



Fig. 1: Localização do projeto

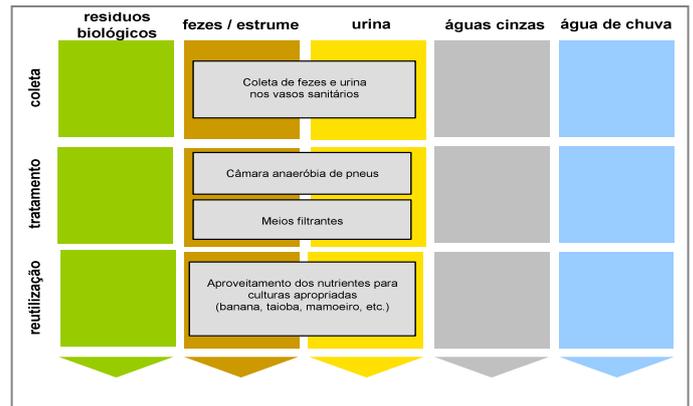


Fig. 2: Componentes de saneamento aplicado neste projeto.

1 Dados Gerais

Tipo de projeto:

Desenvolvimento de opção para saneamento rural na melhoria do esgotamento sanitário.

Período de Projeto:

Período da construção: 3 dias corridos.

Início da operação: 15 dias após plantio.

Período de monitoramento em curso planejado para: 15 dias após plantio.

Fim de Projeto: Indeterminado.

Escala de Projeto:

Número de pessoas abrangidas: 4.315 (população rural não atendida com esgotamento sanitário).

Número de usuários: 1 a 6 usuários do banheiro por TEvap.

Investimento total (em REAIS - 2014): R\$ 1.920,00 (4 usuários).

Endereço do local de projeto:

Itabira, Minas Gerais, Brasil.

Planejamento institucional:

Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

Instituição executora:

Universidade Federal Fluminense

Agência de apoio:

Universidade Federal Fluminense

2 Objetivo e motivações do projeto

Motivado por incessantes questionamentos acerca da atual situação do saneamento rural no Brasil, devido à falta de um saneamento adequado, e suas conseqüências para o meio ambiente, saúde e segurança alimentar, o projeto propõe estabelecer uma alternativa sustentável de esgotamento sanitário. O objetivo do projeto é buscar opções para a correta destinação dos resíduos líquidos (águas negras).

Para tanto é necessário observar os seguintes objetivos específicos:

1. Destinação adequada das águas negras provenientes dos vasos sanitários;
2. Tratamento e reutilização dos resíduos em sistema fechado com mínima ou ausência de efluente final;
3. Cultivo de culturas apropriadas ao TEvap através da reutilização dos nutrientes tratados.

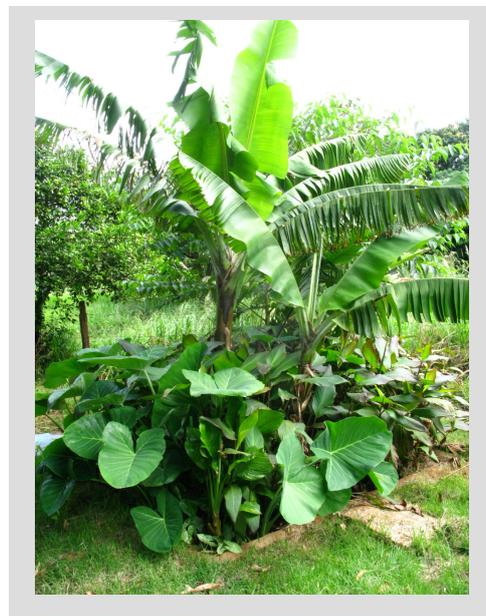


Fig. 3: Tanque de Evapotranspiração 14 meses após construção (Galbiati, 2009).

3 Localização e condições

Itabira

O município de Itabira, Minas Gerais, está localizado na região Central do estado de Minas Gerais, na latitude sul 19° 37' 09" e 43° 13' 37" longitude oeste.

Conhecida por Cidade de Ferro (origem da Companhia Vale do Rio Doce em 1942) assim como "cidade da poesia", dado ser a terra natal de Carlos Drummond de Andrade. Itabira possui uma área de 1.254,49 km², sendo 1.193,48 km² zona rural (95,14%) e 61,01 km² urbana (4,86%)¹. O município é constituído por três distritos: Itabira (sede), Ipoema e Senhora do Carmo¹.

O município é privilegiado pela quantidade de corpos hídricos em seu território, favorecida por sua geologia, geomorfologia e pedologia.

A população total de Itabira em 2010 segundo o Censo (IBGE, 2010) era de 109.783 habitantes, sendo 7.467 residentes rurais, equivalente a 6,8% da população total do município.

O clima da região é considerado do tipo Cwa, que se caracteriza por inverno seco e verão chuvoso ou tropical de altitude (CARVALHO & BRASIL, 2009). O valor médio de temperatura é de 20,3° C sendo a máxima registrada de 38,2°C em abril de 1929 e a mínima em julho de 1926 com -0,4°C. A média de precipitação anual é de 1.407,1 mm, conforme medições realizadas entre os anos de 1967 e 2008¹, sendo a chuva concentrada principalmente entre os meses de outubro e fevereiro².

A mata atlântica é o principal bioma encontrado em Itabira, entretanto na porção oeste é encontrada vegetação típica do cerrado, sendo faixa de transição entre biomas (CARVALHO & BRASIL, 2009). Quanto às características pedológicas a região possui uma diversidade de solo tipo: latossolo vermelho-amarelo, argissolos vermelho-amarelo, latossolos vermelhos, cambissolos e neossolos.

Diagnóstico Rural

O universo de domicílios particulares permanentes é de aproximadamente 2.249 habitações (IBGE, 2010).

As condições do saneamento rural se encontram bem aquém do desejável, quando comparamos a zona urbana, com 94,2% dos domicílios em condições adequadas, contra a zona rural com apenas 2,7% dos domicílios em condições adequadas e cerca de 54% em condições inadequados de saneamento (IBGE, 2010).

¹IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades: Itabira, Minas Gerais. Disponível em: (<http://cod.ibge.gov.br/233XS>). Acesso em: 03 de fevereiro de 2014.

²ACHMG – Associação das Cidades Históricas de Minas Gerais. Itabira. Informações e Dicas. Disponível em: (<http://www.cidadeshistoricasdeminas.com.br/cidade/itabira/informacao-es-e-dicas/#qoeconomia-tab>). Acesso em: 15 de fevereiro de 2014.

O Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabira é responsável pela prestação de serviço de água e esgoto. A rede de coleta de esgoto no município, considerando dados de 2010, atende 98.563 habitantes, representando 92,5% da população urbana e 42,7% da população rural, aproximadamente 3.212 habitantes (SNIS, 2014).

No tocante à renda média das famílias rurais de Itabira, o Censo indica o valor de R\$ 1.286,76 (IBGE, 2010). Sendo o nível de escolaridade importante para definição das estratégias de atuação, identificou-se que, na zona rural de Itabira, dentre os habitantes de 15 anos ou mais, o analfabetismo é de 18,3% (DATASUS, 2010).

No Brasil, a taxa de mortalidade infantil de menores de cinco anos é atualmente³ de 14 crianças em 1000, e, felizmente, tem havido uma redução significativa acompanhando a tendência de baixa de 77% desde 1990, quando o valor foi de 62 mortes de crianças por mil.

4 Histórico do projeto

Dentre as tecnologias de coleta, tratamento e disposição de efluentes domésticos, uma alternativa aos modelos convencionais comumente utilizados no Brasil é a tecnologia do Tanque de Evapotranspiração (TEvap). Idealizado pelo permacultor americano Tom Watson, esse sistema recebeu diversas denominações no Brasil como fossa verde, canteiro biosséptico, fossa evapotranspiradora, *evaporationbed system* e tanque de evapotranspiração, sendo esse último referência para o presente projeto.

Com base em pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, (incluindo entrevista com atores locais), foram identificadas casos de uso de tanques de evapotranspiração no Brasil, com fins de identificar, lições aprendidas, parâmetros chave para o dimensionamento, assim como melhores práticas.

Foi constatada a falta de literatura específica sobre o tema fora do âmbito acadêmico, ainda que diversos tanques de evapotranspiração tenham sido implantados nos Estados Unidos e Brasil, (MANDAI, 2006; PAMPLONA & VENTURI, 2004 *apud* PIRES, 2012); porém, poucos com um acompanhamento científico (GALBIATI, 2009).

No Brasil, o TEvap foi implementado em estados com características bastante distintas, entre eles: Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Ceará e Minas Gerais, o que torna a análise comparativa entre as diferentes performances em cada estado uma valiosa fonte de conhecimentos e identificação de características comuns para a boa performance do sistema.

A utilização do TEvap visa contribuir positivamente para a disseminação de melhores práticas associadas ao tratamento de águas residuais no meio rural brasileiro, não só pelo

³A taxa de mortalidade de menores de cinco anos é a probabilidade (expressa como uma taxa por 1.000 nascidos vivos) de uma criança nascida em um ano determinado a morrer antes de atingir a idade de cinco anos, se sujeita a taxas de mortalidade específicas por idade atual (<http://www.childinfo.org/mortality.html>) e <http://www.childmortality.org/>.

levantamento das condicionantes técnicas, mas também pela indicação de material de referência nas pesquisas.

5 Tecnologias aplicadas

Técnica proposta por permacultores para tratamento domiciliar de águas negras, consiste em um tanque retangular impermeabilizado preenchido por camadas de substratos, onde são plantados espécies vegetais com alta demanda de água e rápido crescimento.

O tratamento do efluente inicia-se com sua entrada na parte inferior do tanque pela câmara de recepção, onde ocorre sua digestão anaeróbia enquanto permeia pelas camadas de materiais cerâmicos e pedras.

O processo atinge sua plena capacidade com o aumento do volume de líquidos, que atingindo as camadas superiores de brita e areia, as quais, por ascensão capilar, faz chegar à superfície as frações já depuradas, sendo a água evapotranspirada do sistema e os nutrientes incorporados a biomassa das espécies vegetais plantadas no TEvap (GALBIATI, 2009).

O processo "[...] enquadra-se na categoria de biorremediação vegetal [...] no qual as águas e os compostos nutricionais provindos do esgoto são reaproveitados pelas plantas", sendo uma alternativa de tratamento para efluente domiciliar, onde a água é evapotranspirada e utilizada de modo consultivo pela vegetação⁴.

Segundo Galbiati (2009), o sistema de tratamento por tanques de evapotranspiração, quando dimensionado adequadamente, minimizam a necessidade de pós-tratamento do possível efluente extravasado, pois em condições normais de funcionamento o efluente é absorvido em sua totalidade pelos vegetais plantados.

O sistema é dimensionado para tratar somente as águas negras proveniente dos vasos sanitários, sendo as águas cinza encaminhados para outros sistemas (como o círculo de Bananeiras), esse volume é encaminhado através da tubulação para o TEvap, que deve estar afastado a uma distância mínima de 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 segundo recomendações Norma (ABNT, 1993). No caso de chuvas torrenciais, o extravasador garante a saída do excesso de água, proveniente da chuva (superfície) e não da câmara de biodigestão (subterrânea).

A tecnologia pode ter aplicação restrita em zona urbana devido à necessidade de área útil para sua construção; podendo ser interessante em condomínios e moradias peri-urbanas.

A escolha da tecnologia é justificada pela:

- Mínima ou ausência de geração de resíduos finais;

⁴GRUPO HIDROSED. Biorremediação vegetal do esgoto domiciliar em comunidades rurais. Semiárido: 'água limpa, saúde terra fértil.'. Disponível em: (<http://www.hidroсед.ufc.br/tmp/infoverde.pdf>). Acessado em: 20 de dezembro de 2013.

- Alta eficiência na remoção de matéria orgânica, DBO e DQO e sólidos suspensos totais;
- Custos de construção reduzidos e implementação realizada em regime de construção participativa;
- Boa adaptação das espécies vegetais, tendo retorno positivo com relação ao consumo da produção (ex: banana).

Estudo de Galbiati (2009), quantificam o fluido do interior do tanque e no volume extravasado em sua experiência, aferindo resultados positivos quanto a diminuição de sólidos suspensos, turbidez, DBO e DQO; tendo em vista a mínima ocorrência de literatura acerca desta temática. A tabela a seguir ilustra a análise realizada por Galbiati (2009).

Parâmetro	Unidade	Interior do tanque		Saída		Rebouças et al (2007)
		Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
pH		7,84 (9)*	0,28	7,81 (10)	0,14	7,84
Condutividade	(mS/cm)	2,22 (9)	0,53	2,45 (10)	0,52	
Turbidez	NTU	481,04 (9)	291,35	88,01 (10)	44,22	
Coliformes totais	NMP / 100 m l	1,65 x 10 ³ (3)	1,47 x 10 ²	3,24 x 10 ² (5)	6,91 x 10 ²	1,5 x 10 ⁹
<i>E. coli</i>	NMP / 100 m l	5,15 x 10 ⁰ (3)	4,72 x 10 ⁰	3,71 x 10 ⁰ (6)	5,27 x 10 ⁰	
DQO	mg/l	723,46 (9)	363,41	406,05	257,85	6619
PO ₄ ⁻³	mg/l	54,46 (5)	20,27	43,18 (6)	30,68	
NH ₃	mg/l	326,85 (5)	81,04	46,21 (5)	96,74	
NO ₂ ⁻	mg/l	0,03 (5)	0,02	0,44 (5)	0,66	
NO ₃ ⁻	mg/l	0,17 (5)	0,04	0,17 (5)	0,08	
NTK	mg/l	335,40 (5)	89,30	227,01 (5)	145,44	365
OD	mgO ₂ /l	0,00 (1)	0,00	0,00 (1)	0,00	
DBO	mgO ₂ /l	360,88 (5)	237,37	72,74 (5)	24,92	1893
ST	mg/l	1137,58 (6)	249,34	746,75 (6)	205,04	
SST	mg/l	385,69 (9)	200,01	37,74 (9)	11,50	2365
Cloreto	mg/l	141,38 (4)	83,31	154,01 (4)	88,86	
Alcalinidade	mg/l	816,04 (5)	341,11	1061,56 (5)	251,10	

* (n° de amostras) NTU = Unidades Nefelométricas de Turbidez
NMP = Número Mais Provável

6 Informações do projeto

Aspectos construtivos do Tanque de Evapotranspiração

Para um correto planejamento de obras do TEvap, deve-se respeitar as seguintes etapas:

1. **Abertura do Tanque.** Cavar um buraco com profundidade de 1,5 m e 2 m de largura, com comprimento proporcional ao número de usuários (para 4 usuários, 5,5 m). Deve-se observar o tipo de solo no local, recomendando-se que o sistema possa ser feito em solos argilosos, prevendo-se a necessidade de escoramento;
2. **Instalação da tubulação hidráulica.** Do vaso sanitário até o TEvap, de 100 mm em PVC, obedecendo a declividade mínima de 1% (NBR 8160). Ainda que o TEvap seja um sistema fechado, é previsto um extravasador (ex: chuvas torrenciais), um tubo de 50 mm de diâmetro instalado no lado oposto a entrada com uma diferença de nível de 10 cm em relação ao mesmo (PIRES, 2012);

3. Revestimento Interno. Por ser um sistema fechado deve-se atentar para a correta construção das paredes e laje de fundo. A ser realizada com a técnica de ferrocimento com argamassa com traço de 3 partes de areia lavada por 1 parte de cimento, aplicada com 2,5 cm, seguida de tela metálica, com subsequente aplicação de outra camada de argamassa. Deve-se nivelar adequadamente para garantir a distribuição uniformemente o efluente dentro do tanque. A técnica do ferrocimento foi escolhida por ter um custo menor e ser bem conhecida na região de Itabira (ante a opção de blocos de concreto por exemplo). É importante apontar sobre o uso de materiais no local (disponíveis);
4. Finalização das paredes do tanque. Com a construção de um beiral de aproximadamente 15 cm acima do nível do terreno, uma boa prática que evita a entrada de água de enxurradas por cima do tanque;
5. Montagem da câmara receptora. A câmara deverá ser montada com pneus inservíveis dispostos longitudinalmente / colocados lado a lado (banda com banda) no fundo do tanque como pode ser visto na planta de projeto na Figura 5 e 6. A tubulação de entrada deve ser direcionada para dentro do pneu;
6. Preenchimento do tanque. Completar o TEvap com as camadas filtrantes recomendadas em projeto. O complemento do tratamento realizado na câmara de pneu ocorre nas camadas subsequentes de entulho, brita, areia e solo. Juntamente ao preenchimento do tanque é recomendada a instalação de tubo de inspeção com o intuito de possibilitar a verificação da condição do efluente dentro do tanque;
7. Plantio do cultivo. O passo final é o plantio das espécies vegetais que se adéquem as condições locais e ao TEvap, 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). Para a região de Itapira / MG sugere-se: Banana e Mamão entre outras.

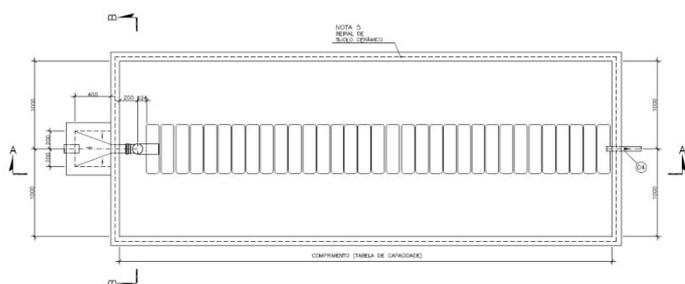


Figura 4: Planta baixa do TEvap projetado (COSTA, 2014)⁵.

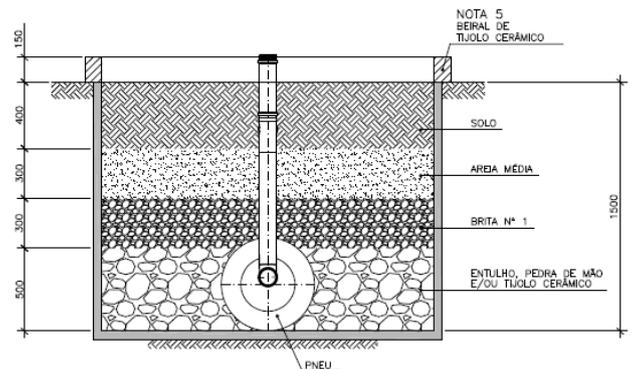


Figura 5: Corte "BB" do TEvap projetado (COSTA, 2014)⁵.

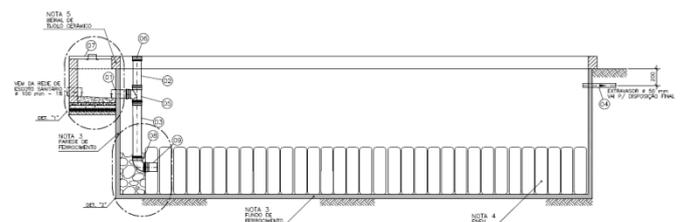


Figura 6: Corte "AA" do TEvap projetado (COSTA, 2014)⁵.

Resumo do dimensionamento

Segue abaixo alguns das condicionantes e dados de dimensionamento do TEvap para Itabira, MG:

- Evapotranspiração considerada 1140,56 mm/ano;
- k_{TEvap} considerado = 2,71;
- Pluviosidade média de 1407,1 mm/ano;
- Volume produzido de águas negras = 8100,00 l/hab.ano;
- Área superficial do TEvap = 2,9 m² por pessoa;
- Considerou-se 20% de percolação de águas de chuva no sistema;
- Adotou-se um padrão de 4 pessoas por família;
- Dimensões do TEvap para família padrão: 5,5 m de comprimento, 1,5 m de profundidade, 2,0 m de largura, totalizando 11,6 m²;
- Construção utilizando ferrocimento para paredes e fundo, com beiral de 15 cm em tijolo;
- Tubulações e conexões conforme indicado em projeto, sugerido PVC;
- Uso de pneus inservíveis para construção da câmara;
- 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) (Pires, 2012);
- Vegetado com Bananeiras, 2 a 3 por tanque, respeitando espaçamento de 2x2m (ou conforme a espécie da banana).

A lista parcial dos materiais necessários para a construção dos tanques está descrito na Tabela 1⁵.

O mesmo projeto pode ser adaptado para outras regiões, desde que observados fatores como evapotranspiração anual e k_{TEvap} (quociente da evapotranspiração real com a evapotranspiração de referência).

Tabela 1: Lista parcial de materiais para construção do TEvap (COSTA, 2014).

Lista de Materiais	
Item	Descrição
1	Tubo PVC Rígido Branco Esgoto Diâmetro 4 Polegadas. NBR. 5688 Fornecedor Barra 3 m.
2	Tubo PVC Rígido Branco Esgoto Diâmetro 2 Polegadas. NBR. 5688 Fornecedor Barra 3 m.
3	Luva Simples PVC Rígido Branco Esgoto Diâmetro 100 mm
4	Curva 90° Curta PVC Branca Esgoto Diâmetro 100 mm Série Normal
5	Tê Curto PVC Branco Série Normal Utilização Esgoto Diâmetro 100x 100 mm
6	Cap PVC Branco Esgoto Linha Predial Diâmetro 100 mm Comprimento 50 mm
7	Tampão de Madeira 540x600 mm
8	Brita nº1
9	Areia média
10	Pedra de mão
11	Pneu Usado
12	Solo recomposto
13	Tela de galinheiro Belgo - Flo 22 - 2" - 1,50 metros - Arcelor Mittal - 5
14	Tijolo cerâmica - dim=10x15x30
15	Cimento Cinza 25Kg Votoran CP11-I-32

7 Tipo e nível de reutilização

A reutilização do efluente tratado no TEvap é realizada ainda dentro do tanque através da incorporação de nutrientes à biomassa das plantas.

Dentre os plantas recomendados para plantio nos tanques (VENTURI, 2004; MANDAI 2006, *apud* GALBIATI, 2009), citam as seguintes espécies: bananas (*Musa sp.*); inhames e taiobas (*Colocasia sp.*); mamoeiro (*Caricacarpaya sp.*), ornamentais como copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*); maria sem-vergonha (*Impatiens walleriana*); lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*); caeté banana (*Heliconia sp.*) e junco (*Zizianopsis bonariensis*), além de hortaliças como: couve e tomateiro, devendo se evitar plantas que tenham raízes consumidas cruas e hortaliças rasteiras. Essas plantas são recomendadas, devido sua adaptabilidade em ambientes úmidos (JUNIOR *et al.*, 2013). Sempre valendo-se do princípio “descascar para comer”.

Cultura da banana em Minas Gerais

A cultura da banana foi a sugerida pelo projeto, sendo assim, devem-se seguir os requisitos do cultivo. Para o desenvolvimento adequando da banana a faixa de temperatura ótima é de 26°C a 28°C, sendo a cultura sensível a baixas temperaturas, sendo o mínimo de 15°C e a máxima temperatura aceitável de 35° (BRASIL, 2010).

A demanda hídrica necessária à cultura está associada a produtividade tendo como referência superior 1.900mm bem distribuído durante o ano.

O mapeamento de aptidão da cultura da banana para Itabira, MG foi proposto por (VIEIRA *et al.*, 2008), onde 73,82 % do

município de Itabira foram considerados aptos para o cultivo da banana (*musa sapiens*) irrigada, se destacando diante das demais das regiões centrais de Minas Gerais que apresentam grande parte dos municípios inaptos ou restritas por proteção ambiental.

8 Outros componentes do projeto

A utilização de pneus inservíveis no caso do município de Itabira constitui uma opção para a redução de custos, dentro da estratégia da Empresa de Desenvolvimento de Itabira (Itaurb), na busca por novas aplicações aos pneus irreversíveis (dando novo uso para esse passivo ambiental), possibilitando uma proposta de parceria para a reciclagem dos pneus da cidade e contribuindo com a minimização de custos de implementação dos TEvap.

O projeto contribui para a gestão de recursos hídricos, a o exemplo do projeto Mãe D'água criado em 2007 pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE-Itabira) e Prefeitura do Municipal de Itabira (PMI), motivada pela degradação do manancial Candidópolis que abastece cerca de 55% da água da Cidade de Itabira.

O projeto supracitado teve a participação de diversos parceiros com o intuito de recuperar áreas degradadas realizando intervenções de baixo custo: construções de mini terraços, colocação de barraginhas e paliçadas em estradas, reflorestamento, cercamento de APPs, além de instalações de fossas sépticas em residências rurais (MÃE D'ÁGUA, 2010).

Exemplo de iniciativa é a proposição de Costa (2014) que propõe a disseminação da tecnologia do TEvap por meio de uma metodologia participativa, que inclui o empoderamento de atores sociais (exe.: professores de ensino fundamental e médio) no trabalho com jovens e pais de jovens fazendo uso de uma cartilha de apoio a construção participativa de TEvap em zonas rurais.

9 Custos e economia

O projeto proposto para Itabira, MG teve seus custos detalhados na moeda Real (R\$ - Brasil), com valores locais⁶.

O custo com mão de obra pode ser minimizado, considerando-se uma construção participativa, ou seja, sem gastos com mão de obra externa (somente das famílias envolvidas), e obtendo os pneus de forma colaborativa por parceiros.

A construção participativa de TEvap é uma possibilidade de minimização de custos proporcionando capacitação e um maior entendimento de funcionamento e operação do sistema (PIRES, 2012). Custo total de aproximadamente R\$ 2.000,00 (ou €611⁷).

Não há custos diretos com operação, ou manutenção. Eventualmente podem-se realizar análises de efluente e

⁶Data de referência: março/2014, para a região de Itabira / MG.

⁷Adotando R\$ 3,27 por cada Euro (referência 03/2014).

⁵ Disponível em http://www.ter.uff.br/images/30943096-Pablo-DES1-A1_2014-04-24-01.pdf

plantas a fim de verificar a eficiência do sistema com base em análises de amostra coletadas nos tubos de inspeção.

Como benefício Indireto, as famílias utilizam os frutos implementadas no TEvap na sua alimentação.

10 Operação e manutenção

É aconselhável que haja cuidados na manutenção e operação do sistema TEvap, em especial logo após a construção, com o plantio ou transplante de mudas de bananeiras e rega diária durante os primeiros 15 dias (PIRES, 2012).

A poda das plantas pode ser realizada sendo a matéria verde posta acima da superfície do terreno, tendo a folhagem importância na manutenção do microclima; a projeção da copa também é importante interceptador da água de chuva, contribuindo para o balanço hídrico do sistema.

Outro cuidado é na manipulação das partes das plantas que tenham contato com o solo do interior do TEvap, com possibilidade de contaminação por parte do efluente (GALBIATI, 2009).

11 Experiência prática e lições aprendidas

É importante enfatizar a participação da população local, na construção participativa, não só como importante forma de aprendizagem, disseminação e comunicação entre o corpo técnico (extensionistas, técnicos, permacultores, engenheiros, etc.) e a população rural (domésticos, agricultores, cooperativa, etc.); sendo que as discussões devem incluir a temática de conflitos culturais para uma correta abordagem e aceitação da tecnologia, a exemplo do trabalho conduzido por Pires (2012).

A viabilidade do projeto passa muito pela aceitação da população alvo, mais do que o econômico. Parcerias para o financiamento do projeto ajudam a contribuir para a viabilidade do projeto.

Outra discussão é acerca da utilização de materiais de construção alternativos, com possibilidade de redução de custos e melhor aproveitamento dos recursos encontrados no local, a exemplo da escolha do uso de ferrocimento, técnica já utilizada em outros projetos e iniciativas, como na proposição de um curso de bioconstruções disponibilizado em um documento digital (BRASIL, 2008), a fim de disseminar novas alternativas de construção, sendo uma escolha mais barata na construção de reservatórios de água como indicado em publicação do projeto de olho na água (DE OLHO NA ÁGUA, 2014).

Recomendam-se estudos sociológicos de diálogo entre acadêmicos e populares, a fim de que possa esclarecer a dinâmica da população rural associado à aceitação de novos modelos de gestão ambiental na promoção de saúde a população.

12 Avaliação da sustentabilidade e os impactos de longo prazo

A avaliação com base nos cinco critérios de sustentabilidade para o saneamento indica os pontos fortes e quais aspectos que não foram enfatizados (fraquezas).

Tabela 1: Indicação qualitativa da sustentabilidade do sistema. Uma cruz na respectiva coluna mostra avaliação da sustentabilidade relativa de projeto (+ significa: ponto forte do projeto, o significa: a força média para este aspecto e - significa: nenhuma ênfase sobre este aspecto para este projeto).

Critérios de sustentabilidade:	Coleta e Transporte			Tratamento			Transporte e reuso		
	+	o	-	+	o	-	+	o	-
• Saúde e higiene	X			X			X		
• Recursos ambientais e naturais	X			X			X		
• Tecnologia e operação		X			X		X		
• Finanças e economia		X		X				X	
• Sócio cultural e institucional		X			X			X	

Critérios de sustentabilidade para o saneamento :

Saúde e higiene incluem o risco de exposição a agentes patogênicos e substâncias perigosas e melhoria dos meios de subsistência alcançados pela aplicação de um determinado sistema de saneamento.

Ambiente e recursos naturais envolvem os recursos necessários no projeto , bem como o grau de reciclagem e reutilização praticado e os efeitos destes.

Tecnologia e operação se relacionam com a funcionalidade e facilidade de construção , operação e monitorização de todo o sistema , bem como a sua robustez e capacidade de adaptação aos sistemas existentes .

Questões financeiras e econômicas incluem a capacidade das famílias e das comunidades para cobrir os custos de saneamento, bem como o benefício , como de fertilizantes e do impacto externo na economia.

Aspectos sócio- culturais e institucionais referem-se à aceitação sócio- cultural e adequação do sistema , as percepções , as questões de gênero e de conformidade com os quadros legais e institucionais .

Para mais informações sobre estes critérios, consulte www.susana.org: visão da SuSanA "Para soluções mais sustentáveis " (www.susana.org) .

Com relação aos impactos de longo prazo do projeto, o principal impacto esperado do projeto é a melhoria da saúde pública em regiões rurais, conservação dos recursos hídricos e meio ambiente, além de diminuição dos gastos públicos e benefícios a agricultura familiar com a implementação do sistema.

13 Documentos e referências disponíveis

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993. 15 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Desenvolvimento Rural Sustentável. Curso de Bioconstrução Texto elaborado por: Cecília Prompt - Brasília: MMA, 2008.64 p.; 21 cm.

BRASIL. Portaria n. 268, de 19 de agosto de 2010. Divulgar o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de banana no Estado de Minas Gerais.

CARVALHO, H. D.; BRASIL, E. R. Conjuntura Socioeconômica do Município de Itabira. Itabira: Ed. Funesi, 2009. 161p.

COSTA, P.S. de A. Desenvolvimento de uma opção e saneamento rural para pequenos agricultores de Minas Gerais (Itabira). Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental – Niterói, Rio de Janeiro, 2014.

COSTA, P.S. de A. Tanque de Evapotranspiração – TEVAP. Plantas, Cortes e Detalhes. Niterói: UFF, 2014. Disponível em http://www.ter.uff.br/images/30943096-Pablo-DES1-A1_2014-04-24-01.pdf.

DATASUS – Departamento de Informática do SUS. Tecnologia da Informações a serviço do SUS. IBGE e IPEA, 2010

DE OLHO NA ÁGUA. Guia de referencia. Disponível em:<http://www.deolhonaagua.org.br/site/livro_e_cartilha/de_olho_na_agua_guiade_referencia.pdf> Acesso em: 15 de março de 2014.

GALBIATI, A. F. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. Dissertação de Mestrado – Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

IBGE – INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010.

JUNIOR, A. P. M. NETO, H.F.R. Sistema individual de tratamento de esgoto Fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro uma alternativa para o tratamento sanitário em comunidades de baixa renda do município de Belém. Trabalho de Conclusão de Curso – Belém, Pará, 2011.

MÃE D'ÁGUA, 2010. Relatório de implementação e dos resultados do projeto. SAAE-Itabira. Itabira, Minas Gerais, 2010.

PIRES, F. J. Construção participativa de sistemas de tratamento de esgoto doméstico no Assentamento Rural Olga Benário - MG - Dissertação de Mestrado – Viçosa, MG, 2012.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMNTO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. Brasília: SNSA, 2011.

TRINDADE, V. A. *et al.* O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279p.

VIEIRA, E. M. ;MACHADO, M. L. ; GOMES, I.; SIMÃO M. L. R. Zoneamento edafoclimático para a cultura da banana

(Musa Sapientum) para municípios de região central de Minas Gerais. In:II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife - PE. Anais... Recife: EPAMIG, 2008.

14 Instituições, organizações e pessoas para contato

Estudo de caso de projetos da SuSanA

Tanque de Evapotranspiração no tratamento de águas negras em Itabira, Minas Gerais, Brasil
SuSanA 2014

Autores: Pablo Soares de Alvarenga Costa (Universidade Federal Fluminense – pabloalvarenga_14@hotmail.com)

Prof. Marcos Alexandre Teixeira (Universidade Federal Fluminense – marcos_teixeira@id.uff.br)

Revisão: A01

© Sustainable Sanitation Alliance

Todos os materiais Susana estão disponíveis gratuitamente seguindo o conceito de código aberto para o desenvolvimento de capacidade e uso sem fins lucrativos, desde que o reconhecimento adequado da fonte é feita quando usado. Os usuários devem sempre dar crédito em citações ao titular autor, fonte e direito de cópia original.

Este documento está disponível em:
www.susana.org