

TANQUES DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO (TEvap) PARA TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO: UM ESTUDO SOBRE A CAPACIDADE DE REMOÇÃO DE ÁGUA DE DIFERENTES ESPÉCIES VEGETAIS.

Rafaela dos Reis Giordano¹

Raquel Ceroni Ferreira²

Maria Laura Moreira de Souza³

Marine Cirino Grossi Reis⁴

Reaproveitamento, reutilização e tratamento de resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

O tanque de evapotranspiração (TEvap) é uma solução baseada na natureza (SBN) para o tratamento de esgotos, utilizando tecnologia acessível com recursos naturais. As plantas, como a bananeira e a taioba, são frequentemente cultivadas nesse sistema. Estudos recentes indicam que o capim BRS capiaçu também pode ser útil. Contudo, há uma necessidade de pesquisar mais sobre a capacidade de evapotranspiração dessas espécies em diferentes estágios de crescimento.

O trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade evapotranspirativa das três espécies de plantas: bananeira, taioba e capim-elefante BRS capiaçu e também de tanques sem plantas. Mediu-se a evapotranspiração por meio da reposição das lâminas evapotranspiradas com esgoto sanitário sintético e calculou-se o coeficiente do tanque (K_{TEvap}) através da evapotranspiração de referência. Os resultados foram comparados estatisticamente, por meio da ANOVA e teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A taioba apresentou maior evapotranspiração acumulada, sendo igual a 1376,70 mm no ciclo avaliado (99 dias). Os K_{TEvap} foram, em média, iguais a TAI $8,07 \pm 0,93$, BAN $6,12 \pm 0,82$, CAP $4,72 \pm 0,57$ e S/P $2,23 \pm 0,22$. As três espécies vegetativas se desenvolveram bem no sistema, porém a taioba apresentou evapotranspiração acumulada significativamente superior ao capim-BRS capiaçu, à bananeira e aos tanques sem plantas. Os resultados de K_{TEvap} foram elevados para todas as espécies avaliadas, indicando bom potencial de uso no TEvap. Questões como a fase fenológica da planta e a época do ano (condições meteorológicas durante o experimento) devem ser melhor investigadas em trabalhos futuros.

Palavra-chave: Agroecologia; Fossa ecológica; Saneamento ecológico; Tecnologia social;

¹ Aluna do Bacharelado em Agroecologia pelo IFSudesteMG, campus Rio Pomba, Departamento de Agricultura e Meio Ambiente, rafaelargiordano@gmail.com;

² Aluna do Bacharelado em Agroecologia pelo IFSudesteMG, campus Rio Pomba, Departamento de Agricultura e Meio Ambiente, ceroniraquel@gmail.com;

³ Aluna do Bacharelado em Agroecologia pelo IFSudesteMG, campus Rio Pomba, Departamento de Agricultura e Meio Ambiente, lalamdesouza@gmail.com;

*Orientação: IFSudesteMG, campus Rio Pomba; Agricultura e Meio Ambiente, marine.grossi@ifsudestemg.edu.br

GSC
EVENTOS ESPECIAIS
a grife de sucesso em eventos



REALIZAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Sul de Minas Gerais

WWW.MEIOAMBIENTEPOCOS.COM.BR

INTRODUÇÃO

O saneamento é um componente essencial para manutenção da qualidade ambiental e da saúde da população. O acesso a sistemas de coleta e tratamento de esgoto na zona rural é uma realidade preocupante no Brasil. Segundo a (Funasa, 2019), cerca de 70% da população rural habita domicílios com elevada proporção de atendimento precário ou não atendimento.

Além dos riscos que a contaminação da água apresenta para saúde humana, o despejo inadequado de resíduos pode provocar desequilíbrio no ecossistema, poluindo águas e degradando áreas naturais. Portanto, é fundamental que tecnologias de saneamento básico sejam desenvolvidas para áreas rurais, a fim de garantir qualidade de vida para essa população e preservação de agroecossistemas.

Segundo (Bernardes, 2004), o TEvap é uma tecnologia que consiste em um sistema plantado, onde ocorre decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização e absorção dos nutrientes e da água pelas raízes, a um custo baixo para os usuários.

Recentemente, (Ferreira, 2023) encontraram que o capim BRS capiaçu apresentou maior capacidade evapotranspirativa que a taioba e a bananeira em TEvap em escala piloto instalados em Rio Pomba – MG. No entanto, questões como a fase fenológica das plantas e condições meteorológicas podem ter influenciado nos resultados.

Assim, este trabalho teve como objetivo principal comparar a evapotranspiração de TEvap cultivados com capim BRS capiaçu (*Pennisetum sp.*), taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), bananeira nanicao (*Musa cavendishii*) e em tanques sem planta considerando-se outras fases de desenvolvimento das plantas usadas em trabalho anterior (Ferreira et al., 2023). Os objetivos específicos foram avaliar a influência das plantas na evapotranspiração (ET_{TEvap}) acumulada e determinar o coeficiente do tanque (K_{TEvap}) para os diferentes tratamentos.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada no

Departamento Acadêmico de Agricultura e Ambiente (DAAA) do IF Sudeste MG,
campus Rio Pomba, cujas coordenadas geográficas são 21° 14' 41" S e 43° 9' 32" O,
434 m de altitude.

Foram utilizados tanques de evapotranspiração em escala piloto, constituídos por recipientes de polietileno de alta densidade com dimensões de 0,90 m de altura, diâmetro da borda superior de 0,52 m e área superficial de 0,21 m² e volume útil médio de 0,059 m³. Os tanques foram preenchidos com materiais convencionais desse sistema, isto é, câmara anaeróbia, material cerâmico, brita, areia e substrato.

O fator avaliado foi a espécie da planta, entre quatro tratamentos: taioba, bananeira, capim e sem planta (testemunha). Para cada tratamento foram realizadas três repetições de cada espécie, totalizando doze TEvap distribuídos de forma casualizada na casa de vegetação.

O plantio foi realizado em dezembro de 2023, usando mudas já bem desenvolvidas, com tamanho médio das plantas igual a 50 cm, 60 cm e 90 cm para a taioba, bananeira e capim, respectivamente. Os tanques foram preenchidos com esgoto sintético até a formação de lâmina d'água sob superfície do solo no primeiro dia do experimento, logo após o corte raso do capim (20 cm), no dia 28 janeiro de 2024. O monitoramento da evapotranspiração foi feito durante 99 dias, sendo a frequência a cada 3 dias.

O esgoto sintético teve como base a solução preparada por (Reis, 2022) e tem em sua composição sais e matéria orgânica que pretendem simular os resíduos de um vaso sanitário doméstico (DBO = 496,0 ± 130,3 mg L⁻¹, DQO = 1189,5 ± 223,8 mg L⁻¹).

O cálculo da lâmina evapotranspirada é mostrado na equação 1:

$$ET_{TEvap} = (V_{ad} - V_{am}) / A_t \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: ET_{TEvap} = evapotranspiração no tanque (mm); V_{ad} = volume adicionado (L); V_{am} = volume da amostra retirada (L); A_t = Área do tanque (0,21 m²).

Os dados meteorológicos obtidos da estação meteorológica instalada ao lado do experimento, a 2 m de altura em relação ao nível do solo, foram convertidos para a escala diária e inseridos no programa Ref-ET (Allen, 2016). Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET), foi empregada a equação de Penman-Monteith conforme as parametrizações do Boletim 56 da FAO (Allen, 1998).

O coeficiente do tanque (K_{TEvap}) foi obtido dividindo-se a evapotranspiração medida nos TEvap (ET_{TEvap}) pela evapotranspiração de referência (ET_0), conforme Equação 2:

$$K_{TEvap} = ET_{TEvap} / ET_0 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que K_{TEvap} = coeficiente do tanque (adimensional); ET_{TEvap} = média da evapotranspiração medida em cada um dos 3 tanques de cada tratamento ($mm\ d^{-1}$); ET_0 = evapotranspiração de referência, obtida por meio da equação de Penman-Monteith ($mm\ d^{-1}$).

Inicialmente, a normalidade dos dados foi avaliada por meio teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade através do teste de Bartlett. Visto que, os resultados esperados foram atendidos pelos testes mencionados, realizou-se a análise de variância (ANOVA), levando em consideração o teste F. Foram extraídas as médias dos tratamentos através do teste de Tukey. Em geral, todas as análises foram realizadas pelo software R (R Core Team, 2020), o nível de significância considerado foi de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível observar que o fator avaliado (planta) levou à diferença significativa na evapotranspiração acumulada dos $TEvap$ (p -valor = $1,14 \times 10^{-4}$) (Tabela 1). A taioba evapotranspirou cerca de 31% a mais que a bananeira, 78% a mais que o capim e 264% a mais que os tanques sem planta. A taioba, assim como a bananeira, são plantas que demonstram boa capacidade de evapotranspiração no $TEvap$ em função do sistema foliar largo, o que colabora para o alto índice de consumo de água.

Em trabalho semelhante, (Reis, 2022) e (Ferreira, 2023), já haviam atestado o potencial evapotranspirativo das mesmas plantas, obtendo ET acumulada de 1.396,48 mm para o capim, 650,70 mm para a taioba, 489,17 mm para a bananeira e 321,84 mm para os tanques sem planta, em 60 dias de monitoramento durante o outono/inverno. Acredita-se que a diferença entre os resultados destes autores para os encontrados neste trabalho é, sobretudo, a fase de desenvolvimento das plantas: enquanto (FERREIRA, 2023) iniciaram a medição da ET com as mudas de taioba e bananeira com pouquíssima área foliar, logo após o transplântio, no atual trabalho as plantas já estavam melhor adaptadas e com área foliar em pleno desenvolvimento.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a evapotranspiração acumulada dos TEvap.

Fator	GL	Quadrado Médio
Planta	3	23230,1*
Bloco	2	1090,3 ^{ns}
Resíduos	6	453,7

(*) Significativo a 5% e (^{ns}) não significativo, pelo teste F; GL = graus de liberdade;

Tabela 2 - Valores médios da Evapotranspiração Acumulada.

TEvap	ET acumulada
TAI	1545,23 ± 1230,48
BAN	1176,81 ± 898,201
CAP	865,619 ± 693,359
S/P	423,90 ± 356,71

(*) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação; TAI = TEvap cultivado com taioba; BAN = TEvap cultivado com bananeira; CAP = TEvap cultivado com BRS capiaçu; S/P = TEvap sem planta.

Pelo fato da taioba e bananeira terem demonstrado alto potencial de evapotranspiração neste trabalho enquanto o capim apresentou maior potencial evapotranspirativo no trabalho de (Ferreira, 2023), acredita-se que a opção mais adequada para o uso em TEvap seria a implementação de consórcio de plantas. Assim, poderiam ser cultivadas plantas de ciclo rápido (como o capim BRS capiaçu) para colonizar o sistema, enquanto outras se estabelecem e desenvolvem, possibilitando maior aproveitamento da capacidade de descarga zero do TEvap.

A evapotranspiração de referência acumulada (ET_0) foi 170.65 mm. Ao dividir a evapotranspiração acumulada medida nos tanques pela ET_0 os K_{TEvap} foram TAI = $8,07 \pm 0,93$, BAN = $6,12 \pm 0,82$, CAP = $4,72 \pm 0,57$ e S/P = $2,23 \pm 0,22$. Observa-se que, na segunda metade do ciclo avaliado, a curva do coeficiente do tanque (K_{TEvap}) para os tanques com taioba ficou acima das curvas dos outros tratamentos. Segundo (Reis, 2022), esse resultado já era esperado, visto que, de maneira análoga ao que ocorre com o coeficiente das culturas (K_c), o K_{TEvap} é altamente influenciado pela área foliar. Em trabalho semelhante, (Ferreira, 2023) encontraram valores menores de K_{TEvap} para o tanque contendo taioba (3.33 ± 0.59). Da mesma forma que discutido para a ET acumulada, acredita-se que esse valor difere do encontrado neste trabalho por ter sido realizado com plantas menos desenvolvidas e com

menor área foliar.

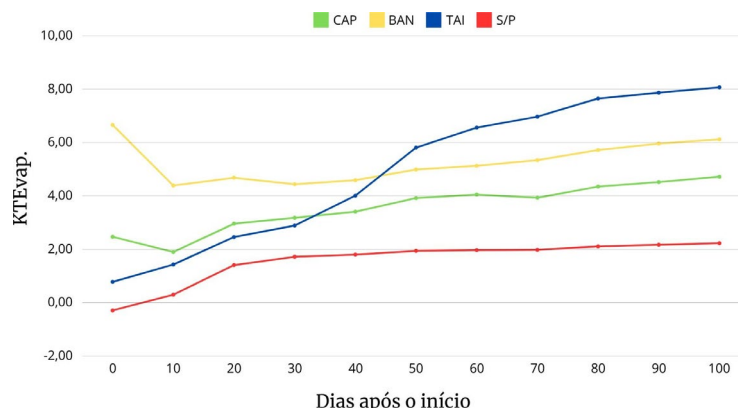


Figura 1- Gráfico K_{TEvap}

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As três espécies vegetativas se desenvolveram bem no sistema, porém a taioba apresentou evapotranspiração acumulada significativamente superior ao capim-BRS capiaçu, à bananeira e aos tanques sem plantas. Foram obtidos valores elevados de K_{TEvap} para todas as espécies avaliadas, indicando bom potencial de uso no TEvap. Questões como a fase fenológica da planta e a época do ano (condições meteorológicas durante o experimento) devem ser melhor investigadas em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D., SMITH, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Requirements – FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy, 1998. 300 p.

ALLEN, Richard. G. REF-ET: Reference evapotranspiration calculation software for FAO and ASCE Standardized Equations. Version 4.1. Utah State University, Logan-UT, USA, 2016.

FERREIRA, Raquel C. Estudo da perda de água em tanques de evapotranspiração (Tevap) cultivados com diferentes espécies vegetais. 2023. Congresso de Agroecologia 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa nacional por amostra de domicílios 2015.

REIS, Marine C. G. Tanques de evapotranspiração cultivados com forrageiras: balanço hídrico e de poluentes. 2022. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFV, Minas Gerais.