposto por Galbiati (2009).

Figura 1 - Tanque de Evapotranspiração e suas camadas.



Fonte: Galbiati, 2009.

Para o dimensionamento da câmara de pneus, o volume útil foi considerado de acordo com NBR 7229 (1993, p. 3) e apresentado na equação 1.

$$V = 1000 + N \times (C \times T_d + K \times L_f) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

V = Volume útil (L)

N = Número de pessoas ou unidades de contribuição

C = Contribuição de despejos (L/pessoa x dia ou em L/unidade x dia)

L_f = Contribuição de lodo fresco (L/pessoa x dia)

T_d = Período de retenção (dias)

K = Taxa de acumulação total de lodo

Ainda, seguindo as recomendações de Pires (2012), os critérios para um bom dimensionamento do projeto, estão diretamente relacionadas as seguintes diretrizes:

- Estimativa do balanço hídrico do sistema;
- Escolha de cultura apropriada;

- Eficiência na absorção de nutrientes e matéria orgânica pelas plantas.

2.3 Dimensionamento do tanque de evapotranspiração

Para determinar a área superficial do tanque de evapotranspiração, utilizou-se a equação descrita por Galbiati (2009). Para o cálculo da área superficial (Equação 2) do tanque de evapotranspiração considerou-se quatro residentes permanentes. Os vasos sanitários liberam volume entre 7 L a 20 L por descarga, para esse cálculo considerou volume de 8 L, originando uma vazão diária (Qd) de 32 L/dia para cada residente (GALBIATI, 2009). A evapotranspiração média do local (ETo), foi de 5,58 mm/dia, de acordo com a equação de Linacre (1977), que considera a temperatura do ar como única variável local para estimar a evapotranspiração média (mm/dia). Por não haver influência da vegetação, considerou-se 1 para o coeficiente de infiltração (Ki).

$$A = \frac{n \times Qd}{(ETo \times K_{tevap}) - (P \times K_i)}$$

Onde:

A = Área superficial (m²)

n = Número de residentes

Qd = Vazão diária por pessoa (L/pessoa.dia)

k_{tevap} = Coeficiente do tanque, adotado 2,71, dada a similaridade das condições dos experimentos conforme Galbiati (2009).

ETo = Evapotranspiração média local (mm/dia)

P = Pluviosidade média do local (mm/dia)

K_i = Coeficiente de infiltração (0 a 1)

3. Resultados e Discussão

3.1 Aspectos construtivos do Tanque de Evapotranspiração

Foram considerados quatro residentes permanentes por unidade habitacional e família de baixo padrão. Para contribuição diária de esgoto (C), foi utilizado 100 litros por pessoa e o coeficiente para lodo fresco (Lf) foi utilizado 1 (Tabela 1). A contribuição diária de esgoto (C) é baseada nos dados apresentados na Tabela 1, e o tempo de detenção (Td) (Tabela 2), é resultado do produto entre o

número de moradores na residência (N) pela contribuição de esgoto (C). A Tabela 3 apresenta a taxa de acumulação total de lodo (K). Segundo Von Sperling (2005), a produção de lodo é baixa em sistemas anaeróbios. A previsão de limpeza no tanque de evapotranspiração variam de 1 a 5 anos, então para a taxa de acumulação de lodo (K), foi utilizado o maior intervalo entre limpezas disponível na NBR 7.229/1993, que é a de 5 anos e a temperatura ambiente é acima de 20°C (Tabela 3).

Tabela 1 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.

Prédio	Unidade	Contribuição de esgoto em litros (C) e coeficiente de lodo fresco (Lf)	
		C	Lf
1. Ocupantes permanentes			
- Residência			
Padrão alto	Pessoa	160	1
Padrão médio	Pessoa	130	1
Padrão baixo	Pessoa	100	1
- Hotel	Pessoa	100	1
- Alojamento	Pessoa	80	1

Fonte: Adaptado de NBR 7229 (ABNT, 1993).

Tabela 2 - Período de detenção dos despejos, por faixas de contribuição diária.

Contribuição Diária (L)	Tempo de detenção (Td)	
	Dias	Horas
Até → 1.500	1	24
De 1.501 a 3.000	0,92	22
De 3.001 a 4.500	0,83	20
De 4.501 a 6.000	0,75	18
De 6.001 a 7.500	0,67	16
De 7.501 a 9.000	0,58	14
Mais que 9.000	0,50	12

Fonte: Adaptado de NBR 7229 (ABNT, 1993).

Tabela 3 - Taxa de acumulação de lodo (K), em dias, por intervalos entre limpezas e temperatura do mês mais frio.

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (T), em °C		
	$T \leq 10$	$10 \leq T \leq 20$	$T > 20$
1	94	65	57

2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: Adaptado de NBR 7229 (ABNT, 1993).

Portanto, o volume útil da câmara de pneus é de 2,67 m³ (Equação 1), isto posto, a profundidade deve ser entre 1,20 m a 2,20 m (Tabela 4). A área total necessária encontrada para o tanque de evapotranspiração, foi de 12 m² (Equação 2).

Com os resultados obtidos das equações foi possível determinar que o tanque de evapotranspiração fosse construído com 6 m de comprimento, 2 m de largura e 1,5 m de profundidade. A área total do tanque ficou em 12 m², conforme fórmula estabelecida por Galbiati (2009), considerando que a casa possuía 4 residentes fixos. O valor da área foi maior que o mínimo estabelecido que foi de 2m² por pessoa (PAMPLONA; VENTURI, 2004).

Tabela 4 – Taxa profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil

Volume útil (m ³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fonte: Adaptado de NBR 7229 (ABNT, 1993).

Segundo a norma de projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos NBR 7229 (1993), quanto à construção do sistema, a escolha do local na propriedade é de extrema importância e devem ser adotados de acordo com as informações abaixo:

- 1,5 m de construções, limites de terreno, sumidouro, valas de infiltração e ramal predial de água;
- 3,0 m de árvores e qualquer ponto de rede de abastecimento de água; e
- 15,0 m de poços freáticos e corpos d'água.

Após escolha do local onde será instalado o TEvap, definidos os materiais necessários para a construção do sistema e os custos associados para que seja possível determinar a viabilidade econômica, assim como o passo a passo da construção. A reutilização de materiais que seriam descartados na construção interfere diretamente nos custos, tornando a construção do tanque economicamente viável, além da proposição de implementação de TEvap através da construção

participativa, o que minimizam ainda mais os custos (PIRES, 2012). A previsão do custo aproximado para a construção do TEvap está descrita na Tabela 5, os valores foram orçados em materiais de construção de Joinville e os itens baseados no trabalho de Costa (2014).

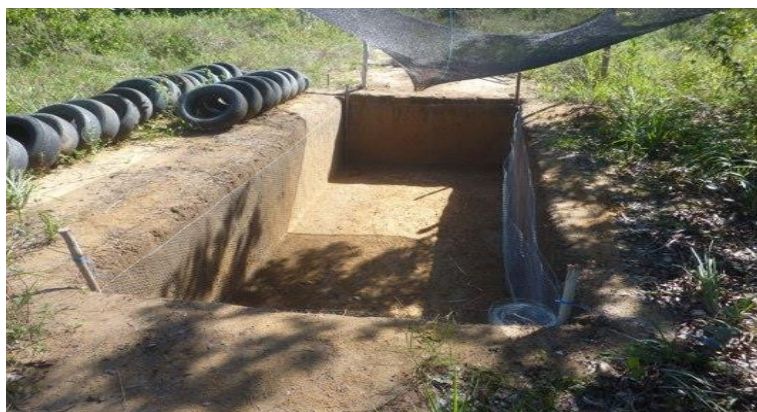
Para o planejamento e implantação do TEvap, devem ser consideradas todas as etapas seguintes.

1) Escavar uma abertura com as dimensões conforme recomendadas no projeto, no qual, para a situação típica de 4 usuários de TEvap deverá ser escavado 6 m de comprimento, 2,0 m de largura, com uma profundidade de 1,5 m. Deve-se observar o tipo de solo no local, tendo em vista, a grande movimentação de terra, sendo recomendado escoramento para solo arenosos e terrenos argilosos muito moles (COSTA, 2014).

2) Instalação da tubulação hidráulica do vaso sanitário até o TEvap, obedecendo a declividade mínima segundo a norma NBR 8160 (ABNT, 1999), que é de 1%. A tubulação deve ser de 100 mm em PVC. Sabe-se que o TEvap é um sistema fechado em sua essência; no entanto, é previsto extravasor, que deve ser instalado por meio de um tubo de 50 mm de diâmetro colocado no lado oposto a entrada com uma diferença de nível de 10 cm em relação ao mesmo (PIRES, 2012).

3) Confeção da laje de fundo. Por ser um sistema fechado deve-se atentar a correta construção das paredes e laje de fundo. O fundo deve ser realizado com a técnica de ferrocimento com argamassa com traço de 3 partes de areia lavada por 1 parte de cimento, sendo nivelado adequadamente para que não haja acumulação de resíduos em alguma das partes, distribuindo uniformemente o efluente dentro do tanque (COSTA, 2014).

4) Confeção das paredes do tanque. Para as paredes o método escolhido é a técnica do ferrocimento (Figura 2) por ter um custo menor comparado a outros métodos como os blocos de concreto. A técnica de ferrocimento consiste no lançamento de argamassa com traço de 3 partes de areia lavada por 1 parte de cimento, aplicada com 2,5 cm, seguida de colocação de tela metálica, com subsequente aplicação de outra camada de argamassa. Deve-se atentar nessa etapa a construção de um beiral de aproximadamente 15 cm acima do nível do terreno, sendo essa uma boa prática que evita enxurrada e entrada de grandes volumes por cima do tanque, o que deve ser evitado e controlado com a disposição de palhas sobre o sistema, agindo como interceptador (COSTA, 2014).

Figura 2 – Paredes TEvap com ferrocimento.

Fonte: A nova floresta, 2019

Tabela 5 – Orçamento para construção do TEvap

Item	Descrição	Quant.	Unid.	Valor (un)	Valor total
1	Tubo PVC rígido branco esgoto diâmetro 100 mm - fornecimento barra 3m	1	pç	46,50	46,50
2	Tubo PVC rígido branco esgoto diâmetro 50 mm - fornecimento barra 3m	1	pç	36,80	36,80
3	Luva simples PVC rígido branco esgoto diâmetro 100 mm	2	pç	5,20	10,40
4	Curva 90° curta PVC branca esgoto diâmetro 100 mm série normal	1	pç	24,80	24,80
5	Tê curto PVC branco série normal utilização esgoto diâmetro 100x100 mm	1	pç	15,99	15,99
6	Cap PVC branco esgoto linha predial diâmetro 100 mm	1	pç	9,59	9,59
7	Brita nº 1	3,6	m ³	107,79	388,04
8	Areia media	4,8	m ³	126,50	607,2
9	Pedra de mão	5,2	m ³	82,00	426,4
10	Pneu usado	33	unid.	-	-
11	Tela de viveiro - Fio 24 - 1,50 m	34	m ²	0,82	27,88
12	Tijolo cerâmico 19x11,5x19 cm	82	unid.	1,25	102,5
13	Cimento cinza 50 kg CPII 32	3	saco	25,10	75,3
Total:					R\$ 1.771,40

Fonte: Adaptado (Costa, 2014).

5) Montagem da câmara receptora (Figura 3). A câmara deverá ser montada com pneus, que devem estar dispostos longitudinalmente no fundo do tanque. A tubulação de entrada deve ser

direcionada para dentro do pneu. Com a possibilidade de utilização desse passivo ambiental para construção das câmaras decanto-digestora, possibilitando a reciclagem dos pneus da cidade e contribuindo com a minimização de custos para a implementação do sistema;

6) Preenchimento do tanque com as camadas filtrantes recomendadas em projeto (Figura 3). O complemento do tratamento realizado na câmara de pneu é realizado através das camadas subsequentes, que são os meios filtrantes dispostos em camadas de pedra de mão, entulho, tijolos cerâmicos (50 cm), brita nº1 (35 cm), areia média (35 cm) e solo tipo latossolo vermelho-amarelo ou solo apropriado para a cultura a ser desenvolvida (40 cm), conforme Pires (2012). Juntamente ao preenchimento do tanque é recomendada a instalação de tubo de inspeção com o intuito de proceder com manutenção da qualidade do efluente dentro do tanque;

Figura 3 – Preenchimento TEvap



Fonte: A nova floresta, 2019

7) Plantio do cultivo. O passo final é o plantio da espécie vegetal que se adéque as condições sugeridas para os TEvap (Figura 4), ou seja, plantas que tenham alta taxa de evapotranspiração (ETc), crescimento rápido, tolerância a ambientes alagados, adaptação a região e principalmente aceitação pelo usuário segundo Pires (2012).

Figura 4 – Fase do plantio TEvap



Fonte: A nova floresta, 2019

3.2 Identificação de culturas para o TEvap

Na parte superior do TEvap, estão localizadas as zonas de raízes, onde ocorre todos os processos físicos, químicos e biológicos que estão diretamente ligados ao processo de degradação da matéria orgânica presente no efluente doméstico. As bactérias aderem às partículas do solo nas raízes das plantas, onde auxiliam no processo de estabilização. Os nutrientes mineralizados podem ser absorvidos pela vegetação ou formar complexos químicos com o solo (PIRES, 2012).

Parte do efluente final será absorvido, outra parte ocorrerá transpiração pela vegetação e por fim parte sofrerá evaporação através do solo e ainda poderá compor a solução do tanque ou ficar retido nos interstícios do meio de suporte, principalmente no solo.

As plantas recomendadas para o uso devem ser adaptadas a solos encharcados e possuir alta taxa de evapotranspiração, como as bananeiras (*Musa sp.*) e taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) (PIRES, 2012). Para esse sistema será utilizado a bananeira (*Musa sp.*) uma vez que a banana é a fruta de maior área de produção no Estado de Santa Catarina (VIEIRA, 2011), por ser adaptada às condições de clima subtropical. Com isso simplificando o manejo e manutenção do sistema após cultivado.

A partir dessas informações preliminares, pode-se afirmar que o consumo dessas plantas com fins alimentícios poderia ser recomendado, desde que se proceda à higienização das folhas com hipoclorito de sódio ou ácido peracético, como se procede com outras hortaliças, conforme Srebernick (2007).

4. Conclusão

O tanque de evapotranspiração pode ser uma alternativa viável para o tratamento de esgoto urbano e rural, podendo ser implantado em pequenos espaços ou em áreas maiores conforme a necessidade.

A utilização do tanque de evapotranspiração para o tratamento de águas negras em comunidades em vulnerabilidade social tende a diminuir a carga poluidora lançada em rios e córregos devido à falta de tratamento de esgoto. O TEvap pode substituir as fossas sépticas residenciais com vantagens ambientais, pois é necessário sempre garantir a completa impermeabilização do tanque evitando que o efluente não tenha contato diretamente com o solo. Já relacionado a viabilidade econômica, o fato de serem reutilizados resíduos provenientes da construção civil, como restos de entulhos e também pneus que seriam descartados após não poder serem mais recondicionáveis. O único cuidado sanitário adicional na manutenção do TEvap, em relação aos demais sistemas de tratamento, é na manipulação das partes das plantas que tenham contato com o solo do interior do TEvap, que pode conter alto índice de coliformes. Os frutos e folhas comestíveis produzidos no TEvap podem ser consumidos por humanos, faz-se necessário que a comunidade tenha toda orientação sobre o consumo e a higienização correta dos frutos e folhas, para que não tenha nenhum tipo de contaminação ao ingeri-los.

As técnicas construtivas podem variar de acordo com os recursos disponíveis, condições climáticas e local de implantação.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7229**. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8160**. Rio de Janeiro, 1999.

BASSO, Rita Maria Callegari *et al.* **Evolução da prevalência de parasitoses intestinais em escolares em Caxias do Sul, RS**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, vol. 41 n. 3, p. 263-268, 2008. ISSN 1678-9849. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822008000300008> >. Acesso em: 18 mai. 2020.

BENJAMIN, Amboko Muhiwa. **Bacia de Evapotranspiração: Tratamento de efluentes domésticos e de produção de alimentos**. Orientadora: Francisco Carlos Gomes. 2013. 51 f. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/informma/item/485-plano-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico.html> >. Acesso em: 19 mai. 2020.

BRASIL. **Manual de Saneamento**. 2007, 165p.

BRASIL. **CatoloSan: catálogo de soluções sustentáveis de saneamento - gestão de efluentes domésticos**. 2018, 50p.

Clima Tempo. [Acesso em: 27 jul. 2020]. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/mapas/precipitacao-acumulada#>.

COSTA, Pablo Soares de Alvarenga. **Desenvolvimento de uma opção de saneamento rural para pequenos agricultores de Minas Gerais (Itabira)**. 2014. 71 f. Monografia (Graduação em engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2014.

FARIAS, Luzineia Martins; SILVA, Raylani do Nascimento; MAGGI, Luís Eduardo. **Análise de focos do aedes aegypti em três Bairros de Rio Branco - Acre**, Journal of Amazon Health Science. vol.2, n.1. p.11, 2016.

FERREIRA, Patrícia da Silva Figueiredo *et al.* **Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira**. Revista Internacional de Ciências, vol. 6 n. 2, p. 214-229, 2016. ISSN 2316-7041. Disponível em: < <https://doi.org/10.12957/ric.2016.24809> >. Acesso em: 18 mai. 2020.

GALBIATI, Adriana Farina. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Orientadora: Paula Loureiro Paulo. 2009. 52 f. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Universidade Federal Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

Instituto Trata Brasil. **Saneamento e doenças de veiculação hídrica – ano base 2019**. Disponível em: <<https://www.tratabrasil.org.br/pt/estudos/estudos-itb/itb/saneamento-e-doencas-de-veiculacao-hidrica-ano-base-2019>>. Acesso em 12 abr. 2022.

Instituto Trata Brasil. **Principais estatísticas no Brasil: Esgoto**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>>. Acesso em 25 mai. 2020.

Instituto Trata Brasil. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficios-ecosocio/relatorio-completo.pdf>>. Acesso em 25 mai. 2020.

LINACRE, Edward. A simple formula for estimating evapotranspiration rates in various climates, using temperature data alone. **Agricultural Meteorology**. v.18, n.6, p. 401-514, dez. 1977.

OLIVEIRA, Janine Patrícia Melo de *et al.* **As Consequências da falta de saneamento básico**. INTESA – Informativo Técnico do Semiárido. v.9, n 2, p 23-29, 2015

PAES, Marchi Wellington Nelson; CRISPIM, Maria Cristina; FURTADO, Gil Dutra. **Uso de tecnologias ecológicas de saneamento básico para solução de conflitos socioambientais**. Ciências ambientais. 2014, vol.8, n.1, p.226-247. ISSN 1981-1268. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/index>>. Acesso em: 27 mai. 2020.

PAMPLONA, Sérgio; VENTURI, Marcelo. Esgoto à flor da terra. **Permacultura Brasil**. Soluções ecológicas. v.16, n.6, p. 2, nov. 2004.

PAULO, Paula Loureiro; BERNARDES, Fernando Silva. **Estudo de tanque de evapotranspiração para o tratamento domiciliar de águas negras**. Campo Grande, UFMS, 2008. 10 p.

PIRES, Felipe Jacob. **Construção participativa de sistemas de tratamento de esgoto doméstico no assentamento rural Olga Benário - MG**. Orientadora: Ana Augusta Passos Rezende. 2012. 133 f. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SANTOS, Luciano Passos; SANTOS, Fred Luciano Neves; SOARES, Neci Matos. Prevalência de parasitoses intestinais em pacientes atendidos no hospital universitário professor edgar santos, Salvador – Bahia - **Revista De Patologia Tropical / Journal of Tropical Pathology**, vol 36, n. 3, p. 237-246, 2007. Disponível em:< <https://doi.org/10.5216/rpt.v36i3.3180>>. Acesso em: 18 mai. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2021**. Brasília, 2021, 186 p.

SILVANA, Mariana Srebernick. **Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. v.27, n.4, p.7. dez. 2007.

TONETTI, Adriano Luiz *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: Referencial para a escolha de soluções**. 153p. 2018. ISBN 978-85-85783-94-5

MINAS GERAIS. Universidade Federal de Lavras. **Evapoweb**. Disponível em: <<http://evapotranspiracao.com.br/linacre.html>>. Acesso em 20 out. 2020.

VIEIRA, L.M. Banana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais eletrônicos** [...]. Bento Gonçalves: Embrapa, 2012. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/944365/1/TROPICALBANANATIPOMA_CA4YSA.pdf. Acesso em: 27 jul. 2020.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Princípios básicos do tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2016. 211 p.