

## ANÁLISE CONSTRUTIVA E ESTIMATIVA DE CUSTO DE BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL

LIANE DE MOURA FERNANDES COSTA<sup>1</sup>, IRAN DOURADO DIAS<sup>2</sup>, JOÃO GEOVANE FERNANDES COSTA<sup>3</sup>, SANDRO FILIPPO<sup>4</sup>, PAULO CEZAR DIAS DE ALENCAR<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental, Estudante de Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, lianeuft@gmail.com;

<sup>2</sup>Médico Veterinário, EMATER-DF, Brasília-DF, iranveterinario@gmail.com;

<sup>3</sup>Engenheiro Ambiental, CENAD, Brasília-DF, joaogeovane12@yahoo.com.br;

<sup>4</sup>DSc em Engenharia de Transportes, Brasília-DF, sand.filippo@gmail.com;

<sup>5</sup>Prof. Me em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, UNIP, Brasília-DF, paulo.alencar@docente.unip.br.

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
Palmas/TO – Brasil  
17 a 19 de setembro de 2019

**RESUMO:** As bacias de evapotranspiração (BET) são tecnologias sociais que promovem o saneamento ambiental, pois aumentam a disponibilidade hídrica, protegem os recursos hídricos pelo não lançamento de esgoto nos cursos d'água, reciclam a água e nutrientes e previnem a contaminação do solo e das águas subterrâneas. O conhecimento da estimativa de custos de métodos construtivos seguros do ponto de vista sanitário pode apoiar na difusão da construção de BET no meio rural e urbano do Distrito Federal, Brasil. Com isso, este trabalho objetivou estimar os custos de implantação de BET no Distrito Federal de acordo com os métodos construtivos seguros existentes. A expectativa é que este trabalho estimule a divulgação e a aceitação dessas tecnologias na implementação de saneamento rural e de reúso de água para paisagismo em áreas urbanas do Distrito Federal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento, tratamento de águas residuárias, orçamento.

### CONSTRUCTIVE ANALYSIS AND BUDGET EVAPOTRANSPIRATION BUDGET IN THE FEDERAL DISTRICT

**ABSTRACT:** Evapotranspiration basins (BETs) are social technologies that promote environmental sanitation, because they increase water availability, protect water resources by not releasing treated or untreated sewage into water resources, recycle water and nutrients and prevent soil and groundwater contamination. The diffusion of BET construction in the rural and urban areas of the Distrito Federal, Brazil, depends on the estimated costs of constructive methods that are safe from the sanitary point of view. With this, this work aimed to estimate the costs of BET implementation in the Distrito Federal, Brazil, according to the existing safe construction methods. It is expected that this work will stimulate the dissemination and acceptance of these technologies in implementation of rural sanitation and reuse of water for landscaping in urban areas of the Distrito Federal in Brazil.

**KEYWORDS:** Sanitation, wastewater treatment, budget.

### INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um dos principais indicadores de qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social de uma região (PAES et al., 2014). Segundo o Ministério da Saúde *apud* BRASIL (2009), para cada R\$ 1,00 investido em saneamento, economiza-se R\$ 4,00 na saúde.

Neste contexto, apresentam-se as BET como tecnologias sociais que promovem o saneamento ecológico, aumentando a disponibilidade hídrica, não lançando esgoto (tratado ou não) nos cursos d'água, reciclando a água e nutrientes e evitando a contaminação do solo e das águas subterrâneas. Evidencia-se assim que a BET pode promover o tratamento de esgoto com a melhoria do paisagismo local e o aumento produção de alimentos.

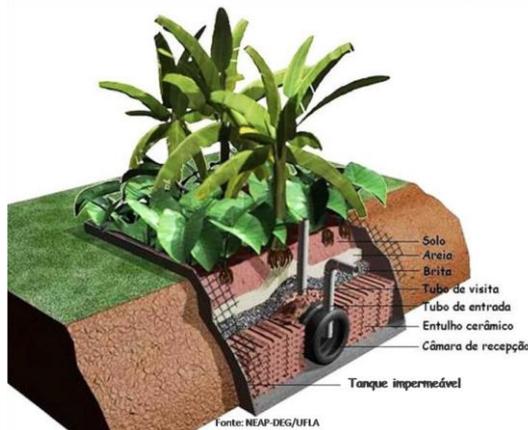
A cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas de saneamento, sete vivem em áreas rurais (WHO/UNICEF, 2015). No Distrito Federal, os chamados “extensionistas rurais” da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (EMATER), que são profissionais que desempenham um importante papel de apoio junto às comunidades rurais em todo país, demandam conhecimento sobre os aspectos construtivos de sistemas de tratamento de esgoto em ambiente rural no bioma Cerrado. Muitos extensionistas rurais apresentam tecnologias aos produtores rurais do Distrito Federal, entretanto, faltam dados atualizados sobre as técnicas construtivas e os custos com materiais e mão de obra. Para o produtor rural do Distrito Federal também é necessário conhecer os custos para a tomada de decisão sobre a implantação de sistema de esgotamento sanitário.

Alguns manuais, principalmente produzidos por entidades de assistência técnica para produtores rurais, não apresentam todos os aspectos construtivos (alvenaria, concreto armado ou ferrocimento), nem os custos associados. Portanto, o objetivo geral do presente trabalho é avaliar os métodos construtivos de BET com estimativa dos custos de implantação no Distrito Federal, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

A BET, também é conhecida como popularmente como fossa de bananeiras, fossa ecológica ou tanque de evapotranspiração (TEvap), é uma solução sustentável para o tratamento de águas negras (efluentes de descarga de sanitários), consistindo em um sistema de biodegradação por biofiltro, constituído principalmente por câmara de pneus, camadas de entulho, pedra de mão, tapiocanga ou e/ou tijolos cerâmicos, brita e areia, associado a plantas (Figura 1). Na BET ocorre a decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização e absorção dos nutrientes e da água pelas raízes (PAULO e BERNARDES, 2009; GABIALTI, 2009). A zona de raízes auxilia no processo de evapotranspiração e buscam aproveitar-se da capacidade da natureza de autodepuração. Portanto, a BET permite devolver a água ao meio ambiente sem riscos.

Figura 1. Detalhes de uma bacia de evapotranspiração



Fonte: NEAP-DEG/UFLA (2011)

Para alcançar os objetivos propostos, foi necessário promover pesquisas teóricas e levantamento de custos de materiais e serviços no Distrito Federal para construção de BET. Fez-se uma extensa pesquisa teórica na rede mundial de computadores e em bibliotecas para consulta de livros, artigos e trabalhos acadêmicos.

A partir da pesquisa teórica, o funcionamento da BET bem como suas vantagens foram compreendidas, viabilizando seu dimensionamento, quantitativos de materiais e procedimentos construtivos, para uma quantidade de 6 (seis) usuários. Com esses dados, por meio de pesquisa de mercado e do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), foi possível estimar os custos para construção de BET no Distrito Federal. A referência para os cálculos dos custos foi o Relatório de Insumos e Composição SINAPI mês de janeiro de 2019 para o Distrito Federal, disponíveis no sítio eletrônico da Caixa Econômica Federal.

Considerando os aspectos construtivos de uma bacia de evapotranspiração, independente da técnica construtiva estabelecida, ou seja, alvenaria, concreto armado ou ferrocimento, foi possível dimensionar a BET conforme os dados da Tabela 1. Foram estabelecidos, principalmente, os custos de escavação, compactação, materiais e mão de obra.

Tabela 1. Características construtivas e de materiais da BET

Qt. Usuários	L (m)	P (m)	C (m)	Espessura da Camada da BET			SR (cm)	MG (m <sup>2</sup> )	PI (un.)
				Pedra de Mão/ Entulho (cm)	Brita nº 1 (cm)	Areia Média (cm)			
6	2	1,2	6	60	10	10	40	12	36

Onde: L= Largura; P= Profundidade; C= Comprimento; SR= Solo Recompuesto; MG= Manta geotextil; PI= Pneu Inservível.

A estimativa de escavação para a construção do tanque impermeável considerou os dados de largura, profundidade e comprimento de escavação conforme a técnica construtiva. Esses dados foram importantes para definição da execução dos tanques e o tempo de escavação, refletindo no custo da mão de obra.

A Tabela 2 demonstra as dimensões, em metros, de largura, profundidade e comprimento escavado para a construção do tanque impermeável em alvenaria, concreto armado e ferrocimento.

Tabela 2. Dimensões previstas para escavação na execução de tanque impermeável da BET conforme técnicas construtivas.

Técnica Construtiva do Tanque Impermeável	6 Usuários		
	Largura Escavada (m)	Profundidade Escavada (m)	Comprimento Escavado (m)
Alvenaria	2,8	1,3	6,8
Concreto Armado	2,4	1,3	6,4
Ferrocimento	2,1	1,25	6,1

Os dados de escavação também foram importantes para calcular o orçamento dos trabalhos de compactação. Com os dados de largura e comprimento estimou-se a área a ser compactada, o tempo de trabalho e o custo de compactação.

### Tanque de Alvenaria

A profundidade estimada para escavação do solo no caso de execução de tanque em alvenaria é devido a necessidade de compactação e nivelamento do chão para receber uma camada de 4 cm de concreto magro a ser executado com a seguinte composição: 1 saco de cimento, 8 latas de areia grossa, 11 latas de brita, 2 Kg aditivo em pó de impermeabilizante e 2 latas de água.

Sobre o concreto magro é feito uma laje de 6 cm de espessura (1 saco de cimento, 4 latas de areia grossa, 6 latas de brita, 2 Kg aditivo em pó de impermeabilizante e 1,5 lata de água) com tela de aço 3,4 mm com malha de 15 x 15 cm.

Para os cálculos de dimensionamento da BET com tanque em alvenaria considerou-se o uso de bloco cerâmico de 9x19x19 cm em 1/2 vez, assentados com argamassa (1 lata de cimento ou meio saco de cimento, 3 latas areia média, 1 litro de aditivo redutor de impermeabilidade, 16 litros de água), sendo executada até a altura de 10 cm acima do solo, formando uma mureta.

Para o acabamento externo, foi considerado que a alvenaria acima do solo é rebocada, utilizando a mesma argamassa de assentamento. Os tijolos são rebocados com argamassa e espessura 2 cm, para formar uma parede de 22 cm.

### Tanque de Concreto Armado

Nos cálculos de materiais para o tanque impermeável em concreto armado considerou-se espessura de 10 cm, com concreto (1 saco de cimento, 4 latas de areia grossa, 6 latas de brita, 2 Kg aditivo em pó de impermeabilizante e 1,5 lata de água) e tela de aço 3,4 mm com malha de 15 x 15 cm.

Previu-se a escavação, compactação do fundo, montagem de fôrma em caixaria (chapa de madeira), inserção da tela de aço e preenchimento com concreto. Considerou-se também que o tanque de concreto armado recebe um beiral feito de bloco cerâmico de 9x19x19 cm em 1/2 vez assentados com a mesma argamassa de reboco que foi prevista para o tanque em alvenaria, sendo executada até a altura de 10 cm acima do solo, formando uma mureta.

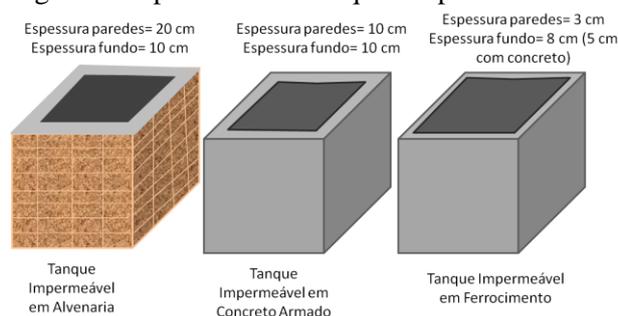
## Tanque de Ferrocimento

Para os cálculos de materiais para construção de tanque impermeável em ferrocimento, considerou-se a argamassa da parede sendo executada de 2 (duas) partes de areia (lavada média) por 1 (uma) parte de cimento (1 saco de cimento, 4 latas de areia média, 2 Kg aditivo em pó de impermeabilizante e 1,5 lata de água), tela de aço 3,4 mm com malha de 15 x 15 cm e tela de malha hexagonal (tela de “viveiro”).

Para a argamassa do piso em ferrocimento considerou-se a proporção de 2 (duas) partes de areia (lavada) por 1 (uma) parte de cimento (1 saco de cimento, 6 latas de areia média, 2 Kg aditivo em pó de impermeabilizante e 1,5 lata de água), tela de aço 3,4 mm com malha de 15 x 15 cm e tela de malha hexagonal (tela de “viveiro”). Foi prevista uma camada de concreto sob o piso, de 5 cm de espessura, com espera de ferro para unir com as paredes.

As espessuras utilizadas no dimensionamento dos tanques impermeáveis estão apresentadas na Figura 2.

Figura 2. Espessuras dos tanques impermeáveis da BET



Fonte: autores (2019)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estimativa de custo para os tubos e conexões é de R\$ 273,81. Se houver opção por não instalar tubos de inspeção para todas as camadas da BET, o custo fica em R\$ 175,17. A Tabela 3 apresenta os demais custos de serviços e materiais para a construção de BET de acordo com as técnicas construtivas, para 6 (seis) usuários.

Tabela 3. Custo de serviços e materiais para construção de BET com diferentes técnicas construtivas.

Serviços e Materiais	Custos (R\$) para BET 6 usuários		
	Alvenaria	Concreto Armado	Ferrocimento
Preenchimento da BET com pedra de mão	922,61	922,61	922,61
Preenchimento da BET com entulho de obra	393,83	393,83	393,83
Locação de escavadeira hidráulica com operador, combustível e manutenção para escavação	803,57	648,26	519,85
Escavação manual	514,64	415,17	332,93
Compactação manual	27,54	25,92	24,70
Mão de obra para construção do tanque impermeável, preenchimento, instalações dos tubos e conexões e plantio de mudas	1.249,92	1.249,92	714,24
Materiais para construção de tanque impermeável	1.705,98	1.891,75	1.453,99
Mudas de Plantas	1.320,00	1.320,00	1.320,00

Fonte: SINAPI – Referência 01/2019

Considerando todos os cálculos de custo realizados para cada método construtivo apresentado, o menor custo de execução de uma BET se dá pela execução de escavação, compactação manual e preenchimento da BET com entulho, conforme Tabela 4, considerando que não foram inseridos os custos com frete e aluguel de equipamentos.

Tabela 4. Menores custos, em reais, previstos para execução da BET e o percentual dos custos com mão de obra e materiais, conforme técnica construtiva.

Técnica Construtiva	Custos (R\$) para BET 6 usuários	% dos custos	
		Mão de Obra	Materiais
Alvenaria	5.485,72	32,7	67,3
Concreto Armado	5.570,40	30,4	69,6
Ferrocimento	4.513,50	23,7	76,3

A literatura indica que o custo total da BET depende do tipo de impermeabilização e da facilidade em se encontrar resíduos de construção civil e pneus inservíveis. Um projeto piloto desenvolvido em área rural em Planaltina/DF, estimou a implantação de uma BET em ferrocimento para seis usuários em R\$ 4.800,00. Como realizaram mutirão para a execução, o custo de mão de obra foi retirado, ocasionando a redução do custo total em 45%, passando para R\$ 2.619,68 (LIMA et al., 2013).

## CONCLUSÃO

As BET construídas em ferrocimento se mostraram com custo mais baixo em todos os aspectos, ou seja, no tocante aos materiais empregados e à mão de obra.

Os dados gerados no presente trabalho poderão auxiliar na difusão da construção de BET no meio rural e urbano do Distrito Federal, bem como para outras localidades do país, desde que os custos sejam adequados aos valores regionais praticados. Com a análise das técnicas construtivas e dos custos é possível auxiliar a tomada de decisão para utilização de métodos construtivos seguros do ponto de vista sanitário. Esses conhecimentos também podem estimular a divulgação e a aceitação dessa tecnologia na implementação de saneamento rural e paisagismo no Distrito Federal e em outras localidades, utilizando os dados desse trabalho como referência.

Aos trabalhos futuros, tendo como base esta pesquisa, cabe analisar as BET já construídas no Distrito Federal e comparar os custos de implantação com outras técnicas de tratamento de águas residuárias para pequenas comunidades

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Transversal: saneamento básico integrado às comunidades rurais e populações tradicionais: guia do profissional em treinamento nível 2. Brasília, 2009. 88p
- GALBIATI, A. F. Tratamento domiciliar de águas negras através de taque de evapotranspiração. Dissertação no Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande: 2009.
- LIMA, R. F. F.; MASSAKADO, L. M. NOVAES, J. P. ARAUJO, E. G. Avaliação da construção de uma bacia de evapotranspiração por meio de mutirão. Porto Alegre: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Cadernos de Agroecologia, vol. 8, nº 2, Nov. 2013. ISSN 2236-7934.
- NEAP-DEG/UFLA. Núcleo de estudos em agroecologia e permacultura da Universidade Federal de Lavras. Ecofossa e Tonéis de Decantação. Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, 2011. 71 p.
- PAES, W. M.; CRISPIM, M. C.; FURTADO, G. D. Uso de tecnologias ecológicas de saneamento básico para solução de conflitos socioambientais. Gaia Scientia, 2014, vol. 8 (1): 226-247. ISSN 1981-1268.
- PAULO, L. P.; BERNARDES, F. S. Estudo de tanque de evapotranspiração para o tratamento domiciliar de águas negras. Belo Horizonte, UFMG, 2004. 10p.
- SINAPI. Relatório de Insumos e Composições - JAN/2019. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_644](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_644)>. Acesso em: 13 mar. 19.
- WHO/UNICEF. Progress on sanitation and drinking water – 2015 update and MDG assessment. Geneva: World Health Organization (who) And The United Nations Children’s Fund (unicef), 2015. 90 p. Disponível em: <[https://www.unicef.org/publications/index\\_82419.html](https://www.unicef.org/publications/index_82419.html)>. Acesso em: 20 fev. 19.