

ESTUDO DA BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO COMO SOLUÇÃO PARA DESTINAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO, UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Lucas Brito Vieira⁽¹⁾

Técnico em Edificações. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *Campus* de Salvador.
e-mail: lucas-brito1995@hotmail.com

Marion Cunha Dias Ferreira

Mestre Sc. em Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *Campus* de Salvador. E-mail: mariondias@hotmail.com

RESUMO

Buscou-se estudar neste trabalho a Bacia de Evapotranspiração (BET) sob os aspectos técnicos, ambientais e econômicos, analisando sua viabilidade nas comunidades em condições inadequadas de saneamento básico e de baixo poder aquisitivo. Após apurada revisão bibliográfica, subsidiando-se em trabalhos acadêmicos e pesquisas sobre BETs, foi possível a coleta das informações necessárias para análise do sistema sob os aspectos propostos. Como resultado deste trabalho verificou-se que a BET cumpre os objetivos dos quais se dispõe alcançar, com redução significativa de alguns parâmetros importantes para um possível lançamento do efluente em corpo d'água. Foi ainda sinalizada sua potencialidade agrônômica no reaproveitamento de nutrientes presentes nos dejetos humanos que incorporados à biomassa das plantas apresentam elevado caráter fertilizante. Assim como, foi levantada a necessidade da regulamentação normativa da Bacia de Evapotranspiração de forma a determinar a padronização de procedimentos e o uso consciente dos elementos mais adequados frente às características de cada região a ser instalado o sistema. Por fim, foi proposta a utilização da BET como um mecanismo eficaz e viável que concebe maior responsabilidade ambiental na forma com a qual se gerem as iniciativas individuais de saneamento básico e de preservação dos recursos hídricos disponíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes. Bacia de Evapotranspiração. Esgotos.

INTRODUÇÃO

A Lei Nacional do Saneamento, n^o 11.445, de 5 de janeiro de 2007, prevê para 2033 a presença de Saneamento Básico em 100% das casas no país, mas em 2013 apenas metade dos municípios brasileiros tinham rede de esgoto. Naquele ano 100 milhões de brasileiros ainda não possuíam esse serviço básico.

Segundo, Galbiati (2009), a ausência de coleta e tratamento de esgotos têm provocado impactos no meio ambiente e na saúde das populações, pelo lançamento de esgotos parcialmente tratados em corpos d'água. A segregação das "águas negras" (provenientes do vaso sanitário) das águas chamadas "cinzas" (não contaminadas com fezes) permite o tratamento simplificado e descentralizado dos diferentes tipos de efluentes domésticos, possibilitando o reuso de água e nutrientes contidos no esgoto.

Datado do ano de 1960, o tanque séptico figura-se como o método de solução individual para coleta de esgotos mais disseminado no país segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, configurando-se como um sistema de tratamento primário onde, em câmaras convenientemente dimensionadas e construídas, retém o efluente por um período de tempo pré-estabelecido de modo a permitir a decantação dos sólidos e a retenção de material graxo contido nos esgotos, transformando-os através de processos físicos, químicos e biológicos.

Novas soluções individuais para tratamento e destinação devida do efluente doméstico despontam como de importância de grau maior para que se evite o lançamento do esgoto in-natura em condições adversas das previstas em portarias e resoluções federais do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Segundo Vieira (2010), a prática da instalação de Bacias de Evapotranspiração, criada pelo americano Tom Watson com o nome de "Watson Wick", e difundida no Brasil nas mãos de permacultores, como Itamar Vieira, surge como uma possível alternativa que atenda às demandas econômicas, técnicas e ambientais, com a utilização de

plantas e a incorporação de materiais comumente descartados irregularmente na natureza, numa nova proposta que surge com o conceito de sistema de destinação final, com o tratamento das águas residuais sem gerar efluente de saída.

Além de não gerar nenhum efluente, a BET evita a poluição do solo, das águas superficiais e do lençol freático, nela os resíduos humanos são transformados em nutrientes para plantas e a água só sai pela superfície do solo, por meio da evaporação, ou pela transpiração realizada pela planta, portanto completamente limpa. O conjunto da Bacia de Evapotranspiração, mais o Círculo de Bananeiras, possui baixo custo de investimento e utiliza materiais de descarte como pneus e entulhos, apresentando também, a possibilidade de cultivo e produção de alimentos aptos ao consumo humano, e de plantas ornamentais.

OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo desse trabalho foi estudar a Bacia de Evapotranspiração como solução individual empregável, contemplando a viabilidade dos aspectos técnicos, ambientais e econômicos, em comunidades desprovidas de rede coletora de esgoto e de baixo poder aquisitivo. Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura sobre a proposta da BET, além de um levantamento de custo para implementação dessa solução em uma unidade residencial que tenha disponibilidade de área física para sua instalação e a identificação dos benefícios ambientais trazidos pela Bacia de Evapotranspiração.

METODOLOGIA

Estudou-se a utilização da Bacia de Evapotranspiração no tratamento do efluente doméstico através do uso de plantas de espécie macrófita, como uma proposta alternativa de tratamento do esgoto, com uso de mecanismos e materiais autossuficientes e sustentáveis, possibilitando tratamento e posterior dissipação do efluente na atmosfera por meio da evapotranspiração. Posteriormente realizou-se um levantamento bibliográfico sobre o tema, estudou-se o sistema da BET e avaliou-se os aspectos: técnicos, econômicos e ambientais da proposta.

A revisão de literatura foi baseada em trabalhos acadêmicos e pesquisas sobre a Bacia de Evapotranspiração. Foram analisados os seguintes trabalhos:

- Os estudos de implantação de uma Bacia de Evapotranspiração em São Paulo, realizados no ano de 2010, pelo Permacultor Itamar Vieira, através da Comunidade de Permacultura Setelombas, em parceria com a rede “Permeare” de permacultura, o qual se tornou uma das principais referências no processo de disseminação da BET ao longo do país;
- O trabalho desenvolvido pelo pós-graduando em engenharia agrícola Amboko Muhiwa Benjamin da Universidade Federal de Lavras - MG, em 2013, intitulado “Bacia de Evapotranspiração: Tratamento e efluentes domésticos e de produção de alimentos”;
- A pesquisa desenvolvida pela pós-graduanda em tecnologia ambiental Adriana Farina Galbiati da Universidade Federal de Minas Gerais, em 2009, intitulado “Estudo de Tanque de Evapotranspiração para tratamento de águas negras”.

A ausência de determinações normativas acerca dos procedimentos e processos a serem realizados bem como a normatização do sistema, submete toda metodologia de execução aos conceitos usualmente empregados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a investigação das metodologias empregadas para os três estudos apresentados, foi possível realizar algumas análises acerca dos resultados encontrados nos trabalhos, que por sua vez não serão comparados entre si, tendo em vista as diferenças nos materiais e métodos adotados em cada estudo e implantação da BET em seus respectivos campos de atuação.

Aspectos Técnicos

Em todos os três sistemas foi possível sinalizar limitações que dizem respeito a alterações posteriores no sistema em operação: uma vez montada, a alteração da configuração interna, nos quais os elementos da BET estão dispostos, seria de difícil execução, não havendo limpeza do lodo ou manutenções internas regulares, devendo-se obedecer aos procedimentos recomendados, em especial os que dizem respeito ao dimensionamento, sendo salientado ainda o recebimento de apenas uma parte do efluente doméstico gerado,

outro sistema de natureza similar, de saneamento ecológico, é previsto para receber as águas servidas das pias, tanques e chuveiros.

Pode ser sinalizada ainda uma limitação quanto à variação de vazão: As mudanças de comportamento no cotidiano da família ao longo do ano podem influir diretamente nos padrões de contribuição da carga de esgoto, estipulada durante o dimensionamento do sistema da BET. Este dimensionamento é feito utilizando-se uma relação direta com o número de moradores efetivos da residência, sendo o papel da macrófita eliminar o efluente tratado, por meio da evapotranspiração, níveis muito discrepantes dos previstos podem gerar sobrecarga e transbordamento do sistema, se não conectado a outro mecanismo complementar como o círculo de bananeiras.

A BET está isenta da limpeza regular do lodo em seu interior que em ambiente anaeróbio sofre decomposição de sua matéria orgânica e tem parte de seus nutrientes incorporados à biomassa da macrófita. Situação diferente apresentada pelo tanque séptico por exemplo, que em resolução normativa tem estipulado o tempo de limpeza regular do lodo acumulado. Apesar de necessitar de um mecanismo complementar para possível sobrecarga, a proposta apresenta poucas restrições e entraves referentes à disposição de sua implantação frente ao baixo risco que oferece ao meio ambiente, num sistema que se adequa facilmente às características do terreno, da região e dos recursos naturais ao seu redor.

Aspectos Ambientais

Ao avaliar os resultados apresentados nos trabalhos, de acordo com as regulamentações em vigor foi possível, também, verificar sua conformidade ou não em cada parâmetro – a Resolução CONAMA 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, em complemento e alteração da resolução 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

De acordo com Piveli (2009), quando o pH se mantém ácido é um indício de desequilíbrio do sistema, situação não encontrada em nenhum dos trabalhos apresentados que realizaram análises do efluente de saída da bacia, Benjamin (2013) encontrou o valor de 7,80, ainda no efluente de entrada, e Galbiati (2009), 7,81, no efluente de saída, valores que permaneceram próximos a neutralidade e enquadrados nos valores estabelecidos pela CONAMA 430/2011. Ainda segundo Piveli (2009) a produção de ácidos orgânicos voláteis pelas bactérias acidificadoras precisa ser controlada para utilização desse ácido pelas metanobactérias, quando isso não ocorre o sistema permanece ácido.

Conforme Von Sperling (2005), para esgotos domésticos brutos a faixa de DQO é de 400 a 800mg/L e a faixa de DBO é de 200 a 500mg/L, indicando que o sistema está de acordo com o esperado, valores próximos foram apresentados nas análises realizadas por Benjamin (2013) no efluente de chegada da BET. Além disso, para esgotos domésticos brutos a relação DQO/DBO5 varia em torno de 1,7 a 2,4, sendo que quanto mais baixa é esta relação maior a necessidade de um tratamento biológico, para valores abaixo de 3 esta é a alternativa mais adequada. As análises realizadas nas bacias de evapotranspiração estudadas apresentaram valores de DBO dentro dos estipulados por norma, chegando a redução de até 80% para Galbiati (2009).

A redução de alguns parâmetros físicos como os sólidos podem significar que os processos de decantação e sedimentação, decomposição da matéria orgânica e filtragem pelo solo e pelas raízes das plantas, que ocorrem no interior da bacia de evapotranspiração, exercem a função de tratamento do efluente, demandando futuras pesquisas para a determinação dos seus índices de eficiência.

Observa-se uma boa remoção de sólidos suspensos totais e turbidez nos números obtidos por Galbiati (2009), provavelmente devido à passagem do efluente pela camada de brita, areia e solo, submetendo-o, através de fluxo ascendente, a uma filtragem nas camadas de substrato. O mesmo pode-se dizer dos níveis de DQO e DBO das análises realizadas por Galbiati (2009). Não se pode afirmar, contudo, em um dos trabalhos, que houve uma concentração maior no efluente de saída, em relação ao conteúdo do interior do tanque, pois não apresentaram as duas análises, como é o caso de Benjamin (2013).

Em geral, pode-se observar que, parâmetros como: turbidez, DQO, DBO, sólidos totais e nitrogênio amoniacal, apresentaram grande redução; pH, condutividade, cloretos e os parâmetros microbiológicos não se alteram significativamente; e que a alcalinidade apresentou sensível aumento.

A presença de nutrientes como o fósforo e o nitrogênio no solo do interior da bacia sugere a conveniência da sua utilização como fertilizante, segundo Guimarães, Ribeiro e Alvarez (2009), os valores máximos de pH e dos nutrientes para o solo fértil devem ser de: pH = 6,2; K = 80mg/mL; P = 8-10/dm³; Ca = 3cmol/dm³; Mg =

0,9 cmol/dm³ e V = 60%. Foi baseando-se nesses dados e os resultados obtidos nas análises do solo no interior da bacia, que Benjamin (2013) constatou o elevado caráter fertilizante presente na BET.

Durante análise de uma amostra de solo retirada a cerca de 3 metros do tanque, Galbiati (2009) detectou a presença de *Strongyloides stercoralis*. No entanto, em quatro amostras de solo retiradas de dentro do tanque, à profundidades de até 10cm, não foi detectada a presença de nenhum tipo de parasito.

As análises parasitológicas realizadas em fevereiro de 2009, em triplicata, detectaram a presença de *Strongyloides stercoralis* no efluente de saída do tanque e novamente apresentaram resultado negativo em relação à presença de parasitos nas duas amostras do solo do interior do tanque. Pela presença de ovos de helmintos e coliformes termotolerantes no efluente final, não recomenda-se reuso para irrigação.

Quanto aos aspectos ambientais que também podem apresentar viés financeiro, não se pode deixar de citar o elevado caráter produtivo inculido no cultivo de plantas frutíferas vinculadas ao sistema da BET, podendo também ser pensado para além do consumo individual, em escala macro. Segundo o engenheiro agrônomo José Basílio, em entrevista concedida ao Jornal da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, uma das principais frutas de consumo popular do país a banana, tem em sua tipologia maçã a produção média de 15 pencas por cacho num ciclo que dura de 2 a 3 meses, além de em geral, apresentarem maior aptidão e capacidade produtiva em solo areno-argilosos, ricos em matéria orgânica, cálcio, magnésio, e com boa capacidade de retenção de água, condições que serão encontradas na BET.

Aspectos Econômicos

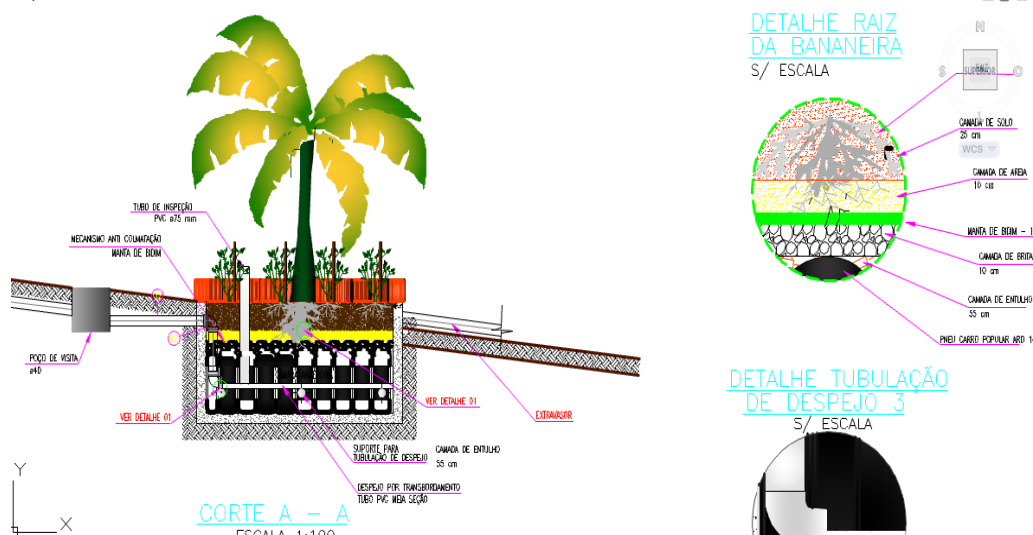
Em orçamento realizado para a simulação da construção de uma BET, numa residência de dois moradores, utilizando-se dos parâmetros de dimensionamento estipulados por Vieira (2010), foi encontrado um baixo custo de implantação, agregado à simplicidade no método construtivo, na tipologia dos materiais utilizados e na forma com que podem ser obtidos.

Com o uso de materiais de fácil obtenção e descartados irregularmente na natureza, como: pneu de veículo usado; entulho de obra e fragmentos de materiais de construção e plantas como bananeiras, taiobas e caetés, a BET apresenta baixo custo de implantação, contribuindo no combate à degradação ambiental de maneira simples, econômica e eficaz ao promover o reuso de materiais com tempo de decomposição de 600 anos ou até mesmo indeterminado, como, segundo o site da Logística Ambiental de São Paulo – LOGA, é o caso do pneu. Ainda há de ser considerado o elevado potencial agrônomico com as altas concentrações de substâncias de fácil absorção pela bananeira presentes nas fezes humanas, favorecendo o desenvolvimento e produção da espécie, podendo ser feita projeção a proporções comerciais além da escala do uso doméstico.

Seguindo o dimensionamento determinado por Vieira (2010) e os empregados em estudos realizados por universidades, seguiram-se os passos para obtenção do custo total de uma BET. Elaborando-se um projeto de uma Bacia de Evapotranspiração dimensionada para uma residência de 2 moradores (Figura 1), desprovida de rede coletora de esgotos, situada no bairro de cajazeiras, Salvador, Bahia. Foi especificada a espécie de macrófita principal prevista no sistema bem como uma espécie complementar para suporte e potencialização do volume do efluente transpirado, e também, todos os materiais necessários à condução do efluente até o local proposto e os que seriam utilizados na estrutura da BET em si.

Ainda foram realizados detalhamentos da raiz da macrófita e da tubulação de despejo do efluente, determinando como ficaria a disposição interna da raiz da bananeira, com sua projeção de crescimento e sua influência nos outros elementos da BET, como a manta de bidim, material que impossibilitaria o preenchimento dos espaços vazios deixados entre as britas, pelo agregado miúdo, que compõe a camada de areia logo acima, a chamada “colmatação”. Foi prevista também uma adaptação na forma com que o efluente seria despejado na câmara anaeróbia, sendo realizado por transbordamento através do corte do tubo como uma calha, localizada dentro da câmara anaeróbia. O plantio de feijão se deu como mecanismo complementar para eliminação do efluente, e como espécie para cultivo, explorando o potencial agrônomico do sistema.

Figura 01 – Projeto detalhado da BET elaborado com auxílio de ferramenta computacional.



Fonte: Registrado pelo autor, 2015, em Salvador BA.

Com essas informações foi possível a montagem da planilha de custos de materiais e de serviços e aqueles realizados em todos os processos de execução de uma BET, utilizando a base de preços de MAIO de 2014 da Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA.

Foram desprezadas despesas com a obtenção de pneus e entulho, materiais constantemente descartados em locais irregulares, adquiridos com facilidade em borracharias e terrenos, assim como a obtenção da macrófita, que é uma planta típica da região (a bananeira), comumente encontrada em climas tropicais nos locais onde o calor, a luz solar e água são abundantes.

Ao fim foi possível a obtenção do custo de implantação de uma BET, estimada em R\$802,20 (oitocentos e dois reais e vinte centavos), considerando os materiais e os serviços levantados em orçamento, valor sujeito a variação conforme as características intrínsecas a cada situação, pois se admitiu somente o custo de construção da estrutura em si, desprezando variáveis específicas como a tubulação de interligação entre o vaso sanitário e a estrutura.

CONCLUSÃO

Para estudar a utilização da BET sob o tripé dos aspectos técnico, econômico e ambiental, como uma proposta para tratamento do efluente doméstico, foi possível concluir pela recomendação do uso da bacia de evapotranspiração.

Levando-se em conta que o sistema de BET é destinado apenas para águas negras, propõe-se, como alternativa paralela, o círculo de bananeiras, que receberá as “águas cinzas”, provenientes das pias, tanques e chuveiros, promovendo dessa forma o tratamento de todo efluente gerado na residência.

No que tange o uso da BET, dentre as ponderações e adendos a serem feitos está a recomendação da previsão de uma tubulação de extravasamento conduzida ao círculo de bananeiras, como um sistema tanto cautelar, para eventuais situações de sobrecarga da BET e necessidade de extravasamento dos esgotos, quanto complementar destinado ao tratamento das águas cinzas. Parte-se do pressuposto de que numa BET corretamente dimensionada, o possível efluente extravasado por ineficiência de evapotranspiração da macrófita, sofreu redução da sua carga orgânica, conforme as análises apresentadas no trabalho, podendo ser lançado no círculo de bananeiras, atendendo ainda, alguns parâmetros da resolução CONAMA 430/2011, como DBO, PH e DQO, sem mesmo ser previsto seu lançamento em qualquer corpo receptor.

O sistema de BET apresentou-se ainda como um elevado potencial agrônômico, ao serem observadas as concentrações de macronutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, presentes nas excretas humanas e facilmente absorvidos pela macrófita sendo incorporados à sua biomassa.

A BET apresentou baixo custo de implantação, contribuindo no combate à degradação ambiental de maneira simples, econômica e eficaz ao promover o reuso de materiais com tempo de decomposição de aproximadamente 600 anos, como é o caso dos pneus e entulhos utilizados na construção, materiais de fácil obtenção e muitas vezes descartados irregularmente na natureza.

Observa-se também a ausência de determinações normativas para a implementação de BETs em escala nacional ou mesmo local. Identificou-se apenas a ocorrência de projetos pilotos em níveis acadêmicos e experiências de permacultures, os então responsáveis pelo desenvolvido e difusão em diversas nacionalidades, com potencial para aplicação no tratamento domiciliar de águas negras em zonas urbanas e periurbanas.

Nesse sentido, espera-se que tais pesquisas acadêmicas tragam os resultados que subsidiem a confecção de propostas para normatização e regulamentação e aplicação em maior escala da BET como solução ao tratamento e destinação final de efluentes domésticos.

A escassez hídrica instaurou-se através de diversos fatores a exemplo do gerenciamento inadequado, alterações na disponibilidade e aumento de demanda, mudanças globais com eventos hidrológicos extremos e a degradação dos mananciais existentes por meio do descarte de esgotos sanitários sem qualquer tratamento prévio e na ingerência público administrativa em oferecimento e ampliação dos serviços de saneamento básico. A BET vem como alternativa de solução individual particular para contribuir na redução dos impactos sobre os recursos hídricos no país. Quando, num cenário desfavorável, só se prevê para 2033 a presença de saneamento básico em 100% das residências. Para que a 7ª maior economia mundial alcance uma posição mais satisfatória ao ranking de 1120 em cobertura de saneamento básico.

Dessa forma, fica proposto neste trabalho, a utilização da Bacia de Evapotranspiração como um mecanismo eficaz e viável que concebe maior responsabilidade ambiental na forma com a qual se gerem as iniciativas individuais de saneamento básico e de preservação dos recursos hídricos disponíveis. Percebeu-se a necessidade de uma aplicação prática por meio da implantação de BETs, a fim de gerar dados primários e estes serem confrontados com os dados já existentes. Assim propõe-se como trabalho futuro a construção de um número de bacias de evapotranspiração com monitoramento frequente dos efluentes a fim de gerar um banco de dados que permita subsidiar a construção de uma proposta para normatização de uso do sistema de BETs.

REFERÊNCIAS

- BENJAMIN, Amboko Muhiwa. Bacia de Evapotranspiração: tratamento de efluentes domésticos e de produção de alimentos. Lavras: UFLA, 2013. 50 p.
- GALBIATI, Adriana Farina. G148t Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração / Adriana Farina Galbiati. -- Campo Grande, MS, 2009.
- GUIMARÃES, A. J. A.; RIBEIRO, A. C.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: UFV, 1999. 359p.
- PIVELI, R. P. Nutrientes: Compostos de Nitrogênio e Fósforo em Água. Unicamp, Campinas. 2009.
- VIEIRA, I. Bacia de Evapotranspiração, 2010. Disponível em < <http://www.setelombas.com.br/2010/10/bacia-de-evapotranspiracao-bet/>>. Acessado em 12 de maio de 2014.
- VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.