



II-200 - REÚSO DE EFLUENTES DE UM CONJUNTO FOSSA SÉPTICA E FILTRO ANAERÓBIO NA AGRICULTURA DO SEMI-ÁRIDO BAIANO

Rogério de Medeiros Netto⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Católica do Salvador (UCSal). Mestrando em Engenharia Ambiental Urbana pela Universidade Federal da Bahia (MEAU/UFBA). Engenheiro da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA).

Endereço⁽¹⁾: Rua Vicente Batalha, 406, apt. 04 – Costa Azul - Salvador - BA - CEP: 41760-030 - Brasil - Tel: (71) 3342 – 1419 e-mail: rogmneto@ig.com.br

RESUMO

Os crescentes problemas de escassez dos recursos hídricos, provocados pelo aumento da demanda em virtude do crescimento populacional e o comprometimento dos mananciais devido ao lançamento de esgotos, levaram a que o reúso das águas servidas voltasse a ser considerado. Outro fator que contribuiu para o desenvolvimento das práticas de reúso foi o maior rigor das legislações ambientais em relação ao padrão de qualidade dos efluentes. O estado da Bahia tem cerca de 70% de sua área incluída na região semi-árida, onde habita, aproximadamente, a metade da população, sendo que pouco mais da metade em áreas urbanas. As condições climáticas e geológicas do semi-árido fazem com que a maioria dos rios seja intermitente, os quais se caracterizam por ter a vazão reduzida nos períodos de estiagem. A baixa vazão, para que não haja poluição dos rios, requer um nível alto de tratamento, o qual tem custos elevados que inviabilizam a adoção em grande escala. Os estudos que serão realizados têm por objetivo avaliar a o grau de redução da carga poluente obtida com o aproveitamento de efluentes domésticos urbanos, pré-tratados, na irrigação de uma plantação de milho. A pesquisa de campo será desenvolvida em uma área situada no distrito de Santo Antônio, município de São Domingos, região do semi-árido baiano que apresenta risco alto de ocorrência de seca. A cidade de Santo Antônio não tem sistema de tratamento de esgoto, que é lançado no rio Jacuípe em diversos pontos. Em um desses pontos, o esgoto será encaminhado para um tratamento preliminar e em seguida recalcado para um tanque de equalização. Este tanque alimentará um módulo de tratamento composto de fossa séptica seguida de filtro anaeróbio de fluxo ascendente. Após ser tratado, o esgoto será recalcado para uma área de 1500m², onde será feita irrigação, por sulcos, de milho. Embaixo dos sulcos, e das linhas de plantio, serão instalados drenos para coletar a água infiltrada no solo. Após a coleta, a água será analisada em laboratório para verificar os teores de matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos.

PALAVRAS-CHAVE: Esgotamento Sanitário, Tratamento, Reúso, Agricultura, Semi-Árido.

INTRODUÇÃO

De acordo com a com revisão feita pelo Ministério da Integração regional em 2005, a região semi-árida ocupa uma área correspondente a aproximadamente 11% do território nacional, englobando todos os estados do nordeste e mais uma área do norte de Minas Gerais, como mostra a figura 1. Cerca de 40% dessa área está na Bahia, onde 265 municípios, compreendendo uma área equivalente a cerca de 70% do estado, estão incluídos na região semi-árida. Habitam nesta área 6.453.283 pessoas, das quais 53% em áreas urbanas, o que corresponde a aproximadamente metade da população do estado, 49,4%.

O clima desta região caracteriza-se por apresentar precipitações médias anuais variando entre 280 e 800 mm e temperaturas médias elevadas, da ordem de 23°C a 26°C, com grande variação espacial e temporal da precipitação. Num mesmo ano, pode acontecer que algumas áreas da região recebam as chuvas, enquanto outras experimentem a estiagem. Estas chuvas podem ser concentradas em um único mês ou num período de três a cinco meses, que seria o período chuvoso dos anos ditos normais. Apesar de ocorrerem alguns anos de chuvas abundantes, os longos períodos de estiagem, fenômeno conhecido como seca, são bastante frequentes, ocorrendo desde há muito, conforme indicado na tabela 1, a qual apresenta o percentual de incidência de secas em cada século, entre o XVI e o XX, a partir de dois estudos, um feito pela SUDENE, em 1981 (As secas do Nordeste - Uma Abordagem Histórica de Causas e Efeitos), e outro feito por Otomar de Carvalho, em 1994 (O impacto social da seca no Nordeste).



Figura 1 – Nova delimitação do semi-árido – Bahia.

Tabela 1 - Percentual de incidência de secas, por séculos.

Séculos	SUDENE	Carvalho
XVI	2	3
XVII	6	6
XVIII	30	20
XIX	18	13
XX	19	27

Na figura 2, é apresentado o mapa de risco de seca na Bahia, cuja apresentação original se deu no trabalho “Risco de Seca na Bahia”, publicado pelo Centro de Estatística e Informações da Bahia (CEI) em 1991. O mapa indica que a maior parte do semi-árido baiano, apresentado na figura 1, nas áreas que abrangem a depressão sanfranciscana, sobretudo ao norte do Estado, e as depressões formadas pelos vales médios dos rios Vaza Barris, Itapicuru, Paraguaçu e Contas, apresenta alto risco de ocorrência de seca. A outra parte, localizada no extremo sudoeste e no planalto de Maracás e Vitória da Conquista, bem como na Chapada Diamantina, apresenta risco em grau médio.

Em termos geológicos, a maior parte do semi-árido está situada em um embasamento cristalino, no qual os solos, geralmente, são rasos (cerca de 0,60 m), apresentando baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural. Os aquíferos dessa área caracterizam-se pela forma descontínua de armazenamento. A água é armazenada em fendas/fraturas na rocha (aquífero fissural) e, em regiões de solos aluviais (aluvião) forma pequenos reservatórios de qualidade não muito boa, sujeitos à exaustão devido à ação da evaporação e aos constantes bombeamentos realizados. As águas exploradas em fendas de rochas cristalinas são, em sua maioria, de qualidade inferior, normalmente servindo apenas para o consumo animal; às vezes, atendem ao consumo humano e raramente prestam para irrigação. As águas que têm contato com esse tipo de substrato se mineralizam com muita facilidade, tornando-se salinizadas.

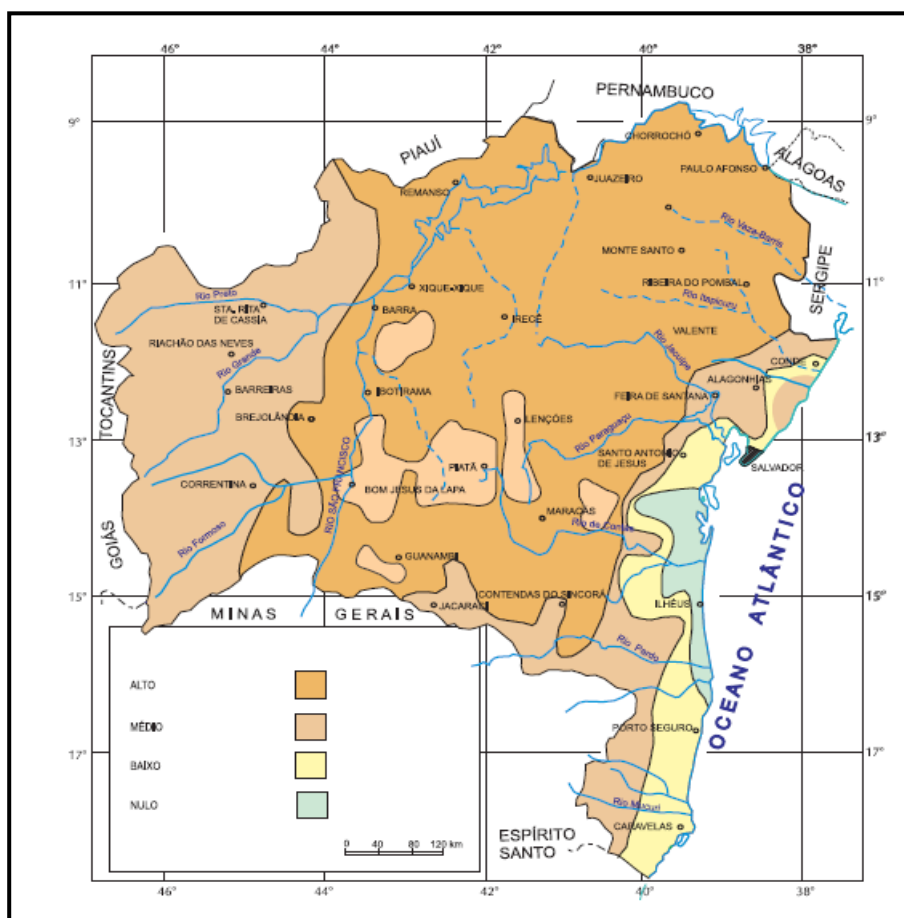


Figura 2 - Risco de Seca na Bahia (1943-1983)

No período chuvoso, a precipitação se transforma em escoamento superficial e em infiltração. Quando ocorre a estiagem, o forte calor da região provoca a evaporação da água superficial que restou dos períodos chuvosos. Isto, aliado ao rebaixamento do nível freático, faz com que o fluxo superficial cesse ou que este se torne muito diminuto. Outra consequência da seca é que os solos perdem umidade, que se torna insuficiente para garantir a produção agrícola, limitando assim o desenvolvimento de uma agricultura comercial, e consequentemente o desenvolvimento econômico.

No Brasil, não há limites pré-estabelecidos para lançamento de efluentes nos corpos d'água. Os padrões de qualidade da água são estabelecidos pelo CONAMA, por meio da resolução 357, em função dos usos que se venha a dar a água. Esses padrões estabelecem níveis máximos de concentração para diversos parâmetros, os quais vão definir o nível de tratamento que tem que ser dado ao efluente, de modo que os corpos d'água, ao receberem os efluentes, não venham a ter os limites estabelecidos ultrapassados. Sendo a concentração dada pela relação entre a carga lançada e o volume do corpo d'água onde está sendo lançada, quanto menor o volume, maior será a concentração. Assim, para que não haja comprometimento da qualidade da água, o nível do tratamento dado aos efluentes, nestas condições, tem que ser elevado, consequentemente mais caro, o que o torna economicamente inviável.

A aplicação dos efluentes domésticos na agricultura, por meio de irrigação, além de propiciar o desenvolvimento de uma agricultura comercial, pois disponibilizaria uma fonte permanente de água, rica em nutrientes, também evitaria a poluição dos corpos d'água, pois o solo é um meio capaz de absorver a matéria orgânica e os cultivos absorvem os nutrientes contidos nos efluentes.



REÚSO DA ÁGUA

O reaproveitamento das águas servidas é uma prática que remonta a antiguidade. Os registros mais antigos referem-se às cidades-estado da Grécia antiga, as quais se desenvolveram em áreas de clima semi-árido, com baixa precipitação média anual e elevada evapo-transpiração. Estas condições climáticas, que dificultavam a obtenção da água e, conseqüentemente, a produção de alimentos nos períodos secos, provavelmente, levaram ao reaproveitamento das águas servidas e das águas de chuva. Existem registros arqueológicos desta prática no antigo Palácio de Phaistos, na Ilha de Creta, onde as águas das chuvas eram armazenadas em cisternas, misturadas com águas servidas e lançadas no leito seco do rio Messara para irrigar áreas a jusante. Também há registros do aproveitamento dos esgotos domésticos para irrigação em Atenas, por volta de 500 AC.

No século XIX a prática da irrigação com esgoto tornou-se comum na Europa, ficando as áreas onde era feita esta irrigação conhecidas como “fazendas de esgoto”. Em Paris, por exemplo, por volta de 1905, chegou-se a irrigar com esgotos cerca de 5.000ha e em Berlim, em 1928, a área irrigada com esgotos chegou a ser de 10.000ha. Apesar do sucesso inicial, a prática de dispor os esgotos nos solos e utilizá-los como fertilizantes na agricultura entrou em declínio no início do século XX, devido ao crescimento das cidades, as quais requeriam novas áreas para expansão, tornando as áreas das fazendas, próximas às cidades, de interesse para construção de habitações. Além do interesse imobiliário, o crescimento da população, com o conseqüente aumento da quantidade de esgoto gerada, também levava a necessidade de se adquirir novas áreas para aplicação dos esgotos. Outro fator foi o surgimento de adubos químicos, com maior teor de nutrientes, o que levou os fazendeiros a desprezar os esgotos. Aliado a isto, com o desenvolvimento da microbiologia sanitária houve receio de que os cultivos irrigados com esgoto viessem a causar problemas de saúde pública.

Entretanto, os crescentes problemas de escassez dos recursos hídrico, provocados pelo aumento da demanda em virtude do crescimento populacional e o comprometimento dos mananciais devido ao lançamento de esgotos, levaram a que o reúso das águas servidas voltasse a ser considerado. A reutilização das águas contidas nos esgotos amplia as possibilidades de utilização da água, já que um mesmo volume de água pode ser aplicado mais de uma vez. Assim, o volume de água reutilizado também passa a ser um componente dos recursos hídricos, sendo gerenciado em conjunto com os volumes disponíveis nos mananciais superficiais e subterrâneos. Ao aumentar a disponibilidade hídrica, os efeitos da escassez de água são anulados, ou minorados, criando-se uma folga para os usos que requeiram um alto padrão de qualidade, como é o caso da dessedentação humana.

A composição e a concentração da contribuição de esgotos sanitários de uma comunidade dependem de sua economia, dos hábitos alimentares, da qualidade e da quantidade de água consumida. De um modo geral, a maior parte dos esgotos sanitários domésticos é composta de água, numa proporção que chega a 99,9%. O restante é composto por sólidos orgânicos (cerca de 70%), inorgânicos (cerca de 30%), suspensos e dissolvidos. Além disso, os esgotos sanitários são ricos em macro (Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K)) e micronutrientes de plantas, como resultado da própria dieta humana e de restos de cozinha. A matéria orgânica presente nos esgotos atua como condicionador do solo, aumentando a ocorrência de espaços vazios, resultando em melhor aeração e menor densidade. Isto favorece a drenagem das águas, a aeração dos sistemas radiculares e seu desenvolvimento, além de facilitar a absorção dos nutrientes pelas raízes em função da elevada capacidade de troca de cátions (CTC).

Os nutrientes, como o nome já diz, são alimentos para as plantas, sendo essenciais para o crescimento normal e o desenvolvimento destas. Além de tornar desnecessária, ou diminuir substancialmente, a necessidade de comprar fertilizantes minerais, compostos manufaturados que contêm nutrientes, a utilização dos esgotos na irrigação também evita, ou reduz, o uso de ferramentas mecânicas pesadas e a movimentação de máquinas, o que provoca compactação do solo. Solos compactos são mais densos, o que dificulta a drenagem, favorecendo o escoamento superficial das águas e a erosão, além de prejudicar a aeração dos sistemas radiculares das plantas, afetando seu crescimento normal.

Considerando-se um consumo per capita de 150 L/hab/dia, e que o retorno do esgoto seja da ordem de 80% do consumo de água, têm-se para uma população de 10.000 habitantes uma “oferta de água” de 1.200m³/dia. Para uma demanda de irrigação de 0,6m³/m²/ano, tem-se que o volume de esgoto seria suficiente para irrigar uma área de 73ha. Estudos realizados por Oliveira e Von Sperling, em 19 estações de Tratamento de Esgoto (ETE) compostas de Fossa Séptica seguida de Filtro Anaeróbio, indicam que os efluentes tratados tem concentração



típica de 61 mg/litro de Nitrogênio (N) total e 7 mg/litro de Fósforo (P) total. Nestas concentrações, para a demanda referida anteriormente seriam aplicados no solo 366Kg de N/ha/ano, bem como 42Kg de P/ha/ano.

A tabela 2 apresenta o resultado dos estudos feitos em Nagpur, Índia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas de Engenharia Ambiental (NEERI), no qual foi constatado um aumento de produtividade em diversos cultivos, com a utilização de esgotos.

Tabela 2 - Aumento da produtividade¹ com o uso de esgotos domésticos.

Irrigação efetuada com	Cultivo				
	Trigo ²	Feijão ²	Arroz ²	Batata ²	Algodão ²
Esgoto bruto	3,34	0,90	2,97	23,11	2,56
Efluente primário	3,45	0,87	2,94	20,78	2,30
Efluente de lagoa de estabilização	3,45	0,78	2,98	22,31	2,41
Água + NPK ³	2,70	0,72	2,03	17,16	1,70

1 - Em T/ha/ano

2 - Número de anos para cálculo da produtividade média igual a 8, 5, 7, 4 e 3, respectivamente.

3 - Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

Apesar destas vantagens, há o inconveniente de não se ter controle rigoroso sobre o aporte de nutrientes, já que estes vêm diluídos no esgoto. Tanto a aplicação insuficiente quanto a em excesso podem prejudicar o cultivo. Em ambas as situações, a produção fica comprometida, sendo que no caso de excesso de aplicação de nitrogênio, corre-se ainda o risco de lixiviação de nitratos. Além da fertilidade do solo e da nutrição das plantas, deve-se atentar para outros aspectos relacionados à qualidade da água, como o risco de salinização e o comprometimento da capacidade de infiltração do solo, ou a toxicidade às plantas associada ao excesso de sódio ou de cloretos, decorrentes da própria dieta humana e da intensa utilização de produtos de limpeza. Assim, os parâmetros de operação do sistema, como a lâmina hídrica, o período e a frequência de aplicação, devem ser controlados de forma que o sistema solo-planta possa suportar. Vale ressaltar que, de modo geral, estes cuidados são semelhantes àqueles que devem ser tomados quando se pratica irrigação convencional, ou seja, a que se compatibilizar a qualidade da água, com a técnica de irrigação empregada, com as características do solo e a adequada seleção de culturas.

Outro fator que contribuiu para o desenvolvimento das práticas de reúso foi o maior rigor das legislações ambientais em relação ao padrão de qualidade dos efluentes. Com o propósito de minorar os efeitos da poluição nos corpos d'água, causados pelo lançamento de efluentes em quantidade superior à capacidade de depuração daqueles, o tratamento dos efluentes teve que ser aprimorado, ampliando-se as etapas e utilizando-se técnicas mais sofisticadas, o que encareceu o tratamento. A depender de onde se faça o reúso, os padrões de qualidade podem ser menos exigentes, reduzindo assim, os custos do tratamento, o que torna o reúso atrativo do ponto de vista econômico. Ainda sob este ponto de vista, a reutilização das águas contidas no esgoto permite reduzir os custos relativos ao processo de captação, transporte e tratamento de volume de água correspondente àqueles reutilizados, já que estes não mais serão retirados da natureza.

Tendo em vista a presença de organismos patogênicos nos esgotos, a fim de evitar problemas de contaminação, algumas precauções devem ser tomadas. Atualmente, existem basicamente duas regulamentações a respeito do uso de esgotos na agricultura, as quais têm servido de referência para as normas existentes nos diversos países. Estas normas prevêm padrões físico-químicos e bacteriológicos do efluente em função do tipo de cultivo onde será aplicado, bem como do modo como será aplicado. Os padrões são mais rigorosos para aqueles cultivos consumidos crus e para aqueles métodos de irrigação que possam vir a provocar contato do efluente com as pessoas, a exemplo da irrigação por aspersão. A norma mais antiga, do estado da Califórnia nos Estados Unidos, é a mais rigorosa, recomendando a ausência de organismos patogênicos no efluente, tendo o conceito de risco nulo. Tem como inconveniente, os altos custos de tratamento associados a esta exigência. A outra norma é da Organização Mundial da Saúde (OMS), que aceita algum grau de contaminação, partindo do pressuposto que existe um nível de risco aceitável, no qual a probabilidade de contaminação seria baixa. Na tabela 3 estão apresentadas as diretrizes microbiológicas estabelecidas pela OMS, as quais, em casos específicos, podem ser modificadas em função de fatores epidemiológicos, sócio-culturais ou ambientais.



Tabela 3 - Diretrizes microbiológicas recomendadas para uso de esgotos na agricultura pela OMS

Categoria	Finalidades da utilização das águas	Grupo exposto	Nematóides intestinais (b) (c)	Coliformes fecais (d)	Tratamento necessário para a água alcançar o padrão exigido de qualidade microbiológica
A	Irrigação de vegetais consumidos usualmente crus; campos de esportes; parques públicos (e)	Trabalhadores agrícolas; consumidores; público em geral.	≤ 1 (f)	≤ 1.000	Uma série de lagoas de estabilização projetadas para se alcançar a qualidade indicada, ou tratamento semelhante
B	Irrigação de cereais; de cultivos industriais; de cultivos para produção de rações; de pastos; de árvores (g)	Trabalhadores agrícolas	≤ 1	Nenhum padrão recomendado	Retenção, em lagoa de estabilização, por 8 a 10 dias, ou processo equivalente de remoção de helmintos e coliformes fecais.
C	Irrigação localizada de cultivos incluídos no nível B, se não houver a exposição de trabalhadores agrícolas nem do público.	Nenhum	Não aplicável	Não aplicável	Pré-tratamento como o requerido pela tecnologia de irrigação, mas nunca menos do que uma fase de sedimentação primária.

(a) Em casos específicos, os fatores locais epidemiológicos, sócio-culturais e ambientais deveriam ser levados em conta e em conformidade as pautas deveriam ser modificadas.

(b) Espécies *Ascaris* e *Trichuris* e anquilostomas.

(c) Média aritmética do número de ovos por litro durante o período de irrigação.

(d) Média geométrica do número por 0,1 litro. Uma pauta mais rigorosa (≤ 200 FC por 100 ml) é apropriada para céspedes públicos, tais como os céspedes de um hotel, com o qual o público poderia ter contato direto.

(e) No caso de árvores frutíferas, a irrigação deveria cessar duas semanas antes da colheita das frutas, e nenhuma fruta deveria ser recolhida do solo.

(f) Deveria ser usada irrigação com aspersores.

Fonte: Blumenthal (2001); HESPANHOL (2003).



MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos que serão realizados têm por objetivo avaliar a viabilidade de se aproveitar os efluentes domésticos oriundos da cidade de Santo Antônio, distrito de São Domingos, para irrigar uma plantação de milho, bem como analisar a qualidade da água após a irrigação de modo a avaliar o potencial de poluição das águas do rio Jacuípe. A cidade de Santo Antônio, que dista cerca de 250Km de Salvador, está situada na região do semi-árido baiano e apresenta risco alto de ocorrência de seca. Não tem sistema de tratamento de esgoto, o qual é lançado no rio Jacuípe em diversos pontos. Em um desses pontos, situado à margem da BA-416, que liga a BR-324 à cidade de Valente, será feita a pesquisa de campo. As figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, a localização da cidade de São Domingos no estado da Bahia e a do experimento no município de São Domingos.



Figura 3 – Localização do Município de São Domingos



Figura 4 – Localização do experimento em São Domingos

No ponto escolhido, será construída uma pequena barragem de nível de 1m de altura, a partir da qual o esgoto será conduzido para um tratamento preliminar, composto por grade e caixa de areia, e em seguida para um poço de sucção. Deste poço, por recalque, o esgoto irá para um tanque de equalização e em seguida para o módulo de tratamento. Após o tratamento, o esgoto irá para um tanque que servirá de sucção para a bomba

que fará o recalque até o reservatório do sistema de irrigação. Deste tanque também sairá uma tubulação que drenará o esgoto tratado que porventura não venha a ser demandado pelo sistema de irrigação. A irrigação será feita por meio de sulcos escavados no solo. A figura 5 apresenta o arranjo geral do projeto.

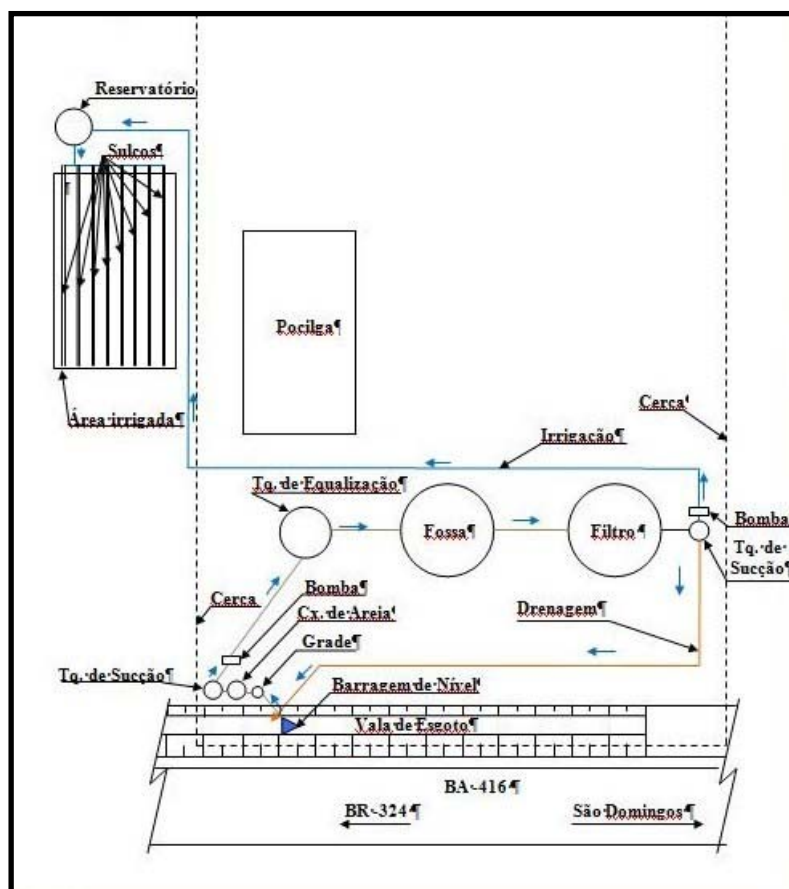


Figura 5 – Arranjo geral do projeto

Com o propósito de coletar o efluente infiltrado no solo, serão instalados drenos a 60cm, profundidade média da raiz do milho, cultivo que se pretende plantar, e a 1m de profundidade. Os drenos serão instalados logo abaixo da linha de plantio, bem como abaixo dos sulcos, como mostra a figura 6, de forma a avaliar se há diferença nas características do efluente. Periodicamente, serão feitas análises do efluente tratado para se avaliar a eficiência do tratamento e o aporte de nutrientes. Antes de se iniciar o plantio e ao final da pesquisa, serão determinadas características químicas do solo, com intuito de verificar as mudanças ocorridas durante o período de cultivo. Os resultados serão comparados com os de outras pesquisas semelhantes.

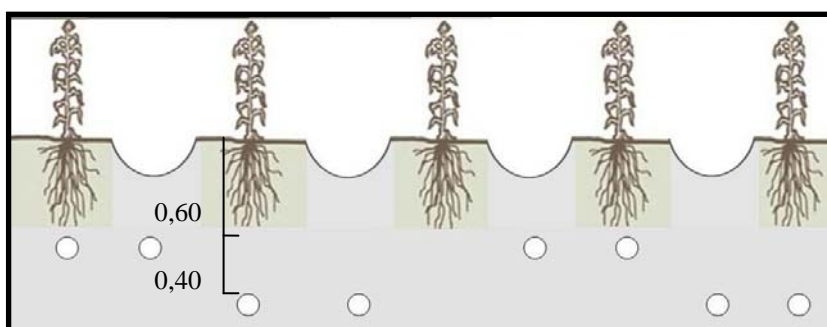


Figura 6 – Posição dos drenos



O tanque de equalização terá por finalidade receber a vazão recalçada pela bomba, após o tratamento preliminar, retendo-a e liberando apenas uma vazão compatível com a capacidade de tratamento do módulo. Para tanto, será instalado um registro na tubulação logo após a saída do tanque, o qual terá sua abertura regulada. O módulo de tratamento será composto de dois tanques de fibra de vidro conectados entre si, sendo o primeiro a Fossa Séptica e o segundo o Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente, conforme indicado na figura 7. Inicialmente, esgoto escoar para dentro da fossa através do tubo de entrada. Após o tempo de detenção, entre 12 e 24 horas, a depender do volume de contribuição, o efluente é dirigido para o próximo estágio de tratamento, o Filtro Anaeróbio, o qual consiste num recipiente fechado, provido de conexões de entrada e saída, e de dutos internos que dirigem o líquido proveniente da fossa séptica para a sua parte inferior, onde se encontra uma cuba invertida, furada, de modo que o líquido flui em movimento ascendente. O espaço interno do filtro será ocupado por seixos rolados, ao redor dos quais se formará um biofilme, composto por bactérias anaeróbias que farão a digestão da matéria orgânica contida no esgoto.

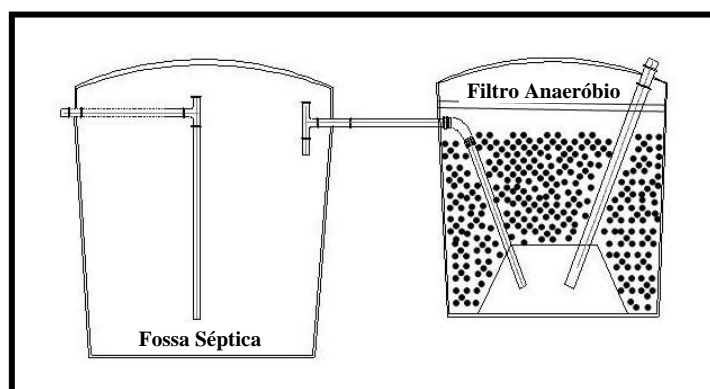


Figura 7 – Módulo de Tratamento

Processos anaeróbios para tratamento de esgotos são bastante eficientes na remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos, em climas tropicais. Apresentam grandes vantagens, tais como ocupar pequenas áreas, produzir pouco lodo, estabilizado; não consumir energia; não necessitar de equipamentos eletromecânicos. Além disso, a construção e operação são relativamente simples.

As fossas sépticas são reatores biológicos anaeróbios, onde há reações químicas com a interferência de microorganismos, que propiciam o decréscimo da matéria orgânica. Na fossa se realizam, simultaneamente, os fenômenos de decantação, flotação, desagregação e digestão dos sólidos sedimentados, que formam o lodo, bem como da crosta constituída pelo material flotante, a espuma. Devido ao tempo de retenção hidráulica, propiciam, também, o tratamento anaeróbio da fase líquida, em escoamento, e acumulam, por longos períodos, o lodo digerido, que, ao final, tem volume bastante reduzido. O tanque séptico é um sistema muito utilizado para tratamento de esgoto doméstico, podendo ser aplicado desde unidades pequenas até vazões maiores do que 150 m³/dia.

O tanque séptico produz um efluente de qualidade razoável. Para complementar o tratamento de esgotos em tanques sépticos, têm sido muito utilizados filtros anaeróbios. A associação do tanque séptico com o filtro, em comunicação direta, propicia a vantagem de menor acumulação de excesso de lodo.

Os filtros anaeróbios são reatores biológicos preenchidos com meio suporte, em cuja superfície ocorre a fixação e o desenvolvimento de microrganismos na forma de biofilmes e em cujos interstícios também podem proliferar microrganismos na forma de grânulos e flocos. Nesses reatores, o meio suporte encontra-se imóvel e completamente submerso. São mais utilizados como pós-tratamento de efluentes que tenham tido os sólidos suspensos removidos, tendo em vista que os sólidos, em grandes quantidades, podem provocar entupimento do meio suporte dos filtros.



RESULTADOS ESPERADOS

Ao final do experimento, os resultados poderão servir como referência para outros experimentos nesta área, bem como para replicar o experimento em outras áreas de Santo Antônio de modo a estender o benefício do tratamento de esgoto para o restante da cidade. Além disso, também poderá servir como alternativa de tratamento a ser adotado para as cidades do semi-árido, tanto pela Embasa, quanto pela Companhia de Engenharia Ambiental, empresa pública do Estado da Bahia que atua no saneamento de pequenas comunidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AB'SÁBER, Aziz Nacib. Sertões e sertanejos: Uma Geografia Humana Sofrida. In: Dossiê Nordeste Seco. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 72-83, ago. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141999000200002&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 abril 2009.
2. ANGELAKIS, A. N.; KOUTSOYIANNIS, D. Urban water engineering and management in ancient Greece. In: **The Encyclopedia of Water Science**. New York: B. A. Stewart and T. Howell, 2003. p. 999–1007. Disponível em: <<http://www.itia.ntua.gr/getfile/631/2/documents/2005WRAncientTechPP.pdf>>. Acesso em: 5 julho 2007.
3. ANGELAKIS, A. N.; KOUTSOYIANNIS, D.; TCHOBANOGLIOUS, G. Urban wastewater and stormwater technologies in ancient Greece. **Water Research**, v.39, n.1, p. 210-220, 2005. Disponível em: <<http://www.itia.ntua.gr/getfile/631/2/documents/2005WRAncientTechPP.pdf>>. Acesso em: 5 julho 2007.
4. ASANO, Takashi. Water From (Waste)Water - The Dependable Water Resource. **Water Science and Technology**, v. 45, n.8, p.23–33, 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/leeds/ASANO1.pdf>>. Acesso em: 5 junho 2007.
5. BARBOSA, Diva Vinhas Nascimento. Os impactos da seca de 1993 no Semi-Árido Baiano: Caso de Irecê. **Série Estudos e Projetos**, Salvador, SEI, n.51, 2000. 98p. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/publicacoes/publicacoes_sei/bahia_analise/sep/sumario/sum_sep_51.php>. Acesso em: 5 junho 2007.
6. BASTOS, Rafael Kopschitz Xavier (Corredorador). **Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura**. Rio de Janeiro, ABES, 2003. 267p. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabRafaelInternet.pdf>>. Acesso em: 17 fevereiro 2006.
7. BERLIN. Senate Department for Urban Development. Sewage Farms. In: **Berlin Digital Environmental Atlas**. Disponível em: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ed110_06.htm#C8>. Acesso em: 26 setembro 2007.
8. BLUMENTHAL, U.J. Redução dos riscos para a saúde com a utilização agrícola de águas residuais. **Revista Agricultura Urbana**, n.6, mar. 2002. Disponível em: <http://www.ipes.org/au/pdfs/raup6/19_AU6riscos.pdf>. Acesso em: 24 maio 2008.
9. BOUWER, Herman. Integrated Water Management: Emerging Issues and Challenges. **Agricultural Water Management**, v. 45, n. 3, p. 217-228, aug 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImg&_imagekey=B6T3X-40PXM RP-2-3&_cdi=4958&_user=686342&_orig=search&_coverDate=08%2F31%2F2000&_sk=999549996&view=c&wchp=dGLbVzW-zSkzV&md5=6f1aa04cf570707a31ad9209b80bbdb&ie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 19 janeiro 2007.
10. BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/.../cartilha_delimitacao_semi_arido.pdf&nome_arquivo=cartilha_delimitacao_semi_arido.pdf>. Acesso em: 19 maio 2008.
11. CAMPOS, José Nilson Bezerra. **Vulnerabilidades Hidrológicas do Semi-Árido às Secas. Planejamento e políticas públicas**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, v.2, n.16, p.261-297, 1997. Disponível em: <http://www.nilsoncampos.eng.br/arq_pub/vulnerabilidades_hidrologicas_do_semi-arido.pdf>. Acesso em: 10 abril 2009.
12. COOPER, P. F. Historical aspects of wastewater treatment. In: Lens, P.N.L.; Zeeman, G.; Lettinga, G. **Decentralised Sanitation and Reuse: Concepts, Systems and Implementation**. London, International



- Water Association, 2001.p 11-38. Disponível em: <<http://www.personal.leeds.ac.uk/~cen6ddm/History/HistSewTreat.pdf>>. Acesso em: 19 julho 2007.
13. ERALDO, Henrique de Carvalho; JURANDYR, Povinelli. Filtros biológicos anaeróbios: revisão de literatura, projeto e desenvolvimento. Disponível em: In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 25, México, 1996. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/mexico/01402i04.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2008.
 14. FIÚZA, José Maurício Souza *et al.* Uma proposta de classificação e usos para rios intermitentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22. Joinville, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/tlxi.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2009.
 15. HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Vol. 7, nº 4, p. 75-95, Out/Dez 2002.
 16. OLIVEIRA, Sílvia M. A. Corrêa; VON SPERLING, Marcos. Avaliação de 166 ETEs em Operação no País, Compreendendo Diversas Tecnologias. Parte 1 - Análise de Desempenho. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.10, n. 4, out/dez 2005, p. 358-368. Disponível em: <http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v12n04/121_06.pdf>. Acesso em: 11 maio 2008.
 17. REBOUÇAS, Aldo da Cunha. O Potencial de Água do Semi-Árido Brasileiro: Perspectivas do Uso Eficiente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 2, Petrolina, 1999. Disponível em: <http://www.cpsa.embrapa.br/catalogo/doc/strategy/1_5_Aldo_Rebou%C3%A7as.doc>. Acesso em: 19 março 2008.
 18. SILVA, Lilian Cristina Bezerra da; MENDONÇA, Wíldima Ferreira de; NETO, Cícero Onofre de Andrade. Eficiência na remoção de sólidos em um decanto digestor com filtro anaeróbio acoplado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA E EXTENSÃO EM TECNOLOGIA (CENTRO DE TECNOLOGIA – UFRN), 4, Natal, 1998. Disponível em: <http://209.85.215.104/search?q=cache:_mLLxpelFwkJ:www.ufrn.br/sites/producao_ct/sec3_8.html+filtro+anaer%C3%B3bio&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=6&gl=br>. Acesso em: 11 maio 2008.
 19. SEEGER, H. The history of German waste water treatment. In: **European Water Management**, v. 2, n. 4, ago 1999, p. 30-76. Disponível em: <<http://www.valt.helsinki.fi/projects/enviro/articles/Seeger.pdf>>. Acesso em: 7 julho 2007.
 20. SOUZA, Francisco Gláucio Cavalcante de et al. Padrão de emissão para rios intermitentes – enfoque ao semi-árido do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22. Joinville, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/cclxxi.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2008.
 21. SUASSUNA, João. **Semi-árido**: proposta de convivência com a seca. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br/geral/textos%20online/estudos%20avancados/semi%20arido.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2008.
 22. TZANAKAKIS, V.E., et al. Soil as a wastewater treatment system: historical development. **Water Science & Technology: Water Supply**, v.7, n1, p. 67-75, 2007. Disponível em: <<http://www.iwaponline.com/ws/00701/0067/007010067.pdf>>. Acesso em: 3 julho 2007.
 23. UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas. **Tecnologias para Tratamento de Esgotos Sanitários**. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/sisttrat.html>>. Acesso em: 8 março 2002.
 24. VÉDRY, B. et al. From sewage water treatment to wastewater reuse. One century of Paris sewage farms history. **Water Science and Technology**, v. 43, n.10, p.101-107, 2001. Disponível em: <<http://www.iwaponline.com/wst/04310/0101/043100101.pdf>>. Acesso em: 28 agosto 2007.
 25. WOLFF, Gary; GLEICK, Peter H. The Soft Path for Water. In: **The World's Water: 2002-2003**. Disponível em: <http://www.pacinst.org/publications/worlds_water/worlds_water_2002_chapter1.pdf>. Acesso em: 8 junho 2005.